

Revista de Economía,

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán

CONTENIDO

Editorial

Bioeconomy, Natural Resources and Sustainability Issues: introduction to special issue

Alfredo José Mainar Causapé

Special Issue

Gender diversity and water scarcity: estimating water use in large companies

Diversidad de género y escasez hídrica: estimación del uso de agua en grandes empresas

Enrique Leonardo Kato Vidal, Beatriz Rosas Rodríguez, Mario Sotomayor Gallardo

Strategies for sustainability in the context of the creative (bio)economy: evidence from Belém (PA), Brazil

Estrategias para la sostenibilidad en el contexto de la (bio)economía creativa: evidencia de Belém (PA), Brasil

Keila Regina Mota Negrão, Mario Cesar dos Santos de Carvalho, Magnus Emmendoerfer, Sérgio Castro Gomes

The concept of circular bioeconomy: origin, evolution and perspectives for México

El Concepto de Bioeconomía Circular: Origen, Evolución y Perspectivas para México

Edgar Alfonso Sansores Guerrero, Juana Edith Navarrete Marneou

Bioeconomic model and scenario simulator for the sustainable use of fisheries in Mexico

Modelo bioeconómico y simulador de escenarios para el aprovechamiento sostenible de pesquerías en México

Miriam del Valle Morales

Artículos originales

Nearshoring y ventaja comparativa de las exportaciones de la industria automotriz en las entidades federativas de México

Nearshoring and comparative advantage of automotive exports in the States of Mexico

Yolanda Carbajal Suárez, Brenda Murillo Villanueva

El papel de las normas sociales en la situación laboral de las mujeres mexicanas

The role of social norms in the employment status of Mexican women

Paulina Blanquel Castro, David Juárez Luna



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN



FACULTAD DE ECONOMÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN

CARLOS ESTRADA PINTO
Rector

CELIA ESPERANZA ROSADO AVILÉS
Secretaria General

MARCELA ZAMUDIO MAYA
Director General de Desarrollo Académico

RAMÓN PENICHE MENA
Coordinador General del Sistema de Posgrado, Investigación y Vinculación

LIGIA C. HERRERA CORREA
Director de la Facultad de Economía

CONSEJO EDITORIAL

ANTONIO YÚNEZ NAUDE
El Colegio de México, México

MANUEL ALEJANDRO CARDENETE FLORES
Universidad Loyola, Sevilla, España

JORGE ENRIQUE ZAFRILLA RODRÍGUEZ
Universidad de Castilla-La Mancha, España

CARMEN RAMOS CARVAJAL
Universidad de Oviedo, España

RODOLFO CANTO SÁENZ
Universidad Autónoma de Yucatán, México

JENNIFER CASTAÑEDA NAVARRETE
Universidad de Cambridge, Inglaterra

COMITÉ EDITORIAL

EDGARDO ARTURO AYALA GAYTÁN
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México

JAVIER BECERRIL GARCÍA
Universidad Autónoma de Yucatán, México

ISAAC LEOBARDO SÁNCHEZ JUÁREZ
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México

RAFAEL ORTIZ PECH
Universidad Autónoma de Yucatán, México

JOSÉ MANUEL SÁNCHEZ GAMBOA
Universidad de Sonora, México

JORGE LÓPEZ ARÉVALO
Universidad Autónoma de Chiapas, México

ÓSCAR PELÁEZ HERREROS
El Colegio de la Frontera Norte, México

PEDRO PAULO ORRACA ROMANO
El Colegio de la Frontera Norte, México

JORGE OMAR MORENO TREVIÑO
Universidad Autónoma de Nuevo León, México

DIRECTORA REVISTA

LILIAN ALBORNOZ MENDOZA
Facultad de Economía,
Universidad Autónoma de Yucatán, México

EDITORA ADJUNTA

SYLVIA BEATRIZ GUILLERMO PEÓN
Facultad de Economía,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

REVISTA DE ECONOMÍA, FACULTAD DE ECONOMÍA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN vol. 42, núm. 105, julio-diciembre de 2025, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Yucatán México a través de la Facultad de Economía. Campus de Ciencias Sociales, Económico Administrativas y Humanidades, km. 1 carretera Mérida-Tizimín, Mérida, Yucatán, México. Tel.: +52 (999) 9830362 www.revista.economia.uady.mx. Editor responsable: Lilian Albornoz Mendoza. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo Num. 04-2013-110613222500-203, ISSN: 2395-8715, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Cuidado editorial: COORDINACIÓN GENERAL DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN, Antigua Facultad de Contaduría y Administración, Calle 20 x 35, Pedregales de Tanlum, CP 97210, Yucatán, México, Teléfono: +52 (999) 9239769, <https://uady.mx/investigacion/casaeditorialuady>, casa.editorial@correo.uady.mx

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Revista de Economía,

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

La *Revista de Economía* es una publicación arbitrada que tiene como propósito difundir los resultados de las investigaciones científicas teóricas y empíricas que aborden la problemática económica desde distintas escalas territoriales (local, regional, nacional e internacional) y a partir de diversos enfoques teóricos-metodológicos. Es un medio de reflexión y acceso al conocimiento de la comunidad académica nacional e internacional y el público interesado. Las ideas que se plasman en su interior no reflejan el criterio de la institución, son responsabilidad exclusiva de sus autores. La Revista de Economía aparece listada en ECONLIT-The American Economic Association's electronic bibliography; 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; EBSCO; SCIELO-México Scientific Electronic Library Online; DOAJ- Directory of Open Access Journals; DIALNET-Universidad de la Rioja, España; REDALYC-Sistema de Información Científica REDALYC, Universidad Autónoma del Estado de México, y CONAHCYT-México Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología (SCRMCT) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) de México.

Revista de Economía,

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán

CONTENIDO

Editorial

Bioeconomy, Natural Resources and Sustainability Issues: introduction to special issue

Alfredo José Mainar Causapé

Special Issue

Gender diversity and water scarcity: estimating water use in large companies

Diversidad de género y escasez hídrica: estimación del uso de agua en grandes empresas

Enrique Leonardo Kato Vidal, Beatriz Rosas Rodríguez, Mario Sotomayor Gallardo

Strategies for sustainability in the context of the creative (bio)economy: evidence from Belém (PA), Brazil

Estrategias para la sostenibilidad en el contexto de la (bio)economía creativa: evidencia de Belém (PA), Brasil

Keila Regina Mota Negrão, Mario Cesar dos Santos de Carvalho, Magnus Emmendoerfer, Sérgio Castro Gomes

The concept of circular bioeconomy: origin, evolution and perspectives for México

El Concepto de Bioeconomía Circular: Origen, Evolución y Perspectivas para México

Edgar Alfonso Sansores Guerrero, Juana Edith Navarrete Marneou

Bioeconomic model and scenario simulator for the sustainable use of fisheries in Mexico

Modelo bioeconómico y simulador de escenarios para el aprovechamiento sostenible de pesquerías en México

Miriam del Valle Morales

Artículos originales

Nearshoring y ventaja comparativa de las exportaciones de la industria automotriz en las entidades federativas de México

Nearshoring and comparative advantage of automotive exports in the States of Mexico

Yolanda Carbajal Suárez, Brenda Murillo Villanueva

El papel de las normas sociales en la situación laboral de las mujeres mexicanas

The role of social norms in the employment status of Mexican women

Paulina Blanquel Castro, David Juárez Luna



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

Revista de Economía,

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán

Bioeconomía, recursos naturales y cuestiones de sostenibilidad: Introducción al número especial

Bioeconomy, Natural Resources and Sustainability Issues: Introduction to Special Issue

Alfredo J. Mainar Causapé¹

Abstract

The bioeconomy, based on the use of renewable biological resources to produce food, energy, and industrial products, is a key topic for a sustainable economy aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs). Despite its relevance, research on its structure and evolution is still lacking due to methodological and data limitations. This special issue of the Journal of Economics presents four articles that address different dimensions of the bioeconomy: the impact of gender diversity on corporate water use, sustainable strategies in the creative bioeconomy in Brazil, the development of the circular bioeconomy in Mexico, and a bioeconomic model for sustainable fishing. Together, they seek to contribute to the study and development of this key sector for the economic and environmental future of the Americas and the world.

Keywords: renewable biological resources, energy, sustainable economy.

JEL Classification: Q13, Q22, Q23, Q24, Q57



Resumen

La bioeconomía, basada en el uso de recursos biológicos renovables para producir alimentos, energía y productos industriales, es un tema clave para una economía sostenible alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). A pesar de su relevancia, la investigación sobre su estructura y evolución aún es escasa debido a limitaciones metodológicas y de datos. Este número especial del Journal of Economics presenta cuatro artículos que abordan diferentes dimensiones

1- Universidad de Sevilla, España, Correo electrónico: amainar@us.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2032-9658>



de la bioeconomía: el impacto de la diversidad de género en el uso corporativo del agua, las estrategias sostenibles en la bioeconomía creativa en Brasil, el desarrollo de la bioeconomía circular en México y un modelo bioeconómico para la pesca sostenible. En conjunto, buscan contribuir al estudio y desarrollo de este sector clave para el futuro económico y ambiental de las Américas y del mundo.

Palabras clave: recursos biológicos renovables, energía, economía sostenible

Clasificación JEL: Q13, Q22, Q23, Q24, Q57

1. Bioeconomy as a key issue: need for research

The bioeconomy comprises all economic activities based on the use of renewable biological resources to produce food, feed, bioenergy, and bio-based products (European Commission 2012). The bioeconomy, as a key sector to produce food, feed, energy and industrial materials, has generated a growing (and unstoppable) interest among policy makers, which is reflected in the proliferation of bioeconomy policy strategies around the world. Therefore, further research is needed on the concept of the bioeconomy, its structuring within the economy, and how it is and will evolve over time.

This new economic paradigm emerges as the need to focus on a more sustainable economy supporting the achievement of many Sustainable Development Goals (SDGs) (Heimann 2019). Thus, it has become a priority for the European Union (EU) promoted through its own strategy and related policies such as the European Green Deal or the Next Generation Funds. In this sense, there has been a significant interest in the bioeconomy demonstrated by the promotion of related strategies in many countries, as well as an increasing scientific literature (Keswani et al. 2021).

Despite its importance, little work has been done to analyse the potential of the bioeconomy sectors due to the lack of suitable databases and methodologies. Although different studies have measured the size of the bioeconomy in different ways, there is still a wide margin for the development of models and analytical proposals that continue the study of this subject. Previous work by calculating the biobased shares of the sectors involved (Efken et al. 2016; Ronzon and M'Barek, 2018; Ronzon et al. 2022), or using multisectoral models (Ferreira et al. 2020; Mainar-Causapé et al. 2018; Philippidis et al. 2014) are only the starting point of a field with enormous potential for analysis.

2. Contributions of this Special Issue

This Special Issue on '*Bioeconomy, Natural Resources and Sustainability issues*' of the *Journal of Economics* aims to contribute to our understanding of the main methods to analyse this matter. To this end, four articles are presented which respond to several of the issues raised.

The first paper, ***Gender diversity and water scarcity: estimating water use in large companies*** (*Diversidad de género y escasez hídrica: estimación del uso de agua en grandes empresas*), whose authors are Enrique Leonardo Kato Vidal, Beatriz Rosas Rodríguez and Mario Sotomayor Gallardo, try to explain changes in water use in companies by measuring the influence of women on boards of directors and by estimating the effect of regional water conditions, which, if worsened, would foster changes in business practices.

Keila Regina Mota Negrão, Mario Cesar dos Santos de Carvalho, Magnus Emmendoerfer and Sérgio Castro Gomes are the authors of the second article, ***Strategies for sustainability in the context of the creative (bio)economy: evidence from Belém (PA), Brazil*** (*Estrategias para la sostenibilidad en el contexto de la (bio)economía creativa: evidencia de Belém (PA), Brasil*). In this paper, authors identify and analyze sustainability strategies adopted by creative economy organizations located on Combu Island in Belém de Pará in the Amazonian bioeconomy. The theoretical framework is based on the Natural Resource-Based View (NRBV) and the sustainability strategies framework, using a qualitative, exploratory, applied case study and document analysis.

In the third paper, The concept of circular bioeconomy: origin, evolution and perspectives for Mexico (*El Concepto de Bioeconomía Circular: Origen, Evolución y Perspectivas para México*), by Edgar Alfonso Sansores Guerrero and Juana Edith Navarrete Marneou, the main objective is to analyse the fundamental principles and concepts of the circular bioeconomy, as well as to explore its development possibilities in the Mexican context, contextualizing the circular bioeconomy as a concept under construction, resulting from the convergence of previous theoretical frameworks oriented towards a sustainable transition.

Finally, the last paper, ***Modelo bioeconómico y simulador de escenarios para el aprovechamiento sostenible de pesquerías en México*** (*Bioeconomic model and scenario simulator for the sustainable use of fisheries in Mexico*), the author, Miriam del Valle Morales, presents a bioeconomic model that optimizes the profits generated by the exploitation of marine species, along with a scenario simulator that provides planning for closed seasons and efforts that fisheries could apply considering their limitations, applying the model to the case of sea cucumber in Baja California and the red grouper in Yucatán.

3. Conclusions

With these quality and significant papers, we hope that this special issue will contribute to enriching bioeconomy research, both in Mexico and throughout the Americas, enhancing the analysis of a key sector in global economic development in the medium (and already in the short) term.

References

- Chetan Keswani, C., C. Possas, E. Koukios and D. Viaggi. (eds.) 2022. *Agricultural Bioeconomy: Innovation and Foresight in the Post-COVID Era*. Academic Press.
- Efken, J., W. Dirksmeyer, P. Kreins, and M. Knecht. 2016. "Measuring the importance of bioeconomy in Germany: Concept and illustration", *NJAS Wageningen Journal of Life Sciences*, 77: 9-17.
- European Commission. 2012. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the committee of the Regions. Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*, Official Journal of the European Union, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0060&from=EN>
- Ferreira, V., L. Pié, A. Terceño. 2020. "The role of the foreign sector in the Spanish bioeconomy: Two approaches based on SAM linear models", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24): 1–26.
- Heimann, T. 2019. "Bioeconomy and SDGs: Does the bioeconomy support the achievement of the SDGs?", *Earth's Future*, 7: 43–57. <https://doi.org/10.1029/2018EF001014>
- Mainar Causapé, A., G. Philippidis, and A. Caivano. 2018: *BioSAMs for the EU Member States: Constructing Social Accounting Matrices with a detailed disaggregation of the bio-economy*, European Commission, <https://doi.org/10.2760/811691>
- Philippidis, G., A. I. Sanjuán López, E. Ferrari, and R. M'barek. 2014. "Employing social accounting matrix multipliers to profile the bioeconomy in the EU member states: is there a structural pattern?", *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12: 913-926, <https://doi.org/10.5424/sjar/2014124-6192>.
- Ronzon, T., and R. M'Barek. 2018. "Socioeconomic Indicators to Monitor the EU's Bioeconomy in Transition", *Sustainability*, 10(6): 1745.
- Ronzon, T., S. Tamosiunas, and R. M'barek. 2022. *Jobs and growth in the bioeconomy. JRC-Bioeconomics dataset*, version of January 2022. Luxembourg. <https://doi.org/10.2760/323093>



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

Revista de Economía,

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán

Diversidad de género y escasez hídrica: estimación del uso de agua en grandes empresas Gender diversity and water scarcity: Estimating water use in large companies*

Enrique Leonardo Kato Vidal¹ - Beatriz Rosas Rodríguez² - Mario Sotomayor Gallardo³

Abstract

Insufficient water availability is a concern for corporate and government management. In Latin America, some large companies have reported environmental statistics, which allows for the evaluation of their actions and results regarding water use for production. Greater participation of women in corporate decision-making has been identified as having served to increase efficiency and reduce water use. The aim of this article is to explain changes in water use in companies from two perspectives: 1) by measuring the influence of women on boards of directors, and 2) by estimating the effect of regional water conditions, which, if worsened, would foster changes in business practices. These approaches allowed us to validate how gender diversity in companies contributed to reducing water use and also to match firms' self-reported water figures with the region's water conditions. The sample consisted of 29 companies (87 observations) listed on the Mexican Stock Exchange and was estimated using a system of equations with data from 2017, 2020, and 2023. The variables came from business reports and government indicators on concessions, bans, and water quality. It was found that incorporating the region's water conditions into the analysis increases the level of water stewardship promoted by women executives. These findings contribute to the design of sustainable strategies and provide evidence on adaptive efforts due to water degradation.

Keywords: Water, gender diversity, sustainability, equation system, Mexico.

JEL Classification: Q56, Q57, R11, G40, J16.

1- Universidad Autónoma de Querétaro, México, Correo electrónico: enriquekato@uaq.mx

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5582-1971>

2- Universidad Autónoma de Querétaro, México, Correo electrónico: beatriz.rosas@uaq.mx

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3093-7075>

3- Universidad Autónoma de Querétaro, México, Correo electrónico: mariosg85@gmail.com

 ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8776-8779>

* The authors gratefully acknowledge the financial support from the Autonomous University of Queretaro's FONFIVE 2024 program (Grant FCA202405).



RECEPCIÓN: 30 de marzo de 2025 ACEPTACIÓN: 13 de junio de 2025
REVISTA DE ECONOMÍA: Vol. 42- Núm 105 JULIO A DICIEMBRE DE 2025: Págs. 5-27



Resumen

La insuficiente disponibilidad de agua es una preocupación en las direcciones de empresas y de los gobiernos. En Latinoamérica, algunas grandes empresas han reportado sus estadísticas ambientales, lo que permite evaluar sus acciones y resultados sobre el uso de agua para producción. Se ha identificado que una mayor participación de mujeres en las decisiones corporativas ha servido para aumentar la eficiencia y reducir el uso de agua. El objetivo de este artículo es explicar desde dos perspectivas los cambios en el uso del agua en las empresas: 1) midiendo la influencia de las mujeres en los consejos de administración, y 2) estimando el efecto de las condiciones regionales del agua que, al agravarse, presionarían cambios a las prácticas empresariales. Este enfoque permitió validar cómo la diversidad de género en las empresas contribuyó a reducir el uso de agua y también a conciliar las cifras de agua autorreportadas por las empresas con las condiciones hídricas de la región. La muestra fue de 29 empresas (87 observaciones) que cotizan en la Bolsa de Valores Mexicana y se estimó usando un sistema de ecuaciones con datos de 2017, 2020 y 2023. Las variables provinieron de los informes empresariales y de indicadores gubernamentales sobre concesiones, veda y calidad del agua. Se encontró que, al incorporar al análisis las condiciones hídricas de la región, aumenta la cuantía del cuidado del agua impulsado por las mujeres directivas. Estos hallazgos contribuyen al diseño de estrategias sostenibles y aportan evidencia sobre los esfuerzos adaptativos debido a la degradación del agua.

Palabras clave: agua, diversidad de género, sustentabilidad, sistema de ecuaciones, México.

Clasificación JEL: Q56, Q57, R11, G40, J16

Cuando despierto y el agua
me cubre hasta la mitad
Leiva

1. Introduction

Current water management systems were designed in an era of relative abundance, making them unsuitable to handle modern pressures like extreme weather, overuse, and pollution (Barbier, 2022). Inefficient governance and corruption only compound these problems (Wheatley, 2024). While a few water-rich regions could theoretically benefit from growing scarcity, the reality is that most communities and ecosystems are already strained—and water stress is projected to intensify in the decades ahead (Dolan *et al.*, 2021).

Beyond physical scarcity, economic barriers further limit water access—including high costs, lack of permits, and inadequate infrastructure (Wheatley, 2024). This reality ensures equitable access and mitigates conflict risks. Effective solutions require multi-stakeholders. Marston

et al. (2020) examine the United States (US) case to demonstrate how public policies and self-regulation, when properly incentivized, can enable significant efficiency gains for businesses.

Water scarcity presents significant societal challenges. Building on this, Barbier (2022) conceptualizes this scarcity as both a catalyst and driver for innovation in water-use efficiency among both authorities and private actors. Worldwide, societies are increasingly managing to grow while reducing their water demands.

Marston *et al.* (2020) document a water-use trend: Between 1980 and 2015, absolute water withdrawals declined by 27%, while water productivity (measured as sales/water) increased five-fold. This counterintuitive achievement reflects both improved water management efficiency and structural economic shift—specifically, from water-intensive agriculture toward less demanding sectors like manufacturing and service sectors.

Despite escalating global water risks and mounting threat of water crises worldwide, current innovation remains inadequate to achieve meaningful water savings across major economic sectors. The widespread adoption of water-saving technologies—spanning agriculture, industry, and households—could significantly reduce per capita water demand while transforming global consumption patterns (Barbier, 2022).

These sustainability decisions—particularly water innovation strategies—are typically debated and approved at the corporate board level. Research consistently shows board diversity enhances innovation outcomes. For instance, Riley and Ruelas (2020) demonstrate that firms with more diverse boards exhibit greater innovation capacity and creativity.

This study quantitatively examines how gender diversity and regional water jointly shape corporate water-use efficiency, offering empirical support for sustainable water-scarcity strategies. First, we hypothesize that companies dynamically respond to local water conditions—including scarcity, restrictions, and quality degradation—by adapting production processes to enhance efficiency. Second, we propose that gender-diverse leadership strengthens water conservation efforts. Specifically, we posit that higher female representation in management roles correlates with reduced water intensity (use per \$1 million dollars' sales).

This study makes three key contributions to the literature. First, it provides the first quantitative evidence linking gender diversity and regional water conditions to corporate water efficiency. While prior research established a correlation between gender diversity and environmental disclosure, the actual water-use outcomes remained empirically unverified. Second, we operationalize local water conditions as novel predictive variables, quantifying firms' adaptive responses to scarcity. Third, we precisely measure practice adjustments under regional water constraints.

This study focuses on Mexico, where female representation on corporate boards and in top management remains significantly lower than in peer Latin American countries (Colombia, Chile, Brazil, and Argentina) (Riley and Ruelas, 2020). For comparative context, we contrast Mexico's voluntary approach with Colombia's legislative model. Unlike Colombia's quota system—

• • • •

which established a 30% minimum for senior public sector positions (Law 581, 2000) and later extended it to congressional representation (Law 1475, 2011) (Moreno-Gómez and Calleja-Blanco, 2018) –Mexico lacks mandated gender quotas for corporate governance.

The remainder of this paper is organized as follows: Section 2 reviews the relevant literature, section 3 describes the data sources and estimation methods, and section 4 presents the empirical results. The final section discusses key findings and conclusions. Additionally, two appendices provide supplementary material supporting the main analysis.

2. Literature review

Extensive research demonstrates the organizational benefits of gender-diverse corporate boards, with numerous studies establishing a positive correlation between female leadership representation and improved financial performance (Valls-Martínez, Martín Cervantes, and Cruz Rambaud, 2020; Ionascu, Ionascu, and Minu, 2018; Campbell and Mínguez-Vera, 2008). This relationship holds consistently across Latin America, as evidence by studies from Colombia (Moreno-Gómez and Calleja-Blanco, 2018; Leyva-Townsend *et al.*, 2021) and Mexico-Colombia comparative analyses (Reyes Bastidas, Briano Turrent, and Saavedra García, 2020). As Arora (2022) argues, these benefits stem from the diverse skillsets, competencies, and lived experiences that women directors contribute to strategic decision-making.

2.1 Gender diversity in corporations

The well-documented positive relationship between board diversity and sustainability disclosures reflects consistent global patterns. Research by Daniel-Vasconcelos, Souza-Ribeiro, and Lima Crisóstomo (2022) confirms this trend in Latin America, mirroring findings from developed markets: gender-diverse boards consistently demonstrate stronger environmental reporting and more robust sustainability practices compared to homogeneous boards.

This alignment is particularly evident in comparative studies. For instance, Valls-Martínez *et al.* (2020) analysis of S&P 500 and Euro Stoxx 300 firms (2015-2019) confirms that the sustainability benefits of gender-diverse governance observed in Latin America are similarly found in both US and European markets.

The study by Ardito, Dangelico, and Messeni Petruzzelli (2021) of 246 B Corp-certified firms yields nuanced insights into how female board representation influences Corporate Social Responsibility (CSR) performance. Specifically, their analysis reveals three distinct patterns: positive associations emerge with customer relations and community engagement; negative correlations appear with both environmental performance and employee wellbeing, contrary to expectations; and no statistically significant relationship is found with ethical governance practices. These findings suggest that while gender diversity generally benefits CSR outcomes at an aggre-

gate level, its impacts vary substantially across specific responsibility dimensions, presenting both opportunities and challenges for sustainability-focused corporations.

Research similarly indicates that female CEOs enhance water-related disclosure practices. Santoso and Setiawan (2024), for instance, attribute this to women's stronger ethical orientation in leadership roles, yet they caution that this disclosure effect diminishes when female executives hold substantial equity stakes, suggesting ownership interests may override ethical motivations. Regarding water disclosure quality, Farooq *et al.* (2025) identify two key drivers: tightening regulatory requirements for environmental reporting, and enhanced corporate governance standards. Moreover, their findings reveal that superior water disclosure practices predominantly emerge in countries with lower corruption levels. This aligns with Pinheiro, Do Prado, and Salati Marcondes de Moraes (2024) evidence that effective government anti-corruption measures create institutional conditions that incentivize improved corporate water performance.

Pinheiro *et al.* (2024) further demonstrate that companies with larger, more independent boards show greater engagement in water performance and stronger social responsibility regarding water use. However, this finding contrasts sharply with Sa de Abreu *et al.* (2022) conclusion: while gender diversity positively impacts environmental disclosure, they found its effect size to be modest. These researchers attribute this limited governance impact to the weak alignment between national corporate governance codes and the United Nations (UN) sustainability standards in their studied countries.

Brazil serves as a crucial case study for corporate environmental governance. Despite the country's adoption of UN-aligned corporate governance codes and empirical evidence showing independent board members enhance environmental disclosure, research highlights a troubling gap between reported information and actual sustainability practices. This discrepancy points to the possibility that such disclosures may enable greenwashing, rather than promoting genuine environmental improvements.

The situation appears even more pronounced in Mexico, where independent boards show significantly lower adoption rates of concrete environmental measures even with existing reporting practices. This contrast highlights how governance quality and enforcement mechanisms ultimately determine whether transparency translates into real sustainability progress.

In addition to independent board members, another well-established driver of water-related disclosure is gender diversity on corporate boards (Riley and Ruelas, 2020; Peng *et al.*, 2022; Taglialatela *et al.*, 2023). Research shows that female board members significantly enhance a board's ability to identify water-related concerns raised by stakeholders, however, this impact can be amplified or diminished by cultural contexts (Peng *et al.*, 2022). The prevailing academic consensus holds that women directors bring greater social awareness to corporate governance and actively advance the transition toward sustainable business practices (Taglialatela *et al.*, 2023).

2.2 Corporate water use and hydrological conditions

Water analysis has evolved beyond purely environmental considerations, now occupying a prominent place in monetary policy discussions. Banco de Mexico (2024) has identified the country as a net importer of virtual water—the total water volume required to produce finished goods. This import dependence is especially acute in Mexico City's megalopolis and Monterrey's metropolitan area, two regions characterized by semi-arid conditions. Conversely, agricultural states predominantly function as virtual water exporters.

The Mexico City Valley exemplifies these pressures as one of the world's most densely populated regions, with aquifer overexploitation reaching critical levels. This spatial disparity highlights how hydrological stress intersects with economic activity patterns across Mexican regions.

Researchers have examined how aquifer overexploitation in the Mexico Valley impacts corporate efficiency levels (Revollo-Fernández and Rodríguez-Tapia, 2021). Using Data Envelopment Analysis (DEA) on 2013 economic census data, compared firms operating in areas with overexploited versus non-overexploited aquifers. Findings reveal a 10% efficiency gap, with companies in non-overexploited zones demonstrating superior performance. This evidence strongly suggests that hydrological conditions significantly influence business operational efficiency.

While Revollo-Fernández and Rodríguez-Tapia (2021) do not identify the specific transmission mechanism linking aquifer overexploitation to operational inefficiency, financial constraints emerge as one plausible pathway. Zheng, Gao, and Wang (2024) offer empirical support for this channel, demonstrating how water vulnerability adversely impacts business prospects (e.g., profitability and sustainability). Their research indicates that water scarcity not only disrupts operational continuity but also elevates financing costs: firms in water-stressed areas face higher interest rates stemming from perceived risk when compared to counterparts in water-secure locations.

The scarcity of both groundwater and surface water is linked to the enormous water demand from the agricultural industry. In Mexico, agricultural activities consume 76% of the total water supply, consequently restricting availability for other industries. Furthermore, Ochoa-Noriega *et al.* (2020), referencing the National Water Plan 2019–2024, assert that water usage is highly inefficient, evidenced by a 40 percent water loss rate. Therefore, reducing pollution and enhancing water-use efficiency in agriculture will augment water availability for households and businesses in other industries.

3. Methodology

3.1 Data description

Our analysis evaluates corporate water-use efficiency in Mexico through three key dimensions: 1) regional hydrological conditions, 2) board-level gender diversity metrics, and 3) sector-specific water intensity factors. Building on Colombia's established gender representation framework (discussed in section 2), we focus specifically on Mexican firms.

The study combines data from two sources: 1) the LSEG Workspace database of corporate disclosures from publicly traded companies, and 2) official statistics from Mexico's National Water Commission (CONAGUA). The water-related variables include:

- a) Water bans: Geographic locations and implementation dates sourced from the Aquifer Geographic Information System (SIGAGIS, CONAGUA 2025b). These bans designate areas where new water extraction permits are suspended due to quantity or quality deterioration (Appendix 1, CONAGUA 2024), with each ban officially published in the Federal Gazette. CONAGUA's operational standards follow its Manual of Integration and Operation (2015).
- b) Water concessions: The second water-condition variable, sourced from Mexico's Public Registry of Water Rights (REPDA, CONAGUA 2025a). These long-term government-granted concessions authorize usage of national waters (Appendix 1), with disaggregated state-level data by concession type: surface water, groundwater, or wastewater discharge.
- c) The third variable measured water quality through Mexico's official traffic-light classification system (RENAMECA, CONAGUA 2024). Monitoring stations evaluate multiple parameters (Appendix 2), assigning color-coded ratings: green (optimal quality), yellow (intermediate quality), and red (poor quality) based on compliance thresholds. This systematic evaluation covers all major water bodies.

Our initial screening identified 106 Mexican firms. While all companies report financial data, environmental and governance disclosures remain inconsistent. To ensure data completeness, we selected only those firms reporting both water usage metrics and gender diversity indicators. The final dataset comprised 29 publicly traded companies meeting these criteria.

The total number of observations was 87, covering three analyzed years (2017, 2020, and 2023) and 29 companies. This sample size is sufficient to detect statistically significant differences as long as the between-group differences are substantial, as is the case in the present study (see Figures 2, 3, and 4 below) (Stata Corp, 2025).

An additional data source was the financial reporting system of Mexico's National Banking and Securities Commission (CNBV, 2025), which archives corporate annual reports. These documents contain detailed profiles of board members—including gender, professional background, and appointment dates—providing qualitative insights into governance diversity.

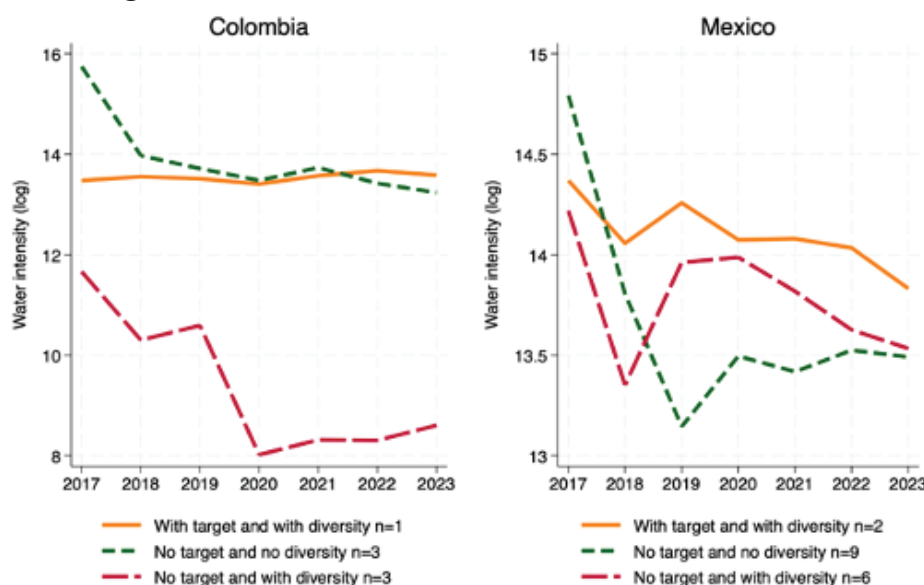
As an exploratory exercise, we analyzed the profiles of female directors at six representative firms: Aleatica, Bimbo, Chedraui, CYDSA, Peñoles, and Vesta. This qualitative data supplements our quantitative analysis by characterizing the individuals shaping gender-diverse corporate decision-making.

To align corporate water use with local hydrological conditions, we documented each company's operational locations across Mexico. This enabled us to obtain the average of regional water conditions (bans, concessions, and quality) for all the states where sample firms operate. Primary sourcing came from corporate websites, supplemented in eight cases by the National Statistical Institute's Business Directory (<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>).

The sample of 29 companies demonstrates significant operational diversity across Mexico's geographic regions. Twelve firms maintain nationwide operations spanning all 32 states, while five others operate facilities across 11-21 states (approximately half of the country). The remaining twelve companies show more localized presence, with operations concentrated in fewer than ten states (representing at most one-third of Mexican territory).

Figure 1 presents comparative water usage data in millions of cubic meters for Colombia (panel a) and Mexico (panel b) from 2017-2023, analyzing the relationship between water consumption and gender diversity. We classified firms as having high diversity ($\geq 20\%$ female representation) or low diversity ($< 20\%$), focusing specifically on three 2021 corporate groupings: 1) companies with both water targets and diverse leadership, 2) those lacking both water targets and gender diversity, and 3) firms without formal water targets but demonstrating gender diversity in leadership.

Figure 1. *Water use in Colombia and Mexico, 2017-2023*



Notes: The figure compares corporate water use patterns between both countries, analyzing the relationship with water targets and gender diversity in leadership positions. Notes: 1) Target (yes/no): Classification based on whether firms established short- or long-term water efficiency goals in their operations. 2) Gender diversity thresholds: High diversity ($\geq 20\%$ female representation) vs. Low diversity ($< 20\%$), measured at board or executive management level.

Source: Own elaboration using LSEG Workspace data (LSEG, 2024b).

The figure reveals contrasting trends: Colombian firms with targets and gender diversity maintained stable water use, while those without targets reduced use regardless of diversity. In Mexico, target-setting, diverse firms (yellow line) saw a decrease in water use but remained the highest users, whereas firms without targets and diversity achieved the largest reductions.

3.2 Variable definitions

Table 1 presents the definitions of all variables used in the study. The independent variable, water intensity, along with regional water condition variables (concessions, poor water quality, and water bans), were obtained from company reports through the LSEG Workspace platform and CONAGUA.

Table 1. *Definition of variables*

Variable	Definition	Source
<i>Independent variable</i>		
Water intensity	Logarithm of total water extraction (in cubic meters) divided by net sales or revenue (in million USD)	LSEG
<i>Key explanatory variables</i>		
Diversity	Percentage of women on the board	LSEG
Water targets	Dummy variable indicating if the firm established water efficiency goals	LSEG
<i>Control variables</i>		
Concessions	Logarithm of granted long-term permits	CONAGUA
Poor water quality	Percentage of surface water rated as poor quality	CONAGUA
Ban seniority	Logarithm of years since water extraction bans were implemented	CONAGUA
Board size	Logarithm of members of the board of directors	LSEG
Board size ²	Logarithm of the squared of members of the board of directors	LSEG
Assets	Logarithm of assets	LSEG
Cash flow	Logarithm of cash flow	LSEG
ROA	Pre-tax income / total assets (%)	LSEG

Source: Own elaboration using data from LSEG Workspace (LSEG, 2024a) and Mexico's National Water Commission (Secretaría de Gobernación, 2015; CONAGUA, 2025a, 2025b).

Key variables of interest include gender diversity, water targets, and board size, while financial control variables (X) consist of assets, cash holdings, and return on assets (ROA). Previous research on corporate water disclosure (Lavin and Montecinos-Pearce, 2021; Quintero García, Gaitán Riaño, and Saavedra Najar, 2024) and water use efficiency (Pinheiro *et al.*, 2024; Rosas-Rodríguez and Kato-Vidal, 2025) has consistently used these same financial indicators (assets and ROA) and governance factors (board size and diversity).

3.3 Model specification

To address our research objectives, we employed structural equation modeling (SEM). This approach enables simultaneous analysis of multiple variable relationships across different model types (including continuous and binary response models) while accounting for causal pathways.

Our analysis examines how three key factors—gender diversity, water targets, and regional water conditions—affect water use intensity. Equations (1) through (3) present the estimated model:

$$\text{Water intensity}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Diversity}_{it} + \beta_2 \text{Target}_{it} + \beta_3 (\text{Target}_{it} \times \text{Diversity}_{it}) + \beta_4 \text{Board}_{it} + \beta_5 \text{Board}_{it}^2 + \beta_6 \text{Concessions}_{it} + \beta_7 \text{Ban}_{it} + \beta_8 \text{Quality}_{it} + \beta_9 (\text{Concessions}_{it} \times \text{Quality}_{it}) + \beta_{10} (\text{Ban}_{it} \times \text{Concessions}_{it}) + \beta_{11} X + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\text{Water target}_{it} = \alpha_0 + \beta_1 \text{Board}_{it} + \alpha_3 X + \alpha_4 \text{Year}_{it} + e_{it} \quad (2)$$

$$\text{Gender diversity}_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 \text{Board}_{it} + \gamma_3 X + \gamma_4 \text{Year}_{it} + u_{it} \quad (3)$$

The dependent variable, water intensity, is calculated as the logarithm of total water use (in cubic meters) divided by sales revenue, with subscripts *i* and *t* representing, respectively, the 29 firms and study period (2017-2023). Our key independent variables include: gender diversity (percentage of women on the board), water targets (a binary variable equaling 1 if the firm established water efficiency goals), board size (number of directors) and its squared term, water concessions (count of long-term permits), ban seniority (years since water extraction restrictions), and poor water quality (percentage of surface water rated substandard).

We control for financial factors (*X*), including assets (log), cash flow, and return on assets (ROA), along with year-fixed effects. All corporate data comes from LSEG Workspace (2024a), while water statistics derive from Secretaría de Gobernación (2015) and CONAGUA (2025a, 2025b).

Equation 2 employs relative risk ratios (RRR) to estimate outcome probabilities compared to the baseline category. These ratios quantify how the likelihood of observing the independent variable changes when firms establish water targets versus when they do not.

3.4 Descriptive statistics

Table 2 presents the dataset's key characteristics. The analysis reveals a significant 2.5-fold reduction in corporate water use in Mexico between 2017 and 2023. Regarding gender diversity - our key variable of interest - Mexico showed substantial progress: average female board representation increased from 8.63% to 18.64% over the seven-year study period.

The study period also saw notable advancements in water target adoption, with the percentage of firms establishing water efficiency goals rising sharply from 20% in 2017 to 70% in

2023. Concurrently, board sizes decreased across the sample, reflecting broader adoption of corporate governance best practices. These parallel trends suggest that Mexican firms are increasingly aligning their operational and governance strategies with sustainability objectives.

Table 2. Summary Statistics, 2017 and 2023

Variable	2017						2023					
	Mean	Med	SD	Min	Max	N	Mean	Med	SD	Min	Max	N
Water intensity	14.65	14.85	1.25	11.76	16.76	19	13.69	13.76	1.62	10.77	16.61	29
Diversity	8.43	7.18	9.35	0.00	38.10	26	18.14	18.75	10.93	0.00	45.45	29
Targets Water Efficiency	0.27	0.00	0.45	0.00	1.00	26	0.66	1.00	0.48	0.00	1.00	29
Board Size	2.65	2.56	0.30	2.20	3.22	26	2.54	2.56	0.23	2.08	3.00	29
Assets	8.58	8.67	1.17	6.47	11.08	29	8.70	8.69	1.03	6.77	11.04	29
Cash Flow	6.20	6.27	1.19	4.16	9.16	27	6.43	6.31	1.10	4.01	8.82	27
ROA	8.41	6.93	6.49	-6.77	21.27	29	8.98	8.13	8.14	-7.77	29.23	29
Concessions	9.19	9.11	0.36	8.38	10.41	29	9.19	9.11	0.36	8.38	10.41	29
Poor Quality	29.66	29.60	10.07	14.00	71.72	29	29.66	29.60	10.07	14.00	71.72	29
Water bans	4.06	4.04	0.05	3.94	4.16	29	4.06	4.04	0.05	3.94	4.16	29

Source: Own elaboration using data from LSEG Workspace (LSEG, 2024b). Complete variable definitions are provided in Table 1.

4. Analysis and discussion

This study examined how gender diversity and hydrological conditions influence corporate water-use efficiency, providing evidence for sustainable water management strategies. To characterize the professional backgrounds of female board members, we analyzed annual reports from six randomly selected Mexican publicly traded companies (CNBV, 2025). This exploratory review identified unique attributes of women in leadership that could contribute to water stewardship decisions.

Our data reveal that female board members in Mexico predominantly hold specialized backgrounds in administrative fields such as marketing, finance, business administration, and law, while remaining significantly underrepresented in operational roles. The average board composition of 12 members includes just two women, who demonstrated markedly shorter tenures than their male counterparts (7.7 years versus 16.7 years).

These female directors possessed exceptional educational and professional trajectories, significantly different from the typical Mexican woman's experience. They largely graduated from elite private national universities, subsequently enhancing their credentials with international graduate degrees and leadership roles in multinational corporations or foreign positions. Although formal education at prestigious universities provides women with the skills for corporate board service, networking often proves equally, if not more, critical; board vacancies arise and are

frequently filled via endorsements from current board members (Manzo, 2025). This distinct profile underscores that board appointments are still predominantly accessible only to women from privileged socioeconomic backgrounds, thus revealing persistent structural barriers to broader gender inclusion in corporate governance.

As shown in Table 3, the estimation results confirmed our hypotheses regarding water efficiency. Specifically, gender diversity significantly reduces water intensity: each percentage-point increase in board diversity correlates with up to a 10.74% decrease in water use. Furthermore, firms establishing formal water targets achieve dramatic reductions, using 99.6% less water than comparable firms without such targets.

Additional determinants included hydrological factors: while greater water concessions are associated with reduced usage, the presence of poor water quality increases use by 15% among target-setting firms compared to those without water efficiency goals. These results demonstrate how governance decisions and environmental conditions interactively shape corporate water stewardship.

To facilitate quantitative interpretation, the results for equation 2 (column 2) are presented as relative risk ratios (RRR), which indicate the probability of observing the independent variable when firms have water targets versus when they do not. Regarding gender diversity, the equation established that each percentage point increase in board diversity raises the probability of adopting water targets by 1.01%. Likewise, the control variables -board size, assets, and ROA- also exhibited positive associations with target adoption.

The regression model in Table 3 analyzed how gender diversity and water efficiency targets affect corporate water use per million dollars of sales, with these results forming the basis for Figure 2 (see below). Panel a displays our preferred specification, showing predicted water use while incorporating regional water conditions into the model. For comparison, panel b presents predictions from a reduced model that excluded these hydrological factors (i.e., water concessions, quality, and bans), thus demonstrating how omitting these critical environmental variables affects the estimates.

The analysis revealed two key differences between Figures 2a and 2b: first, including regional water conditions as predictive variables reduced the confidence intervals, leading to more efficient estimates. Second, in the absence of water conservation targets, the decrease in water use became more pronounced, underscoring gender diversity's stronger influence on environmental decisions when formal targets are not established.

Additionally, the overlapping confidence intervals in Figure 2 suggest no statistically significant difference in water use intensity between firms with and without water efficiency targets, except when gender diversity falls below approximately 10% (Figure 2a). Crucially, in these low-diversity cases, the lack of interval overlap clearly shows the effectiveness of establishing water targets, leading to an approximate 46% reduction in water use. These findings underscore how the combination of governance factors and hydrological conditions shapes corporate water management outcomes.

Table 3. Mexico: Water use estimation

<i>Variables</i>	(1) Water Use	(2) Water Target	(3) Gender Diversity
Gender Diversity	-0.1074 *** (0.0209)	1.0112 *** (0.0034)	--
Water Target	-5.5465 *** (1.9381)	--	--
Water Target x Diversity	0.0437 * (0.0257)	--	--
Concessions (log)	-48.0265 ** (23.6616)	--	--
Poor Water Quality	-0.7802 *** (0.2912)	--	--
Concessions x Poor Quality	0.0677 ** (0.0278)	--	--
Water Quality x Poor Quality	0.1622 ** (0.0630)	--	--
Ban Seniority	-111.1402 ** (54.2897)	--	--
Ban x Concessions	11.7584 ** (5.7905)	--	--
Board Size	38.5507 *** (12.3163)	2.1398 *** (0.5400)	16.2702 *** (5.6893)
(Board Size) ²	-7.1136 *** (2.2947)	--	--
Assets(log)	0.4798 (0.4388)	1.4041 * (0.2514)	-4.9303 ** (2.4766)
Cash Flow (log)	-0.5562 (0.5226)	0.8642 (0.1703)	--
ROA	0.0590 (0.0367)	1.0315 ** (0.0159)	--
Intercept	421.7300 * (218.7508)	0.0172 *** (0.7388)	9.4559 (27.1080)
Time effects	No	Yes	Yes

Notes: *** p<.01, ** p<.05, * p<.1. Standard errors in parentheses.

Note that the coefficients in equation (2) are expressed as relative risk ratios (RRR), which compare the probability of outcomes between firms with and without water efficiency targets while controlling for other variables. See supplementary table -at the end of the paper- to compare the estimation excluding water conditions.

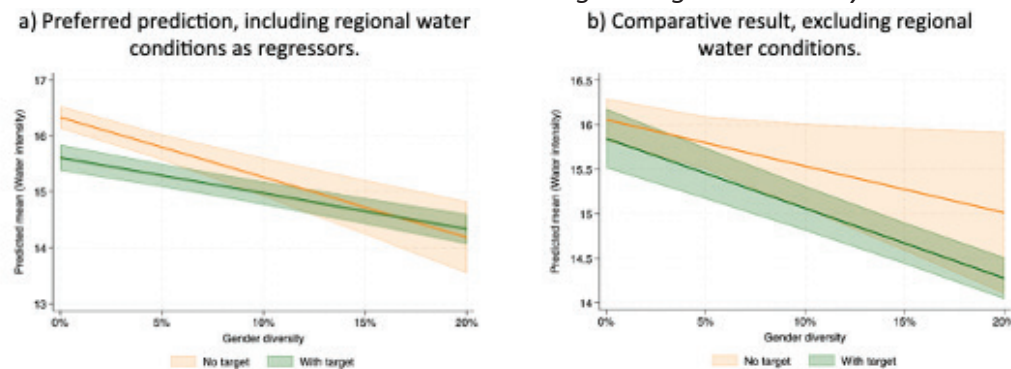
Source: Own elaboration using proprietary data from LSEG Workspace (LSEG, 2024b).

Our analysis identified a novel finding: greater gender diversity on corporate boards is consistently associated with reduced water allocation for production purposes. This result appears unprecedented in the literature, as we found no prior studies demonstrating this specific relationship. While existing research (section 2) indicates that gender-diverse boards are more likely to disclose environmental statistics—such as water withdrawals, CO₂ emissions, or conservation targets—it does not establish a direct link to actual resource use reductions. This distinction underscores our contribution, demonstrating how diversity influences not merely reporting practices but substantive environmental outcomes in water management.

The analysis revealed substantial gender diversity effects on water efficiency. Specifically, each percentage-point increase in board diversity reduces water use per million dollars of sales by 6% for firms with water conservation targets, and by an even greater 11% for those without such targets (Figure 2a). These effects were calculated by first converting the logarithmic water-use variable back to its natural scale, then evaluating the function around the 15% diversity benchmark to derive interpretable percentage changes. The results demonstrate that gender diversity serves either as a complement to formal water targets when present, or as a compensatory mechanism when absent, consistently driving meaningful reductions in corporate water consumption.

Figure 3 included an external regulatory factor - the number of water concessions granted per state by government authorities. The analysis reveals two compounding effects: first, a direct increase in total water extraction volume due to more concessions being issued, and second, an indirect competitive effect where existing concession holders extract more water per company as participation grows. These findings align with the classic tragedy of the commons framework, where increasing numbers of participants both strain regulatory agencies' capacity to monitor compliance with concession terms, and erode individual firms' perceived accountability for water conservation. The results suggested that as more participants enter a watershed, monitoring becomes increasingly difficult, creating perverse incentives that collectively undermine sustainable water management despite individual concessions.

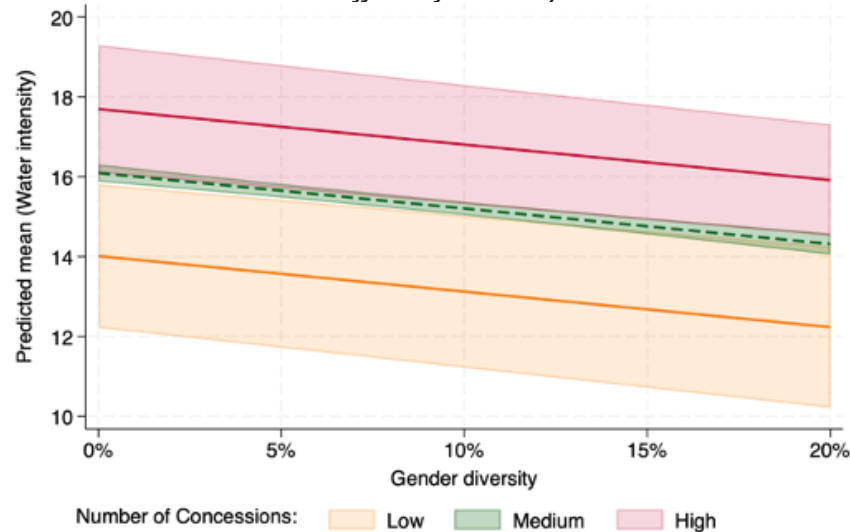
Figure 2. Predicted values: Firms that use less water have greater gender diversity or water saving goals



Notes: Estimation based on the results of Table 3.

Source: Own elaboration with data from 29 large firms listed on the Mexican Stock Exchange, LSEG Workspace (LSEG, 2024b) and CONAGUA (2024, 2025a and 2025b).

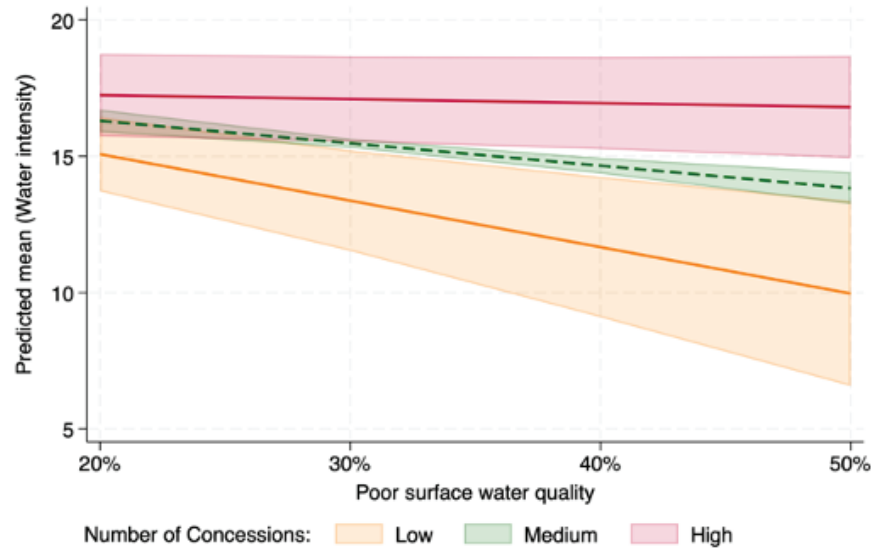
Figure 3. *Predicted values: Concessions stimulate greater water use and counteract the effect of diversity*



Notes: The figure demonstrates a clear positive relationship between the number of water concessions and average water use. The analysis classifies concession levels as: high (approximately 30 000 concessions per state), medium (~11 000), and low (~3 000), based on the regression results from Table 3. Notably, each percentage-point increase in gender diversity corresponds to a 9% reduction in water intensity, as estimated from Table 3 results and evaluated around the 15% diversity benchmark. Source: These findings derive from proprietary analysis of 29 major companies listed on the Mexican Stock Exchange, combining corporate data from LSEG Workspace (2024b) with official water records from CONAGUA (2024, 2025a, 2025b).

The analysis joined two complementary data sources - government records of water concessions (CONAGUA, 2025a) and corporate self-reported data (LSEG, 2024b) - revealing both the potential and limitations of corporate water stewardship. While firms can internally foster gender-diverse leadership teams that demonstrate greater environmental innovation, they ultimately operate within externally determined hydrological constraints. This dual perspective highlights how corporate governance initiatives (like diversity programs) and government water resource management must work in tandem: firms can optimize their water efficiency within given conditions, but only regulatory intervention can fundamentally alter the regional water availability and allocation frameworks that shape all users' behavior. From a research perspective, a growing interest exists in sustainable water use and climate-resilient practices (Ochoa-Noriega *et al.*, 2020).

Figure 4. *Predicted values: When numerous concession holders operate in a region, water use remains unchanged regardless of water quality deterioration*



Notes: Estimation based on results from Table 3.

Source: Own elaboration using data from 29 major companies listed on the Mexican Stock Exchange. Source: LSEG Workspace (LSEG, 2024b) and CONAGUA (2024, 2025a, 2025b).

The analysis further demonstrated how concession systems shape competitive dynamics by examining demand responses to deteriorating water quality. Figure 4 reveals that poor water quality discourages demand predominantly in territories with few concession holders: here, reduced usage may indicate either public health precautions or aquifer recovery strategies. These conservation-oriented behaviors emerge specifically in low-competition contexts (characterized by limited participants). Conversely, regions with more concession holders show no significant demand reduction despite quality declines. This contrast highlights how competitive pressures in oversubscribed watersheds can override both environmental and public health considerations in corporate water-use decisions.

5. Conclusions and policy implications

The global water crisis has intensified due to climate change. Although households and corporations demonstrated partial reductions in water use between 2017 and 2023, our working hypothesis was that women influencing corporate decisions promote water conservation strategies. The results confirm this: Gender diversity contributes to reducing water intensity (water/sales). The analysis is further enriched by incorporating regional water conditions (concessions, bans, and quality).

From a longitudinal sample of 29 companies, we gathered 87 observations across three

years (2017, 2020, and 2023). This provided a sample size with sufficient statistical power (>0.80). Figures 2, 3, and 4 (predictive results) clearly illustrate statistically significant differences, as their confidence intervals show no overlap within certain ranges.

Our findings reveal a significant effect on gender diversity on water conservation: a percentage-point increase in diversity reduces water use intensity by 9% on average. This quantitatively expands upon existing literature, which has primarily focused on the association between female participation and environmental disclosure, lacking metrics for actual performance (Peng *et al.*, 2022; Riley and Ruelas, 2020; Taglialatela *et al.*, 2023). Interestingly, at 20% or more female board representation, companies maintain similar water use per million dollars of sales, even without formal water conservation targets. This suggests that at this diversity threshold, sustainability initiatives benefit from robust institutional support and effective implementation. In contrast, when gender diversity falls below 10%, firms with water targets demonstrate significantly lower water use than those lacking such targets.

We also confirm that companies respond to regional water conditions by adjusting production processes to reduce water use. However, our findings reveal a compounding effect: increased competition for water resources drives higher average water use per company, leading to greater direct and indirect extraction—a pattern strikingly consistent with the tragedy of the commons framework. This dynamic underscores the competing pressures inherent in corporate water stewardship.

The response of firms to declining water quality varies significantly with market conditions: a substantial decrease in usage (-17.4%) is observed in low-competition areas, but only a minimal reduction (-1.47%) occurs in regions with numerous concessions. This limited response in concession-rich areas accelerates ecosystem damage by slowing aquifer replenishment. Beyond environmental harm, aquifer pressure also reduces business efficiency (Zheng, Gao, and Wang, 2024; Revollo-Fernández and Rodríguez-Tapia, 2021). Our findings thus underscore the necessity of policies that consider both market incentives and ecological limits.

Our analysis was limited by the available data, specifically the small number of firms disclosing water use metrics for their production processes. Future research should build on these findings to develop a more comprehensive perspective, incorporating agricultural and livestock activities. Additionally, it would also be valuable to assess how the results might differ if data were available from the many large companies that currently do not report their water use.

Corporate water management effectiveness is tied to both gender diversity and water conservation targets. To address water scarcity, improved corporate governance and expanded sustainability initiatives are essential. Yet, in Latin America, a significant gap in regional sustainability practices persists, as companies actively measuring and reporting their environmental, social, and governance (ESG) activities remain a minority.

References

- Ardito, L., R.M. Dangelico, and A. Messeni Petruzzelli. 2021. "The link between female representation in the boards of directors and corporate social responsibility: Evidence from B Corps", *Corporate Social Responsibility Environmental Management*, 28(2): 704-720. <https://doi.org/10.1002/csr.2082>
- Arora, A. 2022. "Gender diversity in boardroom and its impact on firm performance", *Journal of Management and Governance*, 26: 735–755. <https://doi.org/10.1007/s10997-021-09573-x>
- Banco de México. 2024. *Reporte sobre las Economías Regionales, Consumo de Agua Virtual en las Actividades Productivas y Exportaciones e Importaciones de Recursos Hídricos Virtuales*, Banco de México, Working Paper, núm. 2024-07.
- Barbier, E.B. 2022. "The economics of managing water crises", *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 380: 1-15. <https://doi.org/10.1098/rsta.2021.0295>
- Campbell, K. and A. Mínguez-Vera. 2008. "Gender diversity in the boardroom and firm financial performance", *Journal of Business Ethics*, 83: 435–451. <https://doi.org/10.1007/s10551-007-9630-y>
- CNBV. 2025. *Consulta de Información de Emisoras*, available at <https://stivconsultasexternas.cnbv.gob.mx/ConsultaInformacionEmisoras.aspx>
- CONAGUA. 2025a. *Registro Público de Derechos de Agua (REPDa)*. Database, available at <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>
- CONAGUA. 2025b. *Sistema de Información Geográfica de Acuíferos (SIGA)*. Database, available at <https://sigagis.conagua.gob.mx/dvedas>
- CONAGUA. 2024. *Indicadores de Calidad del Agua*. Database, available at <https://www.gob.mx/conagua/es/articulos/indicadores-de-calidad-del-agua>
- Daniel-Vasconcelos, V., M. Souza-Ribeiro, and V. Lima-Crisóstomo. 2022. "Does gender diversity moderate the relationship between CSR committees and Sustainable Development Goals disclosure? Evidence from Latin American companies", *RAUSP Management Journal*, 57(2): 434-456. <https://doi.org/10.1108/rausp-02-2022-0063>
- Dolan, F., J. Lamontagne, R. Link, M. Hejazi, P. Reed, and J. Edmonds. 2021. "Evaluating the economic impact of water scarcity in a changing world", *Nature Communications*, 12(1): 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22194-0>
- Farooq, M.B., K. Naveed, F. Khalid, A.K. Narayan, and I.M. Khudir. 2025. "Examining the extent and quality of corporate water management disclosures in extremely high-water stress countries", *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 16(3): 705-735. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-01-2024-0054>
- Ionascu, M., I. Ionascu, and M. Minu. 2018. "Women on boards and financial performance: Evidence from a European emerging market", *Sustainability*, 10(5): 1-18. <https://doi.org/10.3390/su10051644>

- Lavin, J.F. and A. Montecinos- Pearce. 2021. "ESG disclosure in an emerging market: An empirical analysis of the influence of board characteristics and ownership structure", *Sustainability*, 13(19): 1-20. <https://doi.org/10.3390/su131910498>
- Leyva-Townsend, P., W. Rodriguez, S. Idrovo, and F. Pulga. 2021. "Female board participation and firm's financial performance: A panel study from a Latin American economy", *Corporate Governance*, 21(5): 920-938. <https://doi.org/10.1108/CG-07-2019-0235>
- LSEG. 2024a. *Environmental, Social, and Governance Scores*, available at https://www.lseg.com/content/dam/data-analytics/en_us/documents/methodology/lseg-esg-scores-methodology.pdf
- LSEG. 2024b. *LSEG Workspace Database*, available at <https://www.lseg.com/en/data-analytics/products/workspace>
- Manzo, L. 2025, January 14. *Cómo llegar a los consejos de administración, con Angela Aiza* (Season 9, Episode 1), Audio podcast episode, in Dalia Talks, Dalia Empowerment. <https://open.spotify.com/episode/1fEUfWumggJRzYP0bKaTTK>
- Marston, L.T., G. Lamsal, Z.H. Ancona, P. Caldwell, B.D. Richter, B.L. Ruddell, R. Rushforth, and K.F. Davis. 2020. "Reducing water scarcity by improving water productivity in the United States", *Environmental Research Letters*, 15(9): 1-13. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab9d39/pdf>
- Moreno-Gómez, J. and J. Calleja-Blanco. 2018. "The relationship between women's presence in corporate positions and firm performance: The case of Colombia", *International Journal of Gender and Entrepreneurship*, 10(1): 83-100. <https://doi.org/10.1108/IJGE-10-2017-0071>
- Ochoa-Noriega, C.A., J.A. Aznar-Sánchez, J.F. Velasco-Muñoz, and A. Álvarez-Bejar. 2020. "The use of water in agriculture in Mexico and its sustainable management: A bibliometric review", *Agronomy*, 10(12): 1-20. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121957>
- Peng, X., Y. Lan, and H. Fan. 2022. "Board gender diversity, national culture, and water disclosure of multinational corporation", *Applied Economics*, 55(14): 1581-1602. <https://doi.org/10.1080/00036846.2022.2098240>
- Pinheiro, A.B., N.B. Do Prado, and G.H. Salati Marcondes de Moraes. 2024. "What drives corporate water disclosure? The role of board composition in Brazil and India", *Sustainable Environment*, 10(1): 1-17. <https://doi.org/10.1080/27658511.2024.2426836>
- Quintero García, L.T., S.C. Gaitán Riaño, and R.A. Saavedra Najar. 2024. "Gobierno corporativo y sostenibilidad en Latinoamérica", *Revista Académica de Negocios*, 10(20): 313-331. <https://doi.org/10.29393/RAN10-20GCLS30020>
- Revollo-Fernández, D.A. and L. Rodríguez-Tapia. 2021. "Water scarcity reduces the efficiency of the manufacturing industry in the valley of Mexico Basin: DEA-based two-stage efficiency analysis", *Applied Economics Letters*, 29(13): 1193-1198. <https://doi.org/10.1080/13504851.2021.1918623>
- Reyes Bastidas, C., G.C. Briano Turrent, and M. L. Saavedra García. 2020. "Diversidad de género en el consejo y su incidencia en la responsabilidad social en empresas cotizadas de

- Colombia y México”, *Contaduría y Administración*, 65(3): 1-27. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2020.2241>
- Riley, C.A. and P. Ruelas. 2020. “Board gender diversity in Mexico: An analysis and proposal for reform”, *Journal of International and Comparative Law*, 7: 155-181.
- Rosas-Rodríguez, B. and E. Kato-Vidal. 2025. “Environmental disclosure: Mitigation and adaptation using ESG statistics from Latin American public companies”, *Revista Galega de Economía*, 34(2), 1-29. <https://doi.org/10.15304/rge.34.2.10344>
- Sa de Abreu, M.C., R. Alves Soares, V. Daniel Vasconcelos, and V. Lima Crisóstomo. 2022. “Does board diversity encourage an environmental policy focused on resource use, emission reduction and innovation? The case of companies in Latin America”, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(3): 1161–1176. <https://doi.org/10.1002/csr.2411>
- Santoso, A. and D. Setiawan. 2024. “CEO characteristics and water disclosure: Multi-country evidence”, *Sustainable Futures*, 8(2): 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100322>
- Secretaría de Gobernación. 2015. Manual de integración, estructura orgánica y funcionamiento de la Comisión Nacional del Agua, Diario Oficial de la Federación, April 22, available at <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n422.pdf>
- Secretaría de Gobernación. 2023. Ley de Aguas Nacionales, Diario Oficial de la Federación, May 8, available at <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>
- Stata Corp. 2025. *Stata Power, Precision, and Sample-Size Reference Manual, Release 19*, available at <https://www.stata.com/manuals/pss.pdf>
- Taglialatela, J., K. Pirazzi Maffiola, R. Barontini, and F. Testa. 2023. “Board of Directors' characteristics and environmental SDGs adoption: An international study”, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(5): 2081-2693. <https://doi.org/10.1002/csr.2499>
- Valls-Martínez, M.C., P.A. Martín Cervantes, and S. Cruz Rambaud. 2020. “Women on corporate boards and sustainable development in the American and European markets: Is there a limit to gender policies?”, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(6): 2642-2656. <https://doi.org/10.1002/csr.1989>
- Wheatley, M.C. 2024. “Water scarcity and social conflict: A review”, *Premier Journal of Environmental Science*; 1: 1-6. <https://doi.org/10.70389/PJES.100006>
- Zheng, L., P. Gao, and M. Wang. 2024. “The economic impact of water vulnerability on corporate sustainability: A perspective of corporate capital cost”, *Water*, 16(18): 1-26. <https://doi.org/10.3390/w16182560>

Appendix 1. Definitions of water concessions and bans

- Concession: A permit issued by the Federal Executive Branch authorizing individuals or legal entities (public or private) to exploit, use, or benefit from national waters and related public assets, excluding water allocation titles.
- Water ban zone ('veda'): Designated areas within hydrological regions, basins, or aquifers where no new water extraction permits are granted beyond legally established limits. These zones enforce strict regulations due to (1) water quantity/quality deterioration, (2) threats to hydrological sustainability, or (3) damage to surface/groundwater bodies.

Source: Ley de Aguas Nacionales, artículo 3º, fracciones XIII y LXV (Secretaría de Gobernación, 2023).

Appendix 2. Water Quality Classification System for Surface and Groundwater

(a) *Surface Water*

The water quality classification system ("traffic light system") is based on the concentration ranges of each indicator parameter at monitoring sites, establishing a compliance scale with three color categories:

- Green: Optimal quality (full compliance with all indicators)
- Yellow: Intermediate quality
- Red: Poor quality

Surface Water Indicators (8 parameters):

- Biochemical Oxygen Demand at 5 days (DBO5)
- Chemical Oxygen Demand (DQO)
- Total Suspended Solids (SST)
- Fecal Coliforms (CF)
- *Escherichia coli* (E_COLI)
- Fecal Enterococci (ENTEROC_FEC)
- Dissolved Oxygen Saturation Percentage (%OD)
- Acute Toxicity (TOX)

Classification Rules:

- Red: When one or more of these parameters fail compliance: DBO5, DQO, ENTEROC_FEC, and/or TOX

- Yellow: When the above parameters comply, but one or more of these fail: SST, %OD, CF, and/or E_COLI
- Green: When all indicators meet compliance standards

(b) *Groundwater*

Groundwater Indicators (14 parameters):

Primary indicators (trigger Red classification if non-compliant):

- Fluorides (Fluo)
- Fecal Coliforms (CF)
- Nitrate Nitrogen (N_NO3)
- Total Arsenic (As_Tot)
- Total Cadmium (Cd_Tot)
- Total Chromium (Cr_Tot)
- Total Mercury (Hg_Tot)
- Total Lead (Pb_Tot)

Secondary indicators (trigger Yellow classification if non-compliant):

- Total Alkalinity (Alc_Tot)
- Electrical Conductivity (Cond_elec)
- Total Hardness (Dur_Tot)
- Total Dissolved Solids (SDT)
- Total Iron (Fe_Tot)
- Total Manganese (Mn_Tot)

Classification Rules:

- Red: Non-compliance with ≥ 1 primary indicator
- Yellow: Compliance with all primary indicators but non-compliance with ≥ 1 secondary indicator
- Green: Full compliance with all 14 parameters

Source: CONAGUA (2024).

Supplementary table. Mexico: Estimating water use, excluding regional conditions

<i>Variables</i>	(1) Water use	(2) Water Target	(3) Gender Diversity
Gender Diversity	-0.0523 ** (0.0236)	1.0111 *** (0.0034)	
Water Target	-0.2107 (0.1695)		
Water Target x Diversity	-0.0263 (0.0259)		
Board Size	15.7608 (15.3235)	2.1398 *** (0.5409)	16.2702 *** (5.9168)
(Board Size) ²	-3.0666 (2.7595)		
Assets (log)	0.4562 (0.3804)	1.4041 * (0.2514)	-4.9303 ** (2.4766)
Cash Flow (log)	-0.6413 (0.4566)	0.8642 (0.1703)	
Roa (%)	0.0667 ** (0.0301)	1.0315 ** (0.0159)	
Intercept	-4.4118 (21.8766)	0.0172 *** (0.0127)	9.4550 (27.1080)
Time effects	No	Yes	Yes

*** p<.01, ** p<.05, * p<.1. Standard errors between parenthesis

Notes: The coefficients in equation (2) are expressed as relative risk ratios (RRR), which compare the probability of outcomes between firms with and without water efficiency targets while controlling for other variables.

Source: Own elaboration using proprietary data from LSEG Workspace (LSEG, 2024b).



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

Revista de Economía,

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán

Estrategias para la sostenibilidad en el contexto de la (bio)economía creativa: evidencia de Belém (PA), Brasil

Strategies for sustainability in the context of the creative (bio)economy: evidence from Belém (PA), Brazil

Keila Regina Mota Negrão¹ - Mario Cesar dos Santos de Carvalho² -
Magnus Emmendoerfer³ - Sérgio Castro Gomes⁴

Abstract

This study aims to identify and analyze sustainability strategies adopted by creative economy organizations located on Combu Island in Belém de Pará within the broader context of the Amazonian Bioeconomy. The theoretical framework is based on the Natural Resource-Based View (NRBV) and the sustainability strategies framework. A qualitative, exploratory, and applied case study approach was adopted. Data collection involved on-site observations, interviews with local entrepreneurs, and document analysis. The data were processed using thematic content analysis, focusing on 11 emergent sustainability strategies. The identified strategies were categorized as basic or intermediate, including organic cultivation, artisanal production, social technologies, short supply chains, biocultural tourism, and revenue diversification. These strategies articulate integrative, collaborative, and relational capabilities, contributing to the creation of environmental, social, and economic value. The study proposes advancing the NRBV framework toward a Sustainable Resource-Based View, integrating cultural, institutional, and epistemic dimensions that transcend the traditional Triple Bottom Line (TBL) model. The research demonstrates that small enterprises can effectively implement sustainability strategies, contributing to a more just and resilient creative bioeconomy in the Amazon. It calls for expanding NRBV theory to address the complexities of sustainability in the Global South.

Keywords: Bioeconomy, strategy, sustainability, turismo, Amazonia.

JEL Classification: Q01, Q57, O13, L26, Z32.

1- Universidade da Amazônia – UNAMA, Brazil, Correo electrónico: knegrao@gmail.com

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8012-0365>

2- Universidade da Amazônia – UNAMA, Brazil, México, Correo electrónico: carvalhomario@yahoo.com.br

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8429-9489>

3- Universidade Federal de Viçosa - UFV, Brazil, Correo electrónico: magnus@ufv.br

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4264-8644>

4- Universidade da Amazônia – UNAMA, Brazil, Correo electrónico: sergio.gomes@unama.br

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1731-8766>



RECEPCIÓN: 2 de mayo de 2025 ACEPTACIÓN: 19 de junio de 2025
REVISTA DE ECONOMÍA: Vol. 42- Núm 105 JULIO A DICIEMBRE DE 2025: Págs. 28-60



Resumen

El objetivo es identificar y analizar las estrategias de sostenibilidad adoptadas por organizaciones de la economía creativa ubicadas en la Isla del Combu, Belém de Pará, dentro del contexto más amplio de la bioeconomía amazónica. El marco teórico empleado se basa en la Visión Basada en Recursos Naturales (NRBV, en inglés) y en el *framework* de Estrategias para la Sostenibilidad. Se adoptó una metodología de estudio de caso cualitativo, exploratorio y aplicado. La recopilación de datos involucró observaciones in situ, entrevistas con emprendedores locales y análisis documental. Los datos se procesaron mediante análisis temático de contenido, centrándose en 11 estrategias emergentes de sostenibilidad. Las estrategias identificadas se clasificaron como básicas o intermedias e incluyen cultivo orgánico, producción artesanal, tecnologías sociales, cadenas cortas de suministro, turismo biocultural y diversificación de ingresos. Estas estrategias articulan capacidades integradoras, colaborativas y relacionales, contribuyendo a la creación de valor ambiental, social y económico. La investigación propone avanzar el marco teórico de NRBV hacia una Visión Basada en Recursos para la Sostenibilidad, integrando dimensiones culturales, institucionales y epistémicas que trascienden el modelo tradicional del *Triple Bottom Line* (TBL). El estudio demuestra que pequeñas empresas pueden implementar eficazmente estrategias de sostenibilidad, contribuyendo a una bioeconomía creativa más justa y resiliente en la Amazonía. Finalmente, hace un llamado a expandir la teoría de la NRBV para abordar las complejidades de la sostenibilidad en el Sur Global.

Palabras clave: bioeconomía, estrategia, sostenibilidad, turismo, Amazonía.

Clasificación JEL: Q01, Q57, O13, L26, Z32.

1. Introduction

This study is based on the premise that the Bioeconomy can serve as a pathway for developing the Creative Economy (CE) in countries of the Global South. The Bioeconomy encompasses economic activities that rely on renewable biological resources to produce food, bioenergy, and biodiversity-based products (European Commission, 2012) and demands the management of creativity and innovation as sources of competitive advantage (Barney and Hesterly, 2019; Emmendoerfer *et al.*, 2018). These biological resources are predominantly located in Global South countries, which are marked by socioeconomic inequalities, colonial legacies, historical dependence on extractivism, and the abundance and diversity of natural resources (Gray and Gills, 2016; Caldeira, 2016; Hickel *et al.*, 2022).

Creativity and innovation are serving as sources of competitive advantage and fundamental to value creation. These activities often arise at the intersection of two or more economic sec-

tors, frequently drawing on natural resources or their reuse to generate new businesses and economic opportunities. This dynamic is particularly evident in countries of the Global South, where it often represents both a survival strategy and an opportunity for socioeconomic advancement.

The Resource-Based View (RBV) theoretical framework emphasizes that an organization's sustainable competitive advantage derives from value creation resulting from the combination of resources, skills and capabilities (Penrose, 1959; Dierickx and Cool, 1989; Barney, 1991; Peteraf, 1993; Teece *et al.*, 1997; Winter, 2003). Building on this perspective, the Natural Resource-Based View (NRBV), proposed by Hart (1995), underscores that organizational strategies must incorporate environmental considerations. Hart (1995), Hart and Dowell (2011) argued that future sources of competitive advantage would increasingly depend on resources and capabilities aligned with environmentally sustainable economic activities.

This perspective is rooted in the principles of sustainability outlined in Agenda 21 (United Nations, 1992) and later incorporated into business practices through Elkington's (1997; 2018) Triple Bottom Line framework. This model proposes that organizations evaluate their outcomes across three interrelated pillars: environmental, social, and economic. Business sustainability, under this framework, is achieved by balancing performance across all three dimensions. Over time, this approach has informed the development of new business models in which environmental and social performance are considered as critical as economic results.

Additional dimensions of sustainability have emerged, prompting broader consideration of how to realign the relationship between business and society. This evolution gave rise to the strategic management for sustainability approach, which examines the impact and significance of intra-organizational actions concerning broader economic, environmental, social, spatial, cultural, political, and knowledge-production contexts (United Nations, 1992; Montibeller Filho, 1993; Kruegel, 2010; Costanza *et al.*, 2014; Rhodes and Fleming, 2020; Negrão *et al.*, 2024).

The relationship between businesses and clients, as well as organizational competitive advantage, is increasingly assessed through value creation, not only in economic terms (Ito *et al.*, 2012) but also through the value generated by resource transformation along the value chain (Barney, 1991; Bowman and Ambrosini, 2000) and the capture of this value in consumer well-being and environmental outcomes (Brito and Brito, 2012; Costanza, 2014). However, the literature has primarily focused on medium and large enterprises, leaving a gap concerning small businesses (Maldonado-Guzmán *et al.*, 2009; Negrão *et al.*, 2024). These considerations also align with the creative economy's , fostering potentially more equitable resource-based practices within the creative economy to promote more equitable and responsible development in the Global South (Sternberg, 2016; O'Connor, 2019).

In the context, the theoretical framework of sustainability strategies proposed by Negrão *et al.* (2024) is adopted, which stems from an analysis of small and medium-sized creative economy enterprises in the Amazon region. This choice reflects the understanding that strategic thinking aimed at organizational survival has historically been a continuous process, and the challenge

becomes more complex when the pursuit of economic outcomes must also address social, environmental, legal, cultural, historical, and political dimensions. Accordingly, the research question guiding this study is: What empirical evidence exists regarding sustainability strategies in organizations operating within the creative economy in Global South regions such as the Amazon?

Addressing this question, the study adopts sustainability strategies as its theoretical framework. The following sections outline the methodological choices, present the empirical findings, and discuss their implications for future research on the Bioeconomy and sustainable development, reinforcing the premise outlined above. This discussion is particularly relevant to Global South countries and to actors seeking to foster more just and responsible relations with them.

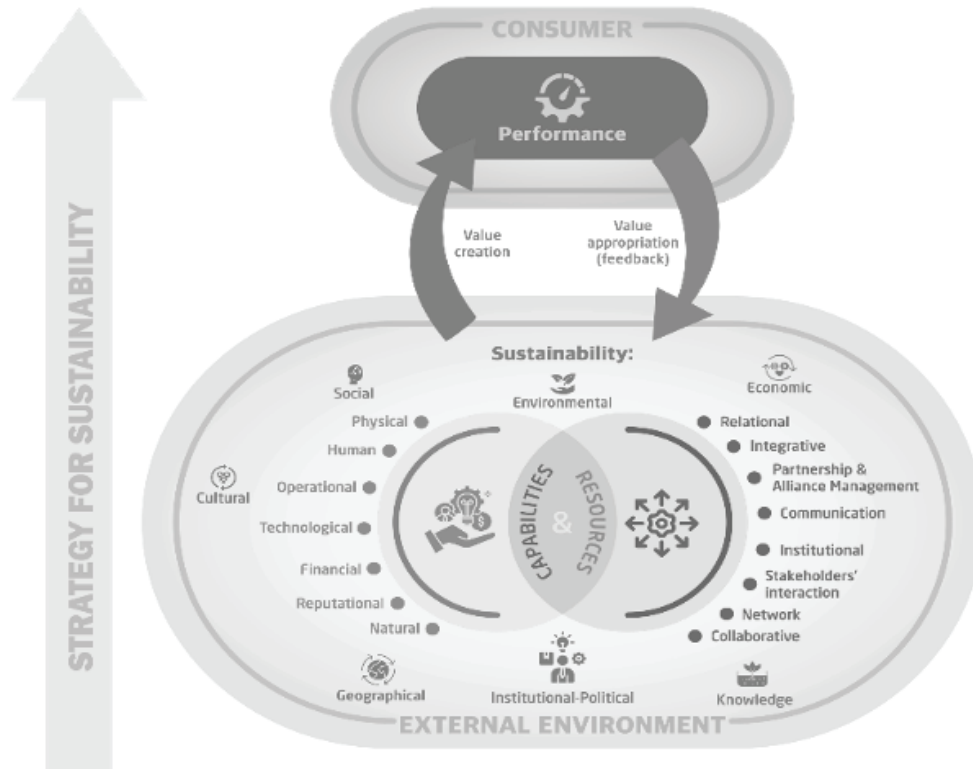
2. Strategies for sustainability in the creative economy context

The Creative Economy (CE) encompasses economic practices aligned with the Bioeconomy, requiring sustainability strategies that integrate the multidimensional use of natural resources to promote sustainable development. However, studies examining this intersection remain limited. Strategic management for sustainability is increasingly recognized as part of the contemporary organizational agenda, including within CE organizations, as reflected in initiatives such as the UNESCO Creative Cities Programme. Established in 2004 and aligned with the 2030 Global Agenda, this program covers eight creative fields: gastronomy, music, media arts, film, design, literature, architecture, crafts and folk arts (UNESCO, 2025).

Several scholars have emphasized the critical role of organizations in addressing the sustainability challenge (Hart, 1995; Hart and Milstein, 1999; 2004; Bansal, 2002; Dyllick and Hockerts, 2002; Hahn *et al.*, 2010). Over time, some institutions began adopting environmentally mandated practices, often requiring significant upfront investment. These practices were frequently perceived as either unnecessary expenses or regulatory obligations, or alternatively as opportunities. However, the deeper essence of sustainability was not yet fully understood (Hart, 1995). Organizational sustainability, particularly within firms, extends well beyond regulatory compliance.

Strategic management for sustainability encourages reflection on the impact and significance of intra-organizational actions, particularly concerning resources and capabilities as described by the Natural Resource-Based View (Hart, 1995; Hart and Dowell, 2011), and their broader external context, which includes economic, environmental, social, spatial, cultural, political, and epistemological dimensions of sustainability (United Nations, 1992; Montibeller Filho, 1993; Kruegel, 2010; Costanza *et al.*, 2014). In this context, Negrão *et al.* (2024) introduce the Sustainability Strategies Framework, shown in Figure 1.

Figure 1. *Framework of Strategies for Sustainability*



Source: Negrão *et al.* (2024).

The proposed framework suggests first identifying the resources and capabilities available within the organization and classifying them according to the principles of the NRBV as a strategic directive. Managers are then encouraged to reflect on how the dimensions of sustainability can be integrated into strategies involving intra-organizational resources and capabilities. Once a specific context of organizational action is identified, the focus shifts to delivering products or services to consumers. At this stage, it becomes essential to consider how to generate value for the organization and enable its appropriation by consumers, not only from an economic perspective but also in terms of the well-being delivered to consumers and the fulfillment of the organization's sustainable mission. This approach fosters a mindset oriented toward creating and appropriating sustainable value (Negrão *et al.*, 2024).

2.1 Natural resource-based view

The Resource-Based View (RBV) is grounded in the premise that the combination of an organization's resources and capabilities determines its strategic choices to achieve differentiation and

competitive advantage (Wernerfelt, 1984; 1995; Peteraf, 1993; Barney, 1991; Amit and Schoemaker, 1993). The Natural Resource-Based View (NRBV), proposed by Hart (1995), extends RBV by incorporating the environmental dimension, which was initially overlooked, into organizational strategy formulation. Hart emphasized that in the coming years, strategy and competitive advantage would depend increasingly on resources and capabilities that support environmentally sustainable economic activities (Hart, 1995; Hart and Dowell, 2011; Hart and Milstein, 1999; 2004).

Applying the RBV framework throughout the organization helps managers identify and manage resources and capabilities within each unit. This approach enables the development of tailored departmental strategies that address specific contexts while maintaining an overarching organizational vision oriented toward achieving strategic goals and objectives.

2.1.1 Resources

According to Barney (1991), an organization's resources encompass all tangible and intangible assets, both human and non-human, that are owned and controlled by the firm, enabling it to add value to its products and services. The author identifies three primary categories of resources: physical, human, and organizational. Grant (1991) expands this classification by incorporating technological, financial, and reputational resources, as shown in Table 1.

Table 1. *Organizational Resources*

Resources	Characteristics
Physical	Equipment; geographic location; company size; production scale; access to raw materials.
Human	training; competence; tacit knowledge; entrepreneurship; managerial involvement and style; social capital; incentives; leadership.
Operational	Management and use of information technology; advertising/marketing; quality; internal processes/routines; flexibility; relationship with the environment; organizational culture; planning.
Technological	Control system; patents; innovations; investment in environmental technologies; modern equipment; production system enhancement; appropriate innovation selection.

Financial	Capital; budgeting/income and cost control; types of credit; appropriate investment selection; long-term financial capacity.
Reputational	Brand; customer relationships; image/reputation; reputation among stakeholders; transparency on social and environmental issues; investments in environmental aspects; robust and extensive networking.
Natural	Pollution prevention, product management, sustainable development, sustainable technology, prevention/preservation, green consumption, industrial ecology, conscientious use of non-renewable resources, proper waste disposal, forest conservation, and application of sustainability.

Source: Negrão *et al.* (2024).

According to Barney (1991), an organization's resources encompass all assets, capabilities, processes, attributes, information, and knowledge under its control. The capabilities within organizations refer to "the ability of a bundle of resources to perform a task or activity" (Grant, 1991: 119). Grant's (1991) propositions emphasize two key aspects. First, among the various resource bundles, special emphasis is placed on intangible resources, with personal skills considered strategic assets. Thus, intangible resources and capabilities are seen as potentially more enduring than the tangible resources upon which organizations were initially established and should therefore receive greater managerial attention.

The second aspect concerns Grant's emphasis on the importance of cooperation and coordination among the firm's resources and capabilities. According to the author, the greater the complexity involved in coordinating these elements, the less likely it is that competitors will successfully imitate the firm's models due to limited access to complete information and a lack of transparency. This difficulty is further reinforced by the immobility of specific resources, such as those tied to geographic location or characterized by imperfect information, particularly in the case of human resources and firm-specific assets.

2.1.2 Capabilities

Capabilities refer to the firm's ability to develop, combine, and apply its resources within organizational processes to achieve desired outcomes (Amit and Schoemaker, 1993). Table 2 presents the classification and definition of selected capabilities from the perspective of the RBV and the NRBV.

Table 2. Organizational Capabilities

Capacity	Definition	Authors
Relational	Relational capability is a dynamic organizational ability developed through networks, enabling firms to achieve superior gains by aligning shared objectives among participants. Daily routines reinforce firm integration, offering long-term benefits and building sustainable competitive advantage, particularly through enduring collaborative relationships. Continuous information exchange among participants supports the achievement of common goals.	Capaldo (2007); Czakon (2009); Rodríguez-Díaz and Espino-Rodríguez (2008); Castro (2016); Paulraj (2011); Hidayah (2016)
Integrative	Integrative capability enables organizations to interact effectively with their operational context, facilitating the acquisition of critical resources and the development of innovative competencies. By integrating resources, companies promote information flows that benefit themselves and their partners, transforming operational strengths into sustainable competitive advantage and supporting proactive strategic initiatives.	Rai <i>et al.</i> (2006); Dangelico <i>et al.</i> (2013); Vanpoucke <i>et al.</i> (2014); Hartmann and Germain (2015); Jiang <i>et al.</i> (2015); Castro (2016); Li <i>et al.</i> (2017)
Partnerships and Alliance Management	Alliance management capability refers to a structured collaboration between partners, each contributing unique competencies that enhance the value of the partnership. This capability integrates coordination routines and transformational processes, which are critical for effective alliance management.	Lemmetynen and Go (2009); Schilke and Goerzen (2010)
Communication	Communication capability comprises shared knowledge and information that enhance stakeholders' competitive advantage.	Woo <i>et al.</i> (2016)
Institutional	Institutional capability refers to the identification of opportunities that arise when companies act collectively.	Spekkink (2015)
Stakeholders' interaction	Stakeholders' interaction capability reflects the ability to communicate and learn from stakeholders, combining stakeholder dialogue and knowledge interaction.	Veldhuizen <i>et al.</i> (2013)

Network	Network capability enables companies to facilitate knowledge sharing among partners, promoting rapid information transfer and fostering growth and innovation. Strategic interactions allow firms to leverage partner resources, adding value even in dynamic market environments.	Ziggers and Henseler (2009); Albino <i>et al.</i> (2016); Ryan (2012); and Mu (2013)
Collaborative	Collaborative capability generates economic value for networks by leveraging dynamic resources to maximize effectiveness. It enhances competitiveness by driving higher performance and fostering interactions that enable knowledge sharing and joint problem-solving.	Choi and Hwang (2015); Hofmann <i>et al.</i> (2012); Luzzini <i>et al.</i> (2015); Seok and Nof (2014); Van Hoof and Thiell (2014); Worley <i>et al.</i> (2010)

Source: Negrão *et al.* (2024).

Although referred to by different names, capabilities enable organizations to leverage resources and knowledge from other actors, access external sources, absorb critical knowledge and resources from partners, enhance sustainability, increase customer satisfaction, exchange information and value, and solve problems (Paulraj, 2011; Dangelico *et al.*, 2013; Van Hoof and Thiell, 2014; Choi and Hwang, 2015; Luzzini *et al.*, 2015).

According to Barney and Hesterly (2019), capabilities are a subset of an organization's resources. Also defined as intangible assets, capabilities enable the firm to fully exploit other resources under its control. In other words, capabilities alone do not enable a firm to create and implement strategies; they allow it to utilize other resources to formulate and execute such strategies. It is essential to recognize that these resources and capabilities differ across organizations, depending on their unique characteristics (Hohn *et al.*, 2023), including type, sector, size, and location.

2.2 Dimensions of sustainability, the creation and appropriation of value

Sustainability reflects the balance between people, nature, and economic activity (Garcia and Garcia, 2016; Dalmago, 2021). Strategically, it is an essential component in scenario analysis for decision-making at both organizational and individual levels. The concept has evolved through the historical development of human-environment relations and now incorporates a broad range of analytical perspectives. Table 3 presents the dimensions of sustainability and relates their core principles to organizational contexts.

Table 3. *Dimensions of sustainability*

Dimension	Objective	Orientation	Proposal	Authors
Social	Reduce social inequalities	Build a people-centered society that promotes equity in wealth and income distribution to improve rights, living conditions, and meet material and non-material needs.	Job creation that ensures income and access to qualifications; production focused on basic needs; community investment; human rights; public safety.	Sachs (1993); Mendes (2009); Boff (2015); Póvoas (2015); Ferrer and Cruz (2017)
Economic	Increase production and social wealth without external dependence	Achieve this through efficient resource use, regular public and private investments, and evaluation frameworks focused on macro-social rather than only financial returns.	Public and private investment flows (e.g., cooperativism); efficient management; environmental cost absorption; self-sufficiency; financial transparency; governance.	Sachs (1993); Boff (2015); Freitas (2012); Póvoas (2015); Ferrer and Cruz (2017)
Environmental or Ecological	Ensure environmental quality and preserve natural resources for future generations	Promote the sustainable use of ecosystems by minimizing impact on life-support systems; prioritize pollution reduction, recycling, and renewable resources.	Respect ecological cycles in production; reduce use of non-renewables; prioritize biomass and renewable materials; invest in clean technologies and low-waste processes.	Sachs (1993); Mendes (2009); Silva <i>et al.</i> (2012); Freitas (2012); Póvoas (2015)
Spatial or Geographical	Avoid over-concentration of populations and activities	Prevent spatial imbalance and degradation of fragile ecosystems by promoting city-country balance and decentralization.	Support decentralized agriculture and industry; redistribute population and activities; strengthen local/regional governance; establish networks of protected areas.	Sachs (1993); Mendes (2009)

Cultural	Prevent cultural degradation and conflict	Foster locally rooted development that respects cultural and ecological diversity.	Adapt solutions to each ecosystem; protect community traditions and cultural identity.	Sachs (1993); Mendes (2009); Boff (2015); Silva <i>et al.</i> (2012)
Institutional-Political	Strengthen state capacity and public policy for sustainable development	Integrate environmental concerns into governance; promote decentralization and participatory decision-making.	Apply subsidiarity; decentralize public action; support partnerships and collective governance.	Mendes (2009); Freitas (2012)
Information and Knowledge	Advance knowledge for clean technology and sustainability	Promote environmental education and link regional debate to sustainable development.	Develop biological inventories; empower civil society for sustainable practices.	Fialho <i>et al.</i> , 2008; Mendes (2009); Freitas (2012); Souza and Garcia (2016); Ferrer and Cruz (2017)

Source: Negrão *et al.* (2024).

As organizations operate in both local and global settings and hold a distinct role in broader development, it becomes necessary to revise how resources are allocated and how organizational capabilities are directed toward sustainability goals.

The organization–customer relationship continues to be assessed through value—not only economic value (Ito *et al.*, 2012), but also the value created through resource transformation across the value chain (Barney, 1991; Bowman and Ambrosini, 2000), and its appropriation by clients and consumers as a form of well-being (Brito and Brito, 2012; Costanza, 2014).

In this regard, the concept of value is presented from two often conflated perspectives: value creation and value appropriation (Brito and Brito, 2012). This highlights the importance of managing resources and capabilities in alignment with the value creation proposition, considering the monetary value associated with the sum of consumer surplus, the value appropriated by clients, and the creation of sustainable value, which reflects the synergy between the organization's, the consumer's, and the environment's objectives (Barney *et al.*, 2021).

These elements share theoretical affinities with the context of the Creative Economy, which in the Amazon region is closely linked to the Bioeconomy. New products and services are created through the articulation of resources—including natural resources—and capabilities developed according to local culture, territoriality, and interaction with forest assets. This results in sustainable practices that ensure the provision of environmental services such as climate regulation, landscape maintenance, food supply, and support for maintaining sociobiodiversity products.

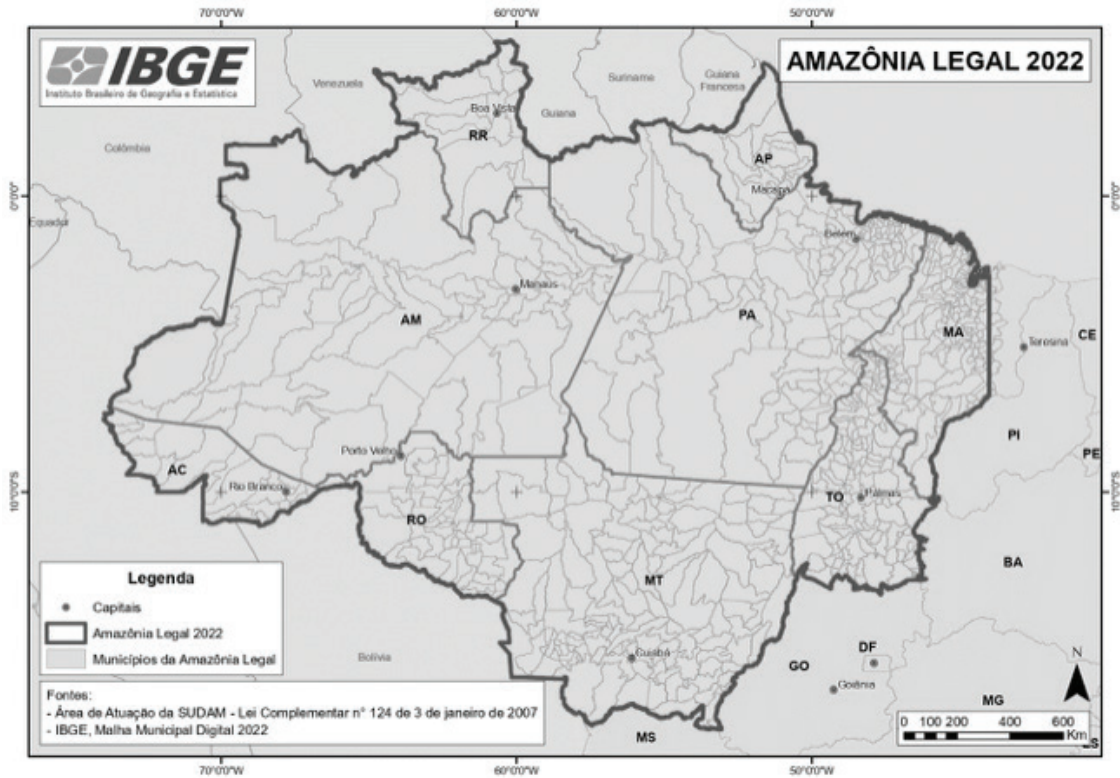
3. Methods

This study adopts the methodological guidelines outlined in the Sustainability Strategies Framework (Negrão *et al.*, 2024). It focuses on identifying strategies that empirically illustrate this framework (Gray, 2021), drawing on evidence related to organizational resources, capabilities, and sustainability dimensions as previously discussed. Fieldwork was carried out in a territory within the municipality of Belém, the capital of the state of Pará, located in Brazil's Legal Amazon region (Figure 2).

Belém is treated as a unique case in this research due to its historical role as the “Gateway to the Amazon” (De Jesús, 2013), marked by its strategic location, infrastructure, and importance as both an economic and cultural center. The city has held the title of UNESCO Creative City of Gastronomy since 2015 (UNESCO, 2025) and will host COP30, the United Nations Climate Change Conference (UNFCCC, 2025), underscoring its centrality in sustainability debates and Amazonian conservation efforts.

The field site for this study is the Ilha do Combu Environmental Protection Area, the fourth largest island in the municipality of Belém, covering 15.97 km². Situated along the Guamá River, it belongs to the Outeiro Administrative District, a subunit of Belém's municipal government. The island is home to approximately 2,500 residents, distributed across four communities: Igarapé do Combu, Igarapé do Periquitaquara, Furo São Benedito, and Beira-Rio. According to the Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade (IDEFLOR-BIO, 2018), many inhabitants continue to depend on fishing and extracting forest products such as fruits and medicinal plants.

Figure 2. Map of Brazil's Legal Amazon region



Source: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Original version in Portuguese.

Ilha do Combu was officially designated an Environmental Protection Area in 1997 under State Law No. 6.083, aligned with the provisions of Federal Law No. 9.985/2000, which established Brazil's National System of Conservation Units (SNUC, in Portuguese) obey the Secretary of Environment and Sustainability of the State of Pará - *Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará* (SEMAS, 2021). While the area is managed at the state level and has an established management council, it still lacks an approved management plan, according to the Brazilian Ministry of the Environment (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, MMA, 2022). Today, the island is also a prominent regional tourist destination, hosting over 50 restaurants and a chocolate factory within the Amazonian floodplain forest.

Two organizations were selected for this study based on the following criteria: (i) active in the creative economy, specifically in the field of gastronomy; (ii) involved in experiential tourism; (iii) incorporating sustainability dimensions into their strategic practices; (iv) operating continuously for at least five years; and (v) maintaining legal and fiscal compliance. Based on these parameters, the food businesses, such as Saldosa Maloca restaurant and the Filha do Combu Chocolate Factory, were chosen for analysis.

Saldosa Maloca is the island's longest-running establishment, with continuous operations spanning 43 years. Chef and tourism specialist Prazeres Quaresma currently leads it. As a family-owned business passed down through generations, its management is composed entirely of island residents, which reinforces a locally grounded commitment to sustainability in business operations and in the stewardship of the protected area.

The Filha do Combu Chocolate Factory commenced informal operations in 2006 and was officially registered as a business in 2013. Today, it is the island's most visited tourist destination. Its founder, Izete Costa, widely known as Dona Nena, was born on the island into a family of rural producers and developed expertise in cacao cultivation and traditional chocolate-making. She now oversees a vertically integrated production process, from harvesting cacao to producing fine chocolate in the heart of the Amazon Forest.

From an ethical standpoint, both entrepreneurs consented to participate in the research by signing informed consent forms and provided access to documents, including promotional materials published on websites and social media, internal records related to the planning of tourism product offerings, and communication materials (e.g., brochures) that described experiential itineraries.

Following this, exploratory research was conducted to identify the sustainability strategies employed by the two organizations between 2022 and 2024. Two concurrent methods of data collection were used. First, the research team carried out on-site observations; two team members had previously been embedded in the community, which facilitated access and local engagement. Second, an interview protocol was developed to guide the empirical application of the proposed framework. In early 2022, the entrepreneurs and managers of both organizations were interviewed in person. The interviews were recorded, transcribed, and archived in an online research repository.

Data from these interviews, along with organizational documents and periodic follow-up observations, were triangulated with the framework's propositions. This process enabled the identification of 11 sustainability strategies shared by both organizations through thematic content analysis (Bardin, 2020). These strategies are listed in alphabetical order in Table 4.

Table 4. *Identified sustainability strategies*

Emergед thematic categories from the empirical field

- Absorption of environmental costs
- APA Ilha do Combu management plan
- Artisanal production – Bioeconomy
- Circular economy practices
- Development of local workforce
- Diversified and profitable revenue streams

Organic cultivation and management
Short supply chains
Social technologies
Sustainable tourism committee
Use of self-generated financial resources

Source: Research data.

The identified strategies emerged from a theoretical synthesis of the organizational resources and capabilities developed by the two businesses and made available to consumers. These strategies reflect, to differing extents, the three dimensions of sustainability, as evidenced by the empirical data collected and analyzed. The results contribute directly to addressing the research question outlined in the introduction and are further explored in the next section.

4. Evidence of sustainability strategies in the Brazilian Amazon

One of the core strategies for advancing sustainability is promoting tourism practices that value the ancestral knowledge of local and Indigenous populations. Biocultural tourism, a model aligned with this principle, has been widely examined in academic literature from Mexico and North America. It places particular emphasis on nature-based tourism in rural areas inhabited by Indigenous communities. From a biocultural perspective, this form of tourism can foster meaningful connections between environmental conservation and cultural preservation (Luque-Agraz, 2022).

Biocultural tourism is an alternative form of tourism that centers on the development of leisure, recreation, entertainment, and educational experiences, all of which are based on the conservation of natural resources, cultural heritage, and sustainable productive activities. It serves as an alternative pathway to promote the well-being of ancestral communities (Jasso Ariaga, 2018). Biocultural tourism constitutes a healthy, equitable, and inclusive recreational activity that sustainably manages the interaction between nature, culture and both productive and recreational practices (Arellano, Vidal y Aulet, 2024).

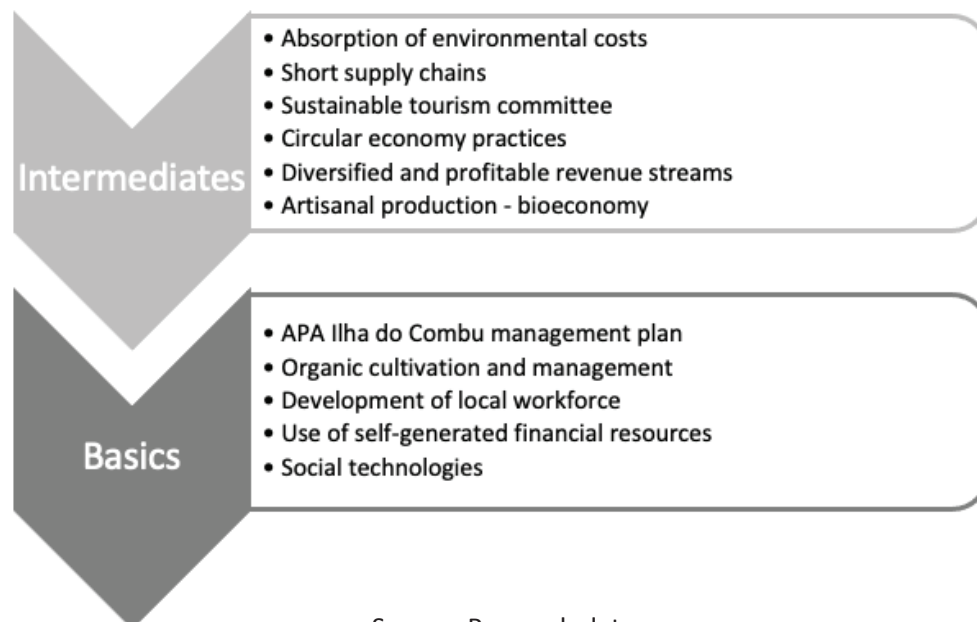
This research explores the potential for developing biocultural tourism (BT) in the Amazonian context. While rooted in nature-based tourism, the biocultural approach goes beyond ecological appreciation by emphasizing cultural memory and historical modes of human-nature interaction. It highlights the diverse and respectful relationships that human societies have established with the environment over time (Luque-Agraz, 2022).

BT is conceived as a planned, inclusive, and community-led practice that seeks to prevent the exploitation of biocultural heritage while promoting its preservation through principles of solidarity and reciprocity. It fosters a way of life that stands in contrast to capitalist models, prioritizing more equitable and culturally sensitive approaches to worldviews, belief systems, and practices that are often marginalized or at risk of disappearing (Bello y Pérez, 2017).

BT facilitates intercultural exchange among communities, grounded in their identities and traditional knowledge. It also celebrates local expressions of festivity and creativity, conveyed through arts, cuisine, music and dance. These cultural forms are closely tied to the vitality of the ecological systems in which they are embedded, reflecting the interconnectedness of human and non-human life within the biosphere (Luque-Agraz, 2022).

Considering each of the seven dimensions of sustainability presented in the framework by Negrão *et al.* (2024), a content analysis of the interviews led to the elaboration of a list of eleven strategies. These were categorized into two levels (Figure 3): foundational (basic) strategies and intermediate strategies.

Figure 3. *Strategies for sustainability by biocultural tourism*



Source: Research data.

4.1 Basics strategies

Basic strategies are defined as those that help the territory become minimally structured to develop sustainability practices.

4.1.1 Management Plan for the APA Ilha do Combu

These strategies relate primarily to legal, political and institutional aspects, as well as the norms that guide relationships and coexistence within a sustainable territory. Since 1997, Ilha do Combu

has been designated as an Environmental Protection Area (*Área de Proteção Ambiental* - APA). However, nearly three decades later, it still lacks an approved management plan. Since the announcement that Belém will host the United Nations Climate Change Conference (COP30) in November 2025, efforts to finalize the area's management plan have intensified.

In March 2025, Izete Costa, one of the interviewees and director of Filha do Combu Chocolates, participated in a working group tasked with drafting the final version of the plan. Discussions focused on strategic issues such as: who is allowed to reside on the island; who may own businesses; what types of enterprises may operate there; the island's carrying capacity; regulations on lodging activities; the scope of permissible tourist activities; transportation within the island; and rules regarding motorized vehicles in areas inhabited by traditional communities.

Discussion of these issues and the involvement of local actors in decision-making are essential prerequisites. Hence, this is considered a basic strategy. Without such foundational rules, it is impossible to define roles or address institutional concerns.

4.1.2 Organic management and cultivation

The second set of strategies focuses on agricultural practices and food production within the territory, emphasizes environmental stewardship, particularly regarding the soil, rivers, air, fauna and flora.

Both Filha do Combu and the Eco Restaurante Saldosa Maloca maintain organic cultivation practices for fruits, medicinal herbs, and vegetables. At the chocolate factory, cacao seeds are transformed into fine cacao beans in a processing unit using fruits from the owners' properties and other local suppliers.

Interviewees emphasized the importance of sustainable land use, cultivating only native cacao trees and propagating new plants using seeds collected on the island. Monocultures are avoided, and the cacao trees are interspersed with numerous other plant species to respect local biodiversity.

Their production includes a variety of fruits and herbs such as taperebá, açai, mango, lemon balm, lemongrass, jenipapo, mint, basil, araçá, and pupunha, which are used to prepare juices, jams, liqueurs, creams, purées and cocktails. They also work with ingredients like andiroba seeds, ucuuba seeds, açai pits, pupunha trunks, jupati seeds, cipó tracuá, pripioca roots, vindicá leaves, cinnamon, and basil, which are used to produce traditional medicines, repellents, colognes, bio-jewelry, decorative items, sachets and packaging.

4.1.3 Development of the local workforce

The third set of strategies focuses on human resources, specifically the development of knowledge, skills and psychological traits essential for local workers to participate in service delivery and the value-added processing of local raw materials.

At Restaurante Saldosa Maloca, there is a significant focus on the intellectual development of waiters, bartenders and cooks. Many arrive without formal education or prior cultural exposure to the norms of national or international tourism.

Few staff have dined at restaurants in Belém, and their upbringing in rural settings influences their preferences for open-air leisure and social spaces. This limits their familiarity with the formalities of customer service. However, the owner, Prazeres, reported notable improvements in their environmental awareness, interpersonal communication, and overall professionalism.

Despite having limited formal education, the local workforce, largely composed of traditional riverine residents, contributes distinct cultural and ecological knowledge shaped by their lived experiences. Their familiarity with local ingredients and culinary practices enables them to engage visitors meaningfully, offering detailed explanations of menus and strengthening the connection between gastronomy and place.

At the chocolate factory, Dona Nena described the challenges of training women in fine chocolate production, emphasizing the need for precision in processes such as fermentation, drying, roasting, and refining. These tasks require knowledge in mathematics, physics, and chemistry, yet also rely on ancestral knowledge and embody practices that formal education cannot replicate.

Thus, addressing workforce development is critical for ensuring that these enterprises can be recognized for their sustainability practices. Bridging knowledge and opportunity gaps must be part of a locally grounded solution.

4.1.4 Self-financing strategies

The fourth group of strategies focuses on implementing financial management routines to maintain stable cash flow and build working capital. Local creative entrepreneurs leverage their knowledge of natural and cultural resources, which are central to territorial identity, to incorporate locally sourced raw materials into their business models. This approach supports both economic self-sufficiency and cultural continuity.

The interviewed entrepreneurs' deep knowledge of the island's biodiversity helps them select ingredients for their product portfolios. Fruits, herbs, oils, spices and seeds are used in both chocolate and culinary products. These enterprises offer biocultural tourism experiences that showcase ingredient preparation and highlight the cultural traditions and mysticism of the Amazon.

4.1.5 Social technologies

The fifth set of basic strategies involves fundamental infrastructure for water, energy, and sewage treatment.

At Filha do Combu, all restrooms, both in Izete Costa's residence and those available to customers, are connected to evapotranspiration tanks (TEVAPs). These systems filter wastewater through multiple layers of materials and vegetation to prevent soil contamination.

The layers include tires and construction debris, gravel, coarse and fine sand, and fertile soil planted with banana and taioba plants for their high absorption and transpiration capacities. These systems have been implemented at Prazeres Quaresma's residence, and a similar installation at her restaurant is underway.

The enterprises funded these investments entirely, with guidance from Professor Vânia Neu of the Federal Rural University of the Amazon (UFRA). The technology is transferred to local builders and maintenance staff.

Another initiative is the rainwater harvesting system, supported by UFRA and the Rotary Club of Belém Noroeste. Filha do Combu has invested in gutters, tanks, and filters (e.g., sodium hypochlorite treatment and activated carbon) to improve water quality. The water supplies the kitchens and coffee shop, providing better quality (pH 7.7 compared to bottled water's pH 4.3).

Restaurante Saldosa Maloca's biodigesters process organic waste (i.e., food scraps and plate leftovers) into biofertilizer and cooking gas. This system reduces the use of liquefied petroleum gas (LPG) and supports more sustainable kitchen operations.

4.2 Intermediates strategies

Figure 4 illustrates the relationship between the intermediate sustainability strategies identified in the research and the dimensions of sustainability, showing that the developed strategies exhibit a weak relationship with the social dimension. In contrast, the information and knowledge dimension show a strong relationship with most of the intermediate strategies.

Figure 4. Relationship between intermediate sustainability strategies and the dimensions of sustainability

Intermediate Strategies x Sustainability dimensions	Social	Economic	Environmental	Geographical or Spatial	Cultural	Institutional Political	Information and Knowledge
Artisanal production - Bioeconomy	o	O	o	O	O	--	o
Absorption of environmental costs	o	--	O	O	o	--	O
Circular economy practices	o	o	O	o	--	--	O
Short supply chains	o	O	--	O	o	o	O
Diversified and profitable revenue streams	o	O	o	o	O	--	O
Sustainable tourism committee	o	o	o	O	o	O	O

Note. Legend: (--) Weak relationship; (o) Intermediate relationship; (O) Strong relationship.
Source: Research data.

In the case of the environmental dimension, there is a strong relationship with absorption strategies, environmental costs, and circular economy practices. Regarding the geographic and spatial dimensions, most intermediate strategies exhibit a strong correlation. These results reveal the heterogeneity present in the development of intermediate strategies across the dimensions, indicating the need to promote practices that foster social and sustainable inclusion within the analyzed enterprises.

4.2.1 Artisanal production - Bioeconomy

In addition to advancing organic cultivation and sustainable forest management, the entrepreneurs illustrate how to add value to non-timber forest products through vertical integration. At Filha do Combu Chocolates, cacao is the primary fruit used. Its pulp is transformed into jam and liqueur, while the beans are processed into a range of products, including cacao mass, powder, nibs, chocolate liqueur, cakes, bread, *brigadeiros*, bonbons and premium chocolate bars.

To experience this complete “forest-to-bar” production cycle, visitors can purchase tickets to participate in experiences combining historical and cultural perspectives on Amazonian cacao

cultivation with demonstrations of key stages in chocolate manufacturing. Ancestral recipes are highlighted, including cacao eggnog, which served as an energy booster for rubber tappers in the late 19th and early 20th centuries.

Dona Nena also integrates cupuaçu into her production line through sweets, juices, liqueurs and bonbons. Pupunha is sold raw, cooked, as tapioca filling, and even as a base for hot dishes. Açaí is transformed into jam and sold freeze-dried. Other fruits such as araçá, jenipapo and taperebá are prominent in Filha do Combu's product line.

At Restaurante Saldosa Maloca, the açaí supply chain is a highlight, showcased through the restaurant's menu and the "Açaí Tuíra" experience, which presents the fruit's legends, culinary uses, and economic significance in Pará. Prazeres Quaresma also reports producing liqueurs, juices, ice creams and jams from jenipapo, lemongrass, mango, taperebá, araçá, açaí, and cupuaçu.

4.2.2 Absorption of environmental costs

As part of their broader commitment to sustainable business practices, the interviewees expressed their concern about minimizing the environmental impact of tourism expansion in the APA Combu. This concern has become more pronounced since the introduction of electricity in 2010 and the subsequent increase in restaurant activity, which began in 2018.

Dona Nena and Prazeres described their efforts to control erosion along river and stream banks and emphasized the importance of understanding the region's biodiversity. They have initiated projects to replant aninga along the banks and to expand the cultivation of palm trees that provide fruit for local rodents.

Another key initiative is the beekeeping of stingless native bees, especially the yellow urucu, which contributes to the pollination of various fruit trees, including buriti, ouricuri, and açaí palms, as well as ingá and annatto trees.

Both entrepreneurs have deliberately chosen not to install chlorinated swimming pools, citing concerns about their environmental impact and the type of tourism they believe attract, which they consider misaligned with the area's ecological and cultural context. They also implement a range of sustainable practices, including the preservation of native cacao varieties, the rejection of clonal and genetically modified seedlings, and adherence to natural harvest seasons and ecological cycles.

4.2.3 Circular economy practices

A concerted effort has been made to optimize the use of natural and material resources in tourism development in APA Combu. This includes cultivating pesticide-free gardens and composting waste to enrich the soil.

At Saldosa Maloca, biodigesters reduce organic waste sent to Belém's landfill. These digesters process food scraps into biofertilizers and biogas, fueling some kitchen stoves and reducing reliance on liquefied petroleum gas (LPG).

The TEVAP systems also recycle water and provide nutrient sources for plant growth. Both businesses practice sustainable consumption by minimizing waste, harvesting rainwater, and implementing waste sorting systems.

4.2.4 Short supply chains

Short supply chains reduce the number of intermediaries between producers and end consumers, increasing efficiency and sustainability. In the context of Ilha do Combu, this is exemplified by chocolate production at Filha do Combu, where fruits are either grown on-site or purchased directly from local farmers. All stages of production - from bean to bar - occur on the island.

Products are then sold directly at the factory shop, creating a near-direct connection between producer and consumer. This model also applies to other processed fruits used in liqueurs, jams and sweets. At Restaurante Saldosa Maloca, short supply chains are used in the processing of açaí, cassava, taperebá, mango and cupuaçu.

Short supply chains enable family farmers and cooperatives to sell directly to local markets, thereby reducing their dependency on intermediaries who retain most of the added value. This enhances producer income, strengthens the local economy, and reduces logistical costs and carbon emissions, thereby contributing to climate change mitigation.

Thus, short supply chains are a viable and efficient strategy for advancing the potential of the Amazonian bioeconomy while promoting social equity, environmental conservation and regional economic development.

4.2.5 Diversified and profitable revenue streams

The pursuit of diversified and profitable revenue streams in the Amazonian Bioeconomy must be guided by sustainability, innovation and the valorization of local resources. Responsible use of biodiversity is foundational to creating economic value, and diversification is essential for economic resilience and environmental conservation.

When products are sold solely as commodities, profit margins tend to remain low. However, by adding value locally through freshness, product differentiation and immersive experiences, entrepreneurs can increase prices, improve operational efficiency, and foster innovation in revenue models. These strategies often combine internal resources with complementary assets from the Combu Island business ecosystem, including agroforestry, biocultural tourism and partnerships with scientific research initiatives.

Strategic partnerships with national and international companies can expand market access and support technology development and certification efforts, thereby enhancing product competitiveness. Local capacity-building and entrepreneurship support are the role of producers in the value chain.

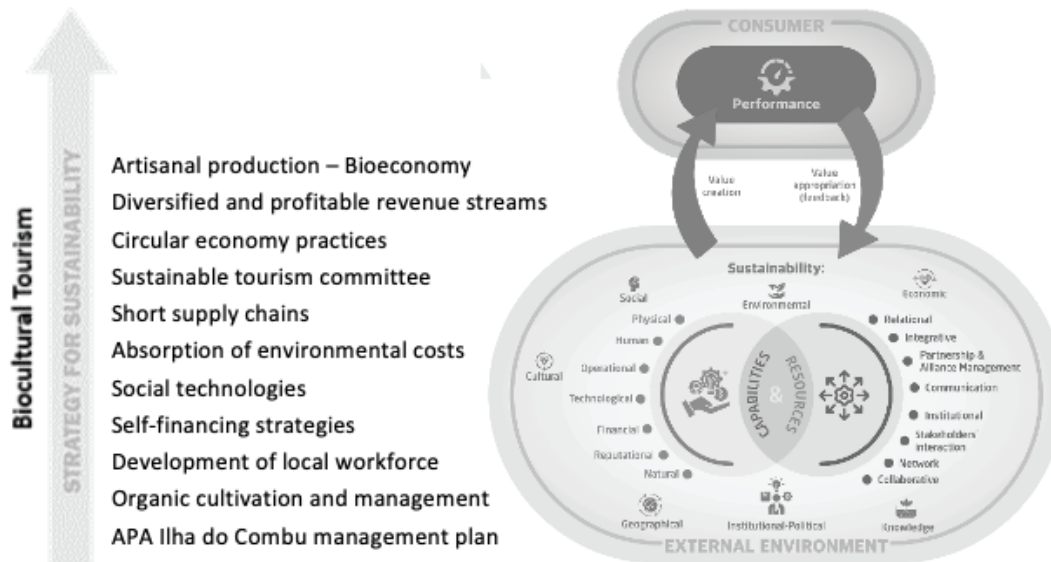
4.2.6 Sustainable tourism committee

Established in December 2024, the Sustainable Tourism Committee fosters sustainable and integrated tourism development in Ilha do Combu. This committee promotes cooperation among residents and business owners to address local challenges related to sanitation, potable water, waste management, transportation, health, safety, capacity building and business performance.

The Committee's mission extends beyond tourism: it aims to safeguard the well-being and rights of all residents of Ilha do Combu, ensuring that the benefits of tourism are distributed fairly and equitably among the local population.

By the way, the strategies captured, described and proposed from the field research were articulated with the framework of Negrão *et al.* (2024) as a way of understanding biocultural tourism, a practiced form of creative economy based on natural resources, which was called in this article creative bioeconomy (Figure 5) considering the reality of the Brazilian Amazon studied, in this case, Combu Island, in the city of Belém, Pará, Brazil.

Figure 5. *Strategies for sustainability in the creative Bioeconomy at Brazilian Amazonia*



Source: Research data from studied organizations in the Ilha do Combu, Belém, Pará.

4.3 Discussions and implications

From a practical and managerial perspective, the basic and intermediate strategies combine resources manifested in capabilities that integrate internal and external elements to support organizational decision-making processes.

4.3.1 Integrative capability

Developing the local workforce by building capabilities in sensing, seizing and transforming allows companies to identify and capitalize on new opportunities, thereby enhancing both operational and financial performance (Vanpoucke *et al.*, 2014). This process also enables firms to convert operational competencies into a sustainable competitive advantage (Jiang *et al.*, 2015).

Strategies such as organic management and cultivation, artisanal production, bioeconomy, circular economy practices, and absorption of environmental costs combine natural, physical, technical, climatic, cultural, and knowledge-based resources to facilitate a proactive environmental strategy (Li *et al.*, 2017) that economically benefits both the organization and its partners (Hartmann and Germain, 2015).

These resource combinations have also laid the foundation for developing the Management Plan for APA Ilha do Combu, which is an initiative closely linked to the capacity to build partnerships and manage alliances. In this context, stakeholders contribute their specific competencies, adding value to the partnership (Lemmetynen and Go, 2009).

4.3.2 Collaborative capability

The strategy of utilizing self-generated financial resources is enhanced by a networking capability, which enables firms to access partner resources, engage in collaboration, and create value (Ryan, 2012). When combined with dynamic resources, collaborative capability can generate economic value for the network and facilitate mutual success (Hofmann *et al.*, 2012).

Social technologies, connected to technological resources, are also closely tied to collaborative capability. Organizations can share knowledge and address structural challenges (Van Hoof and Thiell, 2014), use resources strategically, innovate (Dangelico *et al.*, 2013), and promote information exchange among stakeholders (Hidayah, 2016).

4.3.3 Relational capacity

The short supply chain strategy aims to foster local relationships by minimizing intermediaries between producers and end consumers. These relationships are cultivated in the daily operations of firms and generate long-term benefits, helping to establish sustainable competitive advantages (Rodríguez Díaz and Espino Rodríguez, 2008).

The strategy of diversified and profitable revenue streams requires technical knowledge in innovation, cost management, and pricing. It also involves building and strengthening contact networks that support the co-creation of value (Mu, 2013) and foster long-term collaborative relationships (Paulraj, 2011).

The establishment of the Sustainable Tourism Committee also enhances relational capability by fostering strong stakeholder interaction, generating new knowledge, improving management capacity, encouraging mutual learning, and producing collective benefits (Veldhuizen *et al.*, 2013; Spekkink, 2015; Worley *et al.*, 2010).

In sum, each strategy, whether basic or intermediate, can be associated with multiple resources and capabilities, reflecting the integrative context required by sustainability, biocultural tourism and the creative economy. Based on the Sustainability Strategies Framework (Negrão *et al.*, 2024) and the results of its application to the enterprises studied, this research prompts reflection: Is it possible to advance the Resource-Based View (RBV) beyond the natural elements proposed by the Natural Resource-Based View (NRBV)? How can we strengthen the sustainability debate by expanding its dimensions to better address the complexity of territorial dynamics?

Figure 6 shows that the set of basic strategies has an intermediate to strong relationship with the geographic or spatial dimension. Similarly, the environmental dimension is strongly related to strategies involving APA planning, organic culture, and social technologies. The strategies within the cultural dimension are weakly or moderately related to those classified as basic strategies.

Figure 6. Relationship between basic sustainability strategies and the dimensions of sustainability

Basic Strategies x Sustainability dimensions	Social	Economic	Environmental	Geographical or Spatial	Cultural	Institutional Political	Information and Knowledge
APA Ilha do Combu management plan	o	--	O	O	o	O	--
Organic cultivation and management	--	o	O	o	o	--	O
Development of local workforce	O	o	--	O	o	--	o
Use of self-generated financial resources	--	O	--	O	--	o	--
Social technologies	o	O	O	o	o	--	O

Note. Legend: (--) Weak relationship; (o) Intermediate relationship; (O) Strong relationship.
Source: Research data.

These relationships demonstrate that both basic and intermediate strategies exhibit weak to moderate relationships with the social and cultural dimensions, underscoring the need to refine these strategies to facilitate the development of a people-centered society and promote equity in wealth and income distribution, thereby enhancing rights and living conditions. To achieve this, it is necessary to create jobs that ensure income, invest in the community, uphold human rights, and promote public safety.

Advancing sustainability in this context requires incorporating local cultural elements, integrating scientific and traditional knowledge, fostering local governance mechanisms, and addressing socioeconomic inequalities, all while maintaining a strong commitment to environmental preservation. As the creative sector expands in the region, these dimensions become increasingly vital.

An analysis of the strategies adopted by enterprises in Belém, the capital of Pará in the Brazilian Amazon, underscores the limitations of the traditional Triple Bottom Line (TBL) framework, as proposed by Elkington (1997, 2018). Advancing sustainability in this context requires incorporating local cultural elements, integrating scientific and traditional knowledge, fostering local governance mechanisms, and addressing socioeconomic inequalities, all while maintaining a strong commitment to environmental preservation. As the creative industry expands in the region, these dimensions become increasingly vital.

Based on the evidence presented in this study, we propose the term Creative Bioeconomy and suggest a progression toward a Sustainable Resource-Based View (SRBV).

5. Final considerations

This study's theoretical contribution lies in the practical application of NRBV concepts in enterprises that incorporate environmental strategies. It also demonstrates that this theoretical approach can be applied to small service-sector businesses, which are often overlooked in RBV and NRBV studies focusing on large industrial firms. The methodological procedures used here are replicable for other businesses operating in APAs.

The research provides strategic insights for the enterprises studied, which can guide investment decisions toward more rapid and prosperous outcomes while enhancing visitor experiences. These findings may also serve as models for other enterprises on the island. For clients and society, the study confirms potential for harmonious relationships among businesses, clients, communities, and the environment.

The research shows that food businesses in Ilha do Combu are developing distinctive strategies within the tourism sector, particularly gastronomic tourism. Their approach extends beyond food consumption, enabling visitors to understand and experience the entire food production process and its cultural and environmental contexts.

However, the study also finds that, despite strategic advances, not all sustainability-related supply chains have been explored to their full potential. Doing so could further enhance tourism on the island and deliver greater benefits to the businesses and stakeholders involved.

From a theoretical standpoint, based on the Sustainability Strategies Framework (Negrão *et al.*, 2024) and its application to the studied enterprises, the authors propose evolving from the RBV and NRBV toward a Sustainable Resource-Based View (SRBV). The traditional economic, social, and environmental dimensions are insufficient to explain all the dynamics within the context of the Creative Bioeconomy.

Additionally, the study's focus on sustainability strategies limited a more detailed examination of the specific organizational resources and capabilities that shape these strategies and influence how value is created and appropriated by consumers and other stakeholders. Nonetheless, future research could address these dimensions by including additional organizations, conducting comparative studies, or exploring other regions relevant to the bioeconomy.

The proposed framework has demonstrated flexibility and adaptability across organizational contexts engaged in sustainability initiatives. It accommodates the inclusion and adaptation of new attributes, offering a useful model for analyzing the interplay among resources, capabilities, sustainability, and value creation and appropriation.

Acknowledgments

To the Brazilian National Counsel of Technological and Scientific Development (CNPq), the Minas Gerais State Research Foundation (FAPEMIG) and the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), Ministry of Education, Brazil – Finance Code 001. Additional thanks to the anonymous reviewers and editorial staff of the Journal of Economics - *Revista de Economía, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán* for their valuable contributions to the improvement of this article.

References

- Albino, V., L. Fraccascia, and I. Giannoccaro. 2016. "Exploring the Role of Contracts to Support the Emergence of Self-Organized Industrial Symbiosis Networks: An Agent-Based Simulation Study", *Journal of Cleaner Production*, 112: 4353-4366. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.070>
- Amit, R. and P. J. H. Schoemaker. 1993. "Strategic assets and organizational rent", *Strategic Management Journal*, 14 (1): 33-46. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140105>
- Arellano, S. L., D. Vidal and S. Aulet. 2024. "Etno conocimientos y turismo biocultural en el Imbabura Geoparque Mundial UNESCO", *Cuadernos gestión turística del patrimonio*, 3 (1): 125-159. <https://cuadernosgestionturisticadelpatrimonio.es/index.php/journal/article/view/32>

- Bansal, P. 2002. "The corporate challenges of sustainable development", *Academy of Management Perspectives*, 16 (2): 122-131. <https://doi.org/10.5465/ame.2002.7173572>
- Bardin, L. 2020. *Análise de conteúdo*. Edições 70, São Paulo.
- Barney, J. B. 1991. "Firm resources and sustained competitive advantage", *Journal of Management*, 17 (1): 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Barney, J. B., and William S. Hesterly. 2019. *Strategic management and competitive advantage: concepts and cases*. Pearson, London.
- Barney, J. B., D. J. Ketchen Jr and M. Wright. 2021. "Resource-based theory and the value creation framework", *Journal of Management*, 47(7), 1936-1955. <https://doi.org/10.1177/01492063211021655>
- Bello, I. and A. M. Pérez. 2017. "Turismo biocultural: relación entre el patrimonio biocultural y el fenómeno turístico. experiencias investigativas?", *Scripta ethnologica*, 39: 109-128. <https://www.redalyc.org/pdf/148/14853734005.pdf>
- Boff, L. 2015. *Sustentabilidade: o que é – o que não é*. Vozes, Petrópolis.
- Bowman, C. and V. Ambrosini. 2000. "Value Creation Versus Value Capture: Towards a Coherent Definition of Value in Strategy", *British Journal of Management*, 11 (1): 1-15. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00147>
- Brito, R. P. and L. A. L. Brito. 2012. "Vantagem competitiva e sua relação com o desempenho: Uma abordagem baseada em valor", *Revista de Administração Contemporânea*, 16 (3): 360-380. <https://doi.org/10.1590/S1415-65552012000300003>
- Caldeira, T. P. R. 2016. "Peripheral urbanization: Autoconstruction, transversal logics, and politics in cities of the global south", *Environment and Planning D*, 35 (1): 3-20. <https://doi.org/10.1177/0263775816658479>
- Castro, V. A. 2016. *Obtenção de vantagem competitiva sustentável na perspectiva Resource-based view: A construção de marcas compartilhadas como recurso interno no setor vitivinícola brasileiro*. PhD diss., Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.96.2016.tde-29112016-115831>
- Capaldo, A. 2007. "Network structure and innovation: The leveraging of a dual network as a distinctive relational capability", *Strategic Management Journal*, 28 (6): 585-608. <https://doi.org/10.1002/smj.621>
- Choi, D. and T. Hwang. 2015. "The impact of green supply chain management practices on firm performance: The role of collaborative capability", *Operations Management Research*, 8 (3): 69–83. <https://doi.org/10.1007/s12063-015-0100-x>
- Costanza, R., R. Groot, P. Sutton, S. Van Der Ploeg, S. J. Anderson, I. Kubiszewski, and R. K. Turner. 2014. "Changes in the global value of ecosystem services", *Global Environmental Change*, 26: 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- Czaron, W. 2009. "Relational Capability of Organizations: Theoretical Advances", *Journal of Economics & Management*, 5: 48-65.
- Dalmago, G. A. 2021. "Sustentabilidade: reflexões sobre uso do termo e evolução de conceitos." *Embrapa Trigo-Documents (INFOTECA-E)*. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1131564>

- Dangelico, R. and B. Pontrandolfo. 2013. “‘Green and Competitive’: The impact of environmental actions and collaborations on firm performance”, *Business Strategy and The Environment*, 24 (6), 413-430. <https://doi.org/10.1002/bse.1828>
- De Jesús, L. S. 2013. “Gestão Social e Governança Urbana: O caso do Portal da Amazônia, Belém-PA”, *Administração Pública e Gestão Social*, 6 (1): 27-34.
- Dierickx, I., and K. Cool. 1989. “Asset Stock Accumulation and Sustainability of Competitive Advantage”, *Management Science*, 35: 1504-1511. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.12.1504>
- Dyllick, T. and K. Hockerts. 2002. “Beyond the business case for corporate sustainability”, *Business strategy and the environment*, 11 (2): 130-141. <https://doi.org/10.1002/bse.323>
- Elkington, J. 1997. “The Triple Bottom Line”, *Environmental Management: Readings and Cases*, 2: 49-66.
- Elkington, J. 2018. “25 Years Ago I Coined the Phrase ‘Triple Bottom Line.’ Here’s Why It’s Time to Rethink It”, *Harvard Business Review*, 25: 2-5.
- Emmendoerfer, M. L., A. S. A. Fioravante and J. F. F. E. Araújo. 2018. “Federal government actions for the creative territories development in brazilian context”, *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 14 (1): 400-424. <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/3497>
- European Commission. 2012. *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*. European Commission, Brussels, in <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f0d8515-8dc0-4435-ba53-9570e47dbd51>
- Ferrer, G. R. and P. M. Cruz. 2017. “Direito, sustentabilidade e a premissa tecnológica como ampliação de seus fundamentos”, in M. C. S. A. Souza and E. N. Rezende (eds.), *Sustentabilidade e meio ambiente: efetividades e desafios*, Editora D’Plácido, Belo Horizonte.
- Fialho, F. A. P., M. Macedo, C. T. Mitidieri and G. Montibeller. 2008. *Gestão da sustentabilidade na era do conhecimento*. Visual Book, Florianópolis.
- Freitas, J. 2012. *Sustentabilidade: direito ao futuro*, Fórum, Belo Horizonte.
- Garcia, H. S. and D. S. S. Garcia. 2016. “A Construção de um Conceito de Sustentabilidade Solidária Contribuições Teóricas para o Alcance do Socioambientalismo”, *Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo*, 2 (2): 147-168. <https://doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2525-9628/2016.v2i2.1620>
- Grant, R. M. 1991. “The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications of Strategic Formulation”, *California Management Review*, 33 (3): 114-134. <https://doi.org/10.2307/41166664>
- Gray, D. E. 2021. *Doing research in the real world*. Sage, Thousand Oaks.
- Gray, K. and B. K. Gills. 2016. “South–South cooperation and the rise of the Global South”, *Third World Quarterly*, 37 (4): 557-574. <https://doi.org/10.1080/01436597.2015.1128817>
- Hahn, T., F. Figge, J. Pinkse and L. Preuss. 2010. “Trade-offs in corporate sustainability: You can’t have your cake and eat it”, *Business strategy and the environment*, 19 (4): 217-229. <https://doi.org/10.1002/bse.674>

- Hart, S. L. 1995. "A Natural-Resource-Based View of the Firm", *Academy of Management Review*, 20 (4): 986-1014. <https://doi.org/10.5465/amr.1995.9512280033>
- Hart, S. L., and M.B. Milstein. 1999. "Global sustainability and the creative destruction of industries", *MIT Sloan Management Review*, 41(1): 23-33.
- Hart, S. L., and M.B. Milstein. 2004. "Criando valor sustentável", *GV-executivo*, 3 (2): 65-79. <https://doi.org/10.12660/gvexec.v3n2.2004.34820>
- Hart, S. L., and G. Dowell. 2011. "Invited Editorial: A Natural-Resource-Based View of the Firm: Fifteen Years After", *Journal of Management*, 37 (5): 1464-1479. <https://doi.org/10.1177/0149206310390219>
- Hartmann, J, and R. Germain. 2015. "Understanding the relationships of integration capabilities, ecological product design, and manufacturing performance", *Journal of Cleaner Production*, 92: 196-205. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.079>
- Hickel, J., C. Dorninger, H. Wieland and I. Suwandi. 2022. "Imperialist appropriation in the world economy: drain from the global South through unequal exchange, 1990–2015", *Global Environmental Change*, 73. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102467>
- Hidayah, Z. 2016. "Leadership Role and Social Green Relational Capabilities, Network and Symmetric Collaboration in Organization's Performance", *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 14 (1): 97-114.
- Hohn, G. S., S. D. Kruger, E. A. Santos and A. Zanin. 2023. "Recursos E Capacidades Organizacionais No âmbito Industrial Sob a Perspectiva Da visão Baseada Em Recursos", *Revista Gestão & Tecnologia*, 23(2): 294-317. <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2023.v23i2.2497>
- Hofmann, K. H., G. Theyel and C. H. Wood. 2012. "Identifying Firm Capabilities as Drivers of Environmental Management and Sustainability Practices - Evidence from Small and Medium-Sized Manufacturers", *Business Strategy and the Environment*, 21 (8): 530–545. <https://doi.org/10.1002/bse.739>
- IDEFLOR-BIO. 2018. *Área de Proteção Ambiental da Ilha do Combu*, in <https://ideflorbio.pa.gov.br/area-de-protecao-ambiental-da-ilha-do-combu-apa-da-ilha-do-combu/>
- IBGE. 2022. *Mapa da Amazônia Legal 2022*, in https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/estrutura_territorial/amazonia_legal/2022/Mapa_da_Amazonia_Legal_2022_sem_sedes.pdf
- Ito, N. C., N. Iwazaki and L. A. Mariz. 2012. "Valor e vantagem competitiva: buscando definições, relações e repercussões", *Revista de Administração Contemporânea*, 16: 290-307. <https://doi.org/10.1590/S1415-65552012000200008>
- Jasso Arriaga, X. 2018. "Análisis y perspectivas para gestionar el turismo biocultural: una opción para conservar el ecosistema forestal de Temascaltepec", *Madera y bosques*, 24 (1), e2411451. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411451>
- Jiang, W., F. T. Mavondo and M. J. Matanda. 2015. "Integrative capability for successful partnering: a critical dynamic capability", *Management Decision*, 53 (6): 1184-1202. <https://doi.org/10.1108/MD-04-2014-0178>

- Kruegel, J. 2010. *Ignacy Sachs: uma voz sempre atual na sociedade*, In Encontro de Estudos Organizacionais da ANPAD-ENEO.
- Lemmetyinen, A. and F. M. Go. 2009. "The key capabilities required for managing tourism business networks", *Tourism Management*, 30 (1): 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2008.04.005>
- Li, E. L., L. Zhou and A. Wu. 2017. "The supply-side of environmental sustainability and export performance: The role of knowledge integration and international buyer involvement", *International Business Review*, 26 (4): 724-735. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2017.01.002>
- Luque-Agraz, D. 2022. "Turismo biocultural y la agenda global en la Era del Antropoceno. Estudios sociales", *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 32 (59): 1-17. <https://doi.org/10.24836/es.v32i59.1210>
- Luzzini, D., E. Brandon-Jones, A. Brandon-Jones and G. Spina. 2015. "From Sustainability Commitment to Performance: The Role of Intra- and Inter-Firm Collaborative Capabilities in the Upstream Supply Chain", *International Journal of Production Economics*, 165: 51-63. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.03.004>
- Negrão, K. R. M., S. C. Gomes, M. C. D. S. Carvalho and M. L. Emmendoerfer. 2024. "Strategic Management for Sustainability", *Revista de Administração Contemporânea*, 28(06), e240221. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2024240221.en>
- Maldonado-Guzmán, G., A. Madrid-Guijarro, M. C. Martínez-Serna and L. Aguilera-Enríquez. 2009. "Los Efectos De La innovación En El Rendimiento De Las MIPYMES De Aguascalientes: Una Evidencia empírica", *Revista de Economía*, 26 (73): 49-69. <https://doi.org/10.33937/reveco.2009.8>
- Mendes, J. M. G. 2009. "Dimensões da Sustentabilidade", *Revista das Faculdades Integradas Santa Cruz de Curitiba – Inove*, 7 (2): 1-8.
- MMA. 2022. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, in <https://www.gov.br/mma/pt-br>
- Montibeller Filho, G. 1993. "Ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável; conceitos e princípios", *Textos de Economia*, 4 (1): 131-142. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/view/6645>
- Mu, J. 2013. "Networking capability, new venture performance and entrepreneurial rent", *Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship*, 15(2), 101-123. <https://doi.org/10.1108/JRME-06-2012-0011>
- O'Connor, J. 2019. *Resources of Hope? Creative Economy and Development in the Global South*, Institut für Auslandsbeziehungen, Stuttgart, in <https://doi.org/10.17901/AKBP2.02.2019>
- Paulraj, A. 2011. "Understanding the relationships between internal resources and capabilities, sustainable supply management and organizational sustainability", *Journal of Supply Chain Management*, 47 (1): 19-37. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2010.03212.x>
- Penrose, E. 1959. *The theory of the growth of the firm*. Oxford University Press, Oxford.
- Peteraf, M. A. 1993. "The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view", *Strategic Management Journal*, 14 (3): 179-191. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140303>

- Póvoas, M. S. 2015. “O amor na sociedade de risco: a sustentabilidade e as relações de afeto”, in M. C. S. A. Souza, and C. A. Armada (eds.), *Sustentabilidade, meio ambiente e sociedade: reflexões e perspectivas*, Universidade Paranaense–UNIPAR, Umuarama. https://www.unipar.br/documentos/491/Sutentabilidade_Meio_Ambiente_e_Sociedade_.pdf
- Rai, A., Patnayakuni, R. and S. Nainika. 2006. “Firm performance impacts of digitally enabled supply chain integration capabilities”, *MIS Quarterly*, 225-246. <https://doi.org/10.2307/25148729>
- Rhodes, C. and P. Fleming. 2020. “Forget political corporate social responsibility”, *Organization*, 27 (6): 943-951. <https://doi.org/10.1177/1350508420928526>
- Rodríguez-Díaz, M. and T. F. Espino-Rodríguez. 2008. “A model of strategic evaluation of a tourism destination based on internal and relational capabilities”, *Journal of Travel Research*, 46 (4): 368-380. <https://doi.org/10.1177/0047287507308324>
- Ryan, S. P. 2012. “The costs of environmental regulation in a concentrated industry”, *Econometrica*, 80(3), 1019-1061. <https://doi.org/10.3982/ECTA6750>
- Sachs, I. 1993. *Estratégias de transição para o Século XXI: desenvolvimento e meio ambiente*, Studio Nobel: Fundação do desenvolvimento administrativo, São Paulo.
- Schilke, O. and A. Goerzen. 2010. “Alliance Management Capability: An Investigation of the Construct and Its Measurement”, *Journal of Management*, 36 (5): 1192–1219.
- SEMAS. 2021. *APA da Ilha do Combu*, in <https://semas.pa.gov.br>.
- Seok, H. and S. Y. Nof. 2014. “Collaborative capacity sharing among manufacturers on the same supply network horizontal layer for sustainable and balanced returns”, *International Journal of Production Research*, 52(6): 1622-1643. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.842016>
- Silva, A. S., J. G. Souza and A. C. Leal. 2012. “A sustentabilidade e suas dimensões como fundamento da qualidade de vida”, *Geotatos: Revista Geografia em Atos*, 1 (12): 22-42.
- Souza, M. C. S. A. and R. S. Garcia. 2016. “Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desdobramentos e desafios pós-relatório Brundtland”, in M. C. S. A. Souza and E. N. Rezende (eds.), *Direito e sustentabilidade II*, CONPEDI, Florianópolis.
- Spekkink, W. 2015. “Building capacity for sustainable regional industrial systems: an event sequence analysis of developments in the Sloe Area and Canal Zone”, *Journal of Cleaner Production*, 98: 133-144. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.028>
- Sternberg, R. 2016. “Creativity support policies as a means of development policy for the global South? A critical appraisal of the UNESCO Creative Economy Report 2013”, *Regional Studies*, 51 (2): 336–345. <https://doi.org/10.1080/00343404.2016.1174844>
- Teece, D. J., Pisano G. and A. Shuen. 1997. “Dynamic capabilities and strategic management”, *Strategic Management Journal*, 18 (7): 509-533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- UNESCO. 2025. *UNESCO Creative Cities Network*, in <https://www.unesco.org/en/creative-cities>
- UNFCCC. 2025. *UN Climate Change Conference – Belém, November 2025*, in <https://unfccc.int/cop30>

- United Nations. 1992. *Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development*. United Nations Conference on Environment & Development (UNCED), Rio de Janeiro, in <https://sustainabledevelopment.un.org/outcomedocuments/agenda21>
- Van Hoof, B. and M. Thiell. 2014. "Collaboration capacity for sustainable supply chain management: small and medium-sized enterprises in Mexico", *Journal of Cleaner Production*, 67: 239-248. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.030>
- Vanpoucke, E., A. Vereecke and M. Wetzels. 2014. "Developing supplier integration capabilities for sustainable competitive advantage: A dynamic capabilities approach", *Journal of Operations Management*, 32 (7-8): 446-461. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2014.09.004>
- Veldhuizen, M., V. Blok and D. Dentoni. 2013. "Organisational drivers of capabilities for multi-stakeholder dialogue and knowledge integration", *Journal on Chain and Network Science*, 13 (2): 107-117.
- Wernerfelt, B. 1984. "A resource-based view of the firm", *Strategic Management Journal*, 5 (2): 171-180. <https://doi.org/10.1002/smj.4250050207>
- Wernerfelt, B. 1995. "The resource-based view of the firm: Ten years after", *Strategic Management Journal*, 16 (3): 171-174. <https://doi.org/10.1002/smj.4250160303>
- Winter, S. G. 2003. "Understanding dynamic capabilities", *Strategic Management Journal*, 24 (10): 991-995. <https://doi.org/10.1002/smj.318>
- Worley, C. G., A. E. Feyerherm and D. Knudsen. 2010. "Building a collaboration capability for sustainability: How Gap Inc. is creating and leveraging a strategic asset", *Organizational Dynamics*, 39 (4): 325-334.
- Woo, C., Y. Jin, J. Choi and C. Lee. 2016. "Suppliers' communication capability and external green integration for green and financial performance in Korean construction industry", *Journal of Cleaner Production*, 112: 483-493. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.119>
- Ziggers, G. W. and J. Henseler. 2009. Inter-firm network capability: How it affects buyer-supplier performance. *British Food Journal*, 111(8), 794-810. <https://doi.org/10.1108/00070700910980928>



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

Revista de Economía,

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán

El Concepto de Bioeconomía Circular: Origen, Evolución y Perspectivas para México The Concept of Circular Bioeconomy: Origin, Evolution and Perspectives for México

Edgar Alfonso Sansores Guerrero¹ - Juana Edith Navarrete Marneou²

Abstract

This work's main objective is to analyze the fundamental principles and concepts of the circular bioeconomy, as well as to explore its development possibilities in the Mexican context. For this purpose, a methodology of conceptual and evolutionary analysis is used, based on a critical review of the historical evolution of approaches such as sustainability, green economy, circular economy and bioeconomy. This analysis allows contextualizing the circular bioeconomy as a concept under construction, resulting from the convergence of previous theoretical frameworks oriented towards a sustainable transition. Some of the relevant findings highlight that, despite its potential to foster a regenerative and low-carbon economy, the circular bioeconomy faces significant challenges: conceptual ambiguity, lack of specific and standardized indicators, and weaknesses in institutional frameworks. It also points to the need for multi-sectoral approaches, as well as a cultural transformation to encourage its adoption at various social and productive levels. A limitation of the study is the scarcity of previous research in the Latin American context, especially in Mexico, which evidences a relevant knowledge gap. However, this also highlights the originality of the work, as it is one of the first systematic academic approaches to the subject in the country. In conclusion, it is argued that the circular bioeconomy offers a strategic way to integrate natural capital into productive systems, proposing a new economic paradigm that is more sustainable, inclusive and adapted to the socio-environmental challenges of the 21st century.

Keywords: Circular Bioeconomy, Environment, Regenerative Economy, Sustainability, Circular Economy.
JEL Classification: Q01, Q56, O13, Q57, R11.

1- Universidad Autónoma Metropolitana, México, Correo electrónico: [easg@azc.uam.mx](mailto: easg@azc.uam.mx)

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4952-2737>

2- Universidad Autónoma Metropolitana, México, Correo electrónico: [jenm@azc.uam.mx](mailto: jenm@azc.uam.mx)

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0168-6599>



RECEPCIÓN: 4 de abril de 2025 ACEPTACIÓN: 13 de junio de 2025
REVISTA DE ECONOMÍA: Vol. 42- Núm 105 JULIO A DICIEMBRE DE 2025: Págs. 61-92



Resumen

El objetivo principal de este trabajo es analizar los principios y conceptos fundamentales de la bioeconomía circular, así como explorar sus posibilidades de desarrollo en el contexto mexicano. Para ello, se emplea una metodología de análisis conceptual y evolutivo, basada en la revisión crítica de la evolución histórica de enfoques como la sustentabilidad, la economía verde, la economía circular y la bioeconomía. Este análisis permite contextualizar la bioeconomía circular como un concepto en construcción, resultado de la convergencia de marcos teóricos previos orientados a una transición sostenible. Entre los principales hallazgos destaca que, a pesar de su potencial para fomentar una economía regenerativa y baja en carbono, la bioeconomía circular enfrenta desafíos importantes: ambigüedad conceptual, ausencia de indicadores específicos y estandarizados, y debilidad en los marcos institucionales. Además, se señala la necesidad de enfoques multisectoriales, así como de una transformación cultural que fomente su adopción en diversos niveles sociales y productivos. Una de las limitaciones del estudio es la escasez de investigaciones previas en el contexto latinoamericano, especialmente en México, lo cual evidencia una brecha de conocimiento relevante. No obstante, esto también resalta la originalidad del trabajo, al constituirse como una de las primeras aproximaciones académicas sistemáticas al tema en el país. En conclusión, se argumenta que la bioeconomía circular ofrece una vía estratégica para integrar el capital natural en los sistemas productivos, proponiendo un nuevo paradigma económico más sostenible, inclusivo y adaptado a los desafíos socioambientales del siglo XXI.

Palabras clave: economía circular, recursos naturales, regeneración, sustentabilidad, bioeconomía circular.

Clasificación JEL: Q01, Q56, O13, Q57, R11.

1. Introduction

In a global context where the climate crisis, the degradation of natural resources, and the urgent need for sustainable development models are major issues, the circular bioeconomy is emerging as an alternative that seeks to integrate sustainability with economic and social development. This model promotes the efficient and regenerative use of renewable biological resources through production systems that combine technological innovation, biomass use, circular economy and environmental preservation. The European Union (EU) and the United States (US) have adopted specific strategies to develop this alternative model and thus accelerate the transition to a low-carbon economy that guarantees a high quality of life (IPBES, 2019; Frisvold, *et al.*, 2021; Richter *et al.*, 2025).

For this reason, the circular bioeconomy has been recognized as a possible solution for developing production and consumption systems that are sustainable, as well as helping to achieve the Sustainable Development Goals (SDGs). Experiences from Finland, Sweden, France, Germany, and the Netherlands illustrate that the principles of the circular bioeconomy are strongly aligned with the energy transition and deeply connected to the SDGs.

The EU's environmental policies have led to new technologies, social programs, and business models that benefit society. The goal is to use and manage natural resources in a way that is good for the environment and does not harm people. This means that companies must reduce solid waste and pollution. This policy also tries to fix problems in the market, like giving money to fossil fuels. These subsidies have shown their failure by stimulating excessive consumption and generating more externalities.

Although the circular bioeconomy is considered a viable alternative, it is necessary to recognize the specificity and context of every country to achieve harmonious development based on the natural capital, cultural diversity, and productive capacities of each territory. Furthermore, its isolated application often reproduces linear patterns if it is not articulated with circular principles. The circular economy offers a comprehensive approach aimed at redesigning production processes, reducing waste, and restoring ecosystems.

Regardless of its enormous potential to contribute to sustainable development, the circular bioeconomy faces several structural, institutional and cultural challenges that hinder its large-scale implementation. First, there is a lack of clear and shared definitions of the term circular bioeconomy among stakeholders, which creates conceptual ambiguity and hinders its consistent integration into policies, regulatory frameworks, and sectoral strategies. This conceptual ambiguity also complicates the delineation of the boundaries and scope of the circular bioeconomy in relation to other approaches, such as the green economy, the traditional bioeconomy, or the circular economy.

Second, there is a critical lack of specific, standardized, and comparable indicators to monitor and evaluate the performance of circular bioeconomy initiatives in environmental, social, and economic terms. This absence of appropriate metrics prevents us from assessing their real contribution to reducing emissions, restoring ecosystems, creating green jobs, or making rural areas more resilient. It is difficult to justify investments, scale up successful projects, or generate evidence for data-driven decision-making without robust measurement instruments.

For that reason, the objective of this paper is to analyze the fundamental principles and concepts of the circular bioeconomy and to explore the possibilities for its development in the Mexican context. The methodology applied in this work is based on a conceptual and evolutionary analysis aimed at understanding the circular bioeconomy in its complexity and multidimensionality. Therefore, a critical review of the historical evolution of concepts associated with this field, such as sustainability, green economy, circular economy and bioeconomy, is carried out.

• • • •

This strategy is responding to the need to contextualize the circular bioeconomy as a concept under construction, emerging from the convergence of previous theoretical frameworks and practices oriented towards the transition to more sustainable development models. The study of these conceptual paths identifies the common elements, tensions and transformations that have led to the current formulation of the circular bioeconomy and provides a solid basis for its interpretation and application in contexts such as the Mexican case.

This work seeks to position itself as one of the first systematic academic approaches to the study of the circular bioeconomy in the Mexican context and to contribute to the conceptual and applied development of this approach in Latin America. Despite growing interest in the circular bioeconomy as a strategy to address environmental challenges and promote a regenerative economy, there is still an absence of research on the subject in the Latin American region, especially in Mexico.

Addressing this issue from a critical, contextualized and multidisciplinary perspective reveals an important knowledge gap. Therefore, this paper aims to contribute to the theoretical understanding of the concept and establish foundations for future research, public policies, and productive initiatives promoting a sustainable transition based on the responsible use of natural capital.

This article presents a systematic, conceptual, and evolutionary analysis of the circular bioeconomy, tracing its origins from sustainability, green economy, circular economy, and bioeconomy paradigms, and examining its relevance and implementation prospects in Mexico. A critical review of the theoretical foundations and global trends reveals the circular bioeconomy as a model under construction that aims to integrate biological resources and circular principles into regenerative and low-carbon production systems.

Furthermore, the manuscript delves into the intricate web of structural, institutional, and cultural challenges that are likely to arise in the process of adopting this model. In this regard, it is imperative to acknowledge the unique natural capital and biodiversity that Mexico possesses, as these elements are poised to emerge as pivotal opportunities in the context of the proposed model. Moreover, it underscores the significance of developing context-sensitive indicators, inclusive governance, and community-based strategies to catalyze a transformative transition.

In conclusion, the authors argue that the circular bioeconomy should be regarded as a strategic alternative to the prevailing economic models, as it possesses the capacity to foster sustainability, equity, and resilience in Mexico's developmental trajectory.

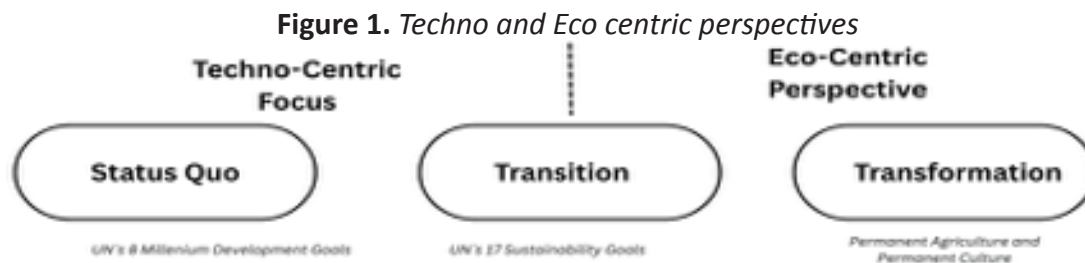
2. From classical economics to sustainability: intellectual origins and shifts

The concept of sustainable development, also known as sustainability, has emerged due to the development of different economic paradigms and the struggles of different social movements that have questioned the consequences of the dominant economic model. This model, marked by the overexploitation of natural resources and the precarization of labor, has been subject to substantial criticism for its structural unsustainability (Caradonna, 2022; Nikolaou *et al.*, 2021; Thiele, 2024).

2.1. Development and sustainability: a roadmap for systemic transformation

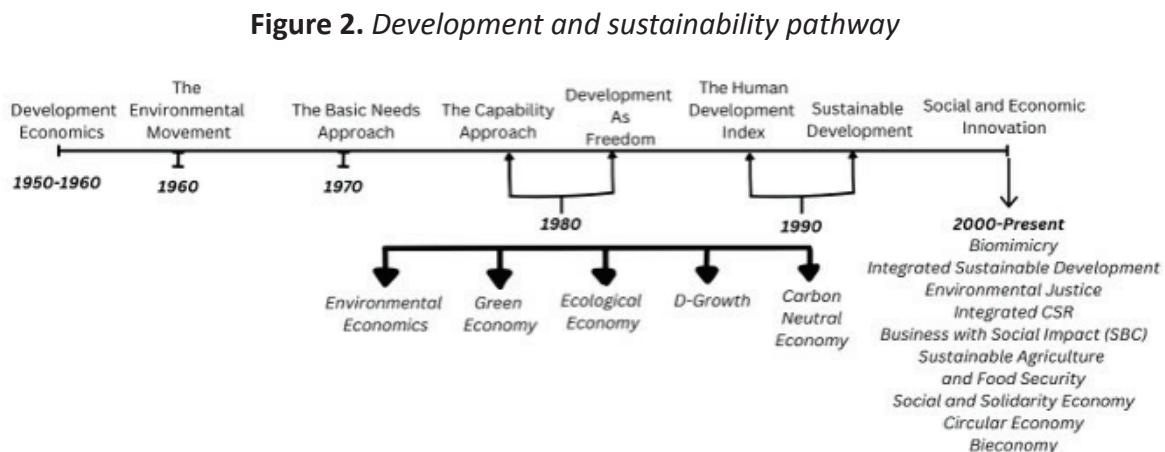
In this context, the modern concept of “development” was consolidated after World War II, particularly with the implementation of the Marshall Plan, which aimed to revive the European economy through financial incentives. Later, this approach was extrapolated to the countries of the Global South - in Africa, Asia and Latin America - under the premise of replicating the Western world’s model of progress, centred on technological expansion and human capital (Löwy, 2018).

From this techno-centric vision, it was assumed that technological progress, innovation and economic growth would be sufficient tools to solve challenges such as poverty, resource scarcity and environmental degradation (Figure 1).



Source: Own elaboration based on Thiele (2024)

However, despite its objectives at the beginning, the dominant development model generated a series of negative impacts that caused the emergence of social movements critical of its efficacy and sustainability (Figure 2).



Source: Own elaboration

The environmental movement emerged in the 1960s, driven by growing concern about the consequences of industrial development, such as pollution and the intensive exploitation of natural resources. Although precedents existed in conservation, it was at this stage that modern environmentalism was consolidated as a social and political force of global scope (Table 1).

Table 1. *Key milestone works*

Author	Title	Contribution
Carson (1962)	<i>Silent Spring</i>	She founded modern political ecology, denouncing the impact of pesticides on human health and ecosystems, promoting nature as vulnerable to human intervention, and awakening environmental awareness at a massive level.
Commoner (1971)	<i>The Closing Circle</i>	He established the “four principles of ecology” and warned that technological advances were the main cause of environmental deterioration. He viewed technological progress from a systemic and critical perspective.
Ehrlich (1968)	<i>The Population Bomb</i>	He warned that population growth put natural resources and the environment in peril, possibly causing food crises and environmental collapse. Despite his deterministic perspective being challenged, his research influenced discussions on sustainable global growth.
Bookchin (1962)	<i>Our Synthetic Environment</i>	He criticizes the modern urban model, arguing that the environmental crisis cannot be understood without considering social structures of power and domination. From this, he developed the concept of social ecology, which links ecological problems to social inequalities.
Schumacher (1973)	<i>Small is Beautiful</i>	He proposed a human-scale, sustainable, decentralized economy. He also emphasized the importance of ethics and culture in economic design. His ideas had a big impact on degrowth thinking.

Source: Own elaboration

In the 1970s, global inequality grew, and people were dissatisfied with development. In response, the basic needs approach emerged. It shifted the focus from economic growth to meeting people’s basic needs, especially in poor countries (Reader and Brock, 2024). The International Labor Organization (ILO) promoted this idea, especially after the 1976 World Employment Conference. At the conference, the ILO said that development should focus on guaranteeing access to essential goods like food, housing, education, health, and transportation.

In the decades that followed, Sen (1999) radically transformed development thought by proposing an approach that focused on expanding people's real freedoms as the central goal of social progress. Rather than confining development to economic growth, Sen suggested that it should be measured in terms of people's actual ability to choose and live the lives they find valuable.

This vein, known as the capabilities approach, introduced an ethical and pluralistic dimension to the analysis of well-being by integrating elements such as health, education, political participation, and personal autonomy as fundamental pillars (Sen, 1999). This perspective significantly influenced international organizations such as the United Nations Development Program (UNDP), which adopted it as the conceptual basis for the Human Development Index (HDI). Consequently, Sen's approach succeeded in turning the traditional approach based on economic indicators into a perspective centered on human dignity, social justice, and substantive freedoms.

On the other hand, the environmental economics approach to sustainable development derives from theories of economic growth that have examined how production and consumption can be sustained indefinitely despite the existence of limited natural resources (Tietenberg and Lewis, 2023). While acknowledging the adverse externalities resulting from economic activities, such as pollution, this approach does not advocate for the restriction of economic growth (Meade, 2024).

Instead, it operates under the assumption that natural resources can be substituted by artificial or human-made resources. From this perspective, sustainability is predicated on the high substitutability of natural capital for technological capital (Myers, 2022; Setioningtyas *et al.*, 2022; Berta *et al.*, 2021).

This point of view is often called "technological optimism," which is the belief that technology will solve environmental problems without changing the economy much. But when environmental limits are looked at only from an economic point of view, environmental economics often forgets that not all natural resources are the same or can be used in place of each other.

A critical aspect of environmental economics is the recognition that certain natural resources are indispensable due to their capacity to provide indispensable and non-substitutable ecological services, including climate stabilization, erosion control, water and air purification, pest control, and waste detoxification (Anderson, 2019; Stavins, 2007).

The green economy is a different approach. It tries to link economic growth with environmental sustainability and social equity. It is based on the idea that it is possible to promote economic development without hurting ecosystems. This can be done by recognizing natural resources as part of a nation's capital and investing in sustainable sectors such as clean energy, organic agriculture and resource efficiency (Cato, 2012; Zhironkin and Cehlár, 2022).

A more comprehensive measurement system that considers both human well-being and the health of ecosystems is proposed by the green economy, in contrast to traditional models that focus on indicators such as GDP (Stern, 2007; Hu and Zheng, 2023). In the new scenario of climate change, accelerated biodiversity loss, and growing inequalities, this approach has become increasingly relevant as a transition strategy towards a more balanced and resilient development model (Zvarych *et al.*, 2022; Hanley *et al.*, 2019).

In a similar vein, ecological economics holds that the current model of economic growth has exceeded the limits of the planet, since nature can no longer indefinitely provide the resources necessary to sustain the production and consumption processes of the current economic system. From this perspective, the Earth is regarded as a finite system, incapable of sustaining unlimited economic growth (Mastini *et al.*, 2021).

Whereas environmental economics tends to adopt a techno-optimistic stance by relying on the substitution of natural resources by technology, ecological economics is characterized by a more critical or techno-pessimistic view (Costanza *et al.*, 1997; Mohan *et al.*, 2019). It integrates ecological principles into its economic analysis and posits that natural capital is intricate and not wholly substitutable.

It acknowledges that not all natural resources possess equivalent value or function; some are classified as critical resources due to their provision of indispensable services for life, including clean air, erosion protection, waste detoxification, pest control and water purification, which cannot be replicated by human technologies (Daly and Farley, 2011; Common and Stagl, 2005).

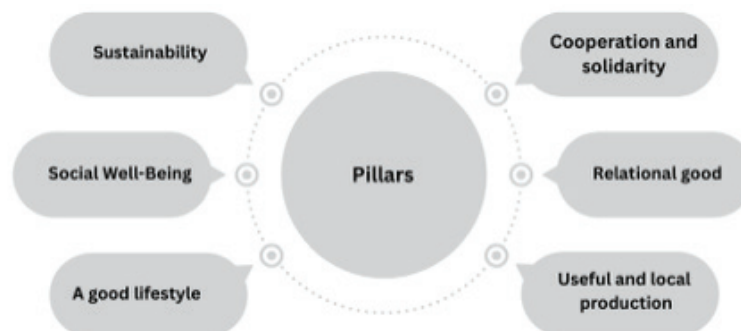
This approach necessitates a rethinking of development in relation to ecological limits, proposing a structural transformation of the economic system towards models that are regenerative, resilient, and nature-friendly, thereby engendering more balanced and resilient development.

The notion of degrowth was developed based on these principles and the proposals of the social and environmental movements of the past decades (Latouche, 2004). This term does not merely signify the absence of growth; rather, it asserts that growth is an integral component of the prevailing socio-environmental challenges, rather than a panacea (Kallis and Kallis, 2018).

It's more than a model; it's a political idea with significant theoretical consequences. Faced with the crises caused by conventional development, it proposes a voluntary and orderly transition (prosperous way down) away from growth without triggering a systemic collapse (Akbulut, 2021).

A central tenet of degrowth is the promotion of a smaller, more equitable and democratic economy, particularly in countries that have surpassed their ecological limits (Figure 3). This vision advocates for a society that prioritizes quality of life, cooperation and solidarity, as opposed to the pursuit of quantity, competition, and excessive consumption (Kallis *et al.*, 2020).

Figure 3. *Fundamental principles of degrowth*



Source: Own elaboration

It revives ideals such as the Aristotelian concept of the good life. It is founded on an ethos of frugality or voluntary simplicity, emphasizing economic relocation and development on a human scale (Hickel, 2020). This approach also champions the ideal of a modern subsistence society, where individuals have reduced reliance on the market and instead prioritize the strengthening of community interdependence (D'Alisa *et al.*, 2014).

The low-carbon economy is proposed as an alternative to the traditional emissions-intensive growth model, promoting a transition to production systems with a reduced environmental impact, as established by the Paris Agreement (COP21). This economy rejects the dominant consumerist logic (Pan *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2022) and proposes a development model that addresses the climate crisis without sacrificing economic welfare.

Nevertheless, from the degrowth perspective, this technological transition, while essential, is insufficient in the absence of a profound shift in consumption patterns, production methods, and cultural values. The degrowth paradigm seeks to challenge the assumption that it is possible to sustain unlimited prosperity on a finite planet, even under low-carbon models, and suggests that the solution lies in reducing the size of the economies of the global North, redistributing resources and promoting more austere, supportive lifestyles that focus on quality of life rather than material consumption (Latouche, 2004; Jackson, 2009).

In this sense, a low-carbon economy could be regarded as a preliminary phase in a more extensive process of post-growth transition, on the condition that it acknowledges the biophysical limitations of the planet and the principles of global environmental justice.

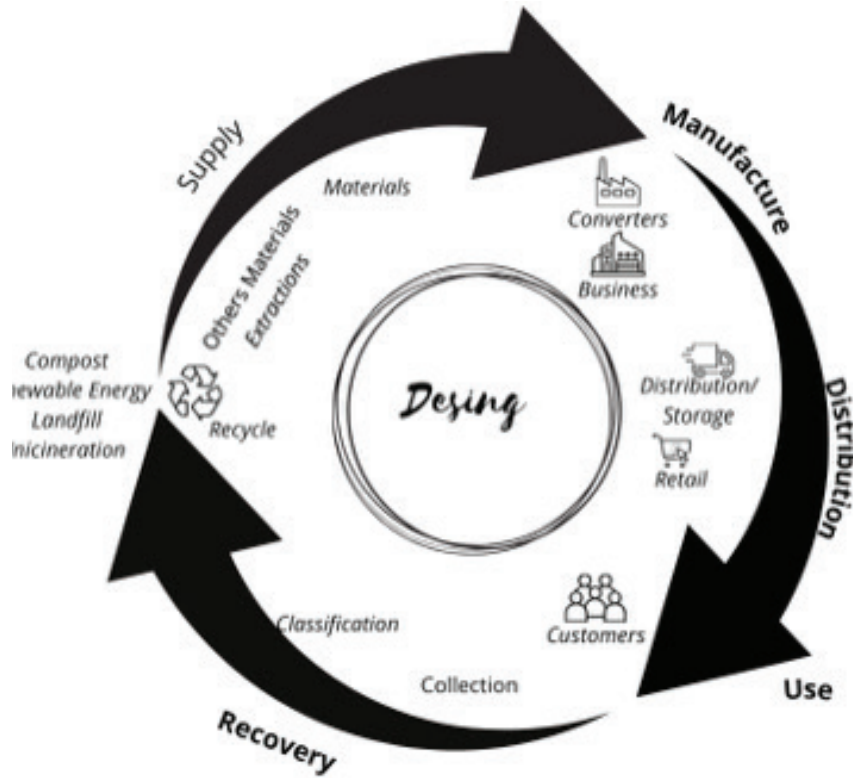
2.2. The circular economy paradigm: foundations and strategic implications

The circular economy is inspired by the principles of the green economy and proposes a profound and systemic shift in the way we understand the processes of production and consumption (Mies and Gold, 2021; Allain *et al.*, 2022). The circular economy is different from the traditional linear economic model. The traditional economic model is based on the idea of taking resources out of the earth, making products, using them, and then throwing them away.

This produces significant environmental impacts, such as the depletion of natural resources, the accumulation of waste, and the emission of greenhouse gases. The circular economy is a new way of thinking about how to use our resources better and reduce waste. It suggests using things again, recycling and remaking products.

This approach, based on sustainability, aims to keep resources in continuous use, avoiding waste and encouraging their reintegration into cycles that mimic how natural ecosystems work (Figure 4).

Figure 4. *Circular economy cycle*



Source: Own elaboration

The concepts of the circular economy have deep historical roots, although they have gained prominence in the last decade. One of the first examples of this idea is an 18th-century plan by François Quesnay. This plan showed how income and products could flow in a circular way, from the perspective of physiocracy, and proposed a comprehensive view of the economic system as a continuous cycle of value flows between productive sectors (Georgescu-Roegen, 1971; Dzhengiz *et al.*, 2023).

A present total of 221 definitions of circular economy have been identified (Kirchherr *et al.*, 2023). This concept, in essence, has different meanings for various actors, which has led to it being considered a term essentially in dispute. This has resulted in some consensus on the means and ends of the concept, but not so on its exact definition (Dzhengiz *et al.*, 2023; Aarikka-Stenroos *et al.*, 2023; Birner *et al.*, 2018).

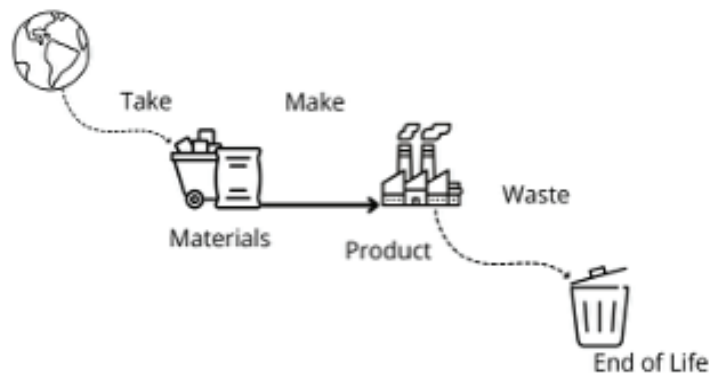
A preliminary analysis of extant definitions reveals two predominant currents within the concept. The first stream is rooted in the definition proposed by the Ellen MacArthur Foundation

(EMAF). The second is the result of the initiatives of a considerable group of scholars who emphasize the production-consumption nexus (Bugaian and Diaconu, 2020; Ratum *et al.*, 2019; Gureva and Deviatkova, 2019).

The EMAF defines the circular economy as a framework for a restorative and regenerative economy by design (MacArthur, 2013). The model is based on three basic principles: a) design to eliminate waste and pollution, b) maintain products and materials in use, and c) regenerate natural systems.

The circular economy is a paradigm break from the traditional linear economic model (Figure 5). It is predicated on a productive approach that is oriented towards economic growth, decoupled from the intensive use of finite resources. The objective of the circular economy is to minimize system waste and generate positive social and environmental impacts.

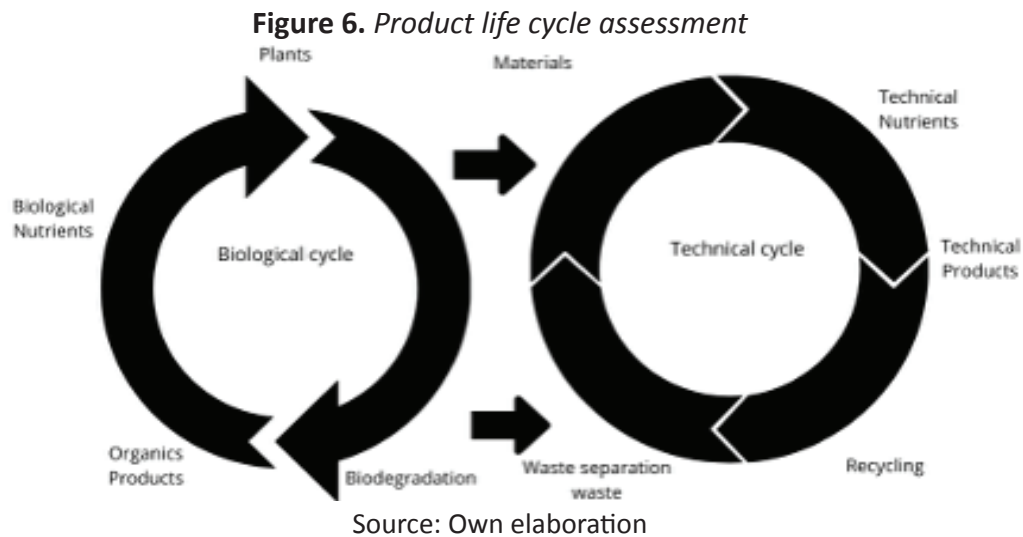
Figure 5. *Linear economic model*



Source: Own elaboration

Beyond the definition proposed by the Ellen MacArthur Foundation (EMAF), various researchers have developed their own definitions, especially from the perspective of the production-consumption nexus. These definitions understand the circular economy as a sustainable development strategy focused on reducing linear flows of materials and energy.

This approach is characterized by its commitment to the efficient recirculation of resources, the incorporation of renewable energies, and the use of cascading strategies that extend the useful life of materials. A distinguishing feature of the circular economy is its emphasis on high-value-added cycles that extend beyond the conventional recycling paradigm. Furthermore, it fosters collaborative and systemic approaches between producers, consumers, and institutions with the aim of effecting a structural transformation of the socioeconomic system (Figure 6).



Likewise, the concept of a circular economy is frequently represented in a simplified way by the 4Rs approach: reduce, reuse, recycle, and recover. The initial three strategies are designed to minimize the use of natural resources and conserve ecological capital, while the fourth (recovery) refers to the conversion of waste into energy, as in the case of incineration.

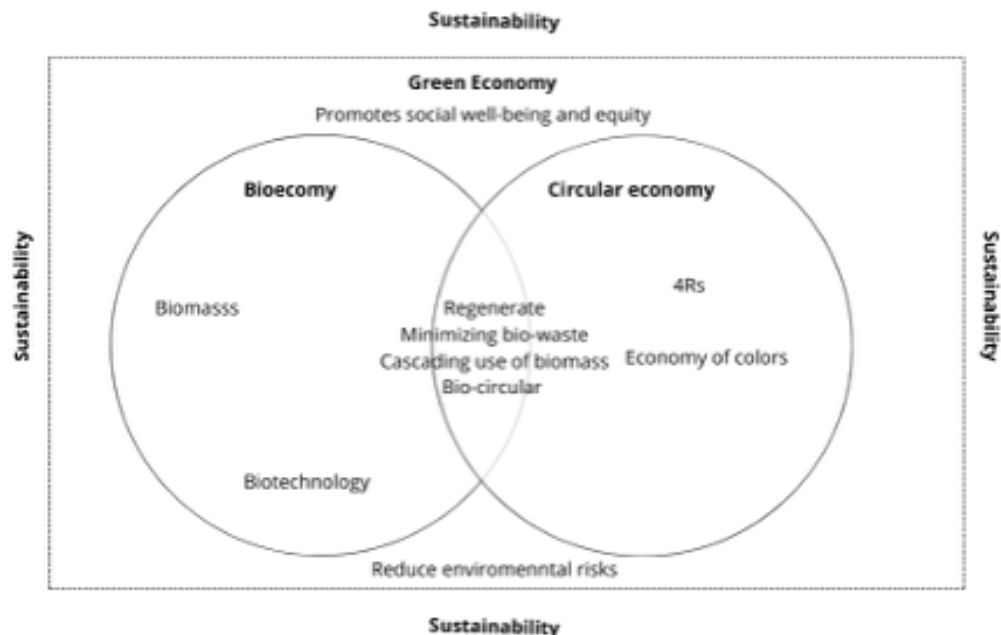
However, it has been established that, in practice, the focus of many circular economy initiatives remains economic prosperity, followed by environmental quality, while the social component of sustainability, human well-being, tends to receive less attention. The fundamental objective of this transition is to overcome the linear model of production and consumption, characterized by constant growth and increasing resource use, and to promote a decoupling between economic growth and environmental pressure.

In essence, the circular economy represents not only a technological change in production and consumption processes but also a structural transformation of the dominant economic model by integrating environmental, social, and economic principles that promote resilience, resource regeneration, and intergenerational equity. The term circular economy is used in literature and policymaking. Other related concepts that are also used a lot include biobased economy, green economy, bioeconomy, and circular bioeconomy.

2.3. The emergence of the bioeconomy: a knowledge-based economic model

The green economy is a way of integrating an economic model that seeks to improve human well-being and social equity while significantly reducing environmental risks and pressures. In simple terms, a green economy can be understood as an economy that uses resources efficiently, does not produce much pollution, and includes the social aspects of society (Figure 7).

Figure 7. Bioeconomy context



Source: Own elaboration

Based on this premise, the bioeconomy, like the circular economy and green economy, has emerged as a prominent field of study in recent years, gathering increasing attention from both scholars and practitioners. The term bioeconomy was first introduced in the 1920s by Baranoff to refer to the economic dynamics of the fisheries sector. In the 1960s, Zeman introduced an enhanced meaning, conceptualizing it as an economic system rooted in the biological foundations of economic processes (Bonaiuti, 2014; Lewandowski, 2018; Rojas-Serrano *et al.*, 2024).

In the 1970s, Georgescu-Roegen established the theoretical basis that established the field of bioeconomics. This approach defines bioeconomics as an economic approach, based on the laws of thermodynamics, that recognizes the profound dependence of economic systems on natural resources, particularly the flows of energy and materials from the biosphere. This viewpoint highlights the physical limits of economic growth and questions the idea that economic growth is unlimited (Bonaiuti, 2014; Lewandowski, 2018; Georgescu-Roegen, 1971).

In the last decade, the bioeconomy has been a major focus in academia and professional fields. International organizations like the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), the United Nations (UN), and the European Union (EU) have promoted the bioeconomy. Because of the clear effects of climate change, several governments have made the bioeconomy a central part of their environmental and sustainability policies.

However, there is no universal definition of the term, which has led to discussions about

what it includes and how it should be understood. According to the European Commission, it refers to activities that produce and transform renewable biological resources from agriculture, forestry, and aquaculture into new products with added value (Dolge *et al.*, 2023).

The German Bioeconomy Council offers a similar definition. They describe the bioeconomy as all the industrial, economic, and related service sectors that deal with the production, processing or use of biomass and biological resources in any form (Efken *et al.*, 2016).

In the United States, the Biomass Research and Development Board (BRDB) uses a different definition. It is based on a definition proposed by Golden and Handfield (2014) as part of its bioeconomy initiative. This definition says that the bioeconomy is a global industrial transition that uses renewable biological resources, like water and land, to make energy, intermediate products, and final products. This has economic, environmental, social and national security implications (BRDB, 2018).

According to McCormick and Kautto (2013), the term is understood as an economic model in which the main components of the production process are based on the use of biological and renewable resources. So, bioeconomic production uses biomass, which is made up of biological materials of plant or animal origin from renewable sources. These materials are transformed by mechanical, biomechanical, thermal, or chemical processes.

Some researchers have said that the bioeconomy is a new and effective way to turn biological resources into goods and services in different economic areas. They also say that it can be used in a way that is good for the environment. These contributions recognize the importance of the bioeconomy for sustainable development and the preservation of quality of life. It also highlights its role as a catalyst for technological innovation.

There are many definitions of the bioeconomy, and it has changed a lot since it was first described by Georgescu-Roegen. These changes have led to two main ideas that are important today. This approach concentrates on the efficient use of different types of biomasses with the aim of gradually replacing fossil fuels and promoting a more sustainable and environmentally responsible production model (Table 2).

Table 2. *Perspectives of the bioeconomy*

Component	Biotechnological view	Biomass view
Origin	1990s and 2000s	2010s
Core	Biotechnology	Value generation from innovation Biomass as a strategic input
Framework	Knowledge economy	Fossil resource substitution

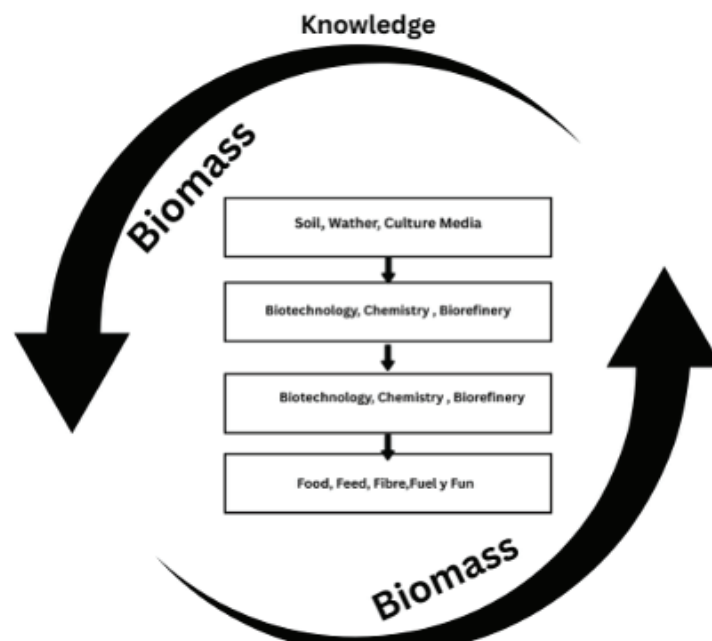
Sector	Biotechnology, scientific research, pharmaceutical.	Agriculture, forestry, fisheries, energy, chemicals.
Objective	Value generation from innovation	Sustainable production by biorefineries
Technological orientation	High intensity in biotechnology R&D	Physical, chemical and biological processing of biomass

Source: Own elaboration

The bioeconomy is distinguished from other economic approaches by its foundation on the living reality of the economy and society. While it was initially associated principally with agricultural and livestock activities, the bioeconomy has since diversified to encompass sectors linked to processing, industry, transportation, trade, and consumption. This diversification is driven by scientific research and innovation.

On the other hand, the biomass bioeconomy has emerged as a fundamental pillar in the structuring of value chains. In this model, products derived from the primary production of biomass advance through transformation, distribution, and marketing processes until they reach the end consumer in the form of food, biomaterials for industrial uses, and bioproducts for consumption (Figure 8).

Figure 8. *Biomass bioeconomy-based value chain*

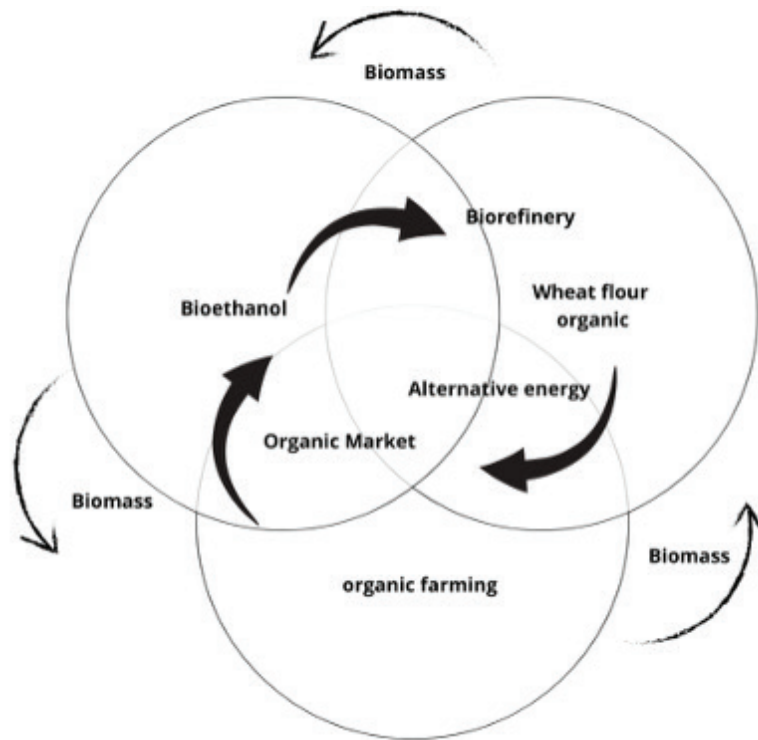


Source: Own elaboration

The biomass bioeconomy's fundamental purpose is the generation of biomass, a renewable resource that provides the basis to produce food, feed, bioproducts, and biofuels. Biotechnology, various chemical technologies, and specialized physical processes play a decisive role in transforming this biomass into more sophisticated and higher value-added products (Mougenot and Doussoulin, 2022; Vogelpohl and Töller, 2021; Aguilar and Twardowski, 2022).

Therefore, biomass bioeconomy-related activities can be divided into several categories (Lewandowski, 2018): a) activities based on the direct use of biological natural resources, b) activities that provide biomass for further processing, c) conventional manufacturing processes that transform this biomass, and d) innovative activities that focus on advanced processing of biomass and/or biomass-derived residues (Figure 9).

Figure 9. *Closed-loop bioeconomy system based on biomass valorization*



Source: Own elaboration

Moreover, the biomass bioeconomy is acknowledged as a pivotal element within sustainable patterns of production and consumption, acquiring mounting pertinence at the national level, within the European Union, and on a global scale. Furthermore, the biomass-based bioeconomy is increasingly recognized as a fundamental element of sustainable production and con-

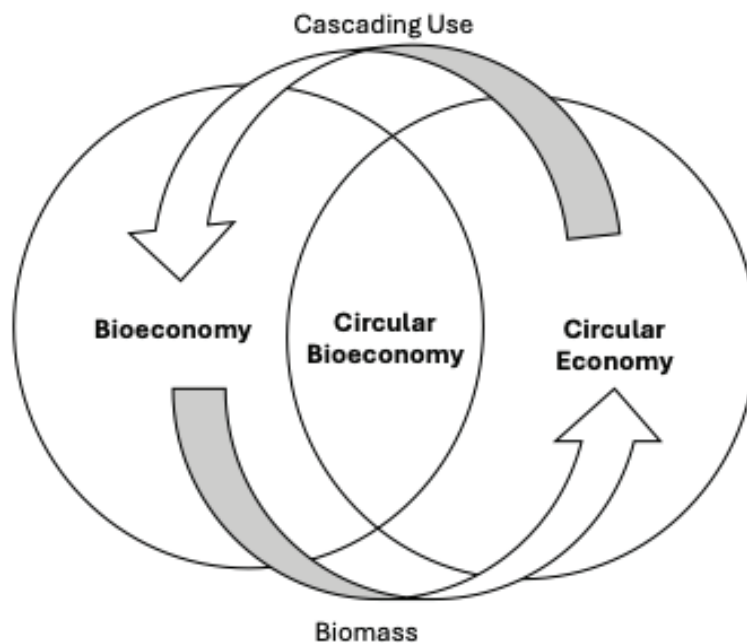
sumption systems, playing a critical role in the global transition toward low-carbon and circular economies. Its importance is steadily growing at multiple levels (nationally, within the European Union, and worldwide) as countries seek to reduce dependence on fossil resources, mitigate climate change, and promote resource efficiency (Adamowicz, 2017).

The conversion of organic waste and renewable biological resources into energy, materials, and high-value products is a key aspect of the biomass bioeconomy, which contributes to environmental sustainability, economic development, and rural revitalization. Policy frameworks such as the European Green Deal and national bioeconomy strategies further underscore its strategic significance for achieving long-term ecological and socio-economic goals (Adamowicz, 2017, Richter *et al.*, 2025).

2.4. The circular bioeconomy: concepts, principles and gaps.

Based on the above, it is possible to affirm that the circular economy and the bioeconomy maintain a strong relationship, linked mainly by their common focus on addressing the environmental challenges arising from climate change and population growth (Figure 10).

Figure 10. *The link between circular and bioeconomy*



Source: Own elaboration based on Muscat *et al.* (2021)

The circular bioeconomy is an innovative approach that combines the bioeconomy and the circular economy. Its goals are to promote sustainable development. It is based on the effi-

cient and responsible use of renewable biological resources (biomass, organic waste, crops, microorganisms and industrial by-products) to produce food, energy, materials, and high-value-added products in a way that regenerates natural ecosystems (Schipfer *et al.*, 2024).

In terms of its objectives, the circular economy promotes a more efficient use of resources and materials by applying the 4R approach (reduce, reuse, recycle, and recover), which contributes significantly to reducing the use of fossil carbon. The circular bioeconomy, on the other hand, focuses on replacing fossil carbon with renewable carbon from biomass and bio-based natural resources. Although both perspectives respond to different logics and mechanisms, they are considered complementary in the transition towards a sustainable development model (Muscat *et al.*, 2021).

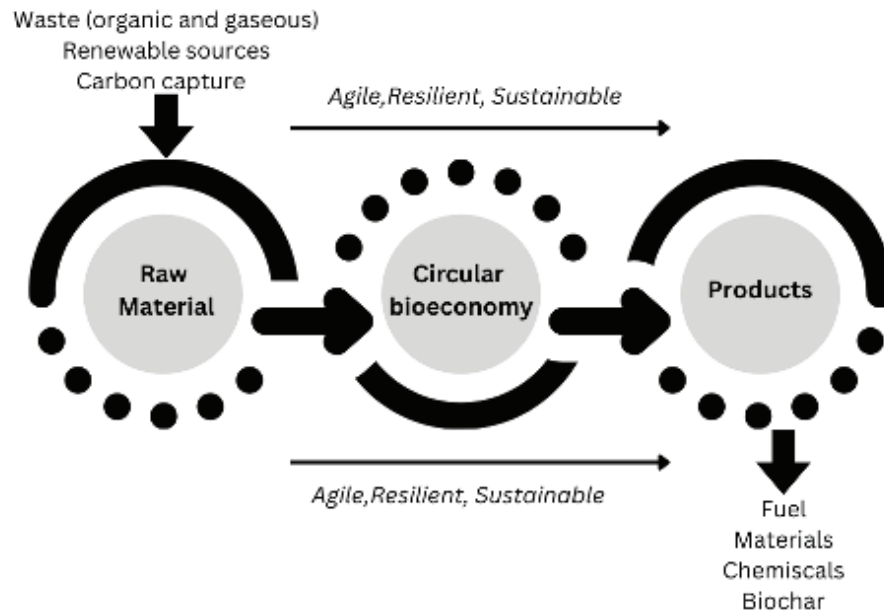
The circular bioeconomy is the combination of the bioeconomy and the circular economy. This idea has become a popular and important approach in industry, academia, and policy-making (Schipfer *et al.*, 2024; Tan and Lamers, 2021). This forward-looking approach suggests an integrated strategy for sustainable resource management and economic development. It does this by transforming the way societies see and use renewable bio-based resources (Salvador *et al.*, 2021; Schipfer *et al.*, 2024; Vivien *et al.*, 2019).

The circular bioeconomy is different from the traditional circular economy. It includes parts of the bioeconomy, such as using biomass and biotechnology to make goods, services, and energy (Schipfer *et al.*, 2024). Biorefineries are a key part of the circular bioeconomy. These are advanced facilities that turn biomass into many valuable products. This helps reduce the use of fossil fuels in the economy.

Unlike the traditional bioeconomy, which only uses biological resources, the circular bioeconomy also works to reduce waste, reuse and recycle materials, and extend the life of products. The goal is to rely less on fossil fuels, reduce environmental damage, and make the economy and the environment stronger.

Some experts (Kardung *et al.*, 2021; Holden *et al.*, 2023; Ubando *et al.*, 2020) have said that we need to develop and integrate circular economy principles within the bioeconomy framework. The circular bioeconomy shares some ideas with the circular economy, but it's different because it includes specific bioeconomy things, like using biomass and biotechnology to make goods, services and energy (Figure 11).

Figure 11. Circular bioeconomy



Source: Own elaboration based on Schipfer, *et al.* (2024)

Some studies have argued that combining these two approaches is key to addressing today's global challenges (Kardung *et al.*, 2021; Holden *et al.*, 2023). A key part of a circular bioeconomy is using biomass as a source of carbon and renewable energy. This is used to make bio-based products in advanced industrial complexes, also known as biorefineries (Leong *et al.*, 2021; Kumar Sarangi *et al.*, 2023). However, there are still important gaps in the research, especially when it comes to using business models that are part of a circular economy in the bioeconomy (Muscat *et al.*, 2021).

Research is needed to improve the management of bio-based renewable resources using circular principles to make productive systems more efficient, resilient, and sustainable (Muscat *et al.*, 2021). These gaps show that it is urgent to connect the circular economy and the bioeconomy (Table 3). This connection should be made in technical, systemic, and intersectoral ways. This will help create sustainable development models.

Table 3. *Key gaps in circular bioeconomy*

Gap	Description	Opportunities
Framework and indicators	Lack of comprehensive frameworks and understanding of relevant indicators for the circular bioeconomy. This gap hinders the effective application of circular bioeconomy principles in bio-based products.	Need for tailored sustainability indicators and a specific set of indicators to foster a more integrated approach to sustainability assessment.
Standardization and Monitoring	The transition to a circular bioeconomy is complex, involving environmental and social risks. There is an uneven distribution of indicators among sustainability pillars and a lack of standardized monitoring frameworks, particularly at regional and product levels.	Generating and standardizing regional and global indicators to monitor actions taken and goals achieved.

Source: Own elaboration based on Muscat *et al.* (2021)

Therefore, there is still no clear and consistent way to identify, design and apply specific indicators for the circular bioeconomy. This makes it hard to know how well the bioeconomy is doing and what problems it is facing. This lack of structure has also made it difficult to fully understand these indicators and include them in the decision-making processes at the industrial and political levels. This makes it hard to standardize and effectively monitor them.

For this reason, it is necessary to deepen the ways the circular economy and the circular bioeconomy work together, since the identified gaps refer to the efficient management of renewable resources of organic origin. Therefore, it is important to create studies that combine different fields of study to understand the complexity of the issue and to combine technological and socio-economic views to ensure sustainable development.

According to Gursel *et al.* (2023), the biological part needs more careful study of important cycles in nature (like the cycles of carbon, nitrogen, and phosphorus) because we don't yet understand them in the context of bioeconomical systems. This is a problem for environmental policymakers and companies that want to achieve full circularity in biological flows.

The bioeconomy concept and model, although still in the process of construction and consolidation, represent a promising alternative to the hegemonic economic model, offering new ways to address contemporary socio-environmental challenges. It is all-encompassing, which means it can change how we produce things to be more sustainable (Frisvold *et al.*, 2021; Richter *et al.*, 2025).

It has the potential to profoundly impact various aspects of society, including the way governance is conducted, the development of novel technologies, patterns of consumption, and the operation of businesses. Consequently, these shifts, when taken together, have the potential to profoundly alter the functioning of the economy. The objective is to cultivate an economically prosperous and environmentally sustainable paradigm.

3. Mexico's Circular Bioeconomy Outlook

The circular bioeconomy has emerged as a promising approach to balancing economic development with environmental sustainability. The integration of bioeconomy principles, emphasizing the sustainable use of biological resources, with the systemic logic of circularity, which seeks to complete material and energy cycles, offers a pathway to a regenerative and low-carbon economy. For a country like Mexico, endowed with extraordinary biodiversity and a rich variety of ecosystems, the circular bioeconomy represents both an opportunity and a challenge.

3.1. Mexico's natural capital: biological diversity and conservation challenges

Mexico is considered one of the world's most megadiverse countries, hosting approximately 12% of global biodiversity. It possesses over 200 ecosystems, spanning forests, deserts, mountains, and coastlines (CONABIO, 2016). This natural wealth is matched by a significant biological productive base, with agriculture, forestry, and fisheries contributing nearly 4% to Mexico's GDP and employing over 12% of the national labor force (INEGI, 2022).

This biological wealth provides vital ecosystem services that support not only environmental integrity but also key sectors of the national economy. These services include carbon sequestration, water regulation, pollination, soil fertility, erosion control, and natural disaster mitigation. The agricultural sector, which employs approximately 12% of the national workforce, is highly dependent on the ecological functions sustained by healthy soils, freshwater systems, and pollinator populations (INEGI, 2022).

Tourism, which contributes over 8% of Mexico's GDP (INEGI, 2022), is also heavily reliant on natural landscapes and biodiversity hotspots such as coastal reefs, forests, and protected natural areas. Forest ecosystems provide a source of livelihoods through timber, non-timber forest products, and carbon markets, especially in communities engaged in sustainable forest management programs.

Despite its natural wealth, Mexico is experiencing increasing pressure on its natural capital. The nation experiences an estimated annual deforestation of 150,000 hectares, primarily attributable to agricultural expansion, urbanization, and illicit logging practices (CONAFOR, 2020). Wetlands and mangroves are being degraded by the development of tourism infrastructure, pollution, and aquaculture activities. The Mexican government currently lists more than 2,500 species as endangered, with amphibians and endemic plants among the most vulnerable (CONABIO, 2016).

The nation's water resources are also under significant strain, with nearly 40% of its aquifers being overdrawn, resulting in ecosystem imbalances, particularly in arid and semi-arid regions (CONABIO, 2016). The impacts of climate change, including more frequent droughts, extreme weather events, and shifts in species distributions, further exacerbate pressures on biodiversity.

• • • •

The government of Mexico has developed a comprehensive instrument for conservation over the past decades. The establishment of more than 180 federal protected natural areas (PNAs), which cover nearly 13% of the national territory, represents a cornerstone of biodiversity policy (CONANP, 2020). However, many of these areas face challenges such as inadequate funding, limited staffing, and ineffective enforcement.

Efforts such as the Payment for Ecosystem Services (PES), administered by the National Forestry Commission (CONAFOR), have demonstrated potential in incentivizing conservation among forest-owning communities. Similarly, initiatives led by the National Commission for Protected Natural Areas (CONANP) have promoted co-management models with local actors. Nevertheless, interinstitutional coordination remains limited, and environmental policies are often not integrated into broader economic planning.

On the other hand, more than 60% of Mexico's territory is communal or ejidal, and many indigenous communities manage large areas of forests and other ecosystems. These communities possess traditional ecological knowledge that contributes to sustainable land use and conservation (CONAFOR, 2020). Nevertheless, their involvement in formal environmental governance has frequently been marginalized.

Recognizing and strengthening community-based conservation initiatives is imperative. Examples such as the forest cooperatives in Oaxaca and the agroecological practices in the Yucatán Peninsula demonstrate the effectiveness of culturally rooted, bottom-up strategies in preserving biodiversity and maintaining ecosystem functions (Reyes Heredia *et al.*, 2022). The presence of natural wealth, productive potential, and self-management capacity in Mexico's indigenous communities indicates the necessity of the implementation of public policy strategies that integrate natural capital into sustainable economic activity.

3.2. Circular Bioeconomy: an opportunity for Mexico?

The transition toward a circular bioeconomy represents a strategic and timely opportunity to integrate natural capital more effectively into Mexico's production systems. This paradigm shift involves replacing linear, fossil-based models with regenerative systems that emphasize the sustainable use of biomass, the restoration of ecosystem functions, and the closure of material and energy loops (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020).

In the Mexican context, characterized by exceptional biological wealth that is simultaneously under threat, this model demonstrates the potential to reconcile environmental conservation, scientific and technological innovation, and inclusive socioeconomic development. Mexico's considerable natural capital, comprising fertile soils, hydrological basins, forest resources, and a substantial degree of terrestrial and marine biodiversity, represents a pivotal asset for the promotion of a regenerative circular bioeconomy (World Bank, 2021).

Conventional economic planning has historically underestimated or externalized this capital. The circular bioeconomy aims to address this imbalance by incorporating ecosystem services into productive processes as quantifiable and strategic assets.

From an economic perspective, the circular bioeconomy is a system that utilizes agricultural, forestry, and organic byproducts in a sustainable manner to produce bioenergy, bioplastics, biofertilizers, and high-value biochemicals. It also promotes the agroecological transformation of productive systems, the valorization of agricultural by-products, and the low-carbon reindustrialization of strategic sectors such as agri-food, forestry, and fisheries. These practices contribute to environmental restoration and rural development, and their progress can be tracked through key indicators, including

1. Biomass valorization ratio (percentage of total biomass waste reintegrated into productive processes),
2. Carbon sequestration capacity (measured in CO₂-equivalent tons captured through agroforestry or regenerative agriculture),
3. Soil health indices (e.g., organic matter content, nutrient cycling rates),
4. Circular input rate (share of recycled or bio-based materials in production),
5. Biodiversity richness index in managed landscapes,
6. Water reuse and efficiency rates in agricultural and industrial systems, and
7. Rural employment generation in bio-based value chains.

The successful integration of natural capital into a circular bioeconomy framework requires robust institutional infrastructure and enabling policy instruments. The relevant factors include

1. Environmental accounting systems that reflect the true ecological cost and value of ecosystem services;
2. Biomass traceability and certification mechanisms to ensure sustainable harvesting and use;
3. Regulatory frameworks that incentivize circular design, eco-innovation, and extended producer responsibility;
4. Fiscal incentives and public procurement policies favoring bio-based and circular products;
5. Monitoring and evaluation systems using indicators such as the Bioeconomy Contribution Index (measuring the share of GDP and employment from circular bio-based sectors) and the Circular Material Use Rate (CMUR) adapted to biomass flows.

Empirical evidence from localized initiatives, such as silvopastoral systems in Oaxaca, community forest enterprises in Michoacán, and emerging biorefinery clusters in Jalisco, underscores

the potential of circular bioeconomy models rooted in local ecological knowledge, technological adaptation, and sustainable resource governance (Reyes Heredia *et al.*, 2022).

These initiatives are indicative of a significant yet frequently overlooked strength of Mexico: its capacity for place-based innovation driven by community agency, cultural traditions, and ecological stewardship. In particular, the ejido and communal land systems provide institutional frameworks through which bioeconomy practices can be grounded in long-term resource management, collective benefit sharing, and localized decision-making. These grassroots experiences have successfully demonstrated the integration of biodiversity conservation, rural employment, and climate resilience within bio-based value chains.

However, the current bioeconomy landscape in Mexico remains fragmented, with limited articulation between national policies and territorial realities. While the federal government has acknowledged the relevance of the bioeconomy through strategic documents such as the National Bioeconomy Plan (Plan Nacional de Bioeconomía) and the Sectoral Program for Agriculture and Rural Development (2020–2024), these efforts remain largely technocratic and insufficiently aligned with circularity principles or community-based governance models.

Furthermore, most policy instruments prioritize biotechnology, agribusiness competitiveness, and export-led growth rather than emphasizing circular material flows, ecosystem regeneration, or social equity.

The successful implementation of localized models necessitates a paradigm shift in public policy and governance. This includes the reinforcement of multi-level governance mechanisms that connect federal institutions with municipal and community governance systems, the promotion of policy coherence across environmental, agricultural, and innovation sectors, and the acknowledgement of the ecological and economic value of ecosystem services through national accounting systems.

The emergence of a coherent circular bioeconomy agenda is hindered by institutional constraints, including weak interagency coordination, limited territorial planning capacity, and the exclusion of Indigenous and campesino voices from formal consultation processes. Moreover, inadequate access to financial resources, regulatory flexibility, and investment in research and development focused on small-scale bio-based innovations persist as challenges.

Moreover, the pressing nature of the climate and biodiversity crises underscores the need for a more transformative approach to the bioeconomy. This approach must move beyond mere technological substitution and shift towards the development of regenerative socio-ecological systems. In this regard, the circular bioeconomy offers not just a productive reconfiguration but a normative reorientation of economic models, grounded in environmental limits, intergenerational justice, and biocultural diversity.

In conclusion, the circular bioeconomy in Mexico must be conceived not merely as a niche economic sector but as a systemic transition strategy embedded in the country's rich territorial diversity and sociocultural heritage. A multisectoral and multifaceted approach is required to

realize its transformative potential. This approach must integrate scientific research, territorial governance, inclusive public policy, and responsible private sector engagement. It is imperative that this vision prioritize the active involvement and rights of Indigenous and rural communities.

The ecological knowledge, land tenure systems, and productive practices of these communities are indispensable to sustainability. It is imperative to recognize that the circular bioeconomy, when integrated and centered on equity, holds the potential to meaningfully contribute to climate adaptation, biodiversity protection, rural revitalization, and the realization of a sustainable and inclusive future for Mexico.

3.3. From waste to wealth: sector-based indicators for advancing Mexico's Circular Bioeconomy

In Mexico, the advancement of a systemic transition towards a circular bioeconomy is contingent upon the development of robust and context-sensitive indicators that capture both the progress and the potential of this transformation. These indicators should not only assess current levels of circularity and sustainability but also guide the design of policies, investment strategies, and territorial planning. A particularly strategic approach involves the identification and classification of residual biomass flows by type of bioindustry, which allows for the quantification and qualification of waste streams and their potential reintegration into productive cycles. Quantitatively, this approach demands the implementation of standardized metrics to monitor pivotal dimensions of the bioeconomy-circularity interface, including:

1. The conversion of waste into resources is measured and analyzed according to the specific sector involved, such as agriculture, forestry, fisheries, and agri-food processing.
2. The term biomass valorization indices refer to the measurement of the proportion of residual materials that are converted into bioenergy, biofertilizers, bioplastics, or biochemicals.
3. The Circular Input Rate (CIR) is a metric indicating the proportion of recycled or reused biomass within each bioindustry.
4. The potential for carbon abatement is predicated on the substitution of fossil-intensive inputs with bio-based alternatives.
5. The economic value generated per ton of biomass waste enables a comparative analysis across sectors.
6. The creation of employment opportunities in a sustainable manner, particularly within bioindustrial recovery chains and downstream processes, is a critical aspect of environmental policy.

From a qualitative approach, the development of transition indicators must also consider the following aspects:

1. The institutional and governance capacity to manage residual flows is comprised of several components, including territorial articulation, traceability systems, and local regulations.
2. The environmental co-benefits of revalorized waste streams include improved soil quality, reduced pollution, and enhanced ecosystem resilience.
3. The degree to which bioindustrial sectors incorporate R&D, local knowledge, and eco-design principles into circular strategies is indicative of their knowledge intensity and innovation potential.
4. The integration of indigenous peoples into the formal economy is achieved through their incorporation into the value chain.

A multidimensional indicator framework rooted in both quantitative metrics and qualitative assessments can function as a strategic instrument for transition monitoring, scenario planning, and adaptive policy design. This initiative has the potential to unveil the latent value inherent in Mexico's biomass waste streams and to provide a framework for the implementation of a circular bioeconomy across various sectors and regions, with a focus on social inclusion and environmental sustainability.

4. Conclusions

In response to the urgent need to move towards more sustainable, resilient, and regenerative economic models, the circular bioeconomy is emerging as a promising approach. This work shows that the circular bioeconomy is not a separate entity but rather the result of a conceptual convergence between the bioeconomy and the circular economy—both of which have evolved from earlier paradigms such as sustainability, the green economy, and ecological economics.

This analysis showed that the circular bioeconomy introduces a systemic perspective that combines the valorization of biological resources with principles of circularity, thereby overcoming the limitations of previous approaches that tended to reproduce linear patterns of production and consumption.

A persistent conceptual ambiguity surrounds the term “circular bioeconomy,” which hinders its effective incorporation into public policy frameworks and regulatory instruments. Moreover, there is an absence of standardized metrics to evaluate the environmental, economic, and social performance of circular bioeconomy initiatives. The absence of metrics has been identified as a significant impediment to the effective monitoring and scaling of these systems.

The study also reveals limited institutional and territorial coordination. Rural and Indigenous communities, despite their critical role in managing biodiversity-rich landscapes, remain largely excluded from the design and implementation of circular bioeconomy strategies. However, several localized initiatives in Mexico, such as agroforestry systems, community biorefineries, and silvopastoral practices, illustrate the country's significant potential to develop inclusive and context-sensitive circular bioeconomy models.

In this context, the circular bioeconomy has the potential to offer Mexico a broad scope of quantitative and qualitative benefits. Quantitative studies from analogous regions indicate that the implementation of circular bioeconomy strategies could potentially result in the following outcomes (Rojas *et al.*, 2024; Medina *et al.*, 2024):

1. Increase biomass utilization efficiency by over 30%, reducing agricultural waste and improving energy recovery,
2. Generate up to 1.5 million new green jobs, particularly in rural areas, through bio-based value chains;
3. Enhance carbon sequestration by 25% in managed agroecosystems through regenerative practices;
4. Improve rural incomes by 20–40% through the diversification of circular bio-based enterprises;
5. Contribute up to 8% of national GDP if effectively scaled and integrated with existing rural development programs.

From a qualitative perspective, the circular bioeconomy fosters the following:

- Greater territorial cohesion by linking local knowledge systems with sustainable production;
- Enhanced community resilience through ecosystem restoration and food sovereignty;
- Cultural revitalization by valuing Indigenous agroecological practices and collective land management;
- Social equity through inclusive governance models and participatory innovation.

However, the study is not infallible and recognizes its own limitations. As an exploratory and theoretical contribution, it does not include empirical case studies or quantitative modeling. A salient challenge encountered during the research process pertained to the paucity of academic literature and systematized data concerning the circular bioeconomy in Mexico and Latin America. This discrepancy underscores a dual limitation and opportunity: the absence of local research emphasizes the necessity for more in-depth, context-specific studies that can inform evidence-based policymaking and fully actualize the potential of the circular bioeconomy in the region.

References

- Aarikka-Stenroos, L., P. Ritala, and L.D. Thomas. 2021. "Circular economy ecosystems: A typology, definitions, and implications", in S. Teerikangas, T. Onkila, K. Koistinen, and M. Mäkelä (eds.), *Research Handbook of Sustainability Agency*, Massachusetts, Edward Elgar Publishing Ltd. <https://doi.org/10.4337/9781789906035.00024>
- Adamowicz, M. 2017. "Bioeconomy—concept, application and perspectives", *Zagadnienia ekonomicznej rolni*, 1 (350): 29-49.
- Aguilar, A., and T. Twardowski. 2022. "Bioeconomy in a changing word", *EFB Bioeconomy Journal*, 2, 100041.
- Akbulut, B. 2021. "Degrowth". *Rethinking Marxism*, 33(1): 98-110.
- Allain, S., J. F. Ruault, M. Moraine, and S. Madelrieux. 2022. "The bioeconomics vs bioeconomy debate: Beyond criticism, advancing research fronts", *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 42: 58-73. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.11.004>
- Anderson, D. A. 2019. *Environmental economics and natural resource management*. Routledge.
- Berta, N., R. Debref, and F. D. Vivien. 2021. "Economics and the Environment since the 1950s: An Overview", *Papers in Political Economy*, 79(1): 7-30. <https://shs.cairn.info/journal-papers-in-political-economy-2021-1-page-7?lang=en>.
- Biomass Research and Development Board (BRDB). 2018. Annual BRDI-Specific Recommendations, https://biomassboard.gov/sites/default/files/pdfs/TAC-2018_BRDI_Annual_Recommendations_Final.pdf
- Birner, R. 2018. "Bioeconomy concepts", in I. Lewandowski (Editor), *Bioeconomy: Shaping the transition to a sustainable*, Springer, 17-38.
- Bonaiuti, M. 2014. *The great transition*. Routledge.
- Bookchin, M. 1962. *Our synthetic environment*. Alfred A. Knopf.
- Bugaian, L., and C. Diaconu. 2020. "Circular economy: concepts and principles", *Journal of Social Sciences*, (2): 5-12.
- Caradonna, J. L. 2022. *Sustainability: A history*. Oxford University Press.
- Carson, R. 1962. *Silent spring*. Houghton Mifflin.
- Cato, M. S. 2012. *Green economics: an introduction to theory, policy and practice*. Routledge.
- Common, M., and S. Stagl. 2005. *Ecological economics: an introduction*. Cambridge University Press.
- Commoner, B. 1971. *The closing circle: Nature, man, and technology*. Alfred A. Knopf.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2020. *Áreas Naturales Protegidas de México*. <https://www.gob.mx/conanp>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2016. *La biodiversidad en cifras*. <https://www.biodiversidad.gob.mx>
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2020. *Informe de resultados del Programa de Pago por Servicios Ambientales*. <https://www.gob.mx/conafor>

- Costanza, R., J. H. Cumberland, H. Daly, R. Goodland, and R. B. Norgaard. 1997. *An introduction to ecological economics*. Crc Press.
- Daly, H. E., and J. Farley. 2011. *Ecological economics: principles and applications*. Island press.
- Dolge, K., L. Balode, K. Laktuka, V. Kirsanovs, A. Barisa, and A. Kubule. 2023. "A comparative analysis of bioeconomy development in European Union Countries", *Environmental management*, 71(2): 215-233.
- Dzhengiz, T., E. M. Miller, J. P. Ovaska, and S. Patala. 2023. "Unpacking the circular economy: A problematizing review", *International Journal of Management Reviews*, 25(2): 270-296.
- D'Alisa, G., F. Demaria and G. Kallis. (Eds.). 2014. *Degrowth: A vocabulary for a new era*. Routledge
- Ehrlich, P. R. 1968. *The population bomb*. Ballantine Books.
- Efken, J., W. Dirksmeyer, P. Kreins and M. Knecht. 2016. "Measuring the importance of the bioeconomy in Germany: Concept and illustration". *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 77(1): 9-17.
- Frisvold, G. B., S. M. Moss, A. Hodgson, and M.E. Maxon. 2021. "Understanding the US bioeconomy: A new definition and landscape". *Sustainability*, 13(4): 1627.
- Georgescu-Roegen, N. 1971. *The entropy law and the economic process*. Harvard University Press.
- Golden, J. S., and R. B. Handfield. 2014. *Why biobased Opportunities in the Emerging Bioeconomy*, <https://bbia.org.uk/wp-content/uploads/2015/06/WhyBiobased.pdf>
- Gureva, M. A. and Y. Deviatkova. 2019. "Formation of the Concept of a Circular Economy", *Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(21): 23-34.
- Gursel, I. V., B. Elbersen, and K. P. Meesters. 2023. "Monitoring circular biobased economy—Systematic review of circularity indicators at the micro level", *Resources, Conservation and Recycling*, 197, 107104.
- Hanley, N., J.F. Shogren, B. White and B. White. 2019. *Introduction to environmental economics*. Oxford University Press.
- Hickel, J. 2020. *Less is more: How degrowth will save the world*. Random House.
- Holden, N. M., A. M. Neill, J. C. Stout, D. O'Brien and M.A. Morris. 2023. "Biocircularity: a framework to define sustainable, circular bioeconomy", *Circular Economy and Sustainability*, 3(1): 77-91.
- Hu, N., and B. Zheng. 2023. "Natural resources, education, and green economic development". *Resources Policy*, 86, 104053.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2022. *Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM)*. <https://www.inegi.org.mx>
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. <https://ipbes.net/global-assessment>
- Jackson, T. (2009). *Prosperity without growth: Economics for a finite planet*. Earthscan.
- Kallis, G., and G. Kallis. 2018. *Degrowth* (Vol. 7). Newcastle upon Tyne: Agenda publishing.

- Kallis, G., S. Paulson, G. D'Alisa, and F. Demaria. 2020. *The case for degrowth*. John Wiley & Sons
- Kardung, M., K. Cingiz, O. Costenoble, R. Delahaye, W. Heijman, M. Lovrić, and B. X. Zhu. 2021. "Development of the circular bioeconomy: Drivers and indicators", *Sustainability*, 13(1): 413.
- Kirchherr, J., N. H. N. Yang, F. Schulze-Spüntrup, M. J. Heerink, and K. Hartley. 2023. "Conceptualizing the circular economy (revisited): an analysis of 221 definitions", *Resources, conservation and recycling*, 194, 107001.
- Kumar Sarangi, P., S. Subudhi, L. Bhatia, K. Saha, D. Mudgil, K. Prasad Shadangi, and R. K. Arya. 2023. "Utilization of agricultural waste biomass and recycling toward circular bioeconomy", *Environmental Science and Pollution Research*, 30(4): 8526-8539.
- Latouche, S. 2004. "Degrowth economics". *Le Monde Diplomatique*, <https://mondediplo.com/2004/11/14latouche>
- Leong, H. Y., C. K. Chang, K.S. Khoo, K. W. Chew, S. R. Chia, J. W. Lim, and P. L. Show. 2021. "Waste biorefinery towards a sustainable circular bioeconomy: a solution to global issues", *Bio-technology for Biofuels*, 14:1-15.
- Lewandowski, I. 2018. *Bioeconomy: Shaping the transition to a sustainable, biobased economy*. Springer nature.
- Löwy, M. 2018. "Which Politics are Necessary in the Age of Ecological Crisis?". *Crisis & Critique*, 9(2): 295-302.
- Mastini, R., G. Kallis, and J. Hickel. 2021. "A green new deal without growth?", *Ecological economics*, 179, 106832
- MacArthur, E. 2013. "Towards the circular economy", *Journal of Industrial Ecology*, 2(1): 23-44.
- McCormick, K., and N. Kautto. 2013. "The bioeconomy in Europe: An overview", *Sustainability*, 5(6): 2589-2608
- Meade, J. E. 2024. *The theory of economic externalities: The control of environmental pollution and similar social costs* (Vol. 2). Martinus Nijhoff Publishers.
- Mies, A., and S. Gold. 2021. "Mapping the social dimension of the circular economy", *Journal of Cleaner Production*, 321, 128960.
- Mohan, S. V., S. Dahiya, K. Amulya, R. Katakojwala, and T. K. Vanitha. 2019. "Can circular bioeconomy be fueled by waste biorefineries—A closer look", *Bioresource Technology Reports*, 7, 100277.
- Medina, P., M. Morales, and C. González. (2024). "Bioinsumos y bioeconomía circular contra el cambio climático: Alianza para la productividad, regeneración de suelos y captura de carbono en la agricultura de México, Biofábrica Siglo XXI". *C3-BIOECONOMY: Circular and Sustainable Bioeconomy*, (5): 125-142. <https://doi.org/10.21071/c3b.vi5.17771>
- Mougenot, B., and J. P. Doussoulin. 2022. "Conceptual evolution of the bioeconomy: a bibliometric analysis", *Environment, Development and Sustainability*, 24(1): 1031-1047.

- Muscat, A., E. M. de Olde, R. Ripoll-Bosch, H. H. Van Zanten, T. A. Metze, C. J. Termeer, and I. J. de Boer. 2021. "Principles, drivers and opportunities of a circular bioeconomy", *Nature Food*, 2(8): 561-566.
- Myers, D. 2022. *Construction economics: A new approach*. Routledge
- Nikolaou, I. E., N. Jones, and A. Stefanakis. 2021. "Circular economy and sustainability: the past, the present and the future directions", *Circular Economy and Sustainability*, 1: 1-20.
- Pan, J., G. Zhuang, Y. Zheng, S. Zhu, and Q. Xie. 2022. "Clarification of the Concept of a Low-carbon Economy and the Analysis of Its Core Elements", in J. Pan (Editor), *Political Economy of China's Climate Policy*, Singapore: Springer Nature Singapore.
- Ratum, A. P., A. Sachari, and D. Wahjudi. 2019. "A Review on Circular Design Guideliness by Ideo and Ellen Macarthur Foundation", *E-Proceedings Pascasarjana ISBI Bandung*, 1(1): 61-70.
- Reader, S., and G. Brock. (Eds.). (2024). *A Philosophy of Need*. Cambridge University Press.
- Reyes Heredia, J., O. Lozano Carrillo, P. Couturier Bañuelos, and A. Mendoza Hernández. 2022. *Diálogos sobre economía social y solidaria en el entorno actual*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Richter, S., N. Szarka, A. Bezama, and D. Thrän. 2025. "Enhancing the circular bioeconomy transition in Germany: A systematic scenario analysis", *Sustainable Production and Consumption*, 53: 125-146.
- Rojas-Serrano, F., G. Garcia-Garcia, C. Parra-López, and S. Sayadi-Gmada. 2024. "Sustainability, circular economy and bioeconomy: A conceptual review and integration into the notion of sustainable circular bioeconomy", *New Medit*, 23(2): 3-22.
- Rojas, M. M. R., K. V. Sandoval, and J. D. J. B Paz. (2024). "Bioeconomía circular, una oportunidad de agregar valor y aumentar la competitividad de la cadena de valor leche-queso en México", *Nova Scientia*, 16(33): 1-12.
- Salvador, R., F. N. Puglieri, A. Halog, F. G- de Andrade, C. M. Piekarski, and A. C. De Francisco. 2021. "Key aspects for designing business models for a circular bioeconomy", *Journal of Cleaner Production*, 278, 124341.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2020. *Informe de la situación del medio ambiente en México*. <https://www.gob.mx/semarnat>
- Setioningtyas, W. P., C. B. Illés, A. Dunay, A. Hadi, and T. S. Wibowo. 2022. "Environmental economics and the SDGs: a review of their relationships and barriers", *Sustainability*, 14(12): 7513.
- Schipfer, F., P. Burli, U. Fritsche, C. Hennig, F. Stricker, M. Wirth, and S. Serna-Loaiza. 2024. "The circular bioeconomy: a driver for system integration", *Energy, Sustainability and Society*, 14(1): 34.
- Schumacher, E. F. 1973. *Small is beautiful: Economics as if people mattered*. Blond & Briggs
- Sen, A. 1999. "Development as freedom", in J. T. Roberts, A. B. Hite, and N. Chorev (Eds), *The globalization and development reader: Perspectives on development and global change*, Wiley Blackwell.

- Stavins, R. 2007. "Environmental economics", *Working Paper Series National Bureau of Economic Research*, 13574.
- Stern, N. 2007. *The economics of climate change: the Stern review*. Cambridge University press.
- Tan, E. C., and P. Lamers. 2021. "Circular bioeconomy concepts—a perspective", *Frontiers in sustainability*, 2, 701509.
- Tietenberg, T., and L. Lewis. 2023. *Environmental and natural resource economics*. Routledge.
- Thiele, L. P. 2024. *Sustainability*. John Wiley & Sons.
- Vivien, F. D., M. Nieddu, N. Befort, R. Debref, and M. Giampietro. 2019. "The hijacking of the bioeconomy", *Ecological Economics*, 159: 189-197.
- Vogelpohl, T., and A. E. Töller. 2021. "Perspectives on the bioeconomy as an emerging policy field", *Journal of Environmental Policy & Planning*, 23(2): 143-151.
- Ubando, A. T., C. B. Felix, and W. H. Chen. 2020. "Biorefineries in circular bioeconomy: A comprehensive review", *Bioresource Technology*, 299, 122585.
- Wang, J., Y. Zhou, and F. L. Cooke. 2022, "Low-carbon economy and policy implications: A systematic review and bibliometric analysis", *Environmental Science and Pollution Research*, 29(43): 65432-65451.
- World Bank. (2021). *Country Environmental Analysis: Mexico*. <https://www.worldbank.org>
- Zhironkin, S., and M. Cehlár. 2022. "Green economy and sustainable development: The outlook", *Energies*, 15(3): 1167.
- Zvarych, R., O. Masna, and I. Rivilis. 2022. "Methodological principles of the formation the concept of green economy", *Herald of Economics*, (4): 131-144.



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

Revista de Economía,

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán

Modelo bioeconómico y simulador de escenarios para el aprovechamiento sostenible de pesquerías en México

Bioeconomic model and scenario simulator for the sustainable utilization of fisheries in Mexico

Miriam Del Valle Morales¹

Resumen

Se presenta un modelo bioeconómico con optimización dinámica para maximizar las ganancias generadas por el aprovechamiento de especies marinas. Como condición esencial, se establece y demuestra en este artículo una relación de orden de crecimiento entre el precio y el costo necesaria para la aplicabilidad del modelo. Además, se introduce el diseño original de un simulador computacional (una aplicación de Matlab®) que permite planificar vedas y esfuerzos pesqueros para obtener ganancias máximas corto, mediano y largo plazo. El simulador proporciona los valores correspondientes en cualquier período, con tasas de descuento ajustables según las condiciones del usuario. Entre sus funcionalidades, el simulador determina el mínimo esfuerzo con el que debe contar una pesquería, así como el valor mínimo que se debe fijar para la biomasa residual como estándar de preservación de la especie. De este modo, cualquier pesquería puede analizar, si dispone de las unidades de esfuerzo necesarias para implementar el modelo, y evaluar su viabilidad económica durante períodos de veda inicial. Por ejemplo, podría decidir si es más conveniente esperar hasta el inicio de la captura o invertir en otro proyecto temporalmente. En síntesis, el simulador permite a las pesquerías evaluar distintos escenarios y tomar decisiones óptimas sobre la aplicación (o no) del modelo según sus intereses. Con el fin de mostrar su funcionamiento, se empleó la aplicación con datos reales de dos especies mexicanas.

Palabras clave: modelo bioeconómico, optimización dinámica, simulación de escenarios, sobrepesca, sostenibilidad.

JEL Classification: C61, Q22, Q57.

1- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México, México,
Correo electrónico: miriamdelvalle@tec.mx  ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6330-9084>





Abstract

A bioeconomic model with dynamic optimization is presented to maximize the profits generated from the exploitation of marine species. As an essential condition, this article establishes and demonstrates a growth order relationship between price and cost, which is necessary for the model's applicability. Additionally, it introduces the original design of a computational simulator (a Matlab® application) that allows for the planning of fishing bans and fishing efforts to achieve maximum profits in the long, medium, or short term. The simulator provides the corresponding values for any period, with discount rates adjustable according to user-defined conditions. Among its features, the simulator determines the minimum effort a fishery must have, as well as the minimum value that should be set for the residual biomass as a standard for species preservation. In this way, any fishery can assess whether it has the necessary effort units to implement the model or even analyze its economic viability during initial ban periods. For example, it could decide whether it is more convenient to wait until the start of harvesting or to temporarily invest in another project. In summary, the simulator enables fisheries to evaluate different scenarios and make optimal decisions regarding the application (or not) of the model according to their interests. To demonstrate its functionality, the application was used with real data from two Mexican species.

Keywords: bioeconomic model, dynamic optimization, fishery sustainability, overfishing, scenario simulation.

JEL Classification: C61, Q22, Q57.

1. Introducción

La pesca es una de las actividades más antiguas para el sustento humano, que en un principio se concebía como una fuente más de alimentación, pero en cuanto la producción empezó a incrementarse se gestó todo un negocio de comercialización en torno a esta actividad. El aumento sostenido de la demanda global de pescado ha impulsado un incremento en el volumen de capturas, con consecuencias directas en la drástica disminución de las poblaciones (Pauly *et al.*, 2002).

Potencialmente el fenómeno de la sobrepesca comenzó a nivel mundial en la década de 1970 (Jackson *et al.*, 2001), cuando el desarrollo de la tecnología permitió aumentar las capturas y explorar fácilmente los océanos. Así, del 90% de la población mundial de peces que se tenían en un nivel biológicamente sostenible en 1974, en el 2017 se llegó al 65%. Es decir que la sobrepesca se ha casi triplicado en las últimas cuatro décadas (FAO, 2022).

En el caso de México, el sector pesquero tiene gran relevancia en términos económicos. Alrededor de 300 mil personas se dedican a la actividad pesquera y acuícola, aportando un 0.7%

al PIB agropecuario. México es uno de los principales productores de pescados y mariscos en América Latina al producir aproximadamente dos millones de toneladas anuales (CONAPESCA, 2025). Sin embargo, la sobrepesca continúa siendo un desafío importante.

De acuerdo con el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR, 2024), de 82 pesquerías marinas reconocidas en México, el 34.1% se encuentran sobreexplotadas, el 53.7% están en su máximo rendimiento sostenible y solo 6.1% presentan potencial de desarrollo.

Para mitigar la sobrepesca se han implementado medidas como cuotas de captura y periodos de veda. Si bien estas acciones buscan proteger las poblaciones marinas, también han generado afectaciones económicas para el sector pesquero (Hilborn *et al.*, 2020), sin haber logrado resultados eficaces todavía. Por lo anterior, es necesario proponer modelos bioeconómicos, como en el presente artículo, que coadyuven a resolver esta problemática. Los simuladores permiten evaluar escenarios que consideran tanto la sostenibilidad del recurso como la viabilidad económica (Failler, Pan y Akbari, 2022). Al incorporar variables como la tasa de descuento, el esfuerzo mínimo requerido y la biomasa residual, estas herramientas permiten a las pesquerías planificar mejor su actividad y anticipar los efectos de distintas decisiones.

En este contexto, el presente trabajo se divide de la siguiente manera: en el apartado dos se presentan los fundamentos teóricos; en el tres, las variables y los supuestos del modelo. El apartado cuatro desarrolla el planteamiento formal del modelo y su solución. En el quinto apartado se expone el algoritmo que permite planear esfuerzos y vedas, así como su implementación mediante una aplicación programada en Matlab®. El sexto apartado está dedicado a los casos de estudio, en los que se aplica el simulador a las pesquerías del pepino de mar en Baja California y del mero rojo en Yucatán. Finalmente, el apartado siete contiene las conclusiones del estudio.

2. Fundamentos teóricos

En el siglo XIX se creía que solo los recursos no renovables podían agotarse a largo plazo, y que la actividad pesquera tenía un impacto mínimo en los océanos debido a la vasta riqueza de sus recursos. Sin embargo, fue la economía la que introdujo la noción de renta en la explotación de recursos renovables, sentando así las bases de la bioeconomía pesquera (Surís y Varela, 1995).

A mediados del siglo XX, modelos como los de Gordon (1953, 1954) y Schaefer (1957) comenzaron a integrar aspectos biológicos y económicos, aunque desde enfoques estáticos. La dinámica reproductiva de las especies exigió posteriormente el desarrollo de modelos dinámicos, que incorporaron herramientas como la teoría de control óptimo (Clark, 1985). Estos modelos buscan equilibrar la rentabilidad económica con la sostenibilidad ecológica, maximizando el excedente entre ingresos y costos (Seijo y Salas, 1997)

El modelo de Schaefer (1954) establece que las capturas dependen del esfuerzo pesquero (embarcaciones, redes, números de viajes, etc.), inicialmente aumentan con el esfuerzo, pero al rebasar un determinado límite, la biomasa se reduce, afectando la reproducción. Clark (1985)

aplicó este enfoque a la ballena azul, formulando un problema de control óptimo para maximizar el valor presente de la ganancia, sujeto a restricciones biológicas de crecimiento y esfuerzo máximo. Su “regla de oro”¹ vincula tasas de crecimiento, costos y tasas de descuento, aunque omite condiciones de transversalidad y validación empírica, limitaciones también presentes en Anderson y Seijo (2010).

Con el avance de los métodos computacionales, los modelos bioeconómicos han ido incorporando elementos que permiten simular el comportamiento del recurso bajo distintos escenarios. En lugar de limitarse a encontrar soluciones analíticas, ahora es posible representar trayectorias con diferentes combinaciones de esfuerzo, precios, costos, tasas de crecimiento o condiciones ambientales. Estos desarrollos han ampliado la utilidad de la bioeconomía pesquera, al facilitar la exploración de distintas alternativas de manejo y observar sus consecuencias en el tiempo (Kvamsdal *et al.*, 2020). A partir de ello, se han propuesto enfoques más complejos que combinan la pesca con otras actividades económicas, como el turismo, y que buscan encontrar condiciones que permitan obtener beneficios sin comprometer la continuidad del recurso (Sarkar, Bhattacharya y Bairagi, 2023). En todos los casos, se reconoce la necesidad de adaptar los modelos a contextos específicos y considerar las limitaciones de información o recursos que enfrentan las unidades productivas (Fenichel y Abbott, 2014).

Aunque a nivel internacional existen varias propuestas que utilizan simuladores como apoyo para el manejo de pesquerías, en México son pocos los estudios que vinculan el análisis económico con herramientas de simulación accesibles. La mayoría de los trabajos se centran en aspectos biológicos o legales, y es poco frecuente que se desarrollen modelos que puedan ser utilizados directamente por quienes toman decisiones sobre el uso del recurso (Defeo, 2015). Esta ausencia limita la posibilidad de organizar la captura de manera anticipada o de estimar los efectos de aplicar diferentes niveles de esfuerzo o establecer períodos de veda (Arnason, 2009).

En este sentido, el modelo que se presenta en este trabajo retoma los elementos esenciales del enfoque bioeconómico y propone una herramienta que permite representar distintos escenarios posibles, con el objetivo de facilitar la planeación del aprovechamiento en condiciones donde la información disponible es limitada.

La investigación aplicada a la actividad pesquera, de manera automática se relaciona primeramente con aspectos biológicos, pero cabe señalar que la investigación en este campo analiza a la pesca en su conjunto (Charles, 2001), donde además de considerar las características biológicas de estos recursos, también estudia las actividades económicas asociadas a las técnicas de captura, procesamiento y rentabilidad de las pesquerías. Eso incluye analizar variables como precios de playa y costos por unidad de esfuerzo.

¹ La “regla de oro” formulada por Colin W. Clark en su obra *Bioeconomic Modelling and Fisheries Management* (1985), se refiere precisamente al nivel de biomasa que maximiza el valor presente neto (VPN) de la pesquería bajo una tasa de descuento constante. Este nivel óptimo se alcanza cuando el rendimiento marginal del stock (la tasa de crecimiento biológico) es igual a la tasa de descuento. Es una condición de equilibrio que asegura una explotación económicamente óptima y ecológicamente sostenible del recurso a largo plazo.

En la gestión de los recursos naturales, uno de los parámetros de medición más importante de la teoría bioeconómica aplicada a la pesca, es la captura máxima que se puede obtener sin agotar el recurso. Sin embargo, es necesario que la información de las pesquerías esté organizada y disponible.

La falta de disponibilidad de datos ha limitado el análisis de las capturas pesqueras en México, dificultando que los investigadores en este campo puedan obtener valores óptimos de capturas y esfuerzos para cada especie (EspinosaRomero y Seijo, 2023).

Frente a esta limitación, este trabajo propone un modelo matemático acompañado de un simulador diseñado para operar incluso con poca información. La herramienta calcula diversas planeaciones de esfuerzo y períodos de veda, asegurando no solo la maximización de ganancias, sino también la preservación de las especies. El modelo se adapta a las condiciones particulares de cada pesquería y genera trayectorias de esfuerzo y biomasa que se mantienen dentro de los límites establecidos de sostenibilidad, siempre que se cumpla la relación entre precios y costos considerada en su formulación.

A diferencia de otros enfoques más complejos, como los de Kvamsdal *et al.* (2020), que operan con bases de datos amplias y requieren procedimientos más elaborados, o Sarkar, Bhattacharya, y Bairagi (2023), que incorporan múltiples actividades económicas en sus modelos, la herramienta desarrollada en este trabajo permite representar distintos escenarios aun cuando no se cuenta con información abundante ni con estructuras de datos completas. Este tipo de herramientas puede considerarse complementario a otros esquemas de evaluación del desempeño pesquero, como los indicadores desarrollados por Anderson *et al.* (2015), aunque con un enfoque más práctico y simplificado.

El simulador propuesto, aunque requiere el desarrollo de ciertas habilidades técnicas, fue pensado para facilitar su uso en pesquerías que enfrentan limitaciones en el acceso a datos, como ocurre frecuentemente en el contexto mexicano (Espinosa-Romero y Seijo, 2023; Defeo y Castilla, 2005). Además, permite analizar diferentes posibilidades de población inicial, tomando en cuenta la principal restricción de la pesquería: el esfuerzo máximo que puede aplicarse. Tanto el modelo como el simulador tienen un amplio campo de aplicación, ya que, si se conocen parámetros como la constante de crecimiento r , la capacidad del medio K , el coeficiente de captura q , los precios y los costos, se puede aplicar a cualquier especie y seguir la planeación que propone la herramienta.

Este enfoque resultaría particularmente útil para las cooperativas de pesca artesanal, que en muchas regiones del país representan la forma de organización predominante entre los pescadores ribereños y son responsables de tomar decisiones relevantes sobre el aprovechamiento del recurso (Basurto *et al.*, 2013). En varios casos, cuentan con concesiones o permisos colectivos y se encargan de establecer fechas de inicio de captura, controlar el número de embarcaciones o definir descansos en la actividad (Secretaría de Gobernación, 2007; McCay *et al.*, 2014). Además, participan activamente en tareas de vigilancia y cumplimiento de vedas, lo que ha sido documen-

tado como parte importante del manejo pesquero (OECD, 2006).

Por ello, contar con una herramienta como este simulador podría fortalecer las capacidades de planeación y organización de estas cooperativas, aun en contextos donde el acceso a información es limitado. Con su uso, podrían decidir el momento más adecuado para iniciar el proceso de captura de acuerdo con sus necesidades, programar los factores de la producción que vayan a requerir inicialmente y a largo plazo, y evaluar si el proyecto es rentable o no, siempre y cuando se tenga conocimiento de la biomasa inicial.

Esto representa una ventaja significativa para muchas pesquerías, ya que les permite anticipar escenarios posibles y tomar decisiones que se adapten mejor a sus condiciones específicas. Es importante resaltar que, para aplicar el modelo y el simulador, basta con que se cumplan unas sencillas relaciones de orden entre el precio y el costo, las cuales se establecen en este artículo. Para ilustrar su uso y eficacia, el modelo y el simulador se aplicaron a dos casos reales: el pepino de mar en Baja California y el mero rojo en Yucatán.

3. Variables y supuestos del modelo

Las variables del modelo se consideran para cualquier cardumen en explotación y son las siguientes:

t : el tiempo, con unidad de medida el año.

$X=X(t)$: La biomasa del cardumen en el instante t , medida en toneladas. La biomasa denota el tamaño de la población del recurso en el tiempo t . Específicamente es la biomasa residual que permanece en el hábitat después de cada período de captura.

$Y=Y(t)$: La captura por unidad de tiempo, medida en toneladas. La captura indica la cantidad extraída del recurso en el tiempo y depende directamente de la biomasa y del esfuerzo.

$E=E(t)$: El esfuerzo por unidad de tiempo, que puede expresarse en unidades como el número de anzuelos, el número de viajes o el número de embarcaciones empleados por la pesquería para capturar $Y(t)$ toneladas por unidad de tiempo.

$p=p(t)$: La función de precio de playa por tonelada del producto, en unidades monetarias. El precio de playa se considera el precio de primera mano recibido por los pescadores y es una función del valor de la producción por volumen desembarcado a valores nominales.

$c=c(t)$: El costo por unidad de esfuerzo, en unidades monetarias. El costo unitario por esfuerzo se estimó en función de los costos totales, los cuales también dependen del valor de la producción.

Los supuestos del modelo son los siguientes:

Explotación por un solo dueño: La explotación es realizada por una sola entidad (por ejemplo, una empresa o cooperativa). Es decir, una vez que comienza el proceso de captura, ningún agente externo al dueño interviene en ese proceso.

Crecimiento natural (sin captura): El crecimiento natural de la biomasa, $\dot{X}$ (la derivada de la biomasa), se rige por la ecuación logística (Quinn y Deriso, 1999):

$$\dot{X} = G(X) = rX \left(1 - \frac{X}{K}\right) \quad (3.1)$$

donde:

r es la constante de crecimiento exponencial.

K es la capacidad de carga del medio, que representa la población máxima que el ecosistema puede sostener de manera natural sin captura, es la biomasa y $G(X)$ es el crecimiento natural.

Proporción captura-esfuerzo: En cualquier momento, la razón de la tasa de captura a la tasa de esfuerzo es proporcional a la biomasa presente (Shaefer, 1954):

$$\frac{Y}{E} = qX \quad (3.2)$$

donde q es el coeficiente de captura, que representa la fracción de la población que cada unidad de esfuerzo captura en un instante dado.

Restricción de esfuerzo máximo: La pesquería tiene un límite máximo de esfuerzo, $E_{\max}$, que puede costear.

Tasa de descuento constante: La tasa de descuento, δ , permanece constante a largo plazo. Se utiliza para calcular el valor presente de los ingresos futuros, permitiendo comparar cantidades monetarias en diferentes períodos.

Estándar de preservación de la especie: Para garantizar la sostenibilidad del recurso, se establece que la biomasa residual en cada período debe ser mayor o igual a una proporción ρ de la capacidad de carga K , donde $0 < \rho < 1$. Esta condición asegura que se mantenga un nivel mínimo de biomasa para la preservación de la especie. Matemáticamente, esto se expresa como:

Funciones de precio y costo a largo plazo: Las funciones de precio y costo permanecen válidas a largo plazo y satisfacen las siguientes relaciones de orden de crecimiento: $X \geq \rho K$

$$c = o(p), \dot{c} = o(p), \dot{p} = o(p) \quad (3.3)$$

cuando $t \rightarrow \infty$; es decir,

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{c}{p} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\dot{c}}{p} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\dot{p}}{p} = 0 \quad (3.4)$$

Parámetros: Los parámetros r , K , q , p y c deben ser conocidos.

Nota 3.1: Es fácil demostrar que si $p=p(t)$ y $c=c(t)$ y son polinomios con el grado de al menos una unidad mayor que el grado de X , entonces se cumple la condición (3.4). Todas las funciones de precios y costos, en la práctica, se pueden modelizar mediante un ajuste de mínimos cuadrados a polinomios; y es evidente que el grado de la de precios debe ser por lo menos una unidad mayor que la de costos para que, a la larga, haya ganancias en cualquier proceso productivo. Lo cual garantiza que la aplicabilidad del modelo tenga un espectro sumamente amplio.

4. El modelo

El crecimiento con captura, $\dot{X} = \frac{dX}{dt}$, de la biomasa, X , es el ritmo de crecimiento natural del cardumen menos la captura por unidad de tiempo; esto es $\dot{X} = G(X) - Y$. Entonces, por la relación (3.2) de los supuestos del modelo

$$\dot{X} = G(X) - qEX \quad (4.1)$$

es la velocidad de crecimiento de la biomasa con captura (Schaefer, 1954). Por otra parte, la ganancia por unidad de tiempo es el precio por la captura menos el costo por el esfuerzo por unidad de tiempo, por lo que nuevamente por (3.2)

$$pY - cE = pqEX - cE$$

así que

$$\int_0^{\infty} (pqX - c)E e^{-\delta t} dt$$

es el valor presente con tasa de descuento δ . Por tanto, para optimizar la ganancia se debe resolver el problema de control óptimo

$$\text{máximizarse} \int_0^{\infty} (pqX - c)E e^{-\delta t} dt \quad (4.2)$$

$$\text{sujeto a} \quad \dot{X} = G(X) - qEX \quad (4.3)$$

con la restricción $E \leq E_{\max}$ en todo instante y con una biomasa inicial X_0 . Al despejar la variable E de la ecuación de control (4.3) y sustituirla en la función de utilidad dentro del integrando de la expresión (4.2), el problema se transforma en uno de cálculo variacional

$$\begin{aligned} \text{máx} \int_0^{\infty} \left(p - \frac{c}{qX} \right) (G(X) - \dot{X}) e^{-\delta t} dt \\ \text{sujeto a} \quad X(0) = X_0. \end{aligned} \quad (4.4)$$

Si $X_{\delta} = X_{\delta}(t)$ es la solución de este problema debe satisfacer las siguientes condiciones necesarias (Chiang, 2000; Takayama, 1974), donde δ es el integrando de (4.4).

Condiciones necesarias:

1. X_δ es solución de la ecuación de Euler:

$$\frac{\partial F}{\partial X} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial F}{\partial \dot{X}} \right)$$

donde, $F(t, X, \dot{X}) = \left(p - \frac{c}{qX} \right) (G(X) - \dot{X}) e^{-\delta t}$.

Y las condiciones de **transversalidad**:

2. $\lim_{t \rightarrow \infty} \left(F(t, X_\delta(t), \dot{X}_\delta(t)) - \dot{X}_\delta(t) \frac{\partial F}{\partial \dot{X}}(t, X_\delta(t), \dot{X}_\delta(t)) \right) = 0$.
3. Una, al menos, de las siguientes dos condiciones:
 - a) $\lim_{t \rightarrow \infty} X_\delta(t) = X_\delta^*$ es finito.
 - b) $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\partial F}{\partial \dot{X}}(t, X_\delta(t), \dot{X}_\delta(t)) = 0$.
4. $X(0) = X_0$

Al resolver de la ecuación de Euler, de la primera condición necesaria, se obtiene la trayectoria óptima para la biomasa

$$X_\delta = \frac{1}{4} \left[\bar{X} + K \left(1 - \frac{\delta}{r} + \frac{\dot{p}}{rp} \right) + \sqrt{\left[\bar{X} + K \left(1 - \frac{\delta}{r} + \frac{\dot{p}}{rp} \right) \right]^2 + \frac{8K}{r} \left(\delta \bar{X} - \frac{\dot{c}}{pq} \right)} \right] \quad (4.6)$$

donde $\bar{X} = \frac{c}{pq}$.

Bajo las condiciones dadas en (3.3) se puede mostrar (cf. el apéndice A) que:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} X_\delta(t) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\delta}{r} \right) K =: X_\delta^* \in \mathbb{R} \quad (4.7)$$

Y, si $\vec{u}(t) = (t, X_\delta(t), \dot{X}_\delta(t))$,

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left(F(\vec{u}(t)) - \dot{X}_\delta(t) \frac{\partial F}{\partial \dot{X}}(\vec{u}(t)) \right) = 0$$

Por lo que X_δ satisface las condiciones necesarias 1, 2 y 3a. Asumiendo entonces que el problema (4.4) tiene solución, ésta se alcanza en la trayectoria $X_\delta = X_\delta(t)$ dada por (4.6), y de (4.1), la trayectoria óptima para los esfuerzos

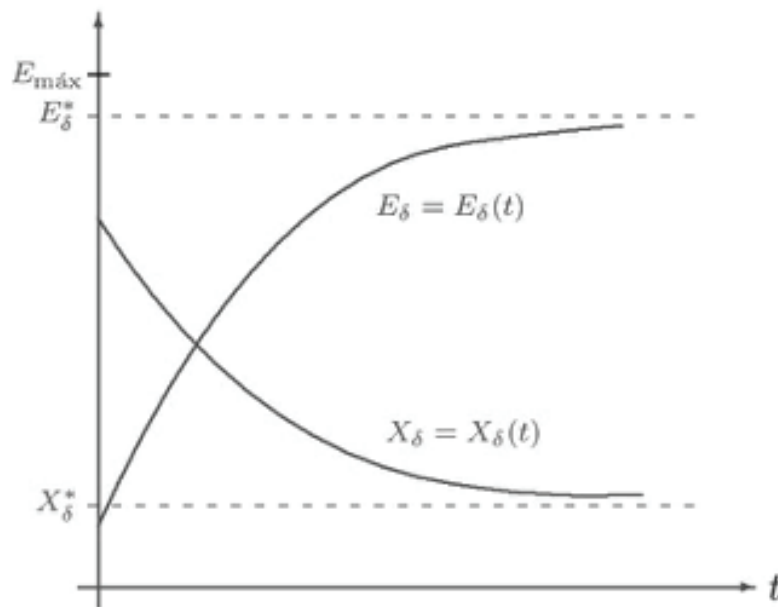
$$E_\delta(t) = \frac{G(X_\delta) - \dot{X}_\delta}{qX_\delta} \quad (4.8)$$

Se puede demostrar que X_δ es decreciente, E_δ es creciente y que $\dot{X}(t) \rightarrow 0$ cuando $t \rightarrow \infty$, por lo que

$$\lim_{t \rightarrow \infty} E_\delta(t) = \frac{G(X_\delta^*)}{qX_\delta^*} := E_\delta^*$$

Así, X_δ converge decreciendo asintóticamente a la constante X_δ^* y E_δ converge creciendo asintóticamente a la constante E_δ^* , como se ilustra en la gráfica 1. En ésta se puede observar a la trayectoria de la biomasa óptima $X_\delta = X_\delta(t)$ convergiendo en forma decreciente a la asíntota horizontal X_δ^* y a la trayectoria del esfuerzo óptimo $E_\delta = E_\delta(t)$ convergiendo a la asíntota horizontal E_δ^* . Es decir, la biomasa óptima (la biomasa residual en cada periodo que se obtiene al aplicar el esfuerzo óptimo), estará en todo instante por arriba del valor X_δ^* ; mientras que el esfuerzo óptimo estará siempre por debajo del valor E_δ^* . Entonces, al aplicar la trayectoria óptima de esfuerzos, se obtendrá la biomasa residual óptima y la ganancia máxima correspondiente (valor presente con horizonte de tiempo infinito). De aquí se nota que el mínimo esfuerzo que debe tener la pesquería es cualquier valor mayor o igual a E_δ^* y que, para fijar un estándar de preservación de la especie, éste debe ser mayor o igual a X_δ^* .

Gráfica 1. Cotas para esfuerzo y biomasa en cualquier instante del tiempo.



Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, se tienen las dos implicaciones fundamentales:

1. Si $E_{\max} \geq E_{\delta}^*$, la trayectoria óptima de esfuerzos $E_{\delta}(t)$ siempre estará por debajo del esfuerzo máximo de la pesquería.
2. Si $X_{\delta}^* \geq \rho K$ la trayectoria óptima de biomasa $X_{\delta}(t)$ siempre estará por arriba del estándar de preservación de la especie.

Esto significa que se podrá alcanzar la máxima ganancia con sostenibilidad ecológica siguiendo las trayectorias óptimas $(X_{\delta}(t), E_{\delta}(t))$, estando en todo instante por debajo del límite de esfuerzos de la pesquería y por arriba de la cantidad mínima de biomasa residual para preservación de la especie; y estas importantes implicaciones siempre se cumplen, como se hizo patente en el apartado 3, cuando el precio y el costo satisfacen las relaciones (3.4); condiciones que normalmente se satisfacen en la práctica (cf. Nota 3.1).

Sin embargo, difícilmente, cuando la pesquería quiera empezar el proceso de captura, la biomasa X_0 será igual a la biomasa de la trayectoria óptima X_{δ} en ese momento (condición necesaria 4, apartado 4). Si la primera es mayor, se debe capturar para alcanzar, en el menor tiempo posible T , la biomasa $X_{\delta}(T)$ y así comenzar con la planeación óptima de esfuerzos E_{δ} . Si es menor, se deben establecer periodos de veda o capturar hasta que se alcance la biomasa óptima en el menor tiempo posible T y, a partir de ahí, empezar con la planeación óptima de esfuerzos.

Este problema es realmente complejo y en este trabajo de investigación no solo se resuelve, también se implementa en un simulador en Matlab®, para que las pesquerías puedan utilizarlo y analizar los posibles escenarios que les interesen, con el fin de realizar la explotación de la especie de manera planificada y alcanzar ganancias máximas con sostenibilidad ecológica, reduciendo, cuando sea necesario, a un mínimo los periodos de veda.

5. Planteamiento general para planeaciones de capturas y vedas

5.1 Planteamiento fundamental

Si una pesquería decide comenzar a aplicar la planeación óptima en determinado año α y X_0 es la biomasa presente al inicio del proceso, ésta difícilmente coincidirá con la biomasa de la trayectoria óptima en ese momento. Si $X_{\delta} \neq X_0$, se tendrá que aplicar una combinación de vedas o capturas hasta alcanzar la biomasa residual que coincida con la $X_{\delta}(\alpha')$ para algún año posterior α' y, a partir de ahí, aplicar la planeación óptima de esfuerzos $E_{\delta}(t)$. Esto no se puede hacer artesanalmente, pues, en realidad, es un problema complejo. Y no es suficiente hacer explícita la forma de resolverlo; sino que se debe proveer un proceso automatizado amigable para cualquier pesquería que quiera adoptar el modelo.

5.2 Solución al problema de planeación

Algoritmo

Sean $X_\delta(\alpha, t)$ la biomasa óptima en el año en cualquier instante del tiempo t , esto es, la trayectoria óptima X_δ con $t=0$ en el año α ; $E_\delta(\alpha, t)$ la correspondiente planeación óptima de esfuerzos y X_0 la biomasa al inicio del año α (biomasa residual del año anterior) y $E_{\max}$ el máximo esfuerzo que puede aplicar la pesquería.

Si X_t es la biomasa residual en el año t , entonces (aproximadamente)

$$X_{t+1} = X_t + G(X_t) - Y_{t+1} \quad (5.1)$$

esto es

$$X_{t+1} = X_t + G(X_t) - qE_{t+1}X_{t+1} \quad (5.2)$$

De donde

$$E_{t+1} = \frac{X_t + G(X_t) - X_{t+1}}{qX_{t+1}} \quad (5.3)$$

y

$$X_{t+1} = \frac{X_t + G(X_t)}{1 + qE_{t+1}} \quad (5.4)$$

1. Si $X_0 = X_\delta(\alpha, 0)$, entonces se puede aplicar a partir del año α a la planeación óptima de esfuerzos. $E_\delta(\alpha, t)$, (Esta posibilidad, naturalmente, es casi imposible que suceda en la práctica).
2. Si $X_0 > X_\delta(\alpha, 0)$, sea

$$E_0 = \frac{X_0 + G(X_0) - X_\delta(\alpha + 1, 0)}{qX_\delta(\alpha + 1, 0)} \quad (5.5)$$

a) Si $E_0 \leq E_{\max}$, durante el año a se aplica el esfuerzo E_0 y a partir del año $a + 1$ la planeación óptima de esfuerzos $E_\delta = E_\delta(t)$.

b) Si $E_0 > E_{\max}$, sea para cada $j = 1, 2, \dots$

$$X_j = \frac{X_{j-1} + G(X_{j-1})}{1 + qE_{\max}}$$

y

$$E_j = \frac{X_j + G(X_j) - X_\delta(a + j + 1, 0)}{1 + qX_\delta(a + j + 1, 0)}.$$

Entonces, si j_0 es el primer entero tal que $E_{j_0+1} \leq E_{\max}$, se aplica el esfuerzo de captura máximo de la pesquería $E_{\max}$ los años $a, a + 1, \dots, a + j_0$; el esfuerzo E_{j_0+1} en el año $a + j_0 + 1$ y la planeación de esfuerzos óptimos $E_\delta = E_\delta(t)$ a partir del año $a + j_0 + 2$.

3. Si $X_0 < X_\delta(a, 0)$, sea²

$$t_0 = [x] = \left\lceil -\frac{1}{r} \ln \frac{X_0(K - X_\delta(a, 0))}{X_\delta(a, 0)(K - X_0)} \right\rceil \quad (5.6)$$

donde $[x]$ es el mayor entero más cercano³ a x . Sean

$$X_1 = \frac{K}{1 + \frac{K - X_0}{X_0} e^{-rt}},$$

$$X_2 = X_\delta(a + t_0 + 1, 0)$$

y

$$E = \frac{X_1 + G(X_1) - X_2}{1 + qX_2}$$

a) Si $E \leq E_{\max}$, entonces se aplican vedas en los años $a, a + 1, a + 2, \dots, a + t_0$; el esfuerzo E en el año $a + t_0 + 1$ y la planeación óptima de esfuerzos a partir del año $a + t_0 + 2$.

b) Si $E > E_{\max}$, se aplica el inciso b del inciso 2 con $X_0 = X_1$; con vedas en los periodos del inciso precedente y después siguiendo la planeación de capturas que resulten de seguir el inciso 2b de este algoritmo.

5.3 App Simulador de escenarios

La implementación computacional del algoritmo es compleja y laboriosa. Para su programación en Matlab® se requirió el desarrollo original de 13 programas, utilizados para construir la App que corre sobre este paquete. El programa principal se encuentra documentado en el apéndice B y

² La expresión dentro del paréntesis especial $[\cdot]$ es la función inversa de la solución de la ecuación logística.

³ Por ejemplo $[3.01]=4$.

cuadro A1. Esta aplicación fue diseñada con el propósito de ser lo más amigable e interactiva posible para cualquier pesquería interesada en aplicar el modelo en la práctica, permitiéndole obtener la información necesaria para simular distintos escenarios a corto, mediano o largo plazo. Así, es posible planear tanto los períodos que requieran vedas como aquellos en los que pueda iniciarse la captura de inmediato, e implementar en ambos casos la trayectoria óptima de esfuerzos en el menor tiempo posible para alcanzar ganancias máximas con sostenibilidad del recurso.

La información que las pesquerías pueden obtener mediante la aplicación de este modelo bioeconómico a través de la *App* es la siguiente:

- 1) El valor mínimo que deben tener como esfuerzo máximo, $E_{\max}$, por medio de la cota superior de esfuerzos E_{δ}^* .
- 2) La cota inferior, X_{δ}^* , de las biomazas residuales de la trayectoria óptima $X_{\delta} = X_{\delta}(t)$, que es también es el valor máximo que puede tener el estándar de la preservación de la especie.
- 3) La planeación de esfuerzos previa a la implementación de la trayectoria óptima de esfuerzos, en caso de que la biomasa al inicio del proceso sea inferior a la biomasa óptima en ese momento; esta planeación consiste en algunos períodos de veda seguidos de otros de captura.
- 4) La planeación de esfuerzos previa a la implementación de la trayectoria óptima de esfuerzos, en caso de que la biomasa al inicio del proceso sea mayor a la biomasa óptima en ese momento; esta planeación consiste en algunos períodos de captura con el máximo esfuerzo, seguida de otros con un esfuerzo menor.
- 5) La planeación óptima de esfuerzos, $E_{\delta} = E_{\delta}(t)$, que sigue de la planeación previa, en los dos casos de los dos incisos precedentes, para obtener la máxima ganancia con sostenibilidad del recurso a largo plazo.
- 6) La correspondiente ganancia acumulada.

El algoritmo, está diseñado para que el tiempo que transcurre de la aplicación de la planeación previa a la de esfuerzos óptima sea el menor posible. Lo cual implica, en los casos de vedas, que el número de éstas sea mínimo y que además cuando terminen estos períodos, no se vuelvan a imponer otros, pues para ese entonces se estará siguiendo la trayectoria óptima de esfuerzos y la biomasa residual siempre estará por encima del estándar de preservación de la especie. La figura 1 contiene la aplicación *Simulador_de_escenarios*, en la cual el usuario captura los parámetros del modelo: *Capacidad_Medio*, *Cte_Crec_Exp*, *Coef_Captura* y *Tasa_Descuento* que son los parámetros K , r , q y δ , respectivamente. Al hacer clic en el botón *Max_Esf*, la aplicación desplegará la cota E_{δ}^* en la casilla etiquetada como *E_delta_Ast*; mientras que al hacer lo propio en el botón con la leyenda *Estandar_Preservacion_Especie* la aplicación proporcionará la cota X_{δ}^* en la casilla etiquetada con *X_delta_Ast*. Des-

pués de que el usuario capture las funciones de precios y costos, ambas calculadas de tal manera que $t=0$ en el valor que el usuario capture en la casilla *Anio_Cero* (cf. Nota 5.1); el año donde desea comenzar el proceso; la longitud del período que desea que dure éste; la biomasa inicial (biomasa de la especie en ese momento) y el máximo esfuerzo en las casillas correspondientes y haga clic en *Crear_Archivo*, la aplicación abrirá el archivo de Excel *Planeacion_Total.xlsx* que contiene la planeación previa, la óptima y las ganancias acumuladas máximas.

Nota 5.1: Como se indicó en la nota 3.1, los modelos de precios y costos se pueden estimar mediante un ajuste de mínimos cuadrados a polinomios. Por ejemplo, si para el precio se tienen los siguientes valores (2010,25), (2012,29), (2015,28.5), (2018,35), (2022,38), donde las primeras coordenadas son años y las segundas unidades monetarias, se ajusta a un polinomio $p_1=p_1(t)$, y en su lugar se ajustan los datos (0,25), (2,29), (5,28.5), (8,35), (12,38) a un polinomio del mismo grado $p=p(t)$, entonces $p_1(210+t)=p(t)$ para todo t y por eso para el polinomio $p, t=0$ en 2010.

Figura 1. App Simulador de escenarios.

The screenshot shows a MATLAB App window titled 'MATLAB App'. The interface contains several input fields and buttons arranged in two columns. The left column includes: 'Capacidad_Medio =' with value 4585, 'Cte_Crec_Exp =' with value 0.85, 'Coef_Captura =' with value 0.00285, 'Tasa_Descuento =' with value 0.1, a 'Max_Esfuerzo:' label, 'E_delta_ast =' with value 0 and '(al menos)' text, an 'Estandar_Preservacion_Especie' button, and 'X_delta_Ast =' with value 0.00 and '(a lo más)' text. The right column includes: 'Precio =' with a polynomial formula $16.96*t^2+691.14*t-269.94$, 'Costo =' with a polynomial formula $1636.7*t-13270.13$, 'Anio_Cero =' with value 1989, 'Anio_Inicial =' with value 2024, 'Long_Periodo =' with value 10, 'Biomasa_Ini =' with value 3000, 'Max_Esf' with value 200, and a 'Crear_Archivo' button. Below the 'Crear_Archivo' button is the text 'Planeacion_Total.xlsx'.

Fuente: Elaboración propia.

6. Casos de estudio

Se aplicó el modelo y el simulador a dos especies, el Pepino de mar en Baja California y el Mero rojo en Yucatán. Para poder hacer esto, se requieren estimar los parámetros: el modelo de precios $p=p(t)$, el modelo de costos $c=c(t)$, la capacidad del medio K , el coeficiente de captura q y la constante de crecimiento exponencial r . La principal dificultad que tuvo esta investigación fue el trabajar con poca información, por ejemplo, no se contó con datos de costos, ni de costos por unidad de esfuerzos, de biomasa en períodos sin captura, etc. Sin embargo, todos los parámetros del modelo se estimaron de datos reales. Se calcularon los parámetros de crecimiento exponencial y capacidad del medio y se modeló indirectamente una función de costos interpolando una función de precios. Tanto la metodología de estimación y todos los parámetros del Pepino de mar fueron adoptados directamente de Del Valle (2018). La misma metodología fue replicada para obtener los parámetros del Mero rojo en Yucatán, utilizando los datos de precios, capturas, ganancias y biomasa, contenidos en el estudio de Torres Irineo y Medellín Ortiz (2023).

Se eligieron estas dos especies porque fueron las únicas en las que se encontró información suficiente y adecuada para estimar los parámetros y modelizar las funciones de precios y costos. En ambos casos fue posible acceder a datos de ganancias, lo que permitió estimar los costos con base en los ingresos y capturas. También se encontró información sobre el esfuerzo (medido en número de embarcaciones), lo que facilitó calcular los costos por unidad de esfuerzo. Además, gracias a que se contaba con datos de biomasa y capturas, se pudieron estimar la capacidad del medio, la constante de crecimiento y el coeficiente de captura. Por estas características, y como se menciona en el apartado 3, el simulador resulta especialmente útil en contextos de pesquerías artesanales o de pequeña escala, y puede ser de gran apoyo para cooperativas que tienen poca información disponible. Los valores de los parámetros, así como las funciones que se probaron en el simulador están contenidos en el cuadro 1.

Cuadro 1. Valores estimados de r , q , K , funciones de precios y costos para dos especies mexicanas.

Parámetros estimados	Especie	
	Pepino de mar (Baja California)	Mero rojo (Yucatán)
Función de precios	$16.96t^2 + 691.14t - 269.94$	$569.85t^2 - 3624.34t - 269.94$
Función de costos	$1636.7t - 13270.13$	$215807t + 761141$
Capacidad del medio	4585	21502.45
Constante de crecimiento	0.85	1.93
Coeficiente de captura	0.00285	0.00182

Nota: precio en toneladas, biomasa en toneladas y la unidad de tiempo es el año. Fuente: Elaboración propia.

La función de precios y costos en ambos casos se estimaron con datos del valor de la producción reportados en los anuarios oficiales de pesca correspondientes al Estado de Baja California y al Estado de Yucatán. Los precios corresponden a valores nominales en pesos mexicanos por tonelada desembarcada (precios corrientes), mientras que el costo por unidad de esfuerzo se calculó como la relación entre los costos totales anuales de operación y el número total de embarcaciones activas por año, definiendo al esfuerzo en términos del número de embarcaciones empleadas. En términos generales, los precios han presentado una tendencia al alza.

6.1 Simulaciones de escenarios

En el apartado 5.3, se describió la forma en la que se utiliza el simulador de escenarios y la información que este proporciona. En este segmento se muestra la aplicación a las dos especies mencionadas, como casos de estudio, con el objetivo de simular diferentes escenarios con datos reales de éstas. En los dos casos tratados se mantienen los parámetros intrínsecos respectivos: capacidad del medio, constante de crecimiento exponencial, coeficiente de captura y los modelos de precios y costos; mientras que se utilizan diversos valores de la tasa de descuento, el máximo esfuerzo con el que podrían contar las pesquerías y la biomasa inicial de los cardúmenes en el momento que éstas deseen iniciar el proceso de explotación.

Si el proceso se quiere comenzar en un año α , X_0 y $X_\delta(\alpha)$ y son la biomasa del cardumen al inicio del año y la biomasa que se obtiene al evaluar la biomasa óptima dada en la relación (4.6), al principio de este año, respectivamente, para poder aplicar la trayectoria óptima de esfuerzos (4.8). Como se mencionó en el apartado 5.1, el valor de ambas biomásas debe ser el mismo. Si este remoto caso se da, el usuario simplemente captura los datos correspondientes con la biomasa inicial igual a X_0 . Los que realmente se presentan en la práctica son los casos $X_0 > X_\delta(\alpha)$ o $X_0 < X_\delta(\alpha)$ y son en estos donde se muestra el funcionamiento del simulador modificando las variables arriba mencionadas.

Cabe aclarar que las biomásas y años iniciales, esfuerzos máximos, longitud de periodos y tasas de descuento son valores hipotéticos para realizar las simulaciones. De hecho, en la práctica, las biomásas iniciales son mediciones que las pesquerías deben realizar antes de iniciar el proceso y son datos que obviamente no están al alcance ni fueron objetivo de esta investigación.

6.1.1. Pesquería del Pepino de Mar (Baja California)

La figura 2 contiene los datos que se capturaron en el simulador y los resultados que éste proporcionó. La biomasa inicial $X_0=3000$ es mayor a la biomasa óptima $X_\delta(2026)$ porque el simulador, en la planeación previa, en el cuadro 2, indica que se debe comenzar a pescar inmediatamente comenzando con el máximo esfuerzo (200 unidades) en 2026, y 169 en el año siguiente para alcanzar la biomasa óptima al final del período 2027 como se observa en el cuadro 2.

Figura 2. Simulador para un escenario donde la captura se puede llevar a efecto desde el inicio del proceso con el pepino de mar

Fuente:Elaboración propia.

Cuadro 2. Planeación previa y óptima escenario 1

Planeación previa			Planeación óptima			
Año	Esfuerzo	Biomasa	Año	Biomasa	Ganancia (pesos)	Esfuerzo
2026	200	2472.3	2028	2318.94	42,502,320.23	148
2027	169	2321.88	2029	2316.03	82,465,713.17	148
			2030	2313.17	120,013,738.39	148
			2031	2310.35	155,267,035.06	148
			2032	2307.56	188,342,986.15	149
			2033	2304.82	219,355,451.36	149
			2034	2302.12	248,414,561.02	149
			2035	2299.46	275,626,563.37	149
			2036	2296.84	301,093,718.77	149
			2037	2294.25	324,914,234.67	149

Fuente: Planeaciones calculadas por el simulador para el escenario 1.

La figura 3 contiene los datos que se capturaron en el simulador y los resultados que éste proporcionó, para una biomasa inicial $X_0=1000$ que es menor a la biomasa óptima $X_8(2026)$ porque el simulador, en la planeación previa, cuadro 3, indica que deben haber dos periodos de veda en los años 2026 y 2027 (0 esfuerzo en estos dos años es lo que determina el simulador); después, en los periodos 2028 y 2029 se deben aplicar sendos esfuerzos de 200 y 154 unidades para alcanzar la biomasa óptima al final del periodo 2029, como se observa en la planeación previa del cuadro 3. Posteriormente la pesquería, en el 2030, puede empezar a seguir la planeación óptima de esfuerzos que está contenida en la última columna de la 3, con los demás resultados que ésta contiene, para obtener ganancias máximas en el período fijado, 10 años en este caso. Este tipo de escenarios son menos convenientes para la pesquería, pero aún son asequibles para ésta, porque la duración de las vedas es corta, dos años en este caso, y después puede comenzar a capturar durante dos años más y en el quinto comenzar a aplicar la trayectoria de esfuerzos óptima para generar ganancias acumuladas máximas al final de los 10 años que capturó como longitud de periodo.

Figura 3. Simulador para un escenario donde la captura se puede llevar a efecto después de 2 periodos de veda y al siguiente año seguir la planeación óptima de esfuerzos.

The screenshot shows a MATLAB App window titled "MATLAB App". It contains the following parameters and controls:

- Capacidad_Medio**: 4585
- Cte_Crec_Exp**: 0.85
- Coef_Captura**: 0.00285
- Tasa_Descuento**: 0.1
- Max_Esfuerzo**: (button)
- E_delta_ast**: 167 (al menos)
- Estandar_Preservacion_Especie**: (button)
- X_delta_Ast**: 2022.79 (a lo más)
- Precio**: $16.96 \cdot t^2 + 691.14 \cdot t - 269.94$
- Costo**: $1636.7 \cdot t - 13270.13$
- Anio_Cero**: 1989
- Anio_Inicial**: 2026
- Long_Periodo**: 10
- Blomas_Ini**: 1000
- Max_Est**: 200
- Crear_Archivo**: (button)
- Planeacion_Total.xlsx**: (text label)

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. *Planeación previa y óptima escenario 2*

Planeación previa			Planeación óptima			
Año	Esfuerzo	Biomasa	Año	Biomasa	Ganancia (pesos)	Esfuerzo
2026	0	1810.62	2030	2313.17	45,861,261.56	148
2027	0	2770.53	2031	2310.35	88,919,735.36	148
2028	200	2358.26	2032	2307.56	129,318,793.24	149
2029	154	2316.03	2033	2304.82	167,197,503.79	149
			2034	2302.12	202,690,380.48	149
			2035	2299.46	235,927,195.21	149
			2036	2296.84	267,032,849.06	149
			2037	2294.25	296,127,292.87	149
			2038	2291.71	323,325,491.12	150
			2039	2289.21	348,737,422.94	150

Fuente: Planeaciones calculadas por el simulador para el escenario 2.

La figura 4 contiene los datos que se capturaron en el simulador y los resultados que éste proporcionó, para una biomasa inicial $X_0=200$ que es mucho menor a la biomasa óptima $X_8(2004)$ porque el simulador, en la planeación previa, cuadro 4, indica que deben haber 4 periodos de veda en los años 2024 a 2027 (0 esfuerzo en estos dos años es lo que determina el simulador); después, en los periodos 2028 y 2029 se deben aplicar sendos esfuerzos de 180 y 183 unidades para alcanzar la biomasa óptima al final del período 2029. Posteriormente la pesquería, en el 2030, puede empezar a seguir la planeación óptima de esfuerzos que está contenida en la última columna del cuadro 4, con los demás resultados que ésta contiene, para obtener ganancias máximas en el período fijado, 15 años en este caso. Este escenario puede resultar negativo para la firma porque debe aguardar 4 años de veda más 2 años adicionales, en los que sí captura, para poder entonces seguir, en el séptimo año, la trayectoria óptima de esfuerzos y alcanzar ganancias máximas acumuladas durante la longitud del período que estableció al inicio (15 años). Pero puede suceder que la pesquería no soporte esos 4 años de veda, porque quizá tiene que pagar sueldos y gastos fijos durante ese tiempo y eso probablemente no le convenga. Esa es precisamente la ventaja del simulador, con éste la pesquería puede tomar decisiones bien planeadas antes de comenzar un proceso productivo.

Figura 4. Simulador para un escenario donde la captura se puede llevar a efecto después de 4 periodos de veda y después de dos años más seguir la planeación óptima de esfuerzos

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4. Planeación previa y óptima escenario 3

Planeación Previa:			Planeación óptima:			
Año	Esfuerzo	Biomasa	Año	Biomasa	Ganancia (pesos)	Esfuerzo
2024	0	442.09	2030	2199.62	44,286,856.38	156
2025	0	915.99	2031	2196.7	83,835,968.56	156
2026	0	1690.55	2032	2193.82	119,129,849.59	156
2027	0	2647.35	2033	2190.97	150,605,465.49	156
2028	180	2378.08	2034	2188.17	178,657,986.20	156
2029	183	2202.57	2035	2185.4	203,644,316.36	156
			2036	2182.67	225,886,402.60	157
			2037	2179.98	245,674,318.23	157
			2038	2177.33	263,269,129.23	157
			2039	2174.71	278,905,547.72	157
			2040	2172.14	292,794,381.29	157
			2041	2169.6	305,124,787.11	157
			2042	2167.1	316,066,341.30	158
			2043	2164.63	325,770,934.05	158
			2044	2162.21	334,374,501.34	158

Fuente: Planeaciones calculadas por el simulador para el escenario 3

6.1.2. Pesquería del Mero rojo (Yucatán)

Enseguida se presenta el mismo ejercicio aplicado ahora a la pesquería de mero rojo en Yucatán. Al igual que con el pepino de mar, se ejecutaron dos simulaciones, casos 4 y 5 que corresponden respectivamente a los escenarios previamente analizados (casos 1 y 2), pero con parámetros específicos del mero. En cada uno de estos casos solo se señalarán las biomazas iniciales y las condiciones utilizadas, ya que el procedimiento es el mismo y no es necesario repetir el desarrollo completo; con observar las figuras y tablas será suficiente.

Para este escenario se parte de una biomasa inicial $X_0=18000$ toneladas, mayor a la biomasa óptima $X_8(2026)$ correspondiente al inicio del proceso. Se fijó una tasa de descuento de $\delta = 0.12$, una longitud del periodo de 15 años y un esfuerzo máximo de 600 embarcaciones. El simulador determina que puede iniciarse la captura de forma inmediata, y genera la planeación respectiva que se muestra en las figuras y tablas correspondientes (figura 5 y cuadro 5).

Figura 5. Simulador para un escenario donde la captura se puede llevar a efecto desde el inicio con el Mero rojo en Yucatán

The screenshot shows a MATLAB App window titled 'MATLAB App'. It contains a grid of input fields and buttons for configuring a simulation. The parameters are as follows:

Parameter	Value	Notes
Capacidad_Medio	2.150245e+04	
Cte_Crec_Exp	1.93	
Coef_Captura	0.00182	
Tasa_Descuento	0.12	
Max_Esfuerzo		
E_delta_ast	564	(al menos)
Estandar_Preservacion_Especie		
X_delta_Ast	10082.76	(a lo más)
Precio	569.85*t^2-3624.3*t-269.94	
Costo	215807*t+761141	
Anio_Cero	2002	
Anio_Inicial	2026	
Long_Periodo	15	
Biomaz_Ini	1.8e+04	
Max_Esf	600	

At the bottom right, there are two buttons: 'Crear Archivo' and 'Planeacion Total.xlsx'.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5. Planeación previa y óptima escenario 4

Planeación Previa			Planeación Óptima			
Año	Esfuerzo	Biomasa	Año	Biomasa	Ganancia (pesos)	Esfuerzo
2026	600	17759.13	2027	17328.7	514,550,032.59	219
			2028	16943.75	1,085,374,004.90	237
			2029	16597.48	1,703,248,665.24	253
			2030	16284.36	2,359,012,080.63	267
			2031	15999.87	3,043,859,531.02	281
			2032	15740.27	3,749,537,344.28	293
			2033	15502.43	4,468,461,711.96	304
			2034	15283.74	5,193,782,593.48	314
			2035	15081.99	5,919,407,772.06	324
			2036	14895.28	6,639,998,402.58	332
			2037	14721.99	7,350,944,610.02	341
			2038	14560.74	8,048,327,598.82	348
			2039	1441.31	8,728,873,137.74	355
			2040	14269.65	9,389,900,064.43	362
			2041	14137.84	10,029,266,516.15	368

Fuente: Planeaciones calculadas por el simulador para el escenario 4

En este caso se considera una biomasa inicial $X_0=4000$ toneladas, menor a la biomasa óptima $X_6(2026)$. Se utiliza una tasa de descuento $\delta = 0.10$, una longitud de 10 años y un esfuerzo máximo de 600 embarcaciones. El simulador indica un periodo de veda inicial, seguido de la aplicación de esfuerzos para alcanzar la biomasa óptima. Los detalles de este escenario se presentan en la figura 6 y en cuadro 6.

Figura 6. Simulador para un escenario donde la captura se puede llevar a efecto después de 2 periodos de veda y en el año 2029 seguir la planeación óptima de esfuerzos.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6. *Planeación previa y planeación óptima escenario 5*

Planeación previa			Planeación óptima			
Año	Esfuerzo	Biomasa	Año	Biomasa	Ganancia (pesos)	Esfuerzo
2026	0	15637.9	2029	16321.08	793,074,253.90	265
2027	0	20392.4	2030	16038.84	1,651,824,951.00	279
2028	191	16631.8	2031	15781.37	2,566,819,027.00	291
			2032	15545.54	3,528,727,728.00	302
			2033	15328.74	4,528,525,667.00	312
			2034	15128.78	5,557,630,803.00	321
			2035	14943.77	6,607,998,792.00	330
			2036	14772.09	7,672,182,168.00	338
			2037	14612.37	8,743,362,475.00	346
			2038	14463.39	9,815,361,761.00	353

Fuente: Planeaciones calculadas por el simulador para el escenario 5

7. Conclusiones

7.1. Análisis y discusión

El modelo y el simulador desarrollados permiten una planeación adecuada del esfuerzo para maximizar la ganancia sin poner en riesgo la existencia de la especie. Las trayectorias óptimas de biomasa y esfuerzo garantizan que se respete tanto el límite del esfuerzo máximo como el estándar de preservación de la especie. Esto se cumple siempre que el precio y el costo verifiquen las relaciones establecidas en (3.3) y se demuestran en el apéndice A, condición que se cumple siempre en la práctica (cf. Nota 3.1).

En los casos del pepino de mar en Baja California y el mero rojo en Yucatán, el modelo funcionó correctamente en el sentido de que fue posible ilustrar el funcionamiento del simulador con parámetros estimados para estas especies, es decir que se lograron construir escenarios coherentes con los datos disponibles. La información, aunque limitada, era accesible y permitió ejecutar las simulaciones. No se trató de una prueba empírica del modelo, y validar sus resultados implicaría aplicarlo en condiciones reales y contrastarlos con datos observados, lo cual está fuera del alcance de este estudio.

Si bien este trabajo no cita una fuente externa que confirme la aplicabilidad del modelo a otras especies, los casos analizados funcionan como una primera verificación de que el modelo puede adaptarse a distintos escenarios. En lugar de apoyarse en evidencia externa, esta investigación demuestra que, con la información mínima estimada, es posible generar las planeaciones necesarias para cada pesquería. En este sentido, el simulador puede aplicarse a otras especies, siempre que se cuente con los datos básicos requeridos: precios, costos, coeficiente de captura,

constante de crecimiento y capacidad del medio. Esta posibilidad está considerada por la generalidad del modelo y en la propia estructura del simulador.

También debe destacarse que la contribución teórica del artículo es significativa. El modelo propuesto se construyó a partir de fundamentos formales y se desarrolló con base en condiciones matemáticas precisas para garantizar que las trayectorias generadas sean sostenibles a largo plazo. Se establecieron relaciones de orden entre precio y costo que aseguran la viabilidad económica del aprovechamiento pesquero, y se diseñó un mecanismo que permite identificar el momento adecuado para comenzar la captura, aun cuando la biomasa inicial no sea la óptima. Además, se resuelve un problema complejo: cómo alcanzar la trayectoria óptima cuando la biomasa inicial no coincide con ella. Esta situación se aborda mediante un algoritmo de planeación previa, también fundamentado teóricamente y aplicado en el simulador. Esta estructura matemática y su implementación constituyen una aportación teórica relevante al análisis y manejo de recursos renovables, dentro de la línea de modelos bioeconómicos inter temporales.

En complemento a lo anterior, se incorporaron cotas asintóticas que permiten verificar que el esfuerzo aplicado esté siempre por debajo del máximo esfuerzo que puede costear la pesquería, y que la biomasa se mantenga por encima del estándar de preservación. El simulador, en este contexto, no solo es una herramienta útil, sino una aplicación directa de los resultados teóricos obtenidos, por lo que su utilidad práctica es consecuencia del trabajo teórico que sustenta el modelo.

7.2 Resultados, consideraciones y recomendaciones

Con el uso del simulador, la pesquería puede:

1. Conocer el valor mínimo que debe tener su esfuerzo máximo.
2. Determinar la cota superior del estándar de preservación de la especie, que corresponde a la cota inferior de la biomasa residual óptima.
3. Obtener la planeación óptima de esfuerzos.
4. Conocer la ganancia acumulada máxima esperada.

Además, en los casos en que el simulador determina vedas en la planeación previa, éstas se reducen a un mínimo, y una vez que terminan, si se sigue la trayectoria óptima de esfuerzos, no se vuelven a imponer. El modelo y el simulador pueden ser usados por cualquier pesquería, basta con conocer los parámetros del modelo y verificar que las condiciones establecidas se cumplan.

Los resultados obtenidos con la aplicación del modelo a las pesquerías del pepino de mar en Baja California y del mero rojo en Yucatán permiten ilustrar cómo esta herramienta puede contribuir al manejo sostenible y rentable de ambas especies. A través de la simulación de trayectorias óptimas de esfuerzo, se obtuvieron ganancias acumuladas máximas, manteniendo en todo momento la biomasa por encima del estándar de preservación.

En el caso del pepino de mar, las simulaciones muestran que, partiendo de una biomasa inferior a la óptima, es necesario establecer períodos de veda antes de iniciar la captura, para luego aplicar la trayectoria de esfuerzos sugerida por el modelo. Bajo esta planeación, se proyecta una ganancia máxima de 45.9 millones de pesos para el 2030. Para el mero rojo, bajo este mismo escenario, la ganancia asciende a casi 200 millones de pesos.

Aunque estas cifras pueden parecer elevadas, es importante aclarar que corresponden al total acumulado anual del sector pesquero involucrado para cada especie, considerando tanto el valor total de la producción como el número de embarcaciones estimadas. Además, representan el máximo posible bajo condiciones ideales. Estos resultados concuerdan con estimaciones como las reportadas por Torres Irineo y Medellín Ortiz (2023), donde las ganancias anuales del mero rojo se proyectan entre 200 y 300 millones de pesos en su mejor escenario.

7.3. Limitaciones

Este trabajo es un modelo teórico, por lo tanto, su aplicación en la práctica es necesaria para validar completamente sus resultados.

Otra limitación es la necesidad de estimar los parámetros del modelo a partir de información disponible. Si una pesquería no cuenta con los datos necesarios, deberá primero obtenerlos para poder aplicar el modelo.

El modelo considera condiciones ideales, como la explotación realizada por un solo dueño, funciones conocidas de precios y costos, y parámetros constantes a lo largo del tiempo. En la práctica, estas condiciones pueden no cumplirse en todos los casos, por lo que se requiere cautela al aplicarlo en contextos distintos.

Otra limitante, es que el modelo no puede incluir factores externos como piratería y desastres naturales que juegan un papel muy importante en el proceso de explotación de recursos pesqueros.

Referencias

- Anderson, L. G. y J. C. Seijo. 2010. *Bioeconomics of Fisheries Management*, Wiley-Blackwell, Nueva York.
- Anderson, J. L., Anderson, C. M., Chu, J., Meredith, J., Asche, F., Sylvia, G. y Valderrama, D. 2015. "The Fishery Performance Indicators: A Management Tool for Triple Bottom Line Outcomes", *PLOS ONE*, 10(5): 1-20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122809>
- Arnason, R. 2009. "Fisheries management and operations research", *European Journal of Operational Research*, 193(3): 741–751. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.07.028>
- Basurto, X., A. Bennett, A. H. Weaver, S. Rodríguez-Van Dyck y J.S. Aceves-Bueno. 2013. "Cooperative and non-cooperative strategies for small-scale fisheries' self-governance in the

- globalization era: Implications for conservation”, *Ecology and Society*, 18 (4): 1-38.
<https://doi.org/10.5751/ES-05673-180438>
- CIBNOR. 2024. *Línea Estratégica II – Exploración, Dimensionamiento y Desarrollo Sustentable de Nuevas Pesquerías*, en: <https://www.cibnor.gob.mx/investigacion/ecologia-pesquera/lineas-y-proyectos-de-investigacion-pep/254-linea-estrategica-ii-pep>
- Charles, A. T. 2001. *Sustainable Fishery Systems*, Oxford, Blackwell Science.
- Chiang, A. 2000. *Elements of Dynamic Optimization*, Waveland Press, Long Grove.
- Clark, C. W. 1985. *Bioeconomic Modelling and Fisheries Management*, Nueva York, Wiley-Interscience.
- CONAPESCA, 2025. *Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca*, en: <https://www.gob.mx/conapescas>
- Defeo, O. 2015. *Enfoque ecosistémico pesquero: conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina*. Roma: FAO, Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 592. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4775s.pdf>
- Defeo, O. y J. C. Castilla. 2005. “More than one bag for the world fishery crisis and keys for management successes in selected artisanal Latin American shellfisheries”, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15(3): 265–283. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-4865-0>
- Del Valle Morales, M. 2018. “Modelo bioeconómico con optimización dinámica para maximizar ganancias con sostenibilidad ecológica por la explotación del pepino de mar en Baja California, México”, *Tantulus*, II (3): 23–25.
- Espinosa Romero, M. J. y J. C. Seijo. 2023. “Governing fisheries targeting species with different mobility patterns: Institutional settings and governance configurations in Mexico”, *Ciencia Pesquera*, 31(1): 57–75.
- Failler, P., H. Pan y N. Akbari. 2022. “Integrated Social Economic Ecological Modeling for Fisheries: The ECOST Framework”, *Frontiers in Marine Science*, 8: 704371. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.704371>
- FAO. 2022. *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*, en: <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- Fenichel, E. P. y J. K. Abbott. 2014. “Natural capital: From metaphor to measurement”, *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 1(1/2): 1–27. <https://doi.org/10.1086/676034>
- Gordon, H. S. 1953. “An economic approach to the optimum utilization of fishery resources”. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 10(7): 442–457. <https://doi.org/10.1139/f53-026>
- Gordon, H. S. 1954. “The economic theory of a common-property resource: The fishery”, *Journal of Political Economy*, 62(2): 124–142. <http://dx.doi.org/10.1086/257497>
- Hilborn, R., R. O. Amoroso, C. M. Anderson, et al. 2020. “Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(4): 2218–2224. <https://doi.org/10.1073/pnas.1909726116>

- ● ● ●
- Jackson, J. B. C., *et al.* 2001. "Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems", *Science*, 293(5530): 629–638. <https://doi.org/10.1126/science.1059199>.
- Kvamsdal, S. F., J. M. Maroto, M. Morán y L. K. Sandal. 2020. "Bioeconomic modeling of seasonal fisheries", *European Journal of Operational Research*, 281(2): 332–340. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.08.031>.
- McCay, B. J., F. Micheli, G. Ponce-Díaz, *et al.* 2014. "Cooperatives, concessions, and co-management on the Pacific coast of Mexico", *Marine Policy*, 44: 49–59. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.08.001>.
- OECD. 2006. *The Definition of a Fishery. En Using Market Mechanisms to Manage Fisheries: Smoothing the Path*, en: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2006/04/using-market-mechanisms-to-manage-fisheries_g1gh6821/9789264036581-en.pdf.
- Pauly, D., V. Christensen, S. Guénette, *et al.* 2002. "Towards sustainability in world fisheries", *Nature*, 418(6898): 689–695. <https://doi.org/10.1038/nature01017>.
- Sarkar, B., S. Bhattacharya, y Bairagi, N. 2023. "An ecological economic fishery model: Maximizing the societal benefit through an integrated approach of fishing and ecotourism", *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 46(14): 14962–14982, <https://doi.org/10.1002/mma.9356>.
- Quinn, T. J. y R. B. Deriso. 1999. *Quantitative Fish Dynamics*, Oxford, Oxford University Press.
- Schaefer, M. B. 1954. "Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries", *Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission*, 1: 25–56.
- Schaefer, M. B. 1957. "Some considerations of population dynamics and economics in relation to the management of marine fisheries", *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 14(5): 669–681. <https://doi.org/10.1139/f57-025>.
- Secretaría de Gobernación. 2007. *Diario Oficial de la Federación*, "Acuerdo por el que se establece el sistema de concesiones para la pesca ribereña", 24 de julio, México.
- Seijo, J. C. y S. Salas. 1997. *Bioeconomía Pesquera: Teoría, Modelación y Manejo*, Roma, FAO.
- Surís, J. C. y G. Varela. 1995. *Introducción a la economía de los recursos naturales*, Madrid, Cívitas.
- Takayama, A. 1974. *Mathematical Economics*, The Dryden Press, Hinsdale.
- Torres Irineo, E. y A. Medellín Ortiz. 2023. *Estudio de Costo-Beneficio de Escenarios de Recuperación de la Pesquería de Mero en Yucatán*, Environmental Defense Fund México, en: https://mexico.edf.org/sites/default/files/EstudioCostoBeneficio_ReED.pdf.

Apéndice A. Ecuación de Euler

Para que el problema de cálculo de variaciones (4.4), tenga solución es necesario que se cumplan las condiciones necesarias 1 (ecuación de Euler), y las de transversalidad 2 y 3 de la página 8. No es difícil mostrar que de la ecuación de Euler se desprende que está dada por la relación (3.6) de la página 9; esto es

$$X_\delta = \frac{1}{4} \left| \bar{X} + K \left(1 - \frac{\delta}{r} + \frac{\dot{p}}{rp} \right) + \sqrt{\left[\bar{X} + K \left(1 - \frac{\delta}{r} + \frac{\dot{p}}{rp} \right) \right]^2 + \frac{8K}{r} \left(\delta \bar{X} - \frac{\dot{c}}{pq} \right)} \right|$$

con $\bar{X} = \frac{c}{pq}$. Se afirma que si las funciones de precio $p = p(t)$ y costo $c = c(t)$ satisfacen las condiciones (2.3), es decir,

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{c}{p} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\dot{c}}{p} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\dot{p}}{p} = 0 \quad (\text{A.1})$$

Entonces se cumplen las condiciones de transversalidad 2 y 3a, p. 8. En efecto, por (A.1):

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \bar{X} = \frac{1}{q} \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{c}{p} = 0, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\dot{p}}{rp} = 0, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\dot{c}}{pq} = 0$$

Por lo que

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow \infty} X_\delta(t) &= \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\delta}{r} \right) K = X_\delta^* \in \mathbb{R} \\ \lim_{t \rightarrow \infty} X_\delta(t) &= \frac{1}{2} K \left(1 - \frac{\delta}{r} \right) \end{aligned}$$

Si

$$A = \bar{X} + K \left(1 - \frac{\delta}{r} + \frac{\dot{p}}{rp} \right) \text{ y } B = \frac{8K}{rpq} \left(\delta \bar{X} - \frac{\dot{c}}{pq} \right)$$

entonces

$$\begin{aligned} \dot{X}_\delta &= \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{4} \left[A + \sqrt{A^2 + B} \right] \right) \\ &= \frac{1}{4} \left[\dot{A} + \frac{2A\dot{A} + \dot{B}}{2\sqrt{A^2 + B}} \right] \end{aligned}$$

con

$$\dot{A} = \dot{\bar{X}} + K \left(\frac{\ddot{p}}{rp^2} - \frac{\dot{p}^2}{rp^2} \right)$$

y

$$\dot{B} = \frac{8K}{r} \left(\delta \dot{\bar{X}} + \frac{\dot{c}\dot{p}}{p^2q} \right)$$

y

$$\dot{\bar{X}} = \frac{\dot{c}}{pq} - \frac{c\dot{p}}{p^2}$$

Nuevamente, por (A1),

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \dot{\bar{X}} = 0, \lim_{t \rightarrow \infty} \dot{A} = 0 \text{ y } \lim_{t \rightarrow \infty} \dot{B} = 0$$

por lo que

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{4} \left[\dot{A} + \frac{2A\dot{A} + \dot{B}}{2\sqrt{A^2 + B}} \right] = \frac{1}{4} \left[0 + \frac{0 + 0}{2K \left(1 - \frac{\delta}{r}\right)} \right] = 0$$

Es decir,

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \bar{X}_\delta(t) = 0$$

Por tanto, si $\vec{u} = (t, X_\delta(t), \dot{X}_\delta(t))$ y F es el integrando de (3.4), p. 8,

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow \infty} \left[F(\vec{u}) - \dot{X}_\delta(t) \frac{\partial F}{\partial \dot{X}} \right]_{\vec{u}} &= \lim_{t \rightarrow \infty} \left[\left(p(t) - \frac{c(t)}{qX_\delta(t)} \right) G(X_\delta(t)) e^{-\delta t} \right. \\ &= \lim_{t \rightarrow \infty} \left[\left(\frac{p(t)}{e^{\delta t}} - \frac{c(t)}{qX_\delta^* e^{\delta t}} \right) G(X_\delta^*) \right] = 0 \cdot G(X_\delta^*) = 0 \end{aligned}$$

Apéndice B. Código de programa

La figura A1, contiene el programa principal en Matlab® para el diseño del simulador de esta investigación, sección 4.3. Por cuestiones de espacio se escribió el código en dos columnas; pero en realidad debe ser escrito, para su funcionamiento en Matlab®, en una sola. De esta manera todas las líneas de la segunda columna deben estar escritas, en forma secuencial, después de la última línea de la primera columna.

Cuadro A1: Programa principal para el diseño del simulador de esta investigación

<pre> function planeacionCDTotTable(P,C,A0,AI,K,r,... q,d,X_0,Fin,MaxEsf) X1=XdeltaD(P,C,A0,AI,K,r,q,d,0); T=1:Fin; if X1==X_0 A=0; elseif X_0<X1 A=-1; elseif X_0>X1 A=1; end switch A case 0 M1=XdeltaD(P,C,A0,AI,K,r,q,d,T); E=EdeltaD(P,C,A0,AI,K,r,q,d,T); GanD=ganancumD(P,C,A0,AI,K,r,q,d,T); MB=[(AI-1+T)',M1',GanD',E']; fprintf('Planeación Óptima:') fprintf('\n%4s %10s %12s %4s\n', 'Año',... 'Biomasa','Ganancia','Esfuerzo'); fprintf('%4d %10.2f %14.2f %6.0f\n',MB'); case -1 t0=ceil(TiempoVedaD(r,K,X1,X_0)); X1=logisD(r,K,X_0,t0); X2=XdeltaD(P,C,A0,AI+t0+1,K,r,q,d,0); E=EsfPostVedaD(X1,X2,r,K,q); if E<=MaxEsf B=1; else B=-1; end switch B case 1 t1=1:t0+1; Mveda=[logisD(r,K,X_0,1:t0),X2]; Eveda=[zeros(1,t0),E]; M1=[(AI-1+t1)',Eveda',Mveda']; </pre>	<pre> Periodo=M1(:,1); Esfuerzo=M1(:,2); Biomasa=M1(:,3); Tabl1=table(Periodo,Esfuerzo,Biomasa); writetable(Tabl1,'Planeacion_Total1.xlsx',... 'WriteMode','overwritesheet','Sheet',1) winopen Planeacion_total1.xlsx case -1 X4=bimasaVsEsD(X1,MaxEsf,r,K,q); X5=XdeltaD(P,C,A0,AI+t0+2,K,r,q,d,0); E2=EsfPostVedaD(X4,X5,r,K,q); t1=1:t0+2; Mveda=[logisD(r,K,X_0,1:t0),X4,X5]; Eveda=[zeros(1,t0),MaxEsf,E2]; M1=[(AI-1+t1)',Eveda',Mveda']; Periodo=M1(:,1); Esfuerzo=M1(:,2); Biomasa=M1(:,3); Tabl1=table(Periodo,Esfuerzo,Biomasa); writetable(Tabl1,'Planeacion_Total1.xlsx','WriteMode','overwritesheet','Sheet',1) X5=XdeltaD(P,C,A0,AI+t0+2,K,r,q,d,T); E5=EdeltaD(P,C,A0,AI+t0+2,K,r,q,d,T); T0=AI+t0+2; GanD=ganancumD(P,C,A0,T0,K,r,q,d,T); M2=[(AI+t0+1+T)',X5',GanD',E5']; Periodo=M2(:,1); Biomasa=M2(:,2); Ganancia=M2(:,3); Esfuerzo=M2(:,4); Tabl2=table(Periodo,Biomasa,Ganancia,Esfuerzo); writetable(Tabl2,'Planeacion_Total1.xlsx','WriteMode','overwritesheet','Sheet',2) winopen Planeacion_total1.xlsx end case 1 planX0mayorDPrevBTable(P,C,A0,AI,K,r,q,d,X_0,Fin,MaxEsf); end </pre>
---	--

Fuente: Diseño original



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

Revista de Economía,

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán

Nearshoring y ventaja comparativa de las exportaciones de la industria automotriz en las entidades federativas de México

Nearshoring and comparative advantage of automotive exports in the States of Mexico

Yolanda Carbajal Suárez¹ - Brenda Murillo Villanueva²

Resumen

El objetivo de este documento es analizar el desempeño de las exportaciones de la industria automotriz y su ventaja comparativa a nivel de entidad federativa, así como la inversión extranjera directa (IED) en el marco de la estrategia de nearshoring. Se parte de que las entidades federativas con ventaja comparativa en las exportaciones automotrices son también las mayores receptoras de inversión extranjera directa y, por tanto, las que registran mayor número de nuevos proyectos automotrices en el periodo 2021-2024. Se calcula la ventaja comparativa de las exportaciones automotrices a nivel estatal y, a través de un modelo de datos de panel, se identifica la relación entre los flujos de IED y la ventaja comparativa de las exportaciones automotrices en el periodo 2007-2022. Se confirma una relación positiva entre estas dos variables.

Palabras clave: ventaja comparativa de las exportaciones, IED, industria automotriz, nearshoring, México.

JEL Classification: F14, F21, C23.

Abstract

The objective of this document is to analyze the performance of exports of the automotive industry and its comparative advantage at the state level, as well as foreign direct investment (FDI) within the framework of the nearshoring strategy. It is proposed that the states with a comparative advantage in automotive exports are also the largest recipients of foreign direct investment and, therefore, the ones that register the highest number of new automotive projects in the period

1- Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Economía, México, Correo electrónico: ycarbajals@uaemex.mx

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5480-8898>

2- Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Economía, México, Correo electrónico: bmurillov@uaemex.mx

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9328-5070>



RECEPCIÓN: 24 de septiembre de 2025 ACEPTACIÓN: 28 de enero de 2025
REVISTA DE ECONOMÍA: Vol. 42- Núm 105 JULIO A DICIEMBRE DE 2025: Págs. 124-145

2021-2024. The comparative advantage of automotive exports at the state level is calculated and through a panel data model, the relationship between FDI flows and the comparative advantage of automotive exports in the period 2007-2022 is identified. A positive relationship between these two variables is confirmed.

Keywords: comparative advantage of exports, FDI, automotive industry, nearshoring, Mexico.
JEL Classification: F14, F21, C23.

1. Introducción

La industria automotriz representa uno de los sectores más dinámicos y estratégicos a nivel global, ligada siempre a constantes procesos de innovación tecnológica, a la presencia de grandes capitales -inversión extranjera directa (IED)-, a la generación de valor agregado y de empleo. En los territorios donde se localiza, se ha convertido en una industria con una importante capacidad para influir en la integración económica global y regional.

De manera reciente, esta industria ha sido considerada una de las que más puede beneficiarse del fenómeno del *nearshoring* (Secretaría de Gobernación, 2023), estrategia que ha ganado realce, por lo menos en el discurso, durante y después de la pandemia por COVID-19, que evidenció la vulnerabilidad de las cadenas de suministros, al encontrarse gran parte de los diversos proveedores distantes de las empresas ensambladoras y de los mercados de consumo final.

El *nearshoring*, entendido como la reubicación de actividades productivas hacia territorios geográficamente cercanos a los mercados de destino, busca —entre otras cosas— que las empresas puedan aprovechar los beneficios como: menores costos de transporte, derivados de distancias más cortas; menores tiempos de respuesta a la demanda del mercado y, por supuesto, una gestión y control más eficiente de la cadena de suministros.

En este sentido, Garrido (2022) señala que el *nearshoring* puede ser muy favorable para México, derivado de la atracción de inversión extranjera directa que puede generarse como resultado del costo relativo de la mano de obra comparado con el de China y otros países, y por la vecindad con Estados Unidos, que permite reducir los costos de transporte y los tiempos y movimientos en las cadenas logísticas.

Bajo este argumento, se ha considerado a México como un destino privilegiado para el *nearshoring* en América del Norte, principalmente en el caso de la industria manufacturera y especialmente en el de la industria automotriz, con lo que se espera una sustancial atracción de inversiones de fabricantes automotrices y empresas proveedoras que buscan aprovechar su proximidad a los mercados estadounidense y canadiense, así como su fuerza laboral capacitada y costos competitivos (Secretaría de Gobernación, 2023; Index, 2024).

El Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE, 2023) señala que México podría reportar las mayores ganancias derivadas del *nearshoring*, pues se estima que en el mediano

plazo incrementaría sus exportaciones en 55% del total (35 278.2 millones de dólares); identificando que las potenciales ganancias están en la industria automotriz, textiles y productos farmacéuticos. Más aún, destaca que las regiones del norte y centro de México serán las principales beneficiadas con esta estrategia.

En este sentido, derivado del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), prácticamente todos los productos de exportación mexicanos tienen acceso a los mercados de Estados Unidos y Canadá, que representan el mercado más atractivo del mundo (HSBC, 2024).

Así, al interior de la manufactura en México, es la industria automotriz una de las que podría beneficiarse de la relocalización de empresas por diversas razones: porque está integrada por grandes compañías transnacionales tanto en el ensamble de vehículos como en la producción de partes, por la fuerte vinculación que tiene con el sector externo vía importaciones y exportaciones, por la relación tan dinámica que tiene con el mercado estadounidense y por los altos niveles de inversión extranjera directa que recibe de manera anual.

Bajo este planteamiento, se parte de que las entidades federativas que cuentan con ventaja comparativa de las exportaciones automotrices, en el marco de la estrategia de *nearshoring*, que busca acercar a los productores a los mercados de consumo, incrementen los flujos de inversión extranjera directa y los proyectos productivos a desarrollarse en la industria automotriz.

Existen escasos trabajos de investigación que abordan el tema del *nearshoring* y su posible impacto en la actividad económica en México; entre ellos se encuentra el de Gaytán Alfaro y Martínez Hernández (2024), quienes, a partir del análisis de insumo-producto, evalúan impactos multisectoriales derivados del proceso de relocalización de firmas en México. Plantean que el *nearshoring* puede generar un aumento significativo en la actividad manufacturera en los estados de la región norte de México e impulsar el crecimiento en otros sectores, derivado de las interdependencias económicas. Sugieren que, para maximizar los beneficios de esta estrategia, es indispensable la colaboración entre el gobierno y el sector privado; así como la instrumentación de políticas públicas que faciliten la creación de infraestructura, la formación de mano de obra y la integración de cadenas de suministro. De acuerdo con sus resultados, los estados con alto potencial para beneficiarse con mayores niveles de ingreso y empleo son: Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas.

Martel Carranza (2023) plantea que el *nearshoring* representa la oportunidad para generar empleo y mejorar la competitividad del país, pues la presencia de empresas extranjeras permitirá estimular la competencia, fomentar la innovación y mejorar la calidad de los productos y servicios locales, además de reducir costos y mejorar su capacidad de respuesta al compartir idioma y zona horaria con los proveedores. Plantea que, para ello, es necesario que el país cuente con un entorno favorable para la inversión extranjera, lo que implica contar con la infraestructura adecuada, un marco legal transparente y previsible, además de un ambiente de negocios favorable y un sistema educativo de formación técnica y profesional de calidad.

El éxito del *nearshoring* podría, en todo caso, materializarse a partir de un incremento en

la inversión extranjera directa, especialmente de nuevas inversiones y/o reinversión de utilidades destinadas a la ampliación de plantas o procesos productivos, que las empresas automotrices puedan realizar en territorio mexicano. Por otro lado, es importante identificar aquellas entidades federativas donde la industria automotriz es una de las más importantes, lo que redundaría en una mayor ventaja de estas entidades para el *nearshoring*; por ello, en el trabajo se calcula la ventaja comparativa de las exportaciones de la industria automotriz por entidad federativa.

Bajo este contexto, el objetivo del trabajo es analizar el desempeño de las exportaciones de la industria automotriz y su ventaja comparativa a nivel de entidad federativa, así como de la inversión extranjera directa en el marco de la estrategia de *nearshoring*, como una forma de impulso a la expansión de este sector. A través de un modelo de datos de panel se identifica la relación entre los flujos de IED y la ventaja comparativa de las exportaciones automotrices en el periodo 2007-2022.

El trabajo se divide en cinco apartados, además de esta introducción y las conclusiones. En el primero se abordan y definen los conceptos de *nearshoring*. En el segundo se muestra la importancia de la industria automotriz en las entidades federativas de México. En el tercero se abordan las exportaciones automotrices y la IED por entidad federativa. En el cuarto apartado se desarrolla la metodología utilizada y en el quinto se analizan los resultados de la ventaja comparativa revelada de las exportaciones de la industria automotriz y del modelo de datos de panel.

2. Nearshoring

Desde mediados del siglo XX, México y el mundo están inmersos en un proceso de apertura y liberalización comercial que se ha traducido no solo en un mayor incremento en los flujos de bienes y servicios, sino también en un mayor flujo de capital productivo entre los distintos países. Es también en este periodo que las grandes empresas, en la búsqueda de mejores condiciones para competir en los mercados internacionales, profundizan la fragmentación de sus procesos productivos y trasladan parte de ellos a otros países. Esta fragmentación permitió a las empresas, entre otras cosas, la reducción en los costos de producción y de mano de obra.

La fragmentación de la producción generó la conformación de cadenas globales de producción, que han evolucionado en nuevas trayectorias, resultado de las diferentes tendencias de cambio en los procesos de relocalización de las inversiones globales. En este sentido, Garrido (2022) destaca que, como resultado de los efectos y tensiones generadas por la crisis del 2008 y la pandemia de 2020, muchas empresas transnacionales y las partes interesadas han reconsiderado un cambio en sus estrategias de inversión, con lo que se han producido algunos ajustes en la localización y configuración de la trayectoria de las cadenas globales de producción.

Garrido (2022) señala cuatro trayectorias posibles de la inversión: a) reubicación (*reshoring*) en los países sede, que tiene como resultado cadenas más cortas, menos fragmentadas y con menor dispersión geográfica, ideal para industrias intensivas en capital y de alta tecnología;

• • • •

b) diversificación, que implica la posibilidad de integrar a nuevos participantes en las cadenas; c) replicación, que puede darse en manufacturas que operan con una red de instalaciones que se replican en el territorio, cercanas a los puntos de consumo y coordinadas mediante tecnologías de la información y comunicación (TIC), se caracterizan por cadenas de valor cortas con etapas de producción agrupadas que se repiten en otras localidades; finalmente d) regionalización (*nearshoring*), que implica movimientos de la IED con la finalidad de acercarse a las matrices, lo que permite cadenas más cortas con los mismos niveles de fragmentación, pero geográficamente cercanos, que fortalece lo regional y lo local y con ello la resiliencia de la cadena, para lo que son necesarias políticas regionales de cooperación.

El Foro Económico Mundial (WEF, 2023) define al *nearshoring* como la relocalización de operaciones a un país cercano, lo que implica que se cuente con una zona horaria similar, así como que se pueda aprovechar el *know-how* de la mano de obra y la cultura productiva de las economías cercanas, con lo que se acelerarán los tiempos de entrega y se tendrá mayor certeza. El *nearshoring* busca la reducción de costos logísticos y tiempos de entrega, mejora en la gestión de la cadena de suministro, mayor capacidad para responder rápidamente a cambios en la demanda del mercado y ajustar la producción según sea necesario, todo esto derivado de la cercanía a los mercados de destino.

El *nearshoring* se refiere a la estrategia de negocios que acerca a las empresas productoras y de servicios a sus mercados objetivo de consumo, al contar con cadenas de suministro más cortas, lo que deriva en beneficios logísticos y de transporte, que permitirán respuestas rápidas y flexibles a las necesidades del cliente (HSBC, 2023). Es decir, el *nearshoring* es un fenómeno global que está reacomodando las cadenas de valor no solo en la manufactura, sino también en la proveeduría de servicios (HSBC, 2024).

Por su parte, la OCDE (2024) señala que el *nearshoring* en México también tiene el potencial de mejorar los vínculos en las cadenas de suministro, pasando de procesos de ensamblaje de bajo costo a actividades de mayor valor agregado. Pues este país se caracteriza por estar bien integrado en las cadenas globales de valor (CGV) desde una perspectiva de integración hacia atrás, es decir, una alta proporción de valor agregado extranjero en las exportaciones brutas de México, participación que ha ido aumentando con el tiempo; mientras que la participación hacia adelante, es decir, la proporción de valor agregado mexicano incorporado en las exportaciones de otros países, es baja y ha mostrado un progreso más limitado con el tiempo.

3. La industria automotriz y su importancia en las entidades federativas de México

A nivel nacional, la industria automotriz ha logrado posicionarse como una de las industrias más representativas de la manufactura mexicana, por encima de otras actividades manufactureras. En 2023, esta industria aportó 5% al producto interno bruto total y 24.2% al producto manufacturero (INEGI, 2024b). Su aportación a los agregados macroeconómicos ha aumentado de forma signifi-

cativa en lo que va del siglo XXI. En 2003, la fabricación de equipo de transporte generaba 17.1% del valor agregado censal bruto (VACB) de la manufactura y empleaba a 12.2% de la población ocupada total de la manufactura nacional; también en ella se pagaban 16.7% de las remuneraciones totales y se concentraba 22.0% de la formación bruta de capital fijo (FBCF). Para 2018, generó 31.4% del VACB, empleó a 19.9% de la población ocupada, generó 24.4% de las remuneraciones y 27.0% de la FBCF (INEGI, 2019).

A nivel internacional, México tiene fuerte presencia tanto en el ensamble de vehículos como en la manufactura de autopartes y componentes.

La firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN, ahora T-MEC) en 1994 impulsó el crecimiento de la industria automotriz en México. En 1999, se manufacturó en México 2.8% de la producción mundial de vehículos, mientras que en 2023 esta participación se incrementó a 4.3%. No obstante, debe destacarse que la región del T-MEC ha disminuido su participación a nivel mundial como productora de vehículos, lo cual se explica porque la participación de Estados Unidos y Canadá en la región ha disminuido; Estados Unidos pasó de producir el 23.2% de los vehículos en América del Norte en 1999, a solo el 11.3%; mientras que Canadá pasó de 5.4% a 1.7% en los mismos años (OICA, 2024).

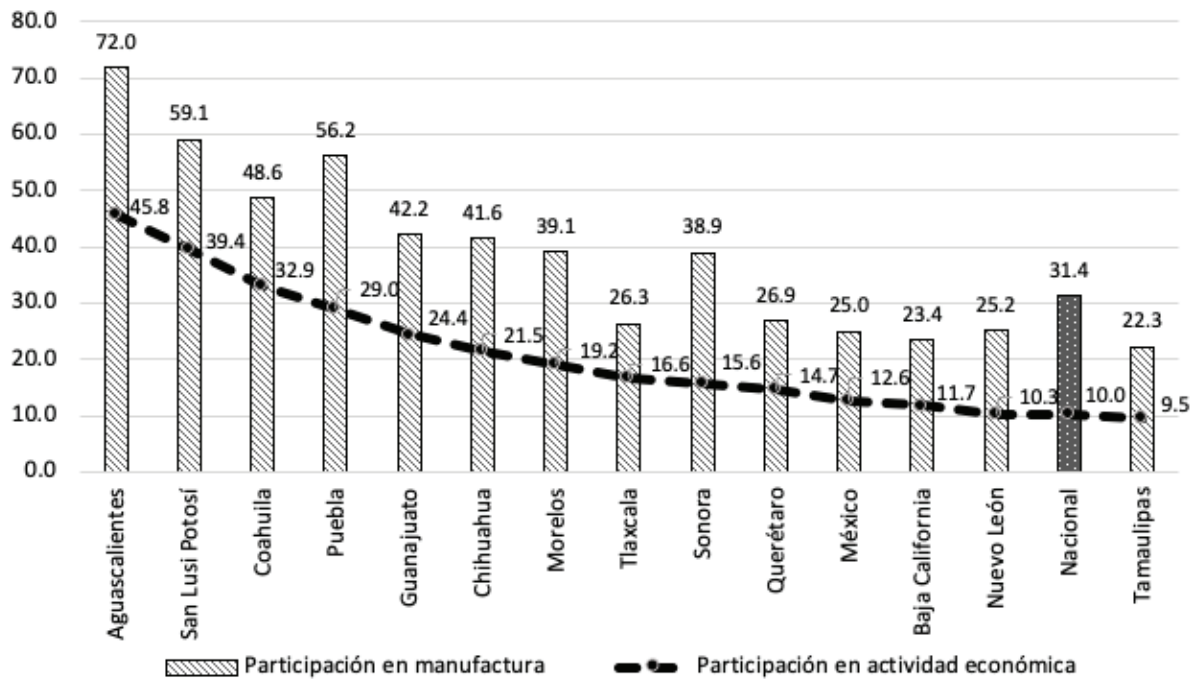
Por otro lado, la apertura comercial de México ha representado para la industria automotriz la posibilidad de convertirse en un importante centro de exportación de vehículos, autopartes y componentes. En 1988, previo a la apertura comercial, solo el 34.2% de la producción nacional de vehículos tuvo como mercado de destino final el extranjero. En 1993, un año antes de la entrada en vigor del TLCAN, este porcentaje incrementó a 44.6% y en el año de la firma ascendió a 51.7%. En 1995 este porcentaje fue de 86% y desde entonces se ha mantenido alrededor de dicha cifra (AMIA, 2024). En 2023, el 74.5% del total de los vehículos exportados tuvieron como destino Estados Unidos, seguido de Canadá con 8%, Alemania con 5% y Brasil con 2.1%.

Actualmente, México cuenta con 37 plantas automotrices localizadas en territorio nacional: 20 dedicadas al ensamble de vehículos, 10 a la producción de motores y siete a la producción de transmisiones. La capacidad de producción anual es de 5 056 148 vehículos, 5 682 180 motores y 2 373 800 transmisiones.

En lo que respecta a las entidades federativas, Aguascalientes tuvo en 2018 la mayor participación en la generación de VACB, pues aportó 45.8% al total de la actividad económica de la entidad y el 72% a la manufactura estatal. Le sigue San Luis Potosí, el cual aporta 39.4% al VACB del total de la entidad y 59.1% al de la manufactura (gráfica 1).

En Coahuila, que presenta una pujante economía, esta industria genera 32.9% del total del VACB de la entidad y 48.6% del de la manufactura; es de destacarse también que este estado ocupa la segunda posición con el mayor número de plantas ensambladoras de vehículos (cinco), a lo que se suma la abundante presencia de empresas productoras de autopartes.

Gráfica 1. Entidades federativas: participación porcentual de la industria automotriz en la actividad económica total y en la manufactura. VACB, 2018



Fuente: INEGI (2019)

En otros estados como Puebla, Guanajuato y Chihuahua, la presencia de la industria automotriz es también muy relevante, pues aporta arriba del 10% a la generación de VACB total de la economía estatal y por arriba del 20% del de la manufactura (gráfica 1). En Guanajuato, esta industria aporta 24.4% a la generación de VACB de la economía estatal y 42.2% al generado por las actividades manufactureras.

Respecto al número de plantas por estado, también destaca de manera importante Guanajuato, donde se ubican cuatro plantas de ensamble de vehículos, cuatro plantas de producción de motores y tres de transmisiones. Cuentan con una capacidad de producción anual instalada de 888 100 vehículos, 1 577 000 motores y 1 377 800 transmisiones, en ellas se emplea a casi 22 mil trabajadores, de los que 65% se ocupan en el ensamble de vehículos, 24% en transmisiones y 11% en motores. Las empresas con mayor presencia en esta entidad son: Ford Motors, General Motors, Honda, Mazda y Toyota (AMIA, 2024).

Coahuila es otra de las entidades con mayor presencia de la industria automotriz. En ella se localizan cinco plantas automotrices, dos de ensamble de vehículos, dos de motores y una de transmisiones. Su capacidad instalada es de 564 400 vehículos, 1 141 250 motores y 249 000 transmisiones al año. En ella se emplea a casi 13 000 trabajadores. Las empresas con mayor pre-

sencia son General Motors y Stellantis. Por otro lado, en Aguascalientes se encuentran instaladas tres plantas de vehículos y una de motores, con una capacidad instalada de 766 708 vehículos y 747 000 motores anuales; donde se emplean 13 900 y 2 100 trabajadores respectivamente (AMIA, 2024).

En la región centro del país, el Estado de México es también uno de los más importantes para esta industria, con la instalación de tres plantas, dos de ensamble de vehículos y una de motores. Además, tiene una capacidad instalada de 517 929 vehículos al año y 788 500 motores. Puebla, por su parte, destaca en el ensamble de vehículos con dos plantas instaladas, de Audi y Volkswagen, que cuentan con una capacidad instalada de 622 500 vehículos al año y donde se emplean a cerca de 17 000 personas.

Otros estados donde la industria automotriz ha crecido de forma importante durante los años recientes son San Luis Potosí, Jalisco, Nuevo León, Sonora, Morelos y Chihuahua. Actualmente, en San Luis Potosí se localizan dos plantas de ensamble de vehículos con una capacidad instalada de 44 050 vehículos al año y una planta de transmisiones con capacidad para producir 249 000 transmisiones al año. Jalisco cuenta con tres plantas de Honda, una de vehículos, una de motores y una de transmisiones con una capacidad para producir 218 290 vehículos, 747 000 motores y 290 500 transmisiones al año. Nuevo León cuenta con dos plantas, una de vehículos y una de motores.

En Sonora se localizan plantas de ensamble de vehículos (Ford) con capacidad para producir 415 000 vehículos al año, mientras que en Morelos (Nissan) se pueden ensamblar hasta 232 400 vehículos anualmente. Finalmente, Chihuahua cuenta con una de las plantas más grandes dedicadas a la producción de motores, con una capacidad de 681 430 al año (AMIA, 2024).

3.1 Exportaciones automotrices e IED por entidad federativa, 2007-2023

La industria automotriz se ha consolidado no solo por la generación de ingreso y empleo nacional, sino también por su vinculación con el sector externo y su participación en las exportaciones totales y manufactureras, que ha crecido notablemente en los últimos años. A diferencia de otras manufacturas —como la fabricación de equipo de cómputo, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios eléctricos; la industria química, las industrias metálicas básicas, la fabricación de prendas de vestir y la fabricación de insumos textiles y acabados textiles— la industria automotriz ha crecido de forma importante su participación dentro de las exportaciones totales y manufactureras. En 2007, 25.6% de las exportaciones totales del país estaban relacionadas con este sector; para 2023, esta participación creció a 40.2%; mientras que la participación en las exportaciones manufactureras creció de 30.9% a 44.7% para los mismos años (cuadro 1).

Cuadro 1. México: participación de las exportaciones automotrices en las exportaciones totales y manufactureras, 2007-2023 (%)

	Año	Industria alimentaria	Industria de las bebidas y del tabaco	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	Fabricación de prendas de vestir	Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	Industria de la madera	Industria del papel	Impresión e industrias conexas	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	Industria química	Industria del plástico y del hule	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	Industrias metálicas básicas	Fabricación de productos metálicos	Fabricación de maquinaria y equipo		Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	Fabricación de equipo de transporte	Fabricación de muebles, colchones y persianas	Otras industrias manufactureras
Participación en exportaciones totales	2007	1.7	0.7	0.3	0.2	1.9	0.3	0.1	0.4	0.1	0.9	4.1	1.5	0.8	3.8	2.4	3.2	25.1	5.9	25.6	0.6	3.4
	2023	2.9	1.9	0.2	0.2	0.6	0.2	0.1	0.4	0.2	0.6	2.7	2.9	0.8	2.6	2.5	4.5	14.9	6.5	40.2	0.6	4.3
Participación en exportaciones manufactureras	2007	2.0	0.8	0.3	0.3	2.3	0.3	0.1	0.5	0.1	1.1	4.9	1.9	1.0	4.6	2.9	3.9	30.3	7.1	30.9	0.7	4.1
	2023	3.3	2.1	0.2	0.3	0.7	0.2	0.1	0.5	0.3	0.7	3.0	3.2	0.9	2.9	2.8	5.0	16.6	7.2	44.7	0.7	4.8

Fuente: INEGI (2024a)

De esta forma, México se ha convertido en una plataforma de exportación para la industria automotriz. Por el lado de las ensambladoras de vehículos, la mayor participación de las exportaciones recae en General Motors, que participa con 23.1% de las exportaciones totales a nivel nacional, seguido de Nissan, Ford y Stellantis, empresas que participan con 13.4%, 11.6% y 10.8% respectivamente. Otras empresas como Volkswagen, Honda y Toyota también tienen una participación considerable en la exportación de vehículos en México, 9.5%, 6.5% y 6.2%, respectivamente.

En cuanto al destino de los vehículos exportados desde México, es indiscutible que el país más importante es Estados Unidos, al que —de acuerdo con datos de la AMIA (2024)— se destina alrededor del 85% de la producción total de vehículos manufacturados en territorio mexicano, seguido muy de lejos por las regiones de Europa, Latinoamérica y Asia, donde se destina aproximadamente 5.5%, 4.5% y 2% de forma anual, respectivamente. Existen otros mercados a los que se exportan vehículos, aunque en proporciones menores, como son Oceanía (0.3%) y África (0.1%).

A nivel de entidad federativa, son los estados localizados en la región norte de México, como Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Baja California y Tamaulipas, los que tienen mayor peso en las exportaciones totales y manufactureras del país (cuadro 2), esto se explica principalmente por la cercanía con el mercado de consumo final.

Cuadro 2. México: participación de las entidades federativas en las exportaciones totales y automotrices nacionales y de las exportaciones automotrices en el total de cada entidad federativa, 2023 (%)

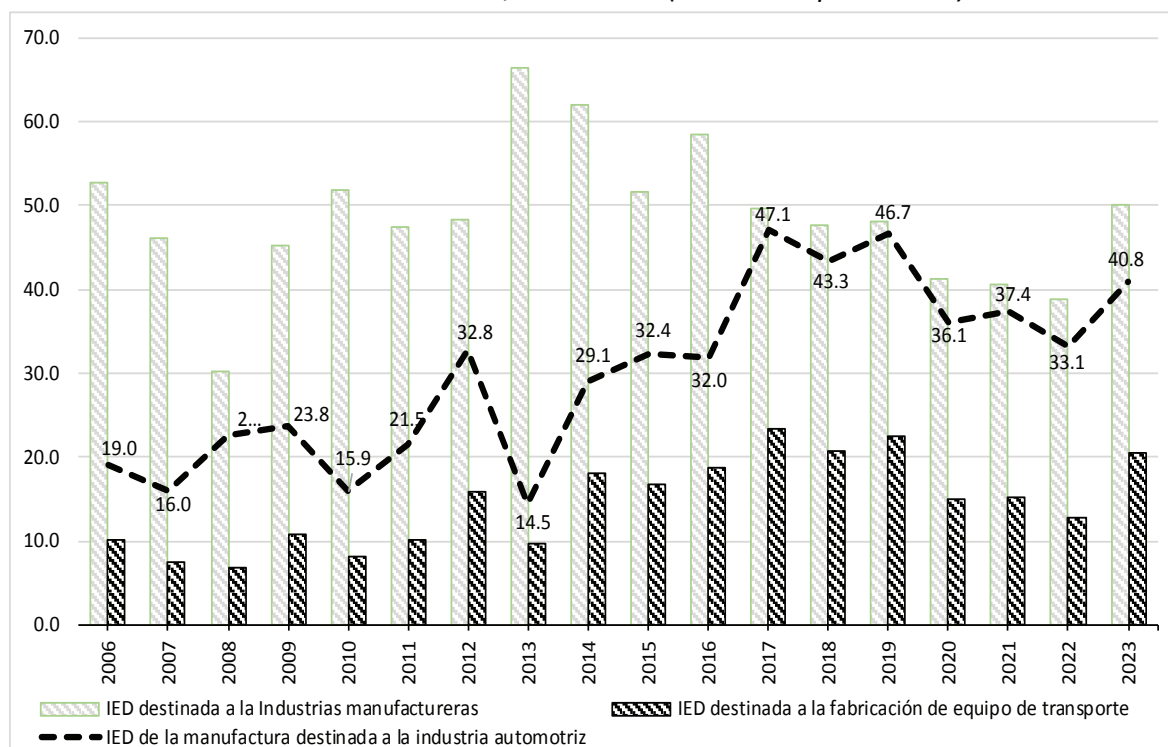
Participación Porcentual		Chihuahua	Coahuila	Nuevo León	Baja California	Guanajuato	San Luis Potosí	Jalisco	Sonora	Querétaro	Aguascalientes	México	Puebla	Tamaulipas	CDMX	Hidalgo	Morelos	Sinaloa	Durango	Zacatecas
En exportaciones totales nacionales		13.1	12.3	10.5	10.2	6.3	4.3	5.1	5.0	3.4	2.4	4.3	3.7	6.4	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5
En exportaciones automotrices nacionales	2007	12.4	15.9	6.4	3.4	7.5	3.3	2.9	7.6	2.8	6.0	6.5	11.1	7.0	0.4	0.8	2.5	0.2	0.2	2.7
	2023	8.4	20.9	9.4	5.7	11.1	7.5	1.7	4.3	4.1	5.0	6.4	7.6	4.7	0.1	1.0	0.8	0.1	0.5	0.2
Exportaciones automotrices en las totales de cada entidad		25.8	68.4	36.0	22.5	71.4	70.0	13.4	34.5	48.2	84.7	59.7	82.3	29.3	3.6	55.5	54.7	8.5	35.9	15.3

Fuente: INEGI (2024a)

Coahuila es la entidad con la mayor participación en las exportaciones automotrices nacionales, 20.9% del total nacional; le siguen Guanajuato, Nuevo León y Chihuahua con 11.1%, 9.4% y 8.4%, respectivamente (cuadro 2). En estos mismos estados, con excepción de Chihuahua, la industria automotriz ha ganado participación en las exportaciones nacionales. Por su parte, Guanajuato, Querétaro y Baja California también han fortalecido su aportación a las exportaciones automotrices nacionales, al pasar de 7.5% en 2007 a 11.1% en 2023 en el caso de Guanajuato, de 2.8% a 4.1% en Querétaro y de 3.4 a 5.7% en el caso de Baja California. Por otro lado, entidades como Jalisco, Sonora, Aguascalientes, Estado de México, Puebla y Tamaulipas, entre otras, han disminuido dicha participación (cuadro 2).

Un punto central por destacar es que, al interior de las entidades federativas, esta industria se ha convertido en el vínculo con el sector externo por el peso que tiene en las exportaciones totales de la entidad. En Aguascalientes, 84.7% de las exportaciones totales se derivan de la industria automotriz; en Puebla, 82.3%; en Guanajuato 71.4%; en San Luis Potosí, 70.0%; en Coahuila, 68.4%. Así, en las entidades donde se encuentra presente esta industria, gran proporción de las exportaciones totales y manufactureras se relacionan con esta actividad, como se muestra en el cuadro 2.

Gráfica 2. IED destinada a la manufactura y a la industria automotriz en México, 2006-2023 (estructura porcentual)



Fuente: Secretaría de Economía (2024)

Por su parte, de acuerdo con la Secretaría de Economía, en el periodo comprendido de 2006 a 2023, México recibió un total de 556 557.4 millones de dólares por concepto de inversión extranjera directa; de los cuales 49.2% se destinaron a las industrias manufactureras y 14.8% (82 561.8 millones de dólares) al subsector fabricación de equipo de transporte; esto representa el 30.2% de la recibida por la manufactura nacional (gráfica 2).

Las entidades que recibieron la mayor cantidad de inversión para la industria automotriz en el periodo comprendido de 2006 a 2023 son: Chihuahua (11.6%), Guanajuato (10.7%), Coahuila (10.2%), Nuevo León (8.9%), Estado de México (8.3%), Aguascalientes (8.1%), San Luis Potosí (7.75%), Puebla (7.6%), Ciudad de México (6.8%), Baja California (5.8%) y Querétaro (5.1%), como se indica en la gráfica 2.

La inversión ha sido por excelencia una variable considerada como representativa del crecimiento de la actividad económica, pues su expansión representa el desarrollo de nuevos proyectos productivos y de infraestructura que dinamizarán la actividad económica y que impactarán en la generación de nuevos empleos (Carbajal y Murillo, 2024). En este mismo sentido, Guizar

Contreras (2020) señala que la IED tiene como una de sus finalidades desarrollar a la industria a partir de nuevos proyectos y, bajo el marco político adecuado, representa un importante impulso para la integración económica internacional.

En este sentido cobra relevancia analizar el desempeño de esta variable, pues se esperaría un crecimiento considerable como resultado de la estrategia de *nearshoring* que cobra relevancia como consecuencia de las fracturas en las cadenas de suministro que se presentaron en el periodo de la pandemia por COVID-19 y posterior a ella, y que se materializaron en la escasez de productos y componentes, por ejemplo, de microchips para la industria automotriz.

Banxico (2024) señala que la relocalización ha beneficiado a una proporción significativa de empresas, alcanzando un 12.9% a nivel nacional. Esta cifra refleja el porcentaje de empresas de más de 100 trabajadores que reportaron un incremento en su producción, ventas o inversión debido a la relocalización durante el periodo de julio 2023 a junio 2024; aunque la proporción de compañías beneficiadas varía entre regiones y sectores. La región norte mostró la mayor proporción de empresas que reportaron un impacto positivo en el periodo referido, 16.9%, seguida de las regiones centro norte con 13.2%, centro con 11.4% y sur con 7.8%. La diferencia se explica por la cercanía geográfica, el grado de integración económica con Estados Unidos y la heterogeneidad en la vocación productiva de las regiones. Por el lado de los sectores, el mayor impacto positivo se presentó en firmas del sector manufacturero (16.6%) que en el no manufacturero (10.6%), especialmente en las que pertenecen a subsectores con mayor integración en cadenas globales de valor.

4. Metodología

4.1. La ventaja comparativa revelada (VCR)

La ventaja comparativa revelada desarrollada por Balassa (1965) se deriva del concepto de ventaja comparativa planteado por David Ricardo en 1817, que hace referencia a la eficiencia relativa mayor en la producción de un bien, resultado de costos comparativos menores que los que tienen otros países. Este planteamiento alude al comercio internacional y a la especialización, y es la base de numerosos estudios que calculan dicha ventaja para diferentes países, regiones o sectores de actividad.

De acuerdo con Balassa (1965), las ventajas comparativas responden a una serie de factores tanto medibles como no medibles, que buscan explicar el patrón de comercio de un espacio geográfico o sector de actividad.

La ventaja comparativa revelada da cuenta de si un país, región o sector, presenta una ventaja con relación a otro a partir de considerar el flujo de comercio y la especialización de este (Ramírez-Padrón *et al.* 2018). Por su parte, Arias y Esquivel (2010) plantean que el Índice de Ventaja Comparativa Revelada (IVCR) refleja las ventajas comparativas basada en la especialización de cada país en el comercio partiendo de un punto de referencia y bajo el supuesto de

que, el patrón de comercio muestra las diferencias en los costos relativos y en los precios de los factores que existen entre países. En este sentido, consideran que el índice refleja la ventaja específica que tiene un producto de exportación, de acuerdo con la dotación relativa de recursos y con la productividad del país (Arias y Esquivel, 2010). En este sentido, Vollrath (1991) señala que las medidas empíricas de ventaja comparativa agregada permiten identificar la dirección en la que deben orientarse la inversión y el comercio de un país para explotar las diferencias internacionales en la oferta y demanda de productos y factores; además, sirven para evaluar patrones de especialización.

En este trabajo se calcula el índice de ventaja comparativa de las exportaciones del subsector fabricación de equipo de transporte, que es uno de los 21 subsectores de actividad que integran a la industria manufacturera. Se toman los datos anuales para el periodo de 2007 a 2023 de las exportaciones totales y de la industria automotriz de México y de las principales entidades federativas donde esta industria se encuentra presente, publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2024a).

Se mide la evolución de la ventaja comparativa del subsector fabricación de equipo de transporte durante el periodo 2007-2023, lo que permite identificar el desempeño relativo de esta industria en las exportaciones que realiza cada entidad federativa. Esto podría darnos elementos para definir qué entidades cuentan con mayores ventajas para la atracción de inversión extranjera directa, en el entendido de que este es uno de los factores determinantes del *nearshoring*.

La expresión algebraica de la ventaja comparativa revelada de las exportaciones de la fabricación de equipo de transporte es la que se muestra a continuación y que se retoma de la presentada por Balassa (1965), así como de la adaptación realizada por Sánchez León (2018) y Carbajal y Murillo (2024):

$$VCRXET_{i,t} = \frac{XETEn_{i,t}/XETEn_{i,t}}{XTET_t/XT_t} \quad [1]$$

Donde:

$VCRXET_{i,t}$ = Ventaja comparativa revelada de las exportaciones de equipo de transporte.

$XETEn_{i,t}$ = Exportaciones de equipo de transporte por entidad federativa.

$XETEn_t$ = Exportaciones totales por entidad federativa.

$XTET_t$ = Exportaciones totales de equipo de transporte en México.

XT_t = Exportaciones totales de México.

i = corresponde a las entidades federativas exportadoras del sector automotriz.

t = información anual desde 2007, 2008, ..., 2023.

La interpretación de los resultados es la siguiente:

Si la $VCR > 1$, la entidad federativa tiene una ventaja comparativa en las exportaciones de equipo de transporte, durante el periodo t .

Si la $VCR \leq 1$, la entidad federativa no tiene una ventaja comparativa revelada en las exportaciones de equipo de transporte durante el periodo t .

Los resultados reflejan el grado de importancia del subsector fabricación de equipo de transporte dentro de las exportaciones de las entidades federativas en comparación con la importancia de las exportaciones del subsector que se realizan a nivel nacional. Es importante señalar que el éxito de la VCR de las industrias, incluyendo la automotriz, depende de diversos factores, como que las empresas cuenten con técnicas y recursos económicos que favorezcan el incremento de su capacidad organizacional y productiva; además de generar la diferenciación de productos y el uso de tecnologías, sumado al apoyo hacia los diversos sectores de tal manera que logren ser más competitivos individual y colectivamente. En este sentido, también resultan relevantes variables como la IED, la innovación tecnológica y el capital humano, es decir, la calificación con que cuente el personal ocupado, sobre todo cuando se habla de procesos productivos más innovadores y tecnificados (Sánchez León, 2018).

4.2. Los modelos con datos de panel

Con el propósito de encontrar alguna regularidad que ofrezca argumentos empíricos para sumar a la explicación del problema que nos ocupa en este trabajo, se estimarán los flujos acumulados de la inversión extranjera directa hacia el subsector de equipo de transporte como una variable *proxy* de fenómeno del *nearshoring*. Para ello se trabajará con econometría de datos de panel (para una revisión de la estructura de los modelos con datos panel puede revisarse Hsiao, 2003). Se estima un modelo dinámico que incluye el rezago de la variable dependiente. Se busca encontrar alguna evidencia que identifique si las condiciones económicas que prevalecen en las entidades federativas, en las que la industria automotriz está presente, son factor de atracción de los flujos de IED del sector automotriz. Se estimó un panel de datos dinámico como se presenta a continuación, para el periodo 2007-2022.

$$LIEDET_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 VCRXET_{i,t} + \beta_2 LPIBMAN_{i,t} + \beta_3 PLAB_{i,t} + \beta_4 CUMO_{i,t} + \beta_5 LIEDET_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t}$$

Para $i = 1, \dots, 17$ entidades federativas de México en las que se ubica el sector automotriz; $t = 2007, 2008, 2009, \dots, 2022$, años de análisis.

Donde, *LIEDET* es el logaritmo de los flujos acumulados de inversión extranjera directa hacia el subsector de equipo de transporte, *VCRXET* es el índice de ventaja comparativa de las exportaciones automotrices, *LPIBMAN* es el logaritmo del PIB de la manufactura como variable que mide el tamaño de la economía de las entidades a partir de la importancia del producto manufacturero, *PLAB* es la productividad laboral con base en las horas trabajadas totales, *CUMO* es el costo unitario de la mano de obra. Se incluye además *LIEDET*_{*t-1*} para considerar que la dinámica de los flujos de IED del sector del periodo anterior influye en el comportamiento actual. Es información oficial del INEGI (2024a, 2024b, 2024c).

La consideración de estas variables parte del acercamiento a lo que significa el *nearshoring*, en el sentido de que, en la reubicación de las empresas hacia territorios geográficamente

● ● ● ●

cercanos a los mercados, se puede considerar como ventajas de los territorios a los costos de transporte y de mano de obra, así como las características de apertura al sector externo y tamaño de las economías regionales.

Se trabajó con información de datos panel con el propósito de considerar la información estadística anual disponible para las entidades federativas con presencia importante de la producción automotriz; sobre todo porque, como lo sugieren Mayorga y Muñoz (2000), la técnica con datos panel permite combinar dos estructuras de datos: 1) una dimensión temporal, es decir, incorporan información durante un periodo de tiempo; y 2) de corte transversal, que representa el análisis de la información disponible para las entidades federativas.

5. Resultados y discusión

A partir de la metodología que se describe en el apartado 3.1, se calculó el índice de ventaja comparativa de las exportaciones automotrices para las entidades federativas, donde predomina la presencia de la fabricación de automóviles y camiones, así como de autopartes, motores y transmisiones. Se espera que aquellas entidades que presentan ventaja comparativa de las exportaciones sean también las que reciban mayores montos de IED y sobre todo que esta se haya incrementado en los años recientes, como resultado del *nearshoring*. Los resultados del índice de la ventaja comparativa de las exportaciones se muestran en el cuadro 3.

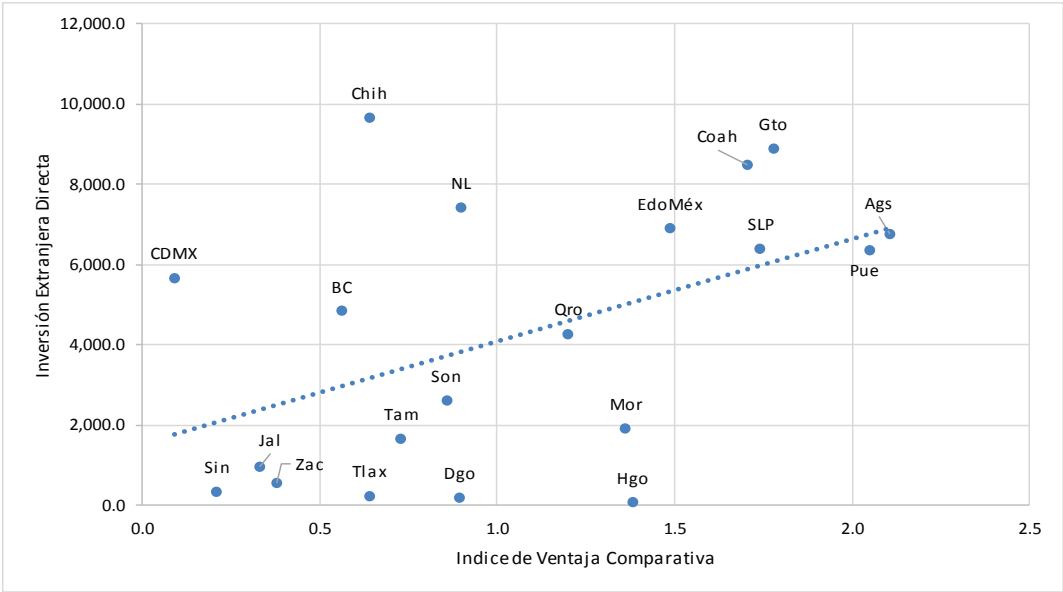
En 2007, 12 entidades federativas presentaban ventaja comparativa en las exportaciones, mientras que para 2023, esta cifra disminuyó a nueve, lo que indica que esta industria ha tendido a concentrarse en algunas entidades federativas. Como se observa en el cuadro 3, las entidades que presentan ventaja comparativa en las exportaciones automotrices en 2023 son: Aguascalientes, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro y San Luis Potosí. Según información del apartado anterior, son los estados con mayor captación de inversión extranjera directa de la industria automotriz, lo que podría sugerir una correlación positiva entre estas dos variables.

Cuadro 3. Índice de ventaja comparativa de las exportaciones automotrices en las principales entidades federativas

Año	Aguascalientes	Baja California	Coahuila	Chihuahua	CDMX	Durango	Guanajuato	Hidalgo	Jalisco	México	Morelos	Nuevo León	Puebla	Querétaro	San Luis Potosí	Sinaloa	Sonora	Tamaulipas	Tlaxcala	Zacatecas
2007	3.2	0.3	2.2	1.1	0.3	0.7	2.8	1.4	0.5	1.8	2.9	0.8	3.4	2.0	1.7	1.5	1.4	0.7	0.2	3.0
2008	3.2	0.3	2.3	1.1	0.3	0.6	2.3	1.0	0.4	1.9	2.9	0.7	3.5	2.0	1.6	1.8	1.8	0.5	0.2	3.4
2009	3.0	0.3	2.2	0.9	0.2	0.5	2.6	0.8	0.3	1.8	2.9	0.9	3.5	2.0	1.9	0.5	2.1	0.5	0.4	2.8
2010	2.8	0.3	2.2	0.7	0.2	0.6	2.5	0.3	0.3	2.0	2.7	1.0	3.1	1.6	1.8	0.5	2.0	0.5	0.4	2.0
2011	2.7	0.4	2.0	0.7	0.2	0.4	2.4	0.8	0.3	1.9	2.7	1.0	3.0	1.9	1.8	0.3	1.7	0.5	0.4	1.5
2012	2.5	0.4	2.0	0.7	0.3	0.6	2.2	1.1	0.4	1.7	2.7	0.9	2.8	1.8	1.9	0.4	1.5	0.5	0.4	1.3
2013	2.2	0.4	1.8	0.6	0.3	0.5	1.7	1.0	0.4	1.5	2.4	0.9	2.9	1.5	1.6	0.3	1.2	0.5	0.3	1.2
2014	2.2	0.4	1.9	0.6	0.7	0.7	2.1	1.0	0.4	1.7	2.2	1.0	2.3	1.4	2.0	0.6	1.3	0.7	0.3	0.1
2015	2.0	0.3	1.7	0.7	0.7	0.8	2.0	1.2	0.4	1.4	1.9	1.0	2.0	1.3	1.7	0.4	1.2	0.7	0.3	0.2
2016	2.0	0.4	1.7	0.7	0.6	0.7	2.0	1.2	0.5	1.3	1.9	0.9	1.9	1.2	1.7	0.4	1.1	0.7	0.3	0.3
2017	1.9	0.4	1.6	0.6	0.6	0.7	2.0	1.0	0.3	1.6	1.8	1.0	2.1	1.1	1.8	0.5	0.9	0.7	0.4	0.5
2018	2.1	0.5	1.6	0.6	0.5	0.6	1.8	1.2	0.4	1.6	1.8	1.2	2.1	1.2	1.7	0.2	0.8	0.7	0.3	0.4
2019	2.1	0.6	1.7	0.6	0.4	0.6	1.8	1.4	0.3	1.5	1.7	1.2	2.1	1.2	1.7	0.2	0.8	0.7	0.3	0.4
2020	2.3	0.5	1.8	0.6	0.3	0.7	2.0	1.1	0.3	1.4	1.7	1.0	2.2	1.3	1.8	0.1	0.7	0.7	0.4	0.3
2021	2.4	0.5	1.9	0.6	0.2	0.8	2.0	1.0	0.3	1.5	1.8	1.0	2.2	1.3	1.7	0.2	0.7	0.7	0.4	0.2
2022	2.4	0.6	1.9	0.6	0.1	0.9	1.9	1.3	0.3	1.5	1.4	0.9	2.3	1.2	1.8	0.2	0.8	0.7	0.5	0.3
2023	2.1	0.6	1.7	0.6	0.1	0.9	1.8	1.4	0.3	1.5	1.4	0.9	2.0	1.2	1.7	0.2	0.9	0.7	0.6	0.4

Fuente: Elaboracion propia con datos de INEGI (2024a)

Gráfica 3. Ventaja comparativa de las exportaciones automotrices (2023) e IED en la industria automotriz (flujos acumulados 2007-2023) Diagrama de dispersión



Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Economía (2024) e INEGI (2024a)

En la gráfica 3 se muestra evidencia de esta relación positiva entre el índice de ventaja comparativa de las exportaciones automotrices y la IED, lo que sugiere que las entidades con mayor potencial exportador en la industria automotriz son las que han recibido los mayores montos de IED.

De esta forma, Aguascalientes es la entidad que presenta la mayor ventaja comparativa de las exportaciones automotrices, igual a 2.1 en 2023, y ha recibido un monto relativamente alto de la IED de la industria automotriz, de 6 769.6 millones de dólares, lo que representa 8.1% del total recibido en el país para esta industria.

Por otro lado, para identificar si el fenómeno del *nearshoring* ha tenido algún impacto en la IED recibida en la industria automotriz a partir de la pandemia por COVID-19, cuando el término de *nearshoring* cobró vigencia, se consideran solo los montos recibidos a partir de 2021 y hasta el mes de septiembre de 2024. En este caso, los resultados se muestran en el cuadro 4, donde se presenta el número de proyectos de inversión, los montos de IED, la participación porcentual por entidad federativa y el número de empleos que se registran como generados.

Cuadro 4. México. Inversión extranjera directa, número de proyectos y empleos generados, en la industria automotriz, por entidad federativa 2021-2024

Estado	No. de proyectos	Monto acumulado (MDD)	% del total	Empleos generados	Estado	No. de proyectos	Monto acumulado (MDD)	% del total	Empleos generados
Guanajuato	159	4 086.09	8.4	24 516	Baja California	9	599	1.2	750
Coahuila	130	8 283.09	17.1	57 937	Zacatecas	8	157.1	0.3	1 850
Nuevo León	106	14 222.7	29.3	61 834	Hidalgo	5	488.8	1.0	2 770
Querétaro	95	3 468.99	7.2	20 729	Michoacán	5	70.81	0.1	0
San Luis Potosí	46	2 698.2	5.6	15 176	Sonora	5	137.7	0.3	3 170
Aguascalientes	37	2 023.75	4.2	15 638	Morelos	3	105.9	0.2	1 950
Estado de México	31	3 973.56	8.2	36 195	Tlaxcala	2	28.6	0.1	48
Jalisco	26	2 163.78	4.5	19 601	CDMX	2	200.6	0.4	80
Tamaulipas	23	461.8	1.0	16 413	Yucatán	2	0	0.0	250
Chihuahua	20	1 301.3	2.7	17 380	Nayarit	1	0	0.0	0
Puebla	13	3,096	6.4	900	Tabasco	1	10	0.0	700
Durango	12	721.55	1.5	6 470					
Total						742	48 459.25	100.0	306 557

Nota: Los datos de 2024 son al mes de septiembre. Fuente: Elaboración propia con datos de Directorio Automotriz (2024).

De enero de 2021 a septiembre de 2024, Nuevo León fue la entidad con mayor captación acumulada de IED, pues registró 14 222.7 millones de dólares o lo equivalente a 29.3% de la IED

de la industria automotriz nacional. También registró 106 nuevos proyectos de inversión. Esta entidad, sin duda, ha sido muy importante para la industria automotriz, pues la ventaja comparativa en las exportaciones automotrices ha oscilado entre 1.2 y 0.9 en los últimos años (cuadro 3); no obstante, con seguridad las nuevas inversiones que se han anunciado y se están llevando a cabo desde 2021 vendrán a fortalecer aún más a la industria automotriz en ese estado.

En el mismo periodo, Guanajuato es la entidad que ha registrado el mayor número de proyectos de nuevas inversiones en el periodo, un total de 156, por un monto de 4 086.09 millones de dólares, lo que representa 8.4% del total. Cuenta con ventaja comparativa de las exportaciones automotrices, de 1.8 y con 11 plantas automotrices.

En Coahuila se han registrado 130 nuevos proyectos de inversión para la industria automotriz, por un monto de 8 283.09 millones de dólares, lo equivalente a 17.1% de la IED nacional del sector. La ventaja comparativa de las exportaciones automotrices en este caso es de 1.7. Esta entidad es la que presenta la mayor participación dentro de las exportaciones automotrices totales nacionales: 20.9%.

Otros estados donde se han registrado nuevos proyectos de IED en la industria automotriz, en el periodo de interés, son: Querétaro, San Luis Potosí, Aguascalientes, Estado de México y Jalisco, con un total de 235 proyectos, por un monto de 14 328.28 millones de dólares (cuadro 3). Estos estados, con excepción de Jalisco, presentan una ventaja comparativa en las exportaciones.

Existen otras entidades, de tradición automotriz, donde también han registrado nuevos proyectos de IED para la industria, aunque en proporciones menores, como son: Chihuahua, Puebla y Tamaulipas. Otro punto que destacar es que, de acuerdo con los datos registrados de las nuevas inversiones en los años posteriores al 2020, la generación de empleos por estos nuevos proyectos es muy relevante (cuadro 4).

Finalmente, a partir de la estimación del modelo de datos panel, se buscó evidencia para argumentar si la capacidad exportadora de las entidades federativas y las variables que se asume explican las condiciones regionales de las entidades federativas, son factores que pueden favorecer los flujos de IED al sector automotriz, en este contexto del *nearshoring*. Para ello, se estimaron tres modelos: datos agrupados (modelo pool), efectos fijos y datos agrupados dinámicos. De acuerdo con las pruebas de datos agrupados y de Hausman, se identificó que el modelo más consistente era uno de efectos fijos (cuadro 5). La estimación por efectos fijos presentó problemas de autocorrelación e inconsistencias en los coeficientes de estimación, por lo que se trabajó con un modelo de datos agrupados dinámicos, que incluye los flujos acumulados de inversión extranjera directa hacia el subsector de equipo de transporte rezagados un periodo ($IEDFET_{t-1}$). La estimación permitió corregir el signo de VCRXET.

Cuadro 5. México: determinantes de la inversión extranjera directa en el subsector de Fabricación de equipo de transporte (LIEDET) Resultados de la estimación

	Datos agrupados	Efectos fijos	Datos agrupados dinámicos
Constante	-14.7 (0.000)***		-1.22 (0.07)
VCRXET	0.48 (0.000)***	-1.21 (0.000)***	0.169 (0.000)***
LPIBMAN	1.20 (0.000)***	3.23 (0.000)***	0.168 (0.000)***
PLAB	0.019 (0.03)*	0.004 (0.66)	0.0002 (0.91)
CUMO	0.04 (0.000)***	0.025 (0.002)**	0.005 (0.06)*
LIEDFET _{t-1}			0.802 (0.000)***
R ²	0.42	0.46	0.94
R ² ajustado	0.41	0.42	0.94
F estadístico	47.45 (0.000)	53.85 (0.000)	817.4 (0.000)
Prueba de datos agrupados	17.21 (0.000)		2.96 (0.000)
Prueba de Hausman	13.32 (0.010)		7.56 (0.18)
Prueba de Breusch-Godfrey/Wooldridge	118.13 (0.000)	70.09 (0.000)	8.61 (0.003)

Notas: Panel desbalanceado: n = 17, T = 9-15, N = 247. Nivel de significancia: * 10%, ** 5%, *** 1%.

Fuente: Estimaciones realizadas con R versión 3.0.1.

Por los resultados del modelo de datos agrupados dinámico, se confirma un efecto positivo del índice de ventaja comparativa de las exportaciones automotrices () a los flujos de inversión extranjera directa hacia el subsector de equipo de transporte (LIEDET). El coeficiente de 0.169, positivo y significativo, permite esta afirmación. Más que la magnitud del coeficiente, el resultado es importante porque permite destacar que las características de las entidades federativas en las que se ubica el sector automotriz, que de acuerdo con el índice de VCRXET indican ventaja comparativa revelada, es un factor que puede ser un incentivo a que los flujos de IED fluyan en mayores proporciones hacia las industrias automotrices ubicadas en las diferentes entidades de México.

Por otro lado, se encontró evidencia de que el tamaño de las economías estatales donde se ubica la industria automotriz, medido por el PIB manufacturero (LPIBMAN), es significativo en la explicación de los flujos de IED hacia las entidades que se caracterizan por una vocación hacia la producción automotriz, y es una relación cuya magnitud del coeficiente (0.168) es similar al de VCRXET (0.169), lo que indica que son factores relativamente importantes para explicar estos flujos. Esta relación se vuelve más evidente al compararla con los resultados del modelo de datos agrupados. Además, una de las bondades de la estimación del panel dinámico es que permite identificar el carácter autorregresivo dinámico de LIEDT, en el sentido de que al incluirla como

regresor permite entender que su evolución se puede explicar por los flujos de IED de periodos pasados, en específico en $t-1$ (coeficiente de 0.802 de $LIEDFET_{t-1}$, positivo y significativo, como se muestra en el cuadro 5), que deja ver la importancia de las expectativas de las empresas por invertir en esta industria y en estas entidades federativas. Estos resultados podrían sugerir que la producción para el mercado externo, y por tanto la participación en las cadenas internacionales de suministro, determina en gran medida la captación de IED.

Finalmente, no hay evidencia de que la eficiencia de la mano de obra, medida por la productividad laboral de la manufactura (PLAB), sea un atractivo para que crezcan los flujos de IED hacia la industria automotriz, en esta coyuntura de la evaluación de las implicaciones del *nearshoring*. Sin embargo, aunque marginal (coeficiente de 0.005 de CUMO), los costos laborales que prevalecen en la manufactura, medido por los costos unitarios de la mano de obra (CUMO), son un incentivo para que se favorezca el flujo de IED hacia la industria automotriz en México.

6. Conclusiones

Tanto a nivel nacional como por entidad federativa, la industria automotriz ha jugado un papel muy importante por su aportación al PIB, generación de empleo y captación de IED. Se identificaron entidades en las que esta industria por sí sola aporta entre el 40% y 45% del VACB estatal, como Aguascalientes y San Luis Potosí, y otras que en los últimos años han captado entre el 19% y 27% de la IED nacional del sector, como Coahuila y Nuevo León.

A su vez se encontró que, para algunas entidades federativas como Coahuila, Guanajuato, San Luis Potosí, Aguascalientes y Puebla, las exportaciones del sector automotriz representan más del 70% de las exportaciones totales de la entidad, lo cual evidencia que esta industria es el principal vínculo con el mercado internacional.

Los resultados del IVCR de las exportaciones automotrices por entidad federativa en 2023 muestran que nueve entidades federativas tienen ventaja comparativa de las exportaciones y que esas entidades son también las que captaron la mayor cantidad de inversión extranjera directa en la industria automotriz, en el periodo 2021-septiembre de 2024, lo que puede relacionarse con la estrategia de *nearshoring*, estas son: Aguascalientes, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro y San Luis Potosí.

La estimación con datos panel permitió comprobar una relación positiva y estadísticamente significativa entre la captación de IED de la industria automotriz (medida por el subsector de equipo de transporte) y el potencial exportador de la entidad medido a través del índice de ventaja comparativa revelada de las exportaciones. Se comprueba que, mientras más exporte una entidad, mayor será el monto de IED que captará. Estos hallazgos abonan a la discusión sobre el *nearshoring* en el sentido de que las entidades federativas con alto potencial exportador y que se encuentran en la región centro norte de México son las que más IED han recibido a partir del 2021.

Referencias

- AMIA. 2024. *Importancia de la Industria Automotriz*, en https://www.amia.com.mx/publicaciones/industria_automotriz/
- Arias, J. y J. Esquivel. 2010. *Oportunidades y Posibles Impactos de las Negociaciones Agrícolas Internacionales de la Comunidad Andina*, Perú, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Balassa, B. 1965. "Trade liberalization and 'revealed' comparative advantage", *The Manchester School*, 33(2): 99-123. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x>
- BCIE. 2023. *Informe Mensual de Coyuntura Económica*, en <https://www.bcie.org/novedades/publicaciones/publicacion/informe-mensual-de-coyuntura-economica-octubre-2023>
- BANXICO. 2024. *Seguimiento de la Percepción Empresarial sobre el Impacto y las Perspectivas del Proceso de Relocalización en México*, en <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/reportes-sobre-las-economias-regionales/recuadros/%7B446E7F19-3F98-8B53-E443-578787ED8D04%7D.pdf>
- Carbajal Suárez y B. Murillo Villanueva. 2024. "Las exportaciones manufactureras en el Estado de México. Un análisis de ventaja comparativa a nivel de subsector, 2007-2023", en V. Torres-Preciado, Y. Carbajal-Suárez y L. De Jesús-Almonte (eds.), *Crecimiento Económico, Empleo, Innovación y Desigualdad Regional en México*, México, Universidad de Colima.
- Directorio Automotriz. 2024. *Inversión Automotriz Durante el 3T del 2024*, en <https://www.directorioautomotriz.com.mx/media/blog/78/file/main.pdf?v=672120c5>
- Garrido, C. 2022. *México en la Fábrica de América del Norte y el Nearshoring*, Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Gaytán Alfaro, D. y J. A. Martínez Hernández. 2024. "Potencial impacto multisectorial manufacturero del nearshoring en los estados de la frontera norte de México: un enfoque de insumo producto", *Contaduría y Administración*, 69(3), 170-191.
- Guizar Contreras, M.V. 2020. "Capacidad para atraer la inversión extranjera directa en México en el sector manufacturero y su impacto en la industria automotriz", *Revista CIMEXUS*, 15(2): 13-38.
- HSBC. 2023. *Nearshoring ¿Qué significa para el Sector Agroalimentario?*, en <https://www.empresas.hsbc.com.mx/es-mx/insights/growing-my-business/nearshoring-que-significa-para-el-sector-agroalimentario>
- HSBC. 2024. *El Gran Potencial de México para el Nearshoring*, en <https://www.empresas.hsbc.com.mx/es-mx/insights/growing-my-business/el-gran-potencial-de-mexico-para-el-nearshoring>
- Hsiao, C. 2003. *Analysis of Panel Data*, Nueva York, Cambridge University Press.
- Index. 2024. "El potencial económico por la relocalización", *Revista INDEX*, 21: 1-38.
- INEGI. 2019. *Censos Económicos*, en <https://www.inegi.org.mx/app/saic/default.html>
- INEGI. 2024a. *Exportaciones por Entidad Federativa*, en <http://www.inegi.org.mx/temas/exportacionesf/#tabulados>

- INEGI. 2024b. *Sistema de Cuentas Nacionales*, en <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0>
- INEGI. 2024c. *Banco de Información Económica (BIE)*, en <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0>
- Martel Carranza, C.P. 2023. “El nearshoring en el Perú”, *Innovación Empresarial Revista Científica*, 3(1): 7-12. <https://doi.org/10.37711/rcie.2023.3.1.19>
- Mayorga, M. y E. Muñoz. 2000. *La Técnica de Datos Panel. Una Guía para su Uso e Interpretación*, Banco Central de Costa Rica, Nota Técnica, núm. 005-2000.
- OCDE. 2024. *Economic Surveys: Mexico*, en https://www.oecd.org/en/publications/oecd-economic-surveys-mexico-2024_b8d974db-en.html
- OICA. 2024. Producción estadística 2023, en <https://www.oica.net/category/production-statistics/2023-statistics/>
- Ramírez-Padrón, LC., I. Caamal-Cauich, V.G. Pat-Fernández, D. Martínez-Luis. 2018. “Ventaja comparativa revelada de la fresa (*Fragaria spp.*) mexicana en los mercados importadores”, *Agro Productividad*, 11(1): 105-110.
- Sánchez León, S. 2018. “Ventaja comparativa de las industrias minera y manufacturera del estado de Chihuahua (2007-2015)”, *Chihuahua Hoy*, 16(16): 273-296. <https://doi.org/10.20983/chihuahuahoy.2018.16.9>
- Secretaría de Economía. 2024. *Inversión Extranjera Directa*, en <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/competitividad-y-normatividad-inversion-extranjera-directa?state=published>
- Secretaría de Gobernación. 2023. *Decreto por el que se otorgan estímulos fiscales a sectores clave de la industria exportadora consistentes en la deducción inmediata de la inversión en bienes nuevos de activo fijo y la deducción adicional de gastos de capacitación*. Diario Oficial de la Federación, 2 de julio, en https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5704676&fecha=11/10/2023#gsc.tab=0
- Vollrath, T.L. 1991. “A theoretical evaluation of alternative trade intensity measures of revealed comparative advantage”, *Weltwirtschaftliches Archiv*, 127(2): 265–280. doi:10.1007/bf02707986.
- WEF. 2023. *Qué es Offshoring, Nearshoring y Reshoring - y Cómo se Beneficia un Estado en México*, en <https://es.weforum.org/agenda/2023/01/explicado-que-es-offshoring-nearshoring-y-reshoring-y-como-se-beneficia-un-estado-en-mexico/>



UADY
UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

Revista de Economía,

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán

El papel de las normas sociales en la situación laboral de las mujeres mexicanas The role of social norms in the employment status of Mexican women

Paulina Blanquel Castro¹ - David Juárez-Luna²

Resumen

El objetivo del presente trabajo es analizar el papel de las normas sociales en la situación laboral de las mujeres mexicanas. Para ello, se emplea el modelo probit considerando tres variables dependientes, cada una de ellas corresponde a una situación laboral: 1) *Amas de casa*; 2) trabajar de *Tiempo parcial*; y 3) *Tiempo completo*. Se emplean datos de la séptima ola de la Encuesta Mundial de Valores. Las normas sociales se dividen en dos grupos: normas de género y valores laborales. Se concluye que las normas de género están asociadas con aumentos de la probabilidad de ser *Ama de casa*. Por otro lado, estas normas están mayormente asociadas con disminuciones de las probabilidades de trabajar de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*. Adicionalmente, los valores laborales están mayormente asociados con disminuciones de la probabilidad de ser *Ama de casa*. Por otro lado, estos valores están mayormente asociados con aumentos de las probabilidades de trabajar de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*.

Palabras clave: Participación laboral femenina, ama de casa, tiempo completo, normas sociales, normas de género, valores laborales.

JEL Classification: J11, J13, J16, J22.

Abstract

This paper aims to analyze social norms' role in Mexican women's employment status. To do so, we employ a probit model, considering three dependent variables, each corresponding to employment status: 1) *Homemaker*, 2) *Part-time job*, and 3) *Full-time job*. We use data from the seventh wave of the World Values Survey. Social norms are divided into two groups: gender

1- Universidad Anáhuac México, Correo electrónico: paulina.blanquelca@anahuac.mx

 ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2234-591X>

2- Universidad Anáhuac México, Correo electrónico: david.juarez@anahuac.mx

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8013-699X>



RECEPCIÓN: 11 de diciembre de 2024 ACEPTACIÓN: 9 de mayo de 2025
REVISTA DE ECONOMÍA: Vol. 42- Núm 105 JULIO A DICIEMBRE DE 2025: Págs. 146-171

norms and work values. The analysis concludes that gender norms are associated with increases in the probability of being a *homemaker*. On the other hand, these norms are mostly associated with decreases in the probabilities of working *part-time* and *full-time*. Additionally, work values are mostly associated with decreases in the probability of being a *homemaker*. On the other hand, these values are mostly associated with increases in the probabilities of working *part-time* and *full-time*.

Keyword: Female labor force participation, homemaker, full-time, social norms, gender norms, work values.

JEL Classification: J11, J13, J16, J22.

1. Introducción

En México se vive una realidad de marcada desigualdad laboral de género. Datos de la séptima ola de la Encuesta Mundial de Valores del periodo 2017-2022 (WVS7, por sus siglas en inglés), elaborada por Haerpfer *et al.* (2022), indican que 44.3% de las mujeres son *Amas de casa*, 8.8% trabajan de *Medio tiempo*, 9.7% son *Autoempleadas* y el 20.5% trabajan de *Tiempo completo*.¹ Por otro lado, del total de hombres, 2.5% son *Amos de casa*, 10.5% trabajan de *Medio tiempo*, 19% son *Autoempleados* y 43.7% trabajan de *Tiempo completo* (Haerpfer *et al.*, 2022). A este respecto, los estudios que analizan la participación laboral femenina² en México destacan dos aspectos. Primero, la participación laboral femenina se captura de diferentes maneras. Destacan entre ellas: las tasas de participación en la fuerza laboral (Aguilar-Gómez, Arceo-Gómez y De la Cruz Toledo, 2019; Bhalotra y Fernández, 2023); pertenecer a la Población Económicamente Activa (PEA) (Aguilar-Gómez *et al.*, 2020; Garduño-Rivera, 2013; Orraca, Aguilar y Corona, 2023); horas de trabajo remunerado (Amuedo-Dorantes y Pozo, 2012; Arceo-Gómez y Campos-Vázquez, 2010; Sánchez *et al.*, 2017; Gong y van Soest, 2002; Hoehn-Velasco y Penglase, 2021); en el hogar, la esposa tiene un trabajo remunerado (Campos-Vázquez y Vélez-Grajales, 2014); y, por último, la mujer declara que la semana pasada trabajó (Pérez-Bulnes, Caamal Olvera y Mastretta López, 2023). Sin embargo, en dichos estudios no se indica la situación laboral de las mujeres. En el presente trabajo, la situación laboral se divide en tres grupos: *Amas de casa*, trabajar de *Tiempo parcial* (*Medio tiempo* o *Autoempleadas*), o trabajar de *Tiempo completo*. Se considera relevante analizar la situación laboral de las mujeres mexicanas porque a cada situación laboral le corresponden diferentes beneficios laborales. Las *Amas de casa* no reciben salario. Las mujeres que trabajan de *Tiempo parcial* reciben el salario correspondiente a trabajar menos de 30 horas la semana.

¹ La suma de los porcentajes de las mujeres que se encuentran en alguna de las cuatro situaciones laborales descritas es de 83.3%. Esto se debe a que se excluyen a las mujeres *Retiradas/pensionadas*, *Estudiantes* y *Desempleadas*.

² En este artículo, a menos que se indique otra cosa, participación laboral femenina se refiere a empleo remunerado.

Las mujeres que trabajan de *Tiempo completo* son las más beneficiadas, al recibir salario por trabajar 30 horas o más a la semana.³ Segundo, hay evidencia de que las normas sociales afectan la participación laboral femenina (Akerlof y Kranton, 2000; Fortin, 2005; Cavapozzi, Francesconi y Nicoletti, 2021; Jayachandran 2021; Pande y Roy, 2021). Sin embargo, el análisis del efecto de las normas sociales en la participación laboral femenina en México es escasa.⁴ Partiendo de lo anterior, surge la pregunta: ¿cuál es el papel de las normas sociales en la situación laboral de las mujeres mexicanas?

En este sentido, el objetivo del presente trabajo es analizar el papel de dichas normas en la situación laboral de las mujeres mexicanas. Para ello, se emplea el modelo *probit* considerando tres escenarios. En cada uno de ellos, la variable dependiente corresponde a una situación laboral: 1) *Amas de casa*; 2) *Tiempo parcial*; y 3) *Tiempo completo*. Como variables explicativas se emplean variables de normas sociales, las cuales se presentan en dos grupos: normas de género y valores laborales. También se emplean variables socioeconómicas (estado civil, educación y número de hijos).

Se emplean datos de la WVS7. Se eligió esta encuesta debido a que, a diferencia de otras bases de datos,⁵ ofrece información sobre la situación laboral de las mujeres, las posturas de género y los valores laborales. Se registró información de 1 741 participantes, donde el número de mujeres que son *Amas de casa*, trabajan de *Tiempo parcial* o *Tiempo completo* es de 736. Se excluyen del análisis las mujeres Retiradas/pensionadas, Estudiantes y Desempleadas.

Encontramos que, en efecto, las normas sociales tienen un papel importante en la situación laboral de las mujeres mexicanas. Primero, las posturas de género están asociadas con aumentos de la probabilidad de ser *Ama de casa*. Por otro lado, estas posturas están mayormente asociadas con disminuciones de las probabilidades de trabajar de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*. Segundo, los valores laborales están mayormente asociados con disminuciones de la probabilidad de ser *Ama de casa*; mientras que estos valores están mayormente asociados con aumentos de las probabilidades de trabajar de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*.

Dado lo anterior, el análisis sugiere que aumentos de las probabilidades de que las mujeres trabajen de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo* estarían asociadas a:

- 1) Un menor porcentaje de mujeres mexicanas que están de acuerdo o muy de acuerdo con las posturas de género.

³ Las *Amas de casa* no reciben prestaciones de ley. Es posible que una proporción de mujeres que trabajen de *Tiempo Parcial* y de *Tiempo completo* reciban prestaciones de ley. Entre las prestaciones establecidas en la Ley Federal del Trabajo se encuentran: aguinaldo, vacaciones y prima vacacional, prima dominical, licencia de maternidad, periodo de lactancia, prima de antigüedad, entre otras (PROFEDET, 2014).

⁴ A este respecto, Juárez-Luna (2023) emplea datos de México para establecer una relación entre las normas de género y la penalización por maternidad.

⁵ Las bases de datos comúnmente usadas para analizar la empleabilidad femenina en México son: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (<https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/>), Encuesta Nacional de Uso del Tiempo (<https://www.inegi.org.mx/programas/enut/2019/>), Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (<https://www.inegi.org.mx/programas/enadid/2023/>) y Encuesta ESRU de Movilidad Social en México (<https://ceey.org.mx/encuesta-esru-emovi-2023/>).

2) Un mayor porcentaje de mujeres mexicanas que están de acuerdo o muy de acuerdo con los valores laborales.

Por lo que las políticas públicas se enfocarían a modificar los porcentajes indicados en los dos puntos descritos. Concretamente, se propone comenzar por enfocarse en modificar las siguientes normas sociales para las poblaciones indicadas:

- *Ser ama de casa es igual de satisfactorio que trabajar*: mujeres de mayor ingreso.
- *Los puestos se deberían de dar primero a los hombres*: mujeres de menor ingreso.
- *Trabajar debe ser una prioridad* para mujeres de bajos ingresos.

El presente análisis tiene algunas limitaciones. Por un lado, los efectos de las variables explicativas deben ser analizados con cautela. Las relaciones que hemos encontrado no siempre son significativas. Las relaciones encontradas no implican causalidad. Adicionalmente, pueden existir problemas de endogeneidad entre las variables explicativas. Dado lo anterior, el presente análisis constituye un punto de partida para estudiar el papel de las normas de género sobre la situación laboral de las mujeres mexicanas.

El trabajo se divide en seis secciones. En la segunda sección se revisa la literatura. En la tercera sección se presentan los datos y las estadísticas. La metodología se presenta en la cuarta sección. En la quinta sección se analizan los resultados. La sexta sección concluye. En el apéndice se presenta un cuadro complementario.

2. Revisión de la literatura

La participación laboral femenina se asocia con el aumento del crecimiento económico.⁶ La literatura que analiza la baja participación laboral femenina es extensa. Comenzando por los trabajos en los que se analiza la asignación del tiempo. En Becker (1965) se analiza, de manera general, la asignación del tiempo en actividades no laborales. En Gronau (1977) se analiza de manera conjunta la asignación de tiempo a producir bienes en el mercado, a producir bienes en el hogar y al ocio. En otro trabajo, Becker (1991) considera la división del trabajo dentro del hogar y la familia, donde la especialización se debe a que, tradicionalmente, la mujer se encarga de cuidar a los hijos y a otras actividades domésticas, mientras que el hombre es cazador, soldado, granjero, etc. Reich, Gordon y Edwards (1973) analizan la segmentación de los mercados de trabajo. Estos autores argumentan que ciertos trabajos se han restringido para ser realizados por mujeres, los cuales están orientados a proveer servicios.

La participación laboral femenina se asocia con normas sociales y normas de género. A este respecto, Fortin (2005) analiza el impacto de las posturas de roles de género y de los valores laborales en el mercado laboral femenino en 25 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). La autora encuentra que las percepciones de que el papel de la

⁶ En Gontero y Vezza (2023) se muestra evidencia de esta relación para América Latina.

mujer es el de ama de casa son más persistentes en el tiempo. Por otro lado, Cavapozzi *et al.* (2021), con datos del Reino Unido, se preguntan si la oferta de trabajo de las mamás se moldea por las posturas de género de sus colegas en el trabajo. Ellos encuentran que una mamá, que tiene colegas de trabajo cuyas normas de género son igualitarias, aumenta su probabilidad de tener un trabajo remunerado. Por su parte, Jayachandran (2021) discute las barreras culturales a la participación laboral de las mujeres en el mercado laboral en países en desarrollo. En esta línea de ideas, Pande y Roy (2021) relatan como, en su momento, Alfred Marshall empleó las normas de género para promover una arraigada exclusión de las mujeres en la academia económica y fuera de ella. Las autoras muestran que esa ideología es persistente y que las normas resultantes implican un paralelismo entre las desigualdades de género en el mercado laboral de las graduadas de Cambridge en la época posterior a la revolución industrial y aquellas en datos transnacionales actuales.

La participación laboral está asociada a otros factores, como el impacto de las regulaciones de cuotas de al menos el 33% de las mujeres, en la composición de los consejos municipales en Portugal (Rodrigues, 2022). La brecha de género en educación, diferencias de género en atributos psicológicos y en demanda por flexibilidad en el lugar de trabajo se han relacionado con la baja participación de las mujeres en trabajos con mayores ingresos (Bertrand, 2018). La brecha laboral de género también puede deberse a la poca participación de mujeres en áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) y a la penalización por maternidad (Bertrand, 2020). Dentro de la literatura existente, destaca la investigación de Claudia Goldin, galardonada con el Premio de Ciencias Económicas del Banco de Suecia en Memoria de Alfred Nobel en 2023, la cual ha dado perspectivas históricas y actuales del papel de la mujer en el mercado laboral (The Royal Swedish Academy of Sciences, 2023).

En México, la participación laboral femenina se ha explicado a través de variables como el estado civil (Garduño-Rivera, 2013; Orraca *et al.*, 2023; Pérez-Bulnes *et al.*, 2023; Campos-Vázquez y Chiguil-Rojas, 2024); el número de hijos (Garduño-Rivera, 2013; Orraca *et al.*, 2023; Pérez-Bulnes *et al.*, 2023; Campos-Vázquez y Chiguil-Rojas, 2024); educación (Elu, 1997; Garduño-Rivera, 2013; Orraca *et al.*, 2023; Pérez-Bulnes *et al.*, 2023; Campos-Vázquez y Chiguil-Rojas, 2024); la jefatura del hogar y la escolaridad de la mujer (Torres García, Ochoa Adame y Pedroza Villegas, 2022); acceso a sistemas de salud y seguridad social, el ciclo de vida de los hijos, preferencias en el número de hijos (Pérez-Bulnes *et al.*, 2023); edad (Orraca *et al.*, 2023; Pérez-Bulnes *et al.*, 2023; Campos-Vázquez y Chiguil-Rojas, 2024); saber leer y escribir, salario (Orraca *et al.*, 2023); sector de empleo (Garduño-Rivera, 2013; Orraca *et al.*, 2023); densidad de población, ingreso del municipio, porcentaje de la población en situación de pobreza alimentaria (Garduño-Rivera, 2013); tono de piel oscuro, asistencia a guarderías y facilidad de transporte (Campos-Vázquez y Chiguil-Rojas, 2024).⁷

⁷ Juárez-Luna (2023) emplea datos de México para establecer una relación entre las normas de género y la penalización por maternidad. No obstante, a diferencia del presente trabajo, se trata de un análisis teórico.

A nuestro mejor entender, este es el primer esfuerzo por analizar empíricamente el papel de las normas sociales en la situación laboral de las mujeres mexicanas.

3. Datos y estadísticas

En el presente trabajo se emplean datos de la WVS7. Dicha encuesta es en realidad un programa de investigación internacional que se dedica al estudio científico y académico de los valores sociales, políticos, económicos, religiosos y culturales de las personas en el mundo. El objetivo del programa es evaluar el impacto que la estabilidad (o el cambio) de los valores, a través del tiempo, tiene en el desarrollo social, político y económico de países y sociedades. El programa tiene una perspectiva comparativa transnacional. Dado el objetivo del presente trabajo, a diferencia de otras bases de datos, la WVS7 cuenta con la información sobre la situación laboral de las mujeres mexicanas, que corresponde a las variables dependientes, así como de sus posturas de género y valores laborales, correspondientes a las variables explicativas.

De las 1 741 personas encuestadas por la WVS7, 909 son mujeres. La muestra seleccionada, excluyendo retiradas, pensionadas, estudiantes y desempleadas, es de 736 mujeres.⁸

3.1. Variables dependientes

Para las variables dependientes, se consideran dos preguntas combinadas. La primera es la pregunta Q279, la cual cuestiona: *¿Está usted empleado ahora o no?* En caso afirmativo, *¿aproximadamente cuántas horas a la semana?* Existen siete posibles respuestas: 1) *Tiempo completo* (30 horas semanales o más); 2) *Medio tiempo* (menos de 30 horas semanales); 3) trabajadores por cuenta propia (*Autoempleado*); 4) Retirado/pensionado; 5) Ama de casa sin otro empleo; 6) Estudiante, y; 7) Desempleado. La segunda pregunta que se emplea es la Q260, la cual pregunta el sexo del respondiente. Las opciones de respuesta son hombre y mujer.

Se consideran tres variables dependientes, cada una captura una situación laboral: 1) *Amas de casa*; 2) *Tiempo parcial* (*Medio tiempo*, *Autoempleadas*), y; 3) *Tiempo completo*. Se considera relevante analizar la situación laboral de las mujeres mexicanas porque a cada situación laboral le corresponden diferentes beneficios laborales. Las *Amas de casa* no reciben salario ni las prestaciones de ley. Las mujeres que trabajan de *Tiempo parcial* reciben salario, pero no reciben las prestaciones de ley. Las mujeres que trabajar de *Tiempo completo* son las más beneficiadas al recibir tanto salario como las prestaciones de ley. Del total de mujeres, 44.3% son *Amas de casa*, 18.5% trabajan de *Tiempo Parcial* y el 20.5% trabajan de *Tiempo completo* (de acuerdo con la WVS7). Se excluyen a las mujeres Retiradas/pensionadas, Estudiantes y Desempleadas.

⁸ Para todas las variables se marcan como nulas las observaciones de las categorías “No sé”, “Sin respuesta” y “Otro”, las cuales se excluyen de la muestra.

3.2 Variables independientes

Las variables independientes se dividen en dos grandes grupos. Por un lado, las variables socio-demográficas correspondientes al estado civil, la educación y el número de hijos. Por otro lado, las variables de normas sociales, las cuales se dividen en posturas de género y valores laborales.

3.2.1 Variables sociodemográficas

Para la variable correspondiente a estado civil, se emplea la pregunta Q273, en la que se cuestiona *¿Estás actualmente...?* Las seis opciones de respuesta son: 1) Casado; 2) en Unión libre; 3) Divorciado; 4) Separado; 5) Viudo; y 6) Soltero. En el presente trabajo, las mujeres se agrupan en tres categorías de acuerdo con su estado civil: *Casadas o unión libre*, *Divorciada o separada* y *Viuda*. La variable *Soltera* se toma como referencia.⁹

La variable *Hijos* se captura empleando la pregunta Q274, la cual enuncia *¿Has tenido hijos?* En caso afirmativo, *¿cuántos?* Las ocho opciones de respuesta son: sin hijos, uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis y siete o más. Para el presente análisis, las mujeres se agrupan en dos categorías, *Sin hijos* y *Con hijos* (uno o más hijos).

Para la variable *Educación* se emplea la pregunta Q275, la cual indica *¿Cuál es el nivel educativo más alto que ha alcanzado?* Hay nueve opciones de respuesta: 1) Sin educación; 2) Primaria; 3) Secundaria baja; 4) Secundaria alta; 5) Post-secundaria no terciaria; 6) Terciario de ciclo corto; 7) Licenciatura; 8) Maestría; y 9) Doctorado. En el presente trabajo, las mujeres se agrupan en dos categorías: *Sin educación* y *Con educación* (primaria o mayor).

Los porcentajes de mujeres de acuerdo con su situación laboral y las variables socioeconómicas se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Variables sociodemográficas

	Soltera	Estado civil			Hijos		Educación	
		Casada o unión libre	Divorciada o separada	Viuda	Sin	Con	Sin	Con
Ama de casa	15.7%	53.9%	27.9%	41.3%	14.1%	48.1%	64.9%	43.4%
Tiempo parcial	21%	16.7%	27.8%	16.8%	23.2%	18.0%	5.0%	19.3%
Tiempo completo	20.9%	19.2%	35.5%	10.4%	21.1%	20.3%	8.5%	21.1%

Fuente: Elaboración propia con datos de la WVS7

De acuerdo con el cuadro 1, es evidente que los porcentajes de las mujeres *Casadas o unión libre* y *Viudas* que son *Amas de casa* son considerablemente mayores que los porcentajes

⁹ La variable base o variable de referencia es la variable con la que se realizan las comparaciones (Wooldridge, 2012).

correspondientes a trabajadoras de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. No obstante, el porcentaje de mujeres *Divorciadas o separadas* que trabajan de *Tiempo completo* es mayor al correspondiente porcentaje de *Amas de casa*, el cual es casi igual al porcentaje de trabajadoras de *Tiempo parcial*.

El porcentaje mujeres *Sin hijos* que son *Amas de casa* es considerablemente menor que los porcentajes de mujeres que trabajan de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*. Por otro lado, el porcentaje de mujeres *Con hijos* que son *Amas de casa* es considerablemente mayor que los porcentajes correspondientes de trabajadoras de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*.

El porcentaje de mujeres *Sin educación* que son *Amas de casa* es considerablemente mayor que el porcentaje de trabajadoras de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo* en la misma categoría. El porcentaje de mujeres *Con educación* que son *Amas de casa* es poco más del doble de las trabajadoras de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo con educación*.

3.2.2 Variables de normas sociales

Para las variables de posturas género de emplean cinco preguntas de la WVS7. En un grupo de preguntas se estipula: *Para cada una de las siguientes afirmaciones que leí en voz alta, ¿puede decirme en qué medida está de acuerdo con cada una? ¿Está muy de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo o muy en desacuerdo?* 1) La pregunta Q28 indica “Los niños de preescolar sufren cuando su madre trabaja”; 2) La pregunta Q30 indica “La educación universitaria es más importante para un niño que para una niña”; 3) La pregunta Q32 indica “Ser ama de casa es tan satisfactorio como trabajar por un salario”. En otro grupo de preguntas se indica *¿Está de acuerdo, en desacuerdo o ni de acuerdo ni en desacuerdo con las siguientes afirmaciones?* 4) La pregunta Q33 indica “Cuando los puestos de trabajo son escasos, los hombres deberían tener más derecho a un empleo que las mujeres”; 5) La pregunta Q37 indica “Tener hijos es un deber para la sociedad”. En el cuadro 2 se presentan los porcentajes de mujeres por situación laboral, que están muy de acuerdo o de acuerdo con las normas de género estipulado.

Cuadro 2. Normas de género

	Los niños de preescolar sufren cuando su madre trabaja	La educación universitaria es más importante para un niño	Ser ama de casa es tan satisfactorio	Los hombres deberían tener más derecho a un empleo	Tener hijos es un deber para la sociedad
Ama de casa	45.5%	50.1%	46.8%	50.2%	50.9%
Tiempo parcial	18.9%	17.5%	18.9%	20.3%	15.1%
Tiempo completo	19.2%	20.6%	18.4%	14.4%	17.4%

Fuente: Elaboración propia con datos de la WVS7

El porcentaje de mujeres que están muy de acuerdo o de acuerdo con todas las posturas de género es mayor para *Amas de casa* que para trabajadoras de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*.

Para las variables de valores laborales se emplean cuatro preguntas del WVS. 1) La pregunta Q5 indica: *Para cada uno de los siguientes aspectos, indica qué importancia tiene en tu vida. ¿Dirías que es muy importante, bastante importante, poco importante o nada importante? Trabajo*. En dos preguntas se indica: *¿Está de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones?* 2) La pregunta Q40 indica *El trabajo es un deber hacia la sociedad*; 3) la pregunta Q41 indica *El trabajo siempre debe ser lo primero, incluso si eso significa tener menos tiempo libre*". 4) La pregunta Q109 indica: *Ahora me gustaría que me dijeras tu opinión sobre varios temas. ¿Cómo pondrías tu opinión en esta escala? 1 significa que estás completamente de acuerdo con la afirmación "la competencia es buena"; 10 significa que estás completamente de acuerdo con la afirmación "la competencia es perjudicial"; y si tu opinión se encuentra en algún punto intermedio, puedes elegir cualquier número intermedio*. En el cuadro 3 se presentan los porcentajes de mujeres por situación laboral relacionadas con los valores laborales. Para la variable *Nivel de importancia del trabajo en tu vida*, se presenta el porcentaje de mujeres para quienes es muy importante y bastante importante. Para las variables *Trabajar es un deber para con la sociedad* y *El trabajo siempre debe de ir primero* se presentan los porcentajes de mujeres que están muy de acuerdo y de acuerdo. Para la variable *La competencia es buena para la economía* se presentan los porcentajes de las respuestas de las opciones 1-3. En lo sucesivo, nos referiremos a los porcentajes descritos como *estar a favor* de los valores laborales.

Cuadro 3. Valores laborales

	Nivel de importancia del trabajo en tu vida	Trabajar es un deber para con la sociedad	El trabajo siempre debe de ir primero	La competencia es buena para la economía (del 1 al 3)
Ama de casa	43.9%	45.6%	45.3%	45.2%
Tiempo parcial	18.5%	20.6%	19.2%	17.4%
Tiempo completo	21.0%	18.0%	20.1%	23.5%

Fuente: Elaboración propia con datos de la WVS7

El porcentaje de mujeres que están a favor de los valores laborales es mayor para *Amas de casa* que para trabajadoras de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*. Note que estos porcentajes en principio parecen contraintuitivos. Se esperaría que un mayor porcentaje de mujeres que trabajan de *Tiempo completo* y de *Tiempo parcial* estarían de a favor de los valores laborales. No obstante, el papel de los valores laborales en la situación laboral de las mujeres mexicanas será

evidente al emplear el método *probit* incluyendo todas las variables explicativas descritas. Dicho modelo se describe en la siguiente sección.

4. Metodología

Para evaluar el papel de las variables explicativas sobre la situación laboral, se emplea el modelo *probit* con la siguiente estructura. Para especificar el modelo *probit* seguimos a Wooldridge (2012). La variable dependiente toma el valor 1 si la mujer pertenece a la situación laboral evaluada. El vector $\mathbf{X}$ denota el vector de variables explicativas, x_j , $\boldsymbol{\beta}$ es el vector de parámetros. La función $\Phi(\cdot)$ se refiere a la función de distribución acumulada para la distribución normal estándar $\phi(z)$ la cual asegura que $\Pr(y=1|\mathbf{X})$ se encuentra entre cero y uno para todos los valores de los parámetros y de x_j .

$$\begin{aligned}\Pr(y = 1|\mathbf{X}) &= \Phi(\beta_0 + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ \Phi(z) &= \int_{-\infty}^z \phi(v)dv \\ \phi(z) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{z^2}{2}\right)}\end{aligned}$$

Se justifica el uso del modelo *probit* para captar los efectos marginales de las variables y por la naturaleza categórica de las respuestas en la WVS7. Se evalúa en qué medida las variables explicativas ejercen un impacto en la probabilidad de pertenecer a la situación laboral analizada. El efecto marginal de una variable independiente x_j se calcula utilizando el parámetro (coeficiente) β_j asociado a la variable x_j . Si $\Pr(\mathbf{X})=\Pr(y=1|\mathbf{X})$ tenemos

$$\frac{d \Pr(\mathbf{X})}{dx_j} = \frac{d\Phi(\beta_0 + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})}{dx_j} = \phi(\beta_0 + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \cdot \beta_j$$

El modelo que se implementó se conforma de la siguiente manera: y es la variable dependiente que corresponde a la situación laboral, $y=ac, tp, tc$. Además, H y E representan a las variables dummy de hijos y educación, respectivamente. $\mathbf{C}$ es el vector de variables de estado civil. $\mathbf{V}$ es el vector de valores laborales y $\mathbf{N}$ representa el vector de normas de género.

$$y^* = \beta_0 + \boldsymbol{\beta}_C \mathbf{C} + \beta_H H + \beta_E E + \boldsymbol{\beta}_V \mathbf{V} + \boldsymbol{\beta}_N \mathbf{N} + \epsilon, \quad y = 1[y^* > 0],$$

Donde la notación $1[\cdot]$ indica un resultado binario. La función $1[\cdot]$, llamada *función indicador*, toma el valor de 1 si el evento en paréntesis es verdadero, y cero de otro modo. Se asume que es independiente de $\mathbf{X}$ y que ϵ se distribuye de acuerdo a una normal estándar.

Para efectos del análisis econométrico, se consideran tres escenarios, uno para cada situación laboral. En el cuadro 4 se presentan las variables dependientes e independientes empleadas en el análisis econométrico.

Cuadro 4. Variables dependientes e independientes

Variables dependientes		
ac		Adquiere el valor de 1 cuando la mujer es <i>Ama de casa</i> y 0 cuando trabaja de <i>Tiempo parcial</i> o <i>Tiempo completo</i> .
tp		Adquiere el valor de 1 cuando la mujer trabaja de <i>Tiempo parcial</i> y 0 cuando es <i>Ama de casa</i> o trabaja de <i>Tiempo completo</i> .
tc		Adquiere el valor de 1 cuando la mujer trabaja de <i>Tiempo completo</i> y 0 cuando es <i>Ama de casa</i> o trabaja de <i>Tiempo parcial</i> .
Variables independientes		
Sociodemográficas	Estado civil (C)	
	caslib	Adquiere el valor de 1 cuando la mujer está casada o en unión libre, 0 cuando es soltera.
	divsep	Adquiere el valor de 1 cuando la mujer está divorciada o separada, 0 cuando es soltera.
	viuda	Adquiere el valor de 1 cuando la mujer es viuda, 0 cuando es soltera.
	Educación (E):	
	education	Adquiere el valor de 1 cuando la mujer tiene como máximo nivel educativo la primaria o mayor nivel, 0 cuando no tiene educación.
	Número de hijos (H)	
	children	Adquiere el valor de 1 cuando la mujer tiene 1 o más hijos, 0 cuando no tiene hijos.
Normas sociales	Posturas de normas de género (N)	
	childsuffers	Adquiere el valor 1 para las observaciones en que una mujer está de acuerdo o muy de acuerdo en que <i>los hijos sufren con una mamá trabajadora</i> , 0 en otro caso.
	uniboytgirl	Adquiere el valor 1 para las observaciones en que una mujer está de acuerdo o muy de acuerdo en que <i>la universidad es más importante para los hombres</i> , 0 en otro caso.
	hwfullf	Adquiere el valor 1 para las observaciones en que una mujer está de acuerdo y muy de acuerdo en que <i>ser ama de casa es igual de satisfactorio</i> , 0 en otro caso.
	scarcejm	Adquiere el valor 1 para las observaciones en que una mujer está de acuerdo o muy de acuerdo en que <i>los hombres tienen más derecho a los trabajos</i> , 0 en otro caso.
	childutysoc	Adquiere el valor 1 para las observaciones en que una mujer está de acuerdo o muy de acuerdo en que <i>tener hijos es un deber para la sociedad</i> , 0 en otro caso.
	Valores laborales (V)	
	impwork	Adquiere el valor 1 para las observaciones en que <i>una mujer cree que el trabajo es muy importante o algo importante</i> , 0 en otro caso.
	workdu-tysoc	Adquiere el valor de 1 para las que están de acuerdo o muy de acuerdo en que <i>trabajar es un deber</i> , 0 en otro caso.
	worktspare	Adquiere el valor de 1 para las que están de acuerdo o muy de acuerdo en que <i>el trabajo siempre debe de ir primero</i> , 0 en otro caso.
	compgood	Adquiere el valor de 1 para las observaciones en que se responde del 1 al 3 en la escala de que <i>la competencia es buena</i> . Adquiere el valor de 0 en otro caso.

Fuente: Elaboración propia

5. Resultados

En esta sección se presentan los resultados de tres modelos tipo *probit*. En el primero, la variable dependiente corresponde a *Amas de casa*. En el segundo, la variable dependiente corresponde a las mujeres que trabajan de *Tiempo parcial*. En el tercero, la variable dependiente considera a las mujeres en trabajo de *Tiempo completo*. Comenzamos por analizar el efecto de las variables sociodemográficas en las variables que capturan la situación laboral de las mujeres mexicanas.

5.1 Variables sociodemográficas

En el cuadro 5 se muestra que, con respecto al estado civil, las variables *Casada o en unión libre* y *Viudas* están asociadas con aumentos de la probabilidad de ser *Ama de casa*. Dichas variables están asociadas con una disminución en la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. La relación entre la variable *Casada o en unión libre* y trabajar de *Tiempo parcial* es significativa. Posiblemente, estas relaciones se deben a que la productividad marginal de las mujeres *Casadas o en unión libre* y *Viudas* de dedicarse a actividades del hogar, es mayor que el salario que recibirán en trabajos de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. Por lo que, estas mujeres decidirán ser *Amas de casa*, posiblemente, a costa de trabajar de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. Por otro lado, la variable *Divorciada o separada* está asociada a una disminución de la probabilidad de ser *Ama de casa* y, por otro lado, un aumento de las probabilidades de trabajar de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. La relación entre esta variable con trabajar de *Tiempo completo* es significativa. Esto puede deberse a que, generalmente, el esposo es el principal proveedor económico, de esta forma, al *Divorciarse o separarse*, una mujer tiene que trabajar para tener ingresos. Lo que implicaría que una mujer *Divorciada o separada* se incorporará a trabajar de *Tiempo parcial* y, principalmente, de *Tiempo completo* debido a la significancia; lo anterior a costa, posiblemente, de dejar de ser *Ama de casa*.

Cuadro 5. Variables sociodemográficas en la situación laboral de las mexicanas

	Variable explicativa	Variable dependiente		
		Amas de casa	Tiempo parcial	Tiempo completo
Estado civil (Referencia: soltera)	Casada o en unión libre	0.2692 (0.0604)	-0.0964** (0.0481)	-0.0507 (0.0475)
	Divorciada o separada	-0.0149 (0.0791)	0.0023 (0.0597)	0.1041* (0.0578)
	Viuda	0.065 (0.0925)	-0.0484 (0.0766)	-0.0194 (0.0799)
Ref: sin hijos	Hijos	0.0136 (0.0111)	-0.0022 (0.0097)	-0.0154 (0.0104)
Ref: sin educación	Educación	-0.0544*** (0.012)	0.0166 (0.0104)	0.0427*** (0.01)

Notas: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01. El cuadro presenta los efectos marginales. Los errores estándar se encuentran en paréntesis. Fuente: Elaboración propia con datos de la WVS7

La variable *Hijos* está asociada con un aumento de la probabilidad de ser *Ama de casa* y con una disminución de las probabilidades de trabajar de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*. Esto puede deberse a que, al tener y aumentar el número de hijos, aumenta la necesidad de cuidarlos, sobre todo cuando son pequeños. Al recaer mayormente los cuidados en las mujeres,¹⁰ ellas se ven obligadas a ser *Amas de casa* y, posiblemente, a dejar de trabajar de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*.

La variable *Educación* está asociada, por un lado, con una disminución de la probabilidad de ser *Ama de casa*, la cual es significativa. Por otro lado, está asociada con un aumento de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*. La relación entre esta variable con trabajar de *Tiempo completo* es significativa. Estas relaciones se deben, posiblemente, a que una mujer al tener más años de *Educación* aumenta su productividad marginal de trabajar. En el caso de que el salario sea igual que la productividad marginal de trabajar, mayor educación implicaría un mayor salario. Por lo que, para una mujer con *Educación*, el costo de oportunidad de ser *Ama de casa* es mayor, lo que la llevará a trabajar de *Tiempo parcial* y, principalmente, de *Tiempo completo* debido a la significancia.

Es de destacar que, de los 15 coeficientes asociados a los efectos de las variables sociodemográficas, solo cuatro son significativos. No obstante, pese a la ausencia de significancia, los signos de los coeficientes indican el efecto de las variables sociodemográficas en la situación laboral de las mujeres mexicanas.

5.2 Variables de normas sociales

5.2.1 Posturas de roles de género

En el cuadro 6 se muestra que todas las posturas de género están asociadas con aumentos de la probabilidad de ser *Ama de casa*. Por otro lado, las posturas de género se asocian mayormente con disminuciones de las probabilidades de trabajar de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. No obstante, hay tres relaciones, sombreadas en gris en el cuadro 6, que parecen contraintuitivas. Primero analizaremos las relaciones intuitivas. Dichas relaciones se analizarán posteriormente.

La postura *Los hijos sufren cuando su madre trabaja* está asociada, por un lado, con un aumento de la probabilidad de ser *Ama de casa*. Por otro lado, esta postura se asocia con una disminución de las probabilidades de trabajar de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. La intuición de las relaciones de esta postura con la situación laboral de las mujeres mexicanas puede ser la siguiente: las mujeres que están muy de acuerdo o de acuerdo con esta postura, podrían tener un sentimiento de culpa de no cuidar a sus hijos para incorporarse a un trabajo remunerado. Por lo que podrían decidir cuidar a sus hijos y ser *Ama de casa* a costa, posiblemente, de no incorpo-

¹⁰ A este respecto, la Encuesta Nacional de Uso del Tiempo reporta que en México las mujeres dedican 67% de su tiempo a trabajo no remunerado (INEGI, 2019).

rarse a algún trabajo de *Tiempo parcial* o *Tiempo completo*.

Cuadro 6. Normas de género en la situación laboral de las mexicanas

Variable explicativa	Variable dependiente		
	Amas de casa	Tiempo parcial	Tiempo completo
Los hijos sufren cuando su madre trabaja	0.0012 (0.0363)	-0.0068 (0.0309)	-0.0278 (0.0301)
La universidad es más importante para un hombre	0.0038 (0.0457)	-0.0218 (0.0398)	0.0542 (0.0385)
Ser ama de casa es igual de satisfactorio que trabajar	0.0488 (0.0365)	0.0134 (0.0313)	-0.0539* (0.0301)
Los puestos se deberían de dar primero a los hombres	0.0611 (0.0438)	0.0257 (0.0369)	-0.0812** (0.0387)
Tener hijos es un deber para con la sociedad	0.0596 (0.0403)	-0.0914*** (0.0349)	-0.0085 (0.0346)

Notas: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01. El cuadro presenta los efectos marginales. Los errores estándar se encuentran en paréntesis. Fuente: Elaboración propia con datos de la WVS7

La postura *La universidad es más importante para un hombre* se asocia con un aumento en la probabilidad de ser *Ama de casa* y con una disminución de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial*. Esto puede deberse a que las mujeres que están muy de acuerdo o de acuerdo con esta postura, podrían estar privadas de educación universitaria, o inclusive, de cualquier tipo de educación. Lo que implicaría que su productividad marginal en las actividades del hogar sería mayor que el salario que podrían ganar en un empleo de *Tiempo parcial*. Por lo que las mujeres sin educación universitaria podrían decidir ser *Amas de casa* en lugar de trabajar de *Tiempo parcial*.

La postura *Ser ama de casa es igual de satisfactorio que trabajar* está asociada, por un lado, con un aumento en la probabilidad de ser *Ama de casa*. Por otro lado, dicha postura está asociada con una disminución de la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo*, la cual es significativa. Las mujeres que están muy de acuerdo o de acuerdo con esta postura serían indiferentes entre ser *Amas de casa* y trabajar de *Tiempo completo*. Por lo que algunas de estas mujeres preferían ser *Ama de casa* a costa de trabajar de *Tiempo completo*.

La postura *Los puestos se deberían de dar primero a los hombres* está asociada con un aumento de probabilidad de ser *Ama de casa* y con una disminución de la probabilidad de trabajar de

Tiempo completo, la cual es significativa. Las mujeres que están muy de acuerdo o de acuerdo con esta postura elegirían dejar de trabajar de *Tiempo completo*, para que un hombre tome el trabajo y, posiblemente, ellas se dediquen a ser *Amas de casa*.

La postura *Tener hijos es un deber para con la sociedad*, se asocia, por un lado, con un aumento de la probabilidad de ser *Amas de casa*. Por otro lado, dicha postura se asocia a una disminución de las probabilidades de trabajar de *Tiempo completo* y de *Tiempo parcial*. La relación negativa entre esta postura y la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial* es significativa. Estas relaciones pueden deberse a que las mujeres que están muy de acuerdo o de acuerdo con esta postura pueden decidir tener varios hijos. Los hijos requieren muchos cuidados, sobre todo cuando son pequeños. Debido a que los cuidados recaen mayormente en las mujeres, ellas se ven obligadas a dedicarse a ser *Amas de casa* y, posiblemente, a dejar de trabajar de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*.

Las relaciones aparentemente contraintuitivas son las siguientes. Primero, la postura *La universidad es más importante para un hombre* está asociada con un aumento de la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo*. Segundo, la postura *Ser ama de casa es igual de satisfactorio que trabajar* está asociada a un aumento de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial*. Tercero, la postura *Los puestos se deberían de dar primero a los hombres* está asociada a un aumento de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial*.

5.2.2 Valores laborales

En el cuadro 7 se muestra que, en su mayoría, los valores laborales están asociados con disminuciones de la probabilidad de ser *Ama de casa* y con aumentos de las probabilidades de trabajar de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. No obstante, hay cuatro relaciones, sombreadas en gris en el cuadro 7, que parecen contraintuitivas. Analizaremos dichas relaciones posteriormente.

La postura *Importancia del trabajo* se asocia con una disminución de la probabilidad de ser *Ama de casa*. Además, esta postura se asocia con un aumento de la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo*. La intuición de estas relaciones es directa. Las mujeres que están a favor de esta postura decidirán trabajar de *Tiempo completo*, posiblemente a costa de dejar de ser *Amas de casa*.

Cuadro 7. Valores laborales en la situación laboral de las mexicanas

Variable explicativa	Variable dependiente		
	Amas de casa	Tiempo parcial	Tiempo completo
Importancia del trabajo	-0.0386 (0.0632)	-0.0139 (0.0538)	0.0517 (0.0562)
Trabajar es un deber para con la sociedad	0.0041 (0.0416)	0.1008*** (0.0359)	-0.0724** (0.0337)
Trabajar debe ser una prioridad	-0.0311 (0.0403)	0.0014 (0.0343)	0.067** (0.0337)
La competencia es buena para la economía	-0.0128 (0.0363)	-0.019 (0.031)	0.0153 (0.0302)

Notas: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01. El cuadro presenta los efectos marginales. Los errores estándar se encuentran en paréntesis. Fuente:Elaboración propia con datos de la xvs7.

La postura *Trabajar es un deber para con la sociedad* está asociada positiva y significativamente con un aumento de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial*. Esta relación positiva puede deberse a que las mujeres que están a favor de esta postura deciden trabajar de *Tiempo parcial* (*Medio tiempo, Autoempleadas*), posiblemente por las limitaciones de tiempo y espacio que implica trabajar de *Tiempo completo*.

La postura *Trabajar debe ser una prioridad* está asociada con una disminución de la probabilidad de ser *Ama de casa*. A su vez, dicha postura se asocia con incrementos de las probabilidades de trabajar de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*. La relación entre la postura y el aumento de la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo* es significativa. Estas relaciones pueden deberse a que las mujeres que están a favor de esta postura le den mayor prioridad a trabajar, por lo que deciden trabajar de *Tiempo parcial* o de *Tiempo completo*, a costa de dejar de ser *Amas de casa*.

La postura *La competencia es buena para la economía* está asociada con una disminución de la probabilidad de ser *Ama de casa* y con un incremento de la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo*. Estas relaciones pueden deberse a que las mujeres que están a favor de la postura serían competitivas y decidirían trabajar de *Tiempo completo*, a costa de dejar de ser *Amas de casa*.

Las cuatro relaciones aparentemente contraintuitivas se mencionan a continuación. La postura *Importancia del trabajo* está asociada a una disminución de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial*. La postura *Trabajar es un deber para con la sociedad* está asociada a dos resultados que parecen contraintuitivos. Por un lado, esta postura se asocia con un aumento de la

probabilidad de ser *Ama de casa*. Por otro lado, se asocia con una disminución de la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo*. Finalmente, la postura *La competencia es buena para la economía* se asocia con una disminución de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial*.

5.2.4 Limitaciones del análisis

Existen dos aspectos de los resultados obtenidos que deben ser explorados con mayor atención. Primero, los efectos de algunas variables explicativas sobre la situación laboral de las mujeres mexicanas sugieren una dicotomía entre ser *Ama de casa* y trabajar de *Tiempo completo* o *Tiempo parcial*. Por ejemplo, las variables *Casada o en unión libre* y *Viuda* están asociadas con aumentos de la probabilidad de ser *Ama de casa* y disminuciones de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. De igual manera, las posturas de género se asocian con aumentos de la probabilidad de ser *Ama de casa* y disminuciones de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. Por otro lado, las variables *Divorciada o separada* y *Educación* están asociadas con disminuciones de la probabilidad de ser *Ama de casa* y aumentos de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. De manera similar, los valores laborales se asocian con disminuciones de la probabilidad de ser *Ama de casa* y un aumento de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*. Del presente análisis no es posible concluir que dicha dicotomía existe, debido a que se realizaron tres regresiones diferentes. Para analizar si, en efecto, existe dicha dicotomía entre el efecto de las variables explicativas, es necesario realizar un análisis con sistemas de ecuaciones o un modelo *probit* multivariado, lo que va más allá de los objetivos del presente análisis.

Segundo, los efectos de las variables explicativas deben ser analizados con cautela. Las relaciones que hemos encontrado no siempre son significativas. Pese a la ausencia de significancia, las relaciones encontradas indican un efecto de las variables explicativas sobre la situación laboral de las mujeres mexicanas. No obstante, las relaciones encontradas no implican causalidad. Adicionalmente, pueden existir problemas de endogeneidad entre las variables explicativas. Por ejemplo, la variable *Casada o en unión libre* puede estar asociada con la variable *Hijos*, la cual a su vez puede estar asociada con la variable *Tener hijos es un deber para con la sociedad*. La variable *Educación* también podría estar relacionada con la variable *La universidad es más importante para un hombre*. Dado lo anterior, el presente análisis constituye un punto de partida para estudiar el papel de las normas sociales sobre la situación laboral de las mujeres mexicanas.

5.2.4 Pruebas de bondad de ajuste y especificación

En el cuadro 8 se muestran las pruebas de bondad de ajuste y especificación realizadas a las regresiones.

Se emplean los tests de Hosmer y Lemeshow, de McFadden y el p- value para probar la bondad de ajuste de los modelos. Es decir, con ellos se verifica que los modelos propuestos explican lo que se observa. Un valor de Hosmer y Lemeshow pequeño indica un mejor ajuste. Un mayor valor de McFadden indica un mejor ajuste. Un p- value mayor que 0.05 indica un buen ajuste. Por lo que, considerando los tres tests, el modelo que muestra mejor bondad de ajuste es el correspondiente a las mujeres que trabajan de *Tiempo completo*. En el cuadro 8 se presentan en gris los modelos con mejor bondad de ajuste.

Cuadro 8. Pruebas de bondad de ajuste y especificación

	Variable dependiente		
	Amas de casa	Tiempo parcial	Tiempo completo
No. de observaciones	736	736	736
X ² de Hosmer Lemeshow	11.252	10.086	9.0487
p-value	0.1878	0.259	0.3382
R de McFadden	0.08594153	0.03498966	0.08274244
link test	Buena especific.***	Inconcluso	Buena especific.***

Nota: ***p<0.01. Fuente: Elaboración propia con datos de la WVS7.

Para verificar la especificación de las variables se emplea el link test. Se encuentra que los modelos para *Amas de casa* y *Tiempo completo* son los que cuentan con una buena especificación. Es evidente que el modelo de *Tiempo completo* es el que cuenta con mejor bondad de ajuste y con buena especificación. Por lo que analizaremos dicho modelo en el siguiente apartado para proponer políticas públicas.

5.3 Políticas públicas para aumentar la participación laboral femenina en México

En este apartado se busca identificar a la población objetivo a la que deberían de enfocarse las políticas públicas para aumentar la participación de las mujeres mexicanas en trabajos de *Tiempo completo*.¹¹ En este apartado, nos enfocamos en el efecto de las normas sociales en las mujeres mexicanas que trabajan de *Tiempo completo* por nivel de ingreso, lo que permitirá focalizar las políticas públicas hacia mujeres de menor ingreso (deciles del 1 al 5), mujeres de mayor ingreso (deciles del 6 al 10) y todas las mujeres. Para ello, se emplea la pregunta Q288 de la WVS7, la cual enuncia: *En esta tarjeta hay una escala de ingresos en la que 1 indica el grupo de ingresos más bajos y 10 el grupo de ingresos más altos de su país. Nos gustaría saber en qué grupo se encuen-*

¹¹ Hay que recordar que los trabajos de *Tiempo completo* son los más beneficiosos para las mujeres, ya que les brindan tanto salario como las prestaciones de ley.

tra su hogar. Por favor, especifique el número apropiado, contando todos los sueldos, salarios, pensiones y otros ingresos que recibe. Para facilitar el análisis, se excluyen de este análisis los resultados contraintuitivos. En el apéndice se presenta el cuadro con los coeficientes de todas las variables explicativas. Comenzamos analizando el efecto de las normas de género en la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo*, por nivel de ingreso.

5.3.1 Posturas de género

En el cuadro 9 se presenta el efecto de las posturas de género en las mujeres que trabajan de *Tiempo completo*, por nivel de ingreso.

La postura *Los hijos sufren cuando su madre trabaja* está asociada con una disminución de las probabilidades de trabajar de *Tiempo completo* de todas las mujeres y de las mujeres de mayor y menor ingreso. Es decir, esta postura afecta a todas las mujeres mexicanas por igual, independientemente del grupo de ingreso al que pertenezcan.

Cuadro 9. Efecto de las posturas de género sobre la variable Trabajar de tiempo completo por nivel de ingreso

Variable independiente	Variable dependiente: Tiempo completo		
	Todas las mujeres	Menor ingreso	Mayor ingreso
Los hijos sufren cuando su madre trabaja	-0.0278 (0.0301)	-0.0145 (0.0339)	-0.078 (0.0586)
Ser ama de casa es igual de satisfactorio que trabajar	-0.0539* (0.0301)	-0.027 (0.0338)	-0.1397** (0.0592)
Los puestos se deberían de dar primero a los hombres	-0.0812** (0.0387)	-0.0955** (0.0448)	-0.0000305 (0.0734)
Tener hijos es un deber para con la sociedad	-0.0085 (0.0346)	-0.0537 (0.0397)	0.1243* (0.0652)

Notas: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01. El cuadro presenta los efectos marginales. Los errores estándar se encuentran en paréntesis. Fuente: Elaboración propia con datos de la wvs7.

La postura *Ser ama de casa es igual de satisfactorio que trabajar* está asociada con una disminución de la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo*, para los tres grupos de ingreso. No obstante, la relación es significativa para todas las mujeres y para las mujeres de mayor ingreso. Esto indica que la postura afecta a todas las mujeres mexicanas, sin importar su ingreso.

La postura *Los puestos se deberían de dar primero a los hombres* se asocia con una dis-

minución de la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo*, para los tres grupos de ingreso. No obstante, la relación es significativa para todas las mujeres y para las mujeres de menor ingreso. Esto indica que la postura afecta a todas las mujeres mexicanas, sin importar su ingreso.

La postura *Tener hijos es un deber para con la sociedad* está asociada con una disminución de la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo* para todas las mujeres y para las de menor ingreso. Esta postura está asociada a un resultado que parece contraintuitivo. La postura se asocia con un aumento de la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo* para las mujeres de mayor ingreso, la cual es significativa. Esto podría deberse a que existe una relación negativa entre el número de hijos y el porcentaje de mujeres de mayor ingreso. El porcentaje de mujeres de mayor ingreso disminuye con el número de hijos (de acuerdo con la WVS7). Es decir, las mujeres de mayor ingreso pueden contar con dos factores que las podrían impulsar a trabajar de *Tiempo completo*. Primero, al tener menos hijos, requieren menor tiempo dedicado a cuidados. Segundo, podrían contratar a alguna persona para cuidar a sus hijos o llevarlos a la guardería.

5.3.2 Valores laborales

En el cuadro 10 se presenta el efecto de los valores laborales en las mujeres que trabajan de *Tiempo completo*, por nivel de ingreso.

La variable *Importancia del trabajo* se asocia con un aumento de las probabilidades de trabajar de *Tiempo completo* de las mujeres de los tres grupos de ingreso. Es decir, esta postura afecta a todas las mujeres mexicanas por igual, independientemente de su ingreso.

Cuadro 10. Efecto de los valores laborales sobre la variable Trabajar de tiempo completo por nivel de ingreso

Variable independiente	Variable dependiente: Tiempo completo		
	Todas las mujeres	Menor ingreso	Mayor ingreso
Importancia del trabajo	0.0581	0.0529	0.0494
	(0.056)	(0.0674)	(0.0993)
Trabajar debe ser una prioridad	0.0696**	0.0899**	0.0151
	(0.0337)	(0.0387)	(0.0659)
La competencia es buena para la economía	0.0141	-0.03	0.1953***
	(0.0301)	(0.0334)	(0.0589)

Notas: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01. El cuadro presenta los efectos marginales. Los errores estándar se encuentran en paréntesis. Fuente: Elaboración propia con datos de la wvs7.

La postura *Trabajar debe ser una prioridad* está asociada con un incremento de la probabilidad de trabajar *Tiempo completo*, para las mujeres de los tres grupos de ingreso. No obstante, la relación es significativa para todas las mujeres y para las mujeres de menor ingreso. Esto indica que la postura afecta a todas las mujeres mexicanas, sin importar su ingreso.

La postura *La competencia es buena para la economía* está asociada con un incremento de las probabilidades de trabajar *Tiempo completo* para todas las mujeres y las mujeres de ingresos altos. De hecho, la relación entre la postura y la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo* es significativa para mujeres de ingresos altos. Esta postura está asociada a un resultado que parecen contraintuitivo. La postura se asocia con una disminución de la probabilidad de trabajar de *Tiempo completo* para las mujeres de ingresos bajos. Debido a que las mujeres con ingresos bajos tienden a tener menor educación, su productividad marginal de trabajar de *Tiempo completo* disminuye, lo que disminuiría su competitividad y las llevaría a decidir no trabajar de *Tiempo completo*.

Partiendo de lo anterior, se pueden plantear dos objetivos generales a los cuales enfocar las políticas públicas para aumentar las probabilidades de que las mujeres trabajen de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*:

- 1) Disminuir el porcentaje de mujeres mexicanas que están de acuerdo o muy de acuerdo con las posturas de género. Debido a la significancia de los coeficientes, se puede comenzar con las siguientes posturas y poblaciones:
 - *Ser ama de casa es igual de satisfactorio que trabajar*: mujeres de mayor ingreso.
 - *Los puestos se deberían de dar primero a los hombres*: mujeres de menor ingreso.
- 2) Aumentar el porcentaje de mujeres mexicanas que están de acuerdo o muy de acuerdo con los valores laborales. Debido a la significancia del coeficiente, se puede comenzar con el valor *Trabajar debe ser una prioridad* para mujeres de bajos ingresos.

El presente análisis se realizó considerando a las mujeres que trabajan de *Tiempo completo*. No obstante, consideramos que enfocar las políticas públicas a modificar las normas sociales de todas las mujeres mexicanas que se encuentran en alguna situación laboral, aumentará la participación de las mujeres en trabajos de *Tiempo completo*. Se pueden tomar como punto de partida las posturas de género y el valor laboral indicados.

Es de destacar que no es fácil cambiar las normas sociales, ya que éstas obedecen a realidades materiales. Por lo que los cambios de normas sociales se dan cuando cambian esas condiciones (Deshpande, 2024).

El resultado contrasta con la propuesta del actual gobierno de México para impulsar la participación laboral femenina, la cual consiste en crear el Sistema Nacional de Cuidados (SNC). El SNC “es un eje articulador de las políticas públicas que garanticen el ejercicio pleno de los derechos humanos, inclusión y no discriminación de todas las personas, especialmente de las niñas, niños y adolescentes con discapacidad” (Gobierno de México, 2025: párr. 1). El SNC se enfocaría

principalmente en impulsar la participación laboral de las mujeres que tienen hijos. No obstante, no se relaciona con las normas sociales al no buscar modificar las realidades materiales existentes. Por lo que, para impulsar la participación de las mujeres mexicanas en trabajos de *Tiempo completo* (y de *Tiempo parcial*), es necesario un plan nacional que apunte a una reestructuración del mercado laboral, lo que posiblemente llevará a modificar las normas sociales.

6. Conclusiones

¿Afectan las normas sociales a la situación laboral de las mujeres mexicanas? El presente análisis sugiere que, en efecto, lo hacen. Las posturas de género están asociadas con aumentos de la probabilidad de ser *Ama de casa*. Por otro lado, estas posturas están mayormente asociadas con disminuciones de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*. Los valores laborales están mayormente asociados con disminuciones de la probabilidad de ser *Ama de casa*. Por otro lado, estos valores están mayormente asociados con aumentos de la probabilidad de trabajar de *Tiempo parcial* y de *Tiempo completo*.

El análisis sugiere que, para aumentar las probabilidades de que las mujeres trabajen de *Tiempo parcial* y *Tiempo completo*, se pueden plantear dos objetivos generales a los cuales enfocar las políticas públicas:

- 1) Reducir el porcentaje de mujeres mexicanas que están de acuerdo o muy de acuerdo con las posturas de género. Se sugiere comenzar con las siguientes poblaciones y posturas:
 - Mujeres de mayor ingreso; *Ser ama de casa es igual de satisfactorio que trabajar.*
 - Mujeres de menor ingreso; *Los puestos se deberían de dar primero a los hombres.*
- 2) Incrementar el porcentaje de mujeres mexicanas que están de acuerdo o muy de acuerdo con los valores laborales. Se puede comenzar con las mujeres de bajos ingresos enfocándose en el valor *Trabajar debe ser una prioridad.*

Resulta interesante el hecho de que los efectos de algunas variables explicativas sugieren una dicotomía entre ser *Ama de casa* y trabajar de *Tiempo completo* o *Tiempo parcial*.

Este análisis sugiere la necesidad de profundizar en el estudio de los efectos de las normas sociales en la situación laboral de las mujeres mexicanas, empleando bases de datos diferentes a la WVS7. Es necesario profundizar en analizar la situación laboral de las mujeres mexicanas (*Ama de casa*, *Autoempleada*, *Medio tiempo* y *Tiempo completo*), no solo enfocarse en el número de horas trabajadas, por ejemplo. Además, es necesario profundizar en el análisis de la aparente dicotomía que implican algunas variables explicativas entre ser *Ama de casa* y trabajar de *Tiempo completo* o *Tiempo parcial*.

Referencias

- Aguilar-Gómez, S., E. Arceo-Gómez y E. De la Cruz Toledo. 2019. *Inside the Black Box of Child Penalties: Unpaid Work and Household Structure*, SSRN, en <https://ssrn.com/abstract=3497089>
- Akerlof, G.A. y R.E. Kranton. 2000. "Economics and identity", *The Quarterly Journal of Economics*, 115(3): 715-753. <https://doi.org/10.1162/003355300554881>
- Amuedo-Dorantes, C. y S. Pozo. 2012. "Remittance income volatility and labor supply in Mexico", *Southern Economic Journal*, 79(2): 257-276. <https://doi.org/10.4284/0038-4038-2011.102>
- Arceo-Gómez, E.O. y R.M. Campos-Vázquez. 2010. *Labor Supply of Married Women in Mexico: 1990-2000*, Centro de Estudios Económicos, Documento de Trabajo, núm. 16-2010.
- Becker, G.S. 1965. "A theory of the allocation of time", *The Economic Journal*, 75(299): 493-517.
- Becker, G.S. 1991. *A Treatise on the Family (Enlarged Edition)*, Cambridge, Harvard University Press.
- Bertrand, M. 2018. "Coase lecture – The glass ceiling", *Economica*, 85(338): 205–231. <https://doi.org/10.1111/ecca.12264>
- Bertrand, M. 2020. "Gender in the twenty-first century", *AEA Papers and Proceedings*, 110: 1-24. <https://doi.org/10.1257/pandp.20201126>
- Bhalotra, S. y M. Fernández. 2023. "The rise in women's labor-force participation in Mexico. Supply vs. demand factors", *The World Bank Economic Review*, 38(2): 1-32. <https://doi.org/10.1093/wber/lhad025>.
- Campos-Vázquez, R.M. y F.A. Chiguil-Rojas. 2024. "Participación laboral femenina, servicios de cuidados infantiles y movilidad social en Nuevo León", *Ensayos Revista de Economía*, Edición Especial 1(1): 1-38. http://dx.doi.org/10.29105/ensayos_esp1.1-1
- Campos-Vázquez, R.M. y R. Vélez-Grajales. 2014. "Female labour supply and intergenerational preference formation: Evidence for Mexico", *Oxford Development Studies*, 42(4): 553-569. <https://doi.org/10.1080/13600818.2014.900006>
- Cavapozzi, D., M. Francesconi y C. Nicoletti. 2021. "The impact of gender role norms on mother's labor supply", *Journal of Economic Behavior and Organization*, 186: 113-134. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2021.03.033>
- Deshpande, A. 2024. *Are Social Norms Really the Main Cause of Low Female Employment?*, en <https://www.iea-world.org/are-social-norms-really-the-main-cause-of-low-female-employment/>
- Elu, M. 1977. "Educación y participación de la mujer en la PEA de México", *Revista del Centro de Estudios Educativos*, 7(1): 71-83.
- Fortin, N. 2005. "Gender role attitudes and the labour market outcomes of women across OECD countries", *Oxford Review of Economic Policy*, 21(3): 416–438. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gri024>
- Garduño-Rivera, R. 2013. "Factors that influence women's economic participation in Mexico",

- Economía Mexicana Nueva Época*, 2: 541-564.
- Gobierno de México. 2025. *Con el Sistema Nacional de Cuidados, México Debe Ser Un País Cuidador De Niñas, Niños y Adolescentes, en Especial*, en <https://www.gob.mx/sipinna/articulos/con-el-sistema-nacional-de-cuidados-mexico-debe-ser-un-pais-cuidador-de-ninas-ninos-y-adolescentes-en-especial?idiom=es#:~:text=El%20Sistema%20Nacional%20de%20Cuidados%20es%20un%20eje%20articulador%20de,ni%C3%B1os%20y%20adolescentes%20con%20discapacidad>.
- Gong, X. y A. van Soest. 2002. "Family structure and female labor supply in Mexico City", *The Journal of Human Resources*, 37(1): 163-191, <https://doi.org/10.2307/3069607>
- Gontero, S. y E. Vezza. 2023. *Participación Laboral de las Mujeres en América Latina: Contribución al Crecimiento Económico y Factores Determinantes*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Gronau, R. 1977. "Leisure, home production, and work – The theory of the allocation of time revisited", *Journal of Political Economy*, 85(6): 1099-1112.
- Haerpfer, C., R. Inglehart, A. Moreno, C. Welzel, K. Kizilova, J. Diez-Medrano, M. Lagos, P. Norris, E. Ponarin y B. Puranen. 2022. *World Values Survey: Round Seven*, en <https://www.worldvaluessurvey.org/WVSDocumentationWV7.jsp>
- Hoehn-Velasco, L. y J. Penglase. 2021. "Does unilateral divorce impact women's labor supply? Evidence from Mexico", *Journal of Economic Behavior and Organization*, 187: 315-347. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2021.04.028>.
- INEGI. 2019. *Encuesta Nacional sobre el Uso del Tiempo (ENUT) 2019*, en https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enut/2019/doc/enut_2019_presentacion_resultados.pdf
- Jayachandran, S. 2021. "Social norms as a barrier to women's employment in developing countries", *IMF Economic Review*, 69(3): 576-595. <https://doi.org/10.1057/s41308-021-00140-w>
- Juárez-Luna, D. 2023. *Gender Gap in Employment and in Housework: An Identity Approach*, SSRN, en <https://ssrn.com/abstract=4346404>
- Orraca, P., J. Aguilar y F. Corona. 2023. "Evolución y factores asociados con la participación laboral en México, 1960-2020", *Problemas del Desarrollo*, 54(214): 49-75. <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2023.214.69983>
- Pande, R y H. Roy. 2021. "'If you compete with us, we shan't marry you': The (Mary Paley and) Alfred Marshall Lecture", *Journal of European Economic Association*, 19(6): 2992-3024. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvab049>
- PROFEDET. 2014. *Conoce Tus Derechos Laborales*, en <https://www.gob.mx/profedet/articulos/conoce-tus-derechos-laborales-23554?idiom=es>
- Pérez Bulnes, D.C., C.G. Caamal Olvera, J.L. Mastretta Lopez. 2023. "Participación laboral de las mujeres en México: preferencias y limitaciones", *The Anáhuac Journal*, 23(2): 146-179. <https://doi.org/10.36105/theanahuacjour.2023v23n2.06>

- Reich, M., D.M. Gordon y R.C. Edwards. 1973. "A theory of labor market segmentation", *The American Economic Review*, 63(2): 359-365.
- Rodrigues, M. 2022. "Can even still be uneven? The effect of quotas in Portuguese local governments", *Local Government Studies*, 49(6): 1285-1311. <https://doi.org/10.1080/03003930.2022.2077729>
- Sánchez, A., V. Villarespe, D.A. Román y A.L. Herrera. 2017. "Determinantes de las horas de trabajo de las mujeres en México: un enfoque de pseudopanel (2005-2010)", *Revista de la CEPAL*, 120: 127-139.
- The Royal Swedish Academy of Sciences. 2023. *History Helps us Understand Gender Differences in the Labour Market*, en <https://www.nobelprize.org/uploads/2023/10/popular-economic-sciencesprize2023.pdf>
- Torres García, A.J., G.L. Ochoa Adame y D.O. Pedroza Villegas. 2022. "Determinantes de la participación económica de la mujer en México: un enfoque de calificación laboral", *Revista de Economía, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán*, 39(98): 69-93. <https://doi.org/10.33937/reveco.2022.250>
- Wooldridge, J.M. 2012. *Introductory Econometrics: A Modern Approach, 5th Edition*, Mason, Cengage Learning.

Apéndice

Cuadro A.1. Efecto de las variables explicativas en las mujeres que trabajan de Tiempo completo por nivel de ingreso

	Variable explicativa	Variable dependiente: Tiempo completo		
		Todas las mujeres	Menor ingreso	Mayor ingreso
Estado civil (referencia: soltera)	Casada o en unión libre	-0.0507 (0.0475)	-0.0807 (0.0519)	0.0723 (0.0963)
	Divorciada o separada	0.1041* (0.0578)	0.113* (0.0636)	0.0958 (0.1216)
	Viuda	-0.0194 (0.0799)	-0.0662 (0.0842)	0.2115 (0.1785)
Ref: sin hijos	Hijos	-0.0154 (0.0104)	-0.0269** (0.0114)	0.0236 (0.0224)
(Ref: sin educación)	Educación	0.0422*** (0.01)	0.0109 (0.0123)	0.0958*** (0.0174)

Normas de género	Los hijos sufren cuando su madre trabaja	-0.0278 (0.0301)	-0.0145 (0.0339)	-0.078 (0.0586)
	La universidad es más importante para un hombre	0.0542 (0.0385)	0.0534 (0.0462)	0.0179 (0.068)
	Ser ama de casa es igual de satisfactorio que trabajar	-0.0539* (0.0301)	-0.027 (0.0338)	-0.1397** (0.0592)
	Los puestos se deberían de dar primero a los hombres	-0.0812** (0.0387)	-0.0955** (0.0448)	-0.0000305 (0.0734)
	Tener hijos es un deber para con la sociedad	-0.0085 (0.0346)	-0.0537 (0.0397)	0.1243* (0.0652)
Valores laborales	Importancia del trabajo	0.0581 (0.056)	0.0529 (0.0674)	0.0494 (0.0993)
	Trabajar es un deber para con la sociedad	-0.0727** (0.0336)	-0.0385 (0.0386)	-0.1855*** (0.0632)
	Trabajar debe ser una prioridad	0.0696** (0.0337)	0.0899** (0.0387)	0.0151 (0.0659)
	La competencia es buena para la economía	0.0141 (0.0301)	-0.03 (0.0334)	0.1953*** (0.0589)
No. de observaciones		736	531	198
X ² de Hosmer Lemeshow		9.0487	8.3394	4.6485
p-value		0.3382	0.401	0.7944
Link test		Buena especific.***	Buena especific.**	Buena especific.***
R de McFadden		0.08274244	0.08965043	0.2248456

Notas: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01. El cuadro presenta los efectos marginales. Los errores estándar se encuentran en paréntesis. En azul se especifican los resultados aparentemente contraintuitivos. En gris se presentan los modelos con mejor bondad de ajuste. Fuente: Elaboración propia con datos de la WVS7.