

CONTENIDO

Integración económica y convergencia en la frontera México-Estados Unidos 2010-2019 /
Integración económica y convergencia en la frontera México-Estados Unidos 2010-2019.

Brenda Luciel Méndez Romero y Jorge Eduardo Mendoza Cota

Revisión sobre los consensos y debates en el estudio de la convergencia en México: regiones, estados y municipios / *Review on the Consensus and Debates in the Study of Convergence in Mexico: Regions, States and Municipalities.*

Yunuén Hernández-Álvarez, Angélica María Vázquez Rojas, Daniel Velázquez Orihuela

Determinación de influencias productivas en Tamaulipas, México, e implicaciones de política industrial, mediante metodologías de insumo-producto 2018 / *Determination of productive influences in Tamaulipas, México, and implications of industrial policy, using input-output methodologies, 2018.*

Miguel Ángel Langle Flores

Emisiones de metano de residuos sólidos y crecimiento económico en 30 países latinoamericanos y del Caribe / *Methane Emissions from Solid Waste and Economic Growth in 30 Latin American and Caribbean Countries.*

Ramiro Flores-Xolocotzi

Calidad de vida después del COVID-19 en México /
Life Quality after COVID-19 in Mexico.

Cinthya G. Caamal-Olvera y Martha Jiménez García



Paradigma económico

REVISTA DE ECONOMÍA REGIONAL Y SECTORIAL

FACULTAD DE ECONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

ISSN 2007-3062

Paradigma económico

AÑO 17 NÚM. 1 ENERO - JUNIO 2025

AÑO 17 NÚM. 1 ENERO | JUNIO 2025





Paradigma económico

REVISTA DE ECONOMÍA REGIONAL Y SECTORIAL

FACULTAD DE ECONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

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

CONSEJO EDITORIAL

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

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

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

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

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

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

Ludo Peeters, Universiteit
Hasselt, Bélgica.

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

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

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

COMITÉ EDITORIAL

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

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

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

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

Roldán Andrés Rosales,
Cátedra Conacyt, México.

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

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

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

■ DIRECTORIO

Leobardo de Jesús Almonte
Director editorial

Ivonne Pérez Porcayo
Asistente editorial

Brenda Murillo Villanueva
Traducción

Alejandra Santana Castro
Diseño de Portada

Shantal Rosales Sánchez
Formación

María Guadalupe Cajero Vázquez
Marcación XML JATS

Incluida en:

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

RedAlyc (*Sistema de Información Científica Redalyc. Red de Revistas Científicas*).

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

Clase (*Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades*).

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

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

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



3	Editorial
5	Integración económica y convergencia en la frontera México-Estados Unidos 2010-2019 / <i>REconomic Integration and Convergence on the Mexico-United States Border 2010-2019</i> Brenda Luciel Méndez Romero y Jorge Eduardo Mendoza Cota
35	Revisión sobre los consensos y debates en el estudio de la convergencia en México: regiones, estados y municipios / <i>Review on the Consensus and Debates in the Study of Convergence in Mexico: Regions, States and Municipalities</i> Yunúén Hernández-Álvarez, Angélica María Vázquez Rojas, Daniel Velázquez Orihuela
63	Determinación de influencias productivas en Tamaulipas, México, e implicaciones de política industrial, mediante metodologías de insumo-producto 2018) / <i>Determination of productive influences in Tamaulipas, México, and implications of industrial policy, using input-output methodologies, 2018</i> Miguel Ángel Langle Flores
105	Emisiones de metano de residuos sólidos y crecimiento económico en 30 países latinoamericanos y del Caribe / <i>Methane Emissions from Solid Waste and Economic Growth in 30 Latin American and Caribbean Countries</i> Ramiro Flores-Xolocotzi
135	Calidad de vida después del COVID-19 en México / <i>Life Quality after COVID-19 in Mexico</i> Cinthya G. Caamal-Olvera y Martha Jiménez García

Paradigma económico REVISTA DE ECONOMÍA REGIONAL Y SECTORIAL FACULTAD DE ECONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO, Año 17, No. 1, enero-junio 2025, es una publicación semestral editada, publicada y distribuida por la Universidad Autónoma del Estado de México, a través de la Facultad de Economía. Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 50100, Toluca, Estado de México. Tel. (722) 214 94 11 y 213 13 74 ext. 164, paradigmaeconomico@uaemex.mx. Editor responsable: Leobardo de Jesús Almonte. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2020-022516451800-102, ISSN: 2007-3062, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Licitud de Título y Contenido No. 14988 otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por Litho Kolor, S.A. de C.V. Vialidad las Torres No. 605, Colonia Santa María de las Rosas, C.P. 50140, Toluca, Estado de México, este número se terminó de imprimir el 17 de enero de 2025 con un tiraje de 300 ejemplares. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción y/o utilización de los materiales haciendo mención de la fuente.

Editorial

En un mundo lleno de retos y desafíos económicos, cada estudio representa una oportunidad para comprender mejor nuestra realidad y contribuir a su transformación, y el objetivo de *Paradigma económico* justo es consolidarse como una revista de referencia en el ámbito académico, para convertirse en un espacio para la difusión de la investigación en los temas de la economía regional y sectorial. A lo largo de sus 17 años, la revista ha mostrado avances significativos hacia el cumplimiento de su objetivo. He entendido que la revista es mucho más que un medio de difusión es más bien un espacio en el que las ideas han cobrado vida y han abierto puertas a nuevas perspectivas de estudio.

Ante la inesperada oportunidad de formar parte del equipo de *Paradigma económico*, me llena de orgullo y felicidad expresar lo que he vivido en los últimos cinco meses. En definitiva, me ha ayudado a descubrir un mundo nuevo y ha marcado un antes y después en mi vida académica y profesional. Principalmente, he tenido el privilegio de conocer, vivir y trabajar muy de cerca, con el acompañamiento del director editorial, cada etapa del proceso de publicación, desde la recepción de los artículos, el seguimiento del proceso de arbitraje, hasta su evaluación y edición final, hecho que me sorprendió de principio a fin por todo lo que conlleva el trabajo, lo que ha provocado una gran admiración y respeto por el proceso editorial de una revista académica.

Ser asistente editorial me ha permitido valorar la importancia de este rol, porque la publicación periódica de la revista conlleva meses de ardua dedicación y trabajo, por lo que preservar la calidad y el prestigio de *Paradigma económico* ha sido un gran reto, sobre todo porque cada artículo que se somete a la revista representa, en principio, el respeto al trabajo académico de los autores y el compromiso a darle un seguimiento oportuno para seguir aportando al trabajo que se ha construido a lo largo de estos 17 años.

Formar parte de este equipo ha sido una experiencia profundamente enriquecedora, y me siento agradecida por esta oportunidad, cada día he ganado experiencias y recuerdos que llevaré siempre conmigo, y que han influido significativamente en mi formación como economista y como persona. *Paradigma económico* me ha impulsado a adquirir y reforzar habilidades fundamentales, además de despertar mi interés por continuar con estudios de posgrado. Agradezco especialmente al Dr. Leobardo de Jesús Almonte, director editorial, por su confianza y por ser una fuente constante de inspiración.

En este contexto, presentamos el volumen 17, número 1, enero-junio 2025. En este número se abordan temas sobre la economía regional, el desarrollo industrial, las emisiones medioambientales y el bienestar social. Los artículos proporcionan un análisis profundo y actualizado sobre las dinámicas

económicas en México, Estados Unidos, América Latina y el Caribe, proporcionando diferentes perspectivas para entender los retos y oportunidades de los diferentes países.

El primero, “Integración económica y convergencia en la frontera México-EU 2010-2019”, coautoría de Brenda Luciel Méndez y Jorge Eduardo Mendoza, analiza las hipótesis de β -convergencia en los estados fronterizos entre México y Estados Unidos, concluyendo que es necesario incrementar los niveles de capital humano y fortalecer los vínculos comerciales para lograr una convergencia sostenida en el largo plazo. En esta misma línea de trabajo, el artículo “Revisión sobre los consensos y debates en el estudio de la convergencia en México”, de Yunuén Hernández, Angélica Vázquez y Daniel Velázquez, ofrecen una revisión crítica sobre la hipótesis de convergencia a nivel estatal, regional y municipal en México, evidenciando un consenso sobre la convergencia antes de las reformas estructurales y una divergencia posterior, sugiriendo la necesidad de estudios adicionales, especialmente a nivel municipal.

Por su parte, Miguel Ángel Langle Flores identifica las industrias con mayor influencia económica en Tamaulipas, México, utilizando metodologías de insumo-producto que permiten proponer implicaciones de políticas industriales para fortalecer las articulaciones del sistema productivo del estado.

El cuarto artículo, “Emisiones de metano de residuos sólidos y crecimiento económico en 30 países latinoamericanos y del Caribe”, de Ramiro Flores-Xolocotzi, examina la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets, encontrando una relación positiva entre las emisiones de metano y el PIB per cápita, así como posibles mejoras en la gestión de residuos a través de tecnologías más avanzadas.

Finalmente, Cinthya Caamal-Olvera y Martha Jiménez, analizan los efectos del COVID-19 en el empleo y bienestar de las personas, concluyen que los impactos fueron más adversos en las áreas rurales, y que la pérdida de un familiar y la reducción del ingreso fueron los factores más determinantes en la calidad de vida y el empleo.

Ivonne Pérez Porcayo
Egresada de la Licenciatura en Economía
Asistente editorial y becaria de investigación

Integración económica y convergencia en la frontera México-Estados Unidos 2010-2019

BRENDA LUCIEL MÉNDEZ ROMERO*
JORGE EDUARDO MENDOZA COTA**

RESUMEN

Este documento busca comprobar las hipótesis de β -convergencia en los estados fronterizos de México-Estados Unidos, en el periodo 2010-2019. Se utiliza la metodología de datos de panel a fin de identificar si el proceso de crecimiento económico ha sido de β -convergencia condicional en los estados fronterizos. Los resultados arrojan la presencia de β -convergencia condicional influido por la heterogeneidad regional e integración económica, pero sin efectos del capital humano derivado de las enormes diferencias que existen en términos de dicha variable en la región. Se concluye en la necesidad de incrementar los niveles de capital humano en México y continuar fortaleciendo los vínculos comerciales, con la finalidad de que la convergencia sea un fenómeno extendido en el largo plazo.

Palabras clave: Convergencia, crecimiento económico regional, integración económica, datos de panel.

Clasificación JEL: O47, F15, C33.

* Profesora de la Universidad Autónoma de Baja California. Correo electrónico: mendezluciel@gmail.com. ORCID: 0000-0002-9814-3442

** Profesor-Investigador adscrito al Departamento de Estudios Económicos, El Colegio de la Frontera Norte, A.C. Correo electrónico: emendoza@colef.mx. ORCID: 0000-0002-9555-9581

ABSTRACT

Integración económica y convergencia en la frontera México-Estados Unidos 2010-2019

This document seeks to test the hypotheses of β -convergence in the border states of Mexico-United States, in the period 2010-2019. The panel data methodology is used in order to identify whether the economic growth process has been one of conditional β -convergence in the border states. The results show the presence of conditional β -convergence influenced by regional heterogeneity and economic integration, but without effects of human capital derived from the enormous differences that exist in terms of said variable in the region. It concludes with the need to increase the levels of human capital in Mexico and continue strengthening commercial links, with the aim of making convergence a widespread phenomenon in the long term.

Keywords: Convergence, economic integration, panel data, regional economic growth.

JEL classification: O47, F15, C33.

INTRODUCCIÓN

México y Estados Unidos (EUA) comparten una larga relación histórica, cuyo mayor ligamen se sitúa en la economía y el comercio binacional. Uno de los acontecimientos históricos de mayor relevancia en dicha relación se remonta a la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994, en el cual se establecieron las condiciones de comercio entre ambos países. Los territorios con mayor beneficio de dicho suceso, es la región transfronteriza, la cual se conforma de 3,169 kilómetros de frontera, y la vecindad de diez estados, los cuales experimentaron un importante proceso de integración económica y comercial. La integración ha sido caracterizada por el desarrollo de cadenas de suministro, el traslado de procesos de producción a la región fronteriza, así como el comercio fronterizo (Mendoza, 2005).

Existe un fuerte vínculo asociado entre la integración comercial y el crecimiento económico, en donde localidades con distintos niveles de desarrollo pueden disminuir sus diferencias en términos de ingreso per cápita, a causa de los rendimientos decrecientes del capital, tal como lo establecen las teorías del crecimiento económico neoclásico, y las

hipótesis de β -convergencia. La región transfronteriza México-EUA se ha caracterizado por poseer estructuras económicas desiguales, debido a que se conforma por estados que pertenecen a dos economías con distintos grados de desarrollo económico (Alegría, 1986).

Teniendo como cimiento las hipótesis de β -convergencia, este documento busca verificar si los estados pobres (frontera norte de México) han crecido a mayores tasas que los ricos (frontera sur de EUA), es decir, comprobar la existencia de convergencia en la región transfronteriza, planteando existen diferencias en el nivel de desarrollo de los estados, según el país donde se localizan. Se elige como periodo de análisis 2010-2019, con la finalidad de constatar si en periodos de estabilidad macroeconómica se puede dar un proceso de convergencia en regiones de alto dinamismo comercial, como lo es la frontera México-EUA. Se utilizan como condicionantes de la convergencia la heterogeneidad regional, integración económica, y el capital humano. Debido, a que dichos factores son elementales en el proceso de crecimiento económico, así como de la convergencia en la región fronteriza México-EUA, a causa de las características propias de las localidades que la conforman.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera en la primera sección se realiza la revisión teórica de la β -convergencia condicional, así mismo la revisión de la evidencia empírica. En la segunda sección se tiene la metodología de panel para la estimación de las ecuaciones, así como las variables a utilizar y las fuentes de donde se obtuvieron las mismas. Posteriormente, en el tercer apartado se presentan los resultados tras realizar el análisis gráfico de las variables, y la estimación de las ecuaciones. Finalmente, las conclusiones y las recomendaciones a las que se ha llegado en el estudio.

1. REVISIÓN TEÓRICA DE LA β -CONVERGENCIA CONDICIONAL

1.1. La importancia de la integración económica y el capital humano sobre el crecimiento y convergencia económica regional

Los fundamentos de las ecuaciones de convergencia se remontan a los modelos de crecimiento económico neoclásico propuestos por Solow (1956) y Swan (1956). En los cuales se señala una relación inversa entre los niveles de capital per cápita y su tasa de crecimiento, derivado de

los rendimientos decrecientes del capital. Si se considera al PIB como proporcional a los niveles de capital, se encuentra esa misma relación inversa entre el PIB per cápita y la tasa de crecimiento del mismo, esta relación es el pilar de las ecuaciones de β -convergencia absoluta, la cual indica que las entidades pobres crecerán a tasas mayores que las ricas, por lo que, en el largo plazo tenderán hacia el mismo estado estacionario, si no hay factores de heterogeneidad que condicionen la convergencia (Barro y Sala-i-Martin, 1990, 1991, 1992).

Mientras que la hipótesis de β -convergencia condicional incluye factores diferenciales entre las economías objeto de estudio, llevando a que cada una siga una senda a un estado de equilibrio de largo plazo distinto, es así, que las economías más cercanas a su estado estacionario crecerán a menores tasas que las más lejanas, esto también derivado de los rendimientos decrecientes del capital postulados en los modelos de crecimiento económico neoclásico (Mankiw, Romer y Weil, 1992 y Barro y Sala-i-Martin, 1995).

Baumol (1986) y Quah (1996), expresan que, dentro de los sistemas capitalistas, el libre intercambio económico permite que los niveles de PIB per cápita tiendan a la convergencia en el tiempo, o sea, que los desequilibrios intrarregionales puedan desaparecer con la actuación del libre mercado. Esto se encuentra relacionado, con el supuesto de libre movilidad de los factores productivos, implícito en las ecuaciones de convergencia, siendo indispensable para que las economías puedan converger. Por otra parte, Mankiw, Romer y Weil (1992), subrayan la importancia de la inclusión del capital humano en las ecuaciones de convergencia; una de las principales características de este factor, es que tiene menor movilidad dentro de los esquemas económicos, lo que permite que funcione como complementario al capital físico, llevando a incrementos en la productividad, que permite el proceso de convergencia sea gradual y no inmediato.

Resulta relevante conocer las definiciones de integración económica y capital humano, para poder entender su influencia sobre el crecimiento económico y la convergencia. Cohen (1981) define a la integración económica como el proceso por medio del cual dos o más países eliminan, gradual o inmediatamente, las barreras al intercambio para integrarse en un mercado común, esto con el fin de que los factores o productos puedan moverse con libertad, y satisfagan las necesidades del mercado. Mientras que Lewis (1980) marca que el

capital humano se conforma por el conjunto de habilidades y destrezas de los trabajadores, que se pueden adquirir por medio de la educación, capacitación y/o el ambiente en el que se desarrollan.

Tanto la integración económica como el capital humano son complementarios entre sí mismos. El capital humano brinda a los trabajadores las habilidades y destrezas necesarias para generar o replicar innovación, lo que lleva a incrementos de la productividad. Por otra parte, la integración económica a través de la apertura comercial brinda grandes ventajas sobre las economías dentro de las que se destacan la especialización, generación de economías de escala, aceleración de la acumulación de capital, aumento en la innovación y mejoras en la calidad institucional, lo que promueve círculos virtuosos que permiten afectar primeramente a la productividad, para generar incrementos en las tasas de crecimiento económico, lo que concluye, finalmente, agilizando el proceso de convergencia (Mesa, 1993; Rodríguez y Venegas-Martínez, 2010).

La integración económica puede brindar beneficios sobre el proceso de crecimiento económico y la convergencia, ya que permite el fomento a la innovación, así como a la transferencia de tecnología entre economías. Abu-Ghazaleh *et al.* (2013) y OMC (2013) indican que en el sector exportador los beneficios de la integración económica y el comercio se ven reflejados en la especialización y la expansión, porque se puede “aprender haciendo”, lo que permite que aumente la productividad del factor trabajo, al tener mayor experiencia en la producción de bienes y servicios específicos. Sin embargo, las ganancias que este genere dependerán de la fase de desarrollo en la que se encuentre la región, siendo las economías en desarrollo las que dependen en mayor medida del sector externo. Aunque, a lo que la apertura comercial y a convergencia del ingreso se refiere, dentro de las teorías del comercio y crecimiento económico no presentan un planteamiento teórico específico que determine la casualidad de la relación entre ambos procesos.

La teoría clásica del comercio señala que la apertura comercial genera igualación de precios, pero no necesariamente de convergencia de ingresos. Por su parte los planteamientos derivados de la teoría de Solow señalan la posibilidad de convergencia de ingreso, pero en el contexto de una economía cerrada, mientras que los modelos de crecimiento endógeno explican fundamentalmente la convergencia en estado estacionario y no en niveles (Ben-David y Kimhi, 2004).

No obstante, existen aportaciones teóricas sobre la relación entre el comercio internacional y la convergencia. De esta manera, Coe y Helpman (1995), realzan el efecto indirecto de la I+D derivado de la inversión directa y de socios comerciales incrementa la productividad y por ende en el crecimiento. Así mismo, Nordstrom, Francois, y Shiells (1999) utilizaron un modelo dinámico con crecimiento endógeno para estimar el impacto del comercio internacional en el crecimiento económico, con el fin de comparar los estados de transición fuera del estado estacionario de equilibrio. Sus resultados indican que reformas comerciales pueden estimular el crecimiento cuanto más lejos este un país del estado estacionario, particularmente en países en desarrollo.

1.2. Convergencia regional y bilateral

El análisis de la convergencia regional en México ha sido abordado tanto al nivel de estados, como de municipios, así como por regiones específicas como es la frontera norte del país. Del mismo modo, se han utilizado diversas técnicas de estimación, y variables condicionantes de la convergencia. A continuación, se presentan las más relevantes por sus resultados y aportes a este estudio.

En primer lugar se encuentra el de Barceinas y Raymond (2005), quienes estudian el fenómeno de convergencia regional en México en el periodo 1980-2002, enfocándose en la convergencia del tipo β y σ . En el análisis de convergencia σ utilizan la desviación típica del Valor Agregado Bruto (VAB), encontrando σ -divergencia. La β -convergencia la condicionan a los rendimientos de la educación regional, en el que sus resultados arrojan que es un factor que propicia a la desigualdad regional e incrementa la brecha entre regiones ricas y pobres, ya que tiende a tener mayores rendimientos en las economías ricas. Sus conclusiones sugieren que la brecha interregional podría aumentar ante la entrada en vigor del TLCAN, recomendando así que se generen políticas públicas que aumenten los rendimientos de la educación en las economías menos desarrolladas.

Por otro lado, Mendoza y Valdivia (2016) investigan la β -convergencia condicional a través de la metodología panel espacial con efectos fijos individuales y aleatorios, para las 32 entidades federativas de México y una muestra de 30 entidades (excluyen a Tabasco y Campeche) en el periodo 2001-2010. Precisan procesos de β -convergencia condicional para las dos muestras y sub-periodos

analizados, a su vez localizan que los años de escolaridad tienen una fuerte influencia sobre el crecimiento económico y la convergencia, de la misma manera las remesas. Otro de los aspectos relevantes es que, aunque hay procesos de convergencia donde la heterogeneidad y dependencia son relevantes, se ha tendido hacia la polarización regional.

El efecto del comercio en el crecimiento económico y convergencia entre regiones y países es un tema relevante para entender la dinámica económica de largo plazo. Carnicero (2001), estima el efecto del proceso de apertura comercial en la convergencia de la productividad de la economía española para el periodo 1981-1995, utilizando datos para 12 sectores económicos y 17 regiones. Los resultados de la estimación de un modelo de mínimos cuadrados no lineales con efectos fijos de región sugieren que los cambios en la estructura sectorial de las regiones han tenido un efecto positivo en la convergencia de la productividad. Sin embargo, el crecimiento del comercio exterior del país mostró un impacto negativo.

Por su parte, Fukuda y Taya (1995) analizaron el impacto de las exportaciones en el crecimiento económico de nueve países del sudeste asiático para el periodo 1986 a 1991, utilizando la ecuación de convergencia condicional y un modelo de regresión de corte transversal. Los resultados indican que las exportaciones tienen un papel importante en la tasa de crecimiento de la región. Asimismo, el coeficiente de la razón de exportaciones sobre PIB sugiere que los países de menores ingreso crecieron más rápido que los de ingresos altos.

Además, existen estudios de convergencia que han examinado el efecto del comercio bilateral en la reducción de la brecha de ingreso entre países. Ben-David y Kimhi (2004) estimaron el efecto del comercio bilateral de 127 países con base en las exportaciones y 134 con respecto a las importaciones. Se utiliza un modelo de regresión "pooled" y variable dicotómica para los niveles iniciales de ingreso del país emisor según sea el caso. Los resultados de las estimaciones indican que un incremento del comercio entre los socios comerciales principales acelera la tasa de convergencia entre países.

Choi (2009) analizó el comercio bilateral de 62 países para los años 1970, 1980, 1990 y 1992. El autor estimó un modelo de corte transversal con el PIB de los países, y con variables como comercio bilateral, distancia y la razón del comercio bilateral con respecto al PIB de ambos países. Los resultados indican que tanto el nivel de

ingreso como el crecimiento del ingreso tienden a converger con el aumento del comercio bilateral entre países. También, cuando los países que comercian bilateralmente se localizan cercanamente y tienen el mismo lenguaje la convergencia es mayor.

Amidi, Fagheh y Javaheri (2020), a través de metodologías de panel espacial dinámico y sección cruzada, buscan encontrar el efecto que tiene la proximidad espacial, así como el comercio, en el crecimiento económico de países asiáticos. Los resultados que obtienen es que el crecimiento económico de una región permite que el resto de los vecinos se vean beneficiados de dicho proceso. En donde factores como la apertura comercial tienen fuerte influencia sobre la derrama económica, ya que permite el flujo de capitales de aquellos países de alto stock, a los de menores niveles, lo que lleva a un incremento de la productividad laboral de los países menos favorecidos, en términos de capital físico.

Respecto a los estudios de convergencia sobre la economía mexicana destaca el trabajo de Rodríguez-Pose y Sánchez-Reaza (2002), quienes examinaron cómo la apertura económica en México, principalmente debido a su integración en el comercio internacional, ha influido en la desigualdad regional. Los autores argumentan que la liberalización comercial ha acelerado el crecimiento económico en algunas regiones, especialmente las zonas fronterizas y los estados del norte, debido a la proximidad con los Estados Unidos y la expansión de las industrias de exportación. Aroca, Bosch y Maloney (2005) analizan cómo la liberalización comercial afectó la convergencia económica entre las regiones mexicanas en el período de 1985 a 2002. Los autores examinan si la apertura comercial y la integración económica, particularmente bajo el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), ayudaron a cerrar la brecha económica entre el norte industrializado y el sur menos desarrollado. El estudio encuentra que, aunque hubo un crecimiento significativo en las áreas beneficiadas por la inversión extranjera y las exportaciones (principalmente en la región norte), la liberalización no contribuyó uniformemente al desarrollo de las regiones menos industrializadas.

Por su parte, Rodríguez, Mendoza y Climent Hernández (2022) emplearon un enfoque de σ -convergencia débil y estimaron modelos econométricos basados en datos de panel para analizar las varianzas en el ingreso per cápita entre distintas regiones de México. Los autores sostienen que, aunque México presenta una débil σ -convergencia

económica, esta no es uniforme en todas las regiones. Las brechas de ingreso per cápita persisten debido a factores estructurales, como la dependencia de ciertos sectores productivos, desigualdades en inversión y desarrollo, y la limitada capacidad de innovación en zonas menos desarrolladas. Fonseca-Hernández y Félix-Armenta (2023) analizaron la convergencia en los niveles de ingreso entre distintas regiones del país. Los autores destacan que las diferencias de ingreso y desarrollo entre las regiones han sido persistentes, observándose una tendencia de crecimiento más acelerado en las zonas del norte y centro, señalan que el TLCAN impulsó el crecimiento en el norte, pero se mantuvieron las disparidades regionales. Los resultados sugieren que, aunque hay indicios de convergencia, esta ha sido limitada y desigual, especialmente en el periodo reciente. Finalmente, Félix (2023) utilizando la metodología de panel busca corroborar las hipótesis de β -convergencia, en los principales municipios manufactureros de México en el periodo 1960-2018. Sus resultados resaltan la presencia de convergencia β -condicional para el periodo completo y los dos subperiodos que analiza (1960-1985 y 1985-2018). Obtienen tasas de convergencia de entre 1.85% y 3.79% media anual. Resaltando la importancia, de los análisis regionales para encontrar factores que promuevan el crecimiento económico, para disminuir las brechas de ingreso per cápita en México.

Con relación a los estudios que abordan principalmente la convergencia de las regiones fronterizas de ambos países. Un trabajo precursor sobre la región transfronteriza es el de Gerber (2003), el cual se enfoca en el análisis de la β -convergencia absoluta y condicional en los condados y municipios que conforman la región fronteriza México-EUA a través de datos de panel, enfocándose en el periodo 1970-1999 dentro de los cuales se divide en dos sub-periodos 1970-1985 y 1985-1999, del mismo modo, focaliza el estudio en dos tipos de convergencia, es decir, de ingresos (PIB per cápita) y de productividad (PIB por trabajador), también incluye como variables condicionales factores sectoriales en términos de la agricultura y la manufactura. Señalando β -convergencia absoluta y condicional en todos los casos, y tasas de convergencia entre el 0.9% y 3.1%, disponiendo las mayores tasas en la convergencia condicional. Paralelamente enfatiza en la trascendencia de las relaciones bilaterales en la reducción de la brecha del ingreso y productividad.

En la misma línea, pero a nivel de estados, está el estudio de Ocegueda y Plascencia (2004) los cuales posicionan su investigación en examinar el proceso de crecimiento económico de los estados fronterizos de México-EUA, por medio de la comprobación de las hipótesis β y σ convergencia en el periodo 1975-2000, usando la metodología de panel y la desviación estándar. No logran encontrar evidencia empírica en favor o en contra de la existencia de β y σ convergencia en la región objeto de estudio, sin embargo, si logran reconocer ganadores y perdedores dentro de las entidades regionales a lo largo del periodo de estudio, donde el capital humano y la especialización sectorial han jugado papeles cruciales en dicho fenómeno.

Mientras, Soto, Huesca y Hernández (2008) efectúan estimaciones que buscan constatar los planteamientos de la β y σ convergencia en los estados de la frontera norte de México, por medio de la metodología de panel y la desviación estándar en el periodo 1950-2004. En su formulación de β convergencia incluyen como variables condicionantes a la educación promedio, patentes solicitadas y variables de especialización sectorial. Sus resultados arrojan σ divergencia, y β convergencia solo en los sub-periodos anteriores a 1995, pese a ello, señalan que los factores de educación y especialización son elementales en los aumentos de las tasas de crecimiento de la región, mas no para la convergencia. Por último, indican que es Nuevo León la economía que se ha perfilado como líder regional, ayudada por el aumento en el conocimiento, la especialización y los flujos de IED. Igualmente, destacan que los resultados podrían diferir de otros estudios dada la calidad de las bases de datos regionales en México.

Cermeño, Mayer y Martínez (2009) examinan la β y σ convergencia de los condados de los EUA (1987-1997) y los municipios de México (1989-1999) utilizando el VAB manufacturero censal. Hacen el planteamiento de β -convergencia con la metodología de panel discriminando entre convergencia absoluta (si es de datos agrupados) y condicional (si tiene estructura de panel) y la σ convergencia con la desviación estándar. Para ambos países se encuentra evidencia empírica en favor de la σ -divergencia, por otro lado, encuentran β -convergencia condicional en los condados de los EUA y β -divergencia condicional en los municipios mexicanos. Al final, dictaminan que los resultados se vinculan a los desiguales procesos de desarrollo en el que se encuentran ambas economías.

Cabe destacar que se han realizado estudios sobre la importancia del comercio internacional y la integración económica en el proceso de convergencia entre los EUA y México a nivel regional. Díaz, Fernández, Garduño y Rubiera (2017), establecen un modelo de convergencia β -condicional y un modelo de convergencia β -condicional de clubes utilizando datos a nivel municipal para el periodo 1980-2010. Con base en la estimación del modelo de mínimos cuadrados ordinarios para el modelo de convergencia incondicional se obtiene un nivel importante de convergencia regional de México. Los resultados de la estimación de una regresión espacial con rezago para la convergencia β -condicional y de clubes sugieren que como resultado del establecimiento del TLCAN se reduce la velocidad de convergencia y se aprecia que la convergencia en las regiones cercana a la frontera de México con los EUA se incrementa.

En México, se ha abordado el proceso de convergencia desde diferentes vertientes, tales como se ha señalado en la revisión empírica, los estudios se han enfocado en la convergencia regional en el conjunto del país ya sea a nivel de estados o de municipios, del mismo modo en la región fronteriza y su interacción con los EUA, e igualmente se ha considerado el efecto de la apertura comercial y el capital humano en ellos. Aunque, los resultados obtenidos tienden a depender en gran manera del periodo, el nivel de segregación, y las variables que se agregan en los modelos. Es decir, es un proceso dinámico, cambiante en el tiempo y el espacio.

2. METODOLOGÍA PARA LA COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE β -CONVERGENCIA CONDICIONAL

2.1. β -convergencia condicional por la metodología de panel

Existen distintas formas por medio de las cuales es posible estimar las ecuaciones de β -convergencia condicional. Para fines de este estudio, se plantea el empleo de la metodología de datos de panel, al ser la que mayor se adapta dado el número de individuos de sección cruzada y el periodo de tiempo, los cuales son relativamente cortos. Son múltiples las investigaciones en las que se ha optado por el análisis de β -convergencia utilizando la metodología de datos de panel, ya que esta permite incluir la heterogeneidad regional a través del término

μ_i ; si la estructura de datos de panel resulta relevante según lo obtenido en la prueba F , y por medio de efectos fijos o aleatorios según lo demarcado en la prueba *Hausman*.

Entre los pioneros de la utilización de la metodología de datos de panel para el análisis de convergencia se encuentra Islam (1995), a partir de este estudio diversos autores han recurrido al uso de esta metodología para el análisis regional de convergencia. Entre estos se destacan: Gaulier, Hurlin y Jean-Pierre (1999), Duncan y Fuentes (2005), Carrillo y Zárate (2012), Caballero y Caballero (2016), Delgado y De Lucas (2018), Peláez (2020), Méndez (2022) y algunos otros autores.

Dentro de las ventajas que brindan los datos de panel se puede resaltar; el aumento de los grados de libertad ya que contiene tanto los elementos de sección cruzada como los de series de tiempo. Asimismo, como ya se había mencionado anteriormente permite la inclusión de la heterogeneidad por medio del término μ_i cuando la mejor especificación se encuentra en el modelo de datos de panel por efectos fijos individuales; si este no resulta relevante llevaría a la estimación por medio del modelo de datos agrupados, lo que se traduce en resultados idénticos a los que se obtendrían en las estimaciones de sección cruzada. Finalmente, una de las ventajas más importantes de esta metodología cuando del análisis de convergencia se trata, es que por causa de la naturaleza de las variables empleadas supone un proceso dinámico y permanente en el tiempo, y no solamente estático.

Para fines de este estudio la ecuación general a estimar viene representada por:

$$g_{i,t} = \mu_i + \beta \ln PIBpc_{i,t-1} + \rho \ln IE_{i,t-1} + \alpha CH_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Donde $g_{i,t}$ representa la tasa de crecimiento del PIB per cápita; μ_i es la constante del modelo que se puede suponer idéntica o diferente para cada individuo; β es el coeficiente asociado al logaritmo del PIB per cápita rezagado un periodo, también denominado tasa de β -convergencia condicional; ρ es el parámetro de la variable rezagada que funciona como aproximación a la integración regional (IE), en estas circunstancias las exportaciones totales; α representa el coeficiente de variable retardada proxy al capital humano (CH), que es la educación terciaria total; y $\varepsilon_{i,t}$ que denota los errores aleatorios del modelo.

En esta especificación la hipótesis de β -convergencia condicional se cumple cuando: 1) si y solo si, la estructura de panel es relevante, es decir, se tienen μ_i diferentes para cada localidad, esto basado en el supuesto de β -convergencia condicional en donde las regiones tienden a diferentes estados estacionarios dados factores de heterogeneidad; 2) el coeficiente β es negativo y estadísticamente significativo, lo que demarca una relación inversa entre los niveles pasados de PIB per cápita y la tasa de crecimiento de los mismos; 3) el coeficiente ρ es positivo y estadísticamente significativo, ya que las exportaciones tienen la capacidad de incrementar el crecimiento económico regional, y con ello las tasas de convergencia condicional; y 4) el coeficiente α es positivo y estadísticamente significativo, lo que indica que el capital humano a través de la población cuyo logro máximo se encuentra en el nivel terciario total, puede tener efectos positivos sobre el crecimiento económico y la convergencia.

A lo largo del documento se mostrarán otras representaciones de la ecuación general, con objeto de determinar si las exportaciones logran tener efecto retardado o inmediato sobre el crecimiento económico regional, por ende, sobre las tasas de convergencia, ya que al ser una variable de flujo las incidencias pueden ser en el corto o mediano plazo. Estos efectos difieren del impacto del capital humano que debe ser primeramente asimilado en la economía, y en consecuencia su influencia sobre el crecimiento económico y la convergencia solamente se presenta en el mediano o largo plazo. Por tanto, en este trabajo se propone condicionar la convergencia, tanto a la integración económica como al capital humano, ya que son dos factores que deben complementarse entre sí mismos, para lograr aumentar la productividad, que impacte tanto al crecimiento económico como a la convergencia.

2.2. Descripción de las variables y fuentes de información

Para el análisis de la β -convergencia condicional se requiere de tres variables; a partir de estas realizar las transformaciones correspondientes, de acuerdo con lo establecido en las ecuaciones a estimar. Las cuales son: el PIB per cápita, la variable que funciona como aproximación a la integración económica, y el capital humano. A continuación, se describen las variables y las bases de datos utilizadas.

- PIB per cápita (*PIBpc*): Es el PIB en dólares constantes de 2013, dividido entre las proyecciones de la población. Los datos están

anualizados y comprenden el periodo 2010-2019. La información del PIB por estado se obtuvo del Banco de Información Económica (BIE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y del *Bureau of Economic Analysis* (BEA), mientras que las proyecciones de la población del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y del *United States Census Bureau* (CENSUS U.S.).

- Integración Económica (IE): Representada por las exportaciones totales en dólares reales de 2013. Estos datos se obtuvieron del BIE de INEGI y del CENSUS U.S.
- Capital Humano (CH): Se calculó como la proporción de la población de 25-64 años cuyo logro máximo de educación se localiza en el nivel terciario total de acuerdo con la Clasificación Internacional Normalizada de Educación de 2011 (CINE-2011) de La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Cuya información se obtuvo de forma anual para el periodo 2010-2018 de las estadísticas regionales de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

La base de datos incluye las diez entidades que conforman la región transfronteriza México-EUA, las que son: Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, California, Arizona, Nuevo México y Texas. El periodo de análisis comprende los años del 2010 al 2019, que incluye la recuperación de la crisis de 2008 y el 2019 que es el último año antes de un nuevo shock estructural.

3. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES DE β -CONVERGENCIA CONDICIONAL

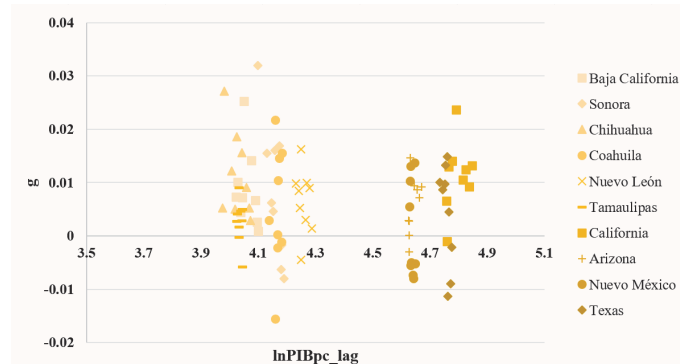
3.1. Distribución estadística de las de las variables

Para tener una perspectiva ampliada del comportamiento de las variables explicativas frente a la dependiente a nivel regional, e individual a lo largo del periodo, se ejecuta previamente una indagación por medio de gráficos.

En la gráfica 1 se expone el comportamiento del retardo del logaritmo del PIB per cápita frente al crecimiento económico en el periodo 2011-2019. Puesto que, la variable explicativa requiere de rezagos, y la dependiente es una diferencia logaritmo del PIB per cápita, se pierde una observación en el tiempo.

En la gráfica 1 se presenta la distribución de las localidades correspondientes a la frontera norte de México y los de la frontera sur de los EUA; los primeros suelen tener menores indicadores del PIB per cápita, pero al mismo tiempo son los que mayores tasas de crecimiento presentan en el periodo de estudio. Por su parte, los de la frontera sur de los EUA, que poseen mayores niveles del PIB per cápita exhiben menores tasas de crecimiento. Este comportamiento se encuentra ligado a la relación inversa existente entre los niveles del PIB per cápita, y las tasas de crecimiento de estos, lo cual se confirma con las teorías del crecimiento económico neoclásico. Como resultado de estas tendencias podría existir la posibilidad de que las entidades con menores niveles de ingreso pudieran ser capaces de acercarse a las de mayores ingresos, pues las primeras tenderán a crecer más rápido que las segundas.

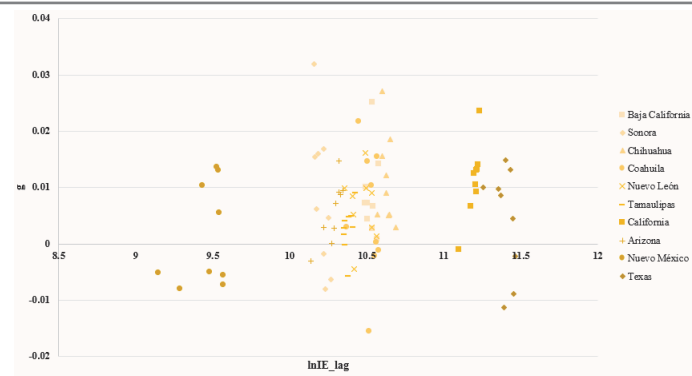
GRÁFICA 1
COMPORTAMIENTO DEL RETARDO DEL LOGARITMO DEL PIB PER CÁPITA FRENTE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, en la gráfica 2, se examina el comportamiento del rezago de la integración económica, medida a través de las exportaciones totales, frente al crecimiento económico en el periodo de estudio. Se destaca la conducta de los estados de la frontera sur de los EUA y los de la frontera norte de México, donde son los primeros los que resultan tener una distribución heterogénea en términos de las exportaciones totales, ya que por ejemplo California y Texas son los estados con mayores niveles de exportaciones, mientras que Nuevo México es la que menores exportaciones registra.

GRÁFICA 2
COMPORTAMIENTO DEL REZAGO DE LA INTEGRACIÓN ECONÓMICA FRENTE AL
CRECIMIENTO ECONÓMICO



Nota: se utilizan las exportaciones totales como aproximación a la integración económica.
Fuente: elaboración propia.

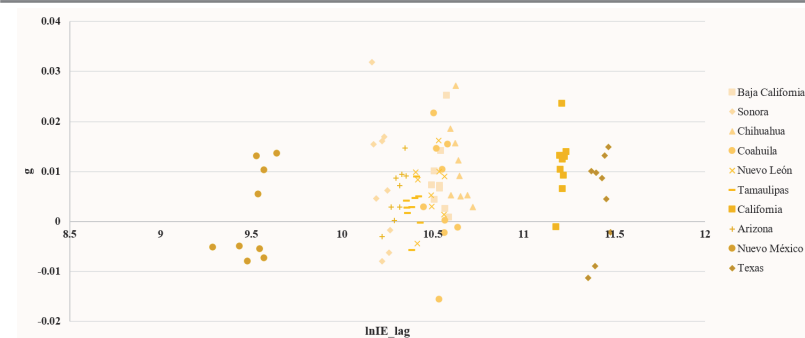
Asimismo, los estados de la frontera norte de México resultan ser los que se distribuyen de una forma más homogénea, ya que las diferencias entre las entidades con mayores y menores exportaciones es más reducida, que en el caso de los de la frontera sur de los EUA. Otro aspecto importante, que se pueden apreciar, es que, a pesar de la heterogeneidad existente en las exportaciones; en general los estados con más actividad exportadora son a su vez los que mayores tasas de crecimiento registran. De modo que, es probable obtener una relación positiva entre las exportaciones y las tasas de crecimiento del PIB per cápita, y de esta forma influir positivamente sobre las tasas de convergencia regional.

En la gráfica 3 se expone el comportamiento de la integración económica frente al crecimiento económico. Se observa que la distribución gráfica es muy parecida al anterior, aunque, una de las grandes diferencias se encuentra en que la integración económica no se encuentra rezagada, si no que se presenta el impacto en el periodo actual.

Una vez más, los estados de la frontera sur de los EUA tienen una distribución desigual en las exportaciones totales, mientras los de la frontera norte de México se distribuyen de una forma más uniforme. Igualmente, de forma general las entidades que mayor capacidad exportadora presentan, al mismo tiempo son, las que mayores tasas de crecimiento poseen. Aquí también se puede resaltar, que en términos de tasas de crecimiento las entidades no registran grandes diferencias entre ellas. Tomando como referencia, la distribución grafica se podría esperar exista

una relación directa entre las exportaciones y crecimiento económico, llevando a afectar positivamente a las tasas de convergencia condicional.

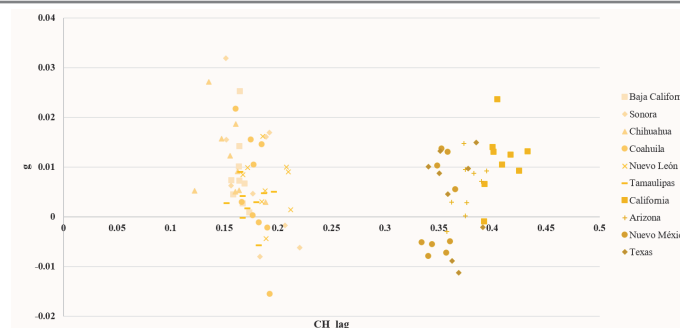
GRÁFICA 3
COMPORTAMIENTO DE LA INTEGRACIÓN ECONÓMICA FRENTE AL CRECIMIENTO
ECONÓMICO



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, en la gráfica 4 se exhibe el comportamiento del rezago del capital humano frente al crecimiento económico. A diferencia de las variables de integración económica, en este caso el comportamiento de la variable es más semejante entre los estados miembros del mismo país. Por ejemplo, los estados de la frontera sur de los EUA poseen mayores niveles de capital humano, y son a su vez los que menores de tasas de crecimiento del PIB per cápita presentan en el periodo.

GRÁFICA 4
COMPORTAMIENTO DEL REZAGO DEL CAPITAL HUMANO FRENTE AL CRECIMIENTO
ECONÓMICO



Nota: se tiene la proporción de la población de 25-64 años cuyo logro máximo se encuentra en el nivel terciario como proxy al capital humano.

Fuente: elaboración propia.

Desde otro punto de vista, los estados de la frontera norte de México muestran menores niveles de capital humano, pero son los que mayores tasas de crecimiento registran en el periodo. Concluyendo así, que se podría esperar una relación inversa entre los niveles de capital humano, y la tasa de crecimiento del PIB per cápita, ya que las entidades que más crecen son las que menores indicadores de capital humano registran. Esta relación, es contraria a lo que demarcan las teorías de crecimiento económico endógeno, sin embargo, en la evidencia empírica se han encontrado mayores niveles de capital humano en las economías desarrolladas que en las menos desarrolladas, lo cual representa un freno, para alcanzar la convergencia y el desarrollo económico en el largo plazo.

Luego de realizar el análisis gráfico de las variables, se infiere que los estados de la región transfronteriza suelen comportarse de forma distinta; a pesar de ello, podría existir un proceso de crecimiento económico orientado a la convergencia. Lo anterior debido a que las entidades que poseen mayores niveles de ingreso per cápita son a su vez las que más crecen, pese a que, en términos de las exportaciones, la distribución es más igualitaria en las entidades en vías de desarrollo, pero en el capital humano hay menores diferencias en los estados desarrollados. De esta manera, aunque en la realidad el comportamiento de las variables no es exactamente igual al que establecen las teorías económicas, hay factores que pueden beneficiar y llevar a la disminución de la brecha del ingreso per cápita, entre los estados con diferentes niveles de desarrollo.

3.2. Resultados de las estimaciones de β -convergencia condicional por la metodología de panel

Tras realizar el análisis gráfico de las variables, a fin de conocer la distribución regional e individual de estas, se presentan las estimaciones de las ecuaciones de β -convergencia condicional, bajo la metodología de datos de panel cuyos resultados se pueden apreciar en el cuadro 1.¹

¹ Se realizaron estimaciones bajo la metodología de panel espacial; sin embargo, no se encontró significancia espacial. En su mayoría, la mejor especificación de acuerdo con los criterios de información de AIC y BIC es el panel clásico (véase anexo 1); por ello, los resultados aquí introducidos son de panel clásico, estimados por efectos fijos individuales.

En el modelo 1 no se incluye ninguna variable condicionante de la convergencia. De acuerdo con los resultados, el proceso de crecimiento económico en la región transfronteriza México-EUA, en el periodo de estabilidad económica posterior a la crisis de 2008, es de β -convergencia condicional. A causa de que coeficiente asociado al logaritmo del PIB per cápita con un rezago ($\ln\text{PIBpc_lag}$) es negativo y estadísticamente significativo, del mismo modo la estructura de panel resulta relevante al rechazarse hipótesis nula de interceptos iguales, por lo que el modelo se estimó por medio de efectos fijos individuales, conforme a lo obtenido en la prueba Hausman. Igualmente, se aprecia que hay factores de heterogeneidad individual entre los estados objeto de análisis que condicionan el equilibrio de largo plazo de estos.

CUADRO 1
RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES DE β -CONVERGENCIA CONDICIONAL

Modelo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Variables	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>
<i>Constante</i>	0.537*** (0.171)	0.402 (0.274)	0.197 (0.294)	0.450** (0.189)	0.291 (0.213)
<i>lnPIBpc_lag</i>	-0.122*** (0.039)	-0.131** (0.055)	-0.137** (0.054)	-0.140*** (0.043)	-0.153*** (0.042)
<i>lnIE_lag</i>		0.0173 (0.0161)		0.016 (0.015)	
<i>lnIE</i>			0.039* (0.020)		0.036* (0.019)
<i>CH_lag</i>		-0.023 (0.094)	-0.041 (0.090)		
<i>R²</i>	0.234	0.245	0.269	0.245	0.267
<i>Observaciones</i>	90	90	90	90	90
<i>Prueba F</i>	[0.010]	[0.023]	[0.010]	[0.021]	[0.010]
	<i>Interceptos diferentes</i>	<i>Interceptos diferentes</i>	<i>Interceptos diferentes</i>	<i>Interceptos diferentes</i>	<i>Interceptos diferentes</i>
<i>Prueba Hausman</i>	[0.002]	[0.009]	[0.003]	[0.004]	[0.001]
	<i>Efectos fijos</i>	<i>Efectos fijos</i>	<i>Efectos fijos</i>	<i>Efectos fijos</i>	<i>Efectos fijos</i>

Nota: 1) (***) p -valor<0.01, (**) p -valor<0.05, (*) p -valor<0.10, 2) entre paréntesis el error estándar, 3) entre corchetes la probabilidad del estadístico de prueba, 4) estimaciones con efectos individuales.
Fuente: elaboración propia.

Además, la estimación del modelo 1, posibilita definir si las entidades pobres han tendido a crecer más rápido que las ricas, aunque no necesariamente tiendan hacia un mismo equilibrio de largo plazo. En esta situación, son los estados de la frontera norte de México, los que suelen crecer a tasas más altas que los de la frontera sur de los EUA, lo que en el largo plazo permite que la brecha del PIB per cápita se aminore, es decir, hay proceso de crecimiento económico orientado a la convergencia.

En el modelo 2, se añaden las variables condicionantes de la convergencia ($\ln IE_{lag}$ y CH_{lag}) en este caso rezagadas, para así evaluar si el efecto es retardado sobre el crecimiento económico, y de qué forma repercuten sobre las tasas de convergencia. Primeramente, cabe mencionar que se identifica β -convergencia condicional dado que el coeficiente asociado al logaritmo del PIB per cápita con un rezago ($\ln PIBpc_{lag}$) es negativo y estadísticamente significativo. Además, la estructura de panel es relevante, y se estima bajo efectos fijos individuales, señalando la presencia de heterogeneidad regional. No obstante, ni la integración económica, ni el capital humano, resultan relevantes para explicar el crecimiento económico, dado que no son estadísticamente significativas. Sin embargo, sí logran incidir indirectamente sobre las tasas de convergencia, en razón de que si se compara con la obtenida en el modelo 1, en el que se identifican tasas de β -convergencia condicional de 12.2%, en el modelo 2 pasa a ser de 13.1%.

En el modelo 3 se realiza una pequeña modificación en comparación al modelo 2, dado que se incluye a la integración económica sin rezago, a fin de identificar si las exportaciones totales, tienen la capacidad de impactar de forma inmediata sobre el crecimiento económico y la convergencia. Los resultados indican que las exportaciones totales pueden influir de forma positiva e inmediata sobre el crecimiento económico del PIB per cápita, ya que el coeficiente asociado al logaritmo de la integración económica ($\ln IE$) es positivo y estadísticamente significativo. De igual modo, se da evidencia en favor de la β -convergencia condicional, visto que el coeficiente del logaritmo del PIB per cápita con un rezago ($\ln PIBpc_{lag}$) es negativo y estadísticamente significativo. También, la estructura de panel es relevante, y se estima bajo efectos fijos individuales.

Tanto en el modelo 2, como en el 3, se demuestra que existe un proceso de crecimiento económico orientado a la convergencia, pero

en ninguno de los dos casos la variable de capital humano (CH_{lag}) resulta estadísticamente significativa para explicar al crecimiento económico. Por ello, en los modelos 4 y 5 se buscó evaluar la posibilidad de la existencia del efecto de esta variable sobre las tasas de convergencia; es decir, si pueden aumentar o disminuir las mismas, para ello, se omite de las modelaciones.

Los resultados de los modelos 4 y 5 muestran evidencia empírica en favor de la β -convergencia condicional, puesto que, como en los modelos anteriores el coeficiente del logaritmo del PIB per cápita con un rezago ($\ln PIBpc_{lag}$) es negativo y estadísticamente significativo. De igual manera, la estructura de panel es relevante, y la mejor estimación es a través de efectos fijos individuales. Aunque al excluir la variable de capital humano en ambos casos, las tasas de convergencia tienden a incrementarse, aun cuando en el modelo 4 la variable asociada a la integración económica retardada no resulta estadísticamente significativa, que al contrastarla con el modelo 2 donde se incluye el capital humano la tasa pasa de 13.1% a 14.0%.

El hallazgo de mayor trascendencia se encuentra en el modelo 5, donde además de verificar la existencia de β -convergencia condicional se observa que las exportaciones totales logran tener un efecto positivo inmediato sobre el crecimiento económico. También es el modelo con la mayor tasa de convergencia (15.3%); es decir, tiene la capacidad de disminuir más rápido las distancias entre los estados de la región transfronteriza México-EUA a sus equilibrios de largo plazo.

De esta forma los resultados indican la existencia de heterogeneidad regional entre los estados de la región transfronteriza México-EUA, lo que lleva a que cada uno de ellos tienda a un estado estacionario diferente, que puede ser cercano o no uno de otro. El capital humano, no tiene efectos sobre el crecimiento económico al no ser estadísticamente significativo en ninguno de los modelos donde se incluye, pero sí logra tener repercusiones de forma indirecta sobre las tasas de convergencia.

Cuando se incluye al capital humano junto con la variable de integración económica, las tasas de convergencia disminuyen, por lo tanto, se infiere en que estas variables no se complementan entre sí mismas para aumentar la productividad e impactar positivamente sobre el crecimiento económico y la convergencia regional. Lo que se enlaza con el hecho de que son las entidades desarrolladas las que poseen mayores niveles de capital humano en la región, la forma en la

que puede afectar al crecimiento económico es solo cuando las economías en vías de desarrollo registran mayores niveles de este, debido a que permite replicar innovaciones mientras es capaz de generar la propia según lo sugerido por Accinelli, Brida y London (2007), algo que no ha sucedido en la región.

Finalmente, la integración económica a través de las exportaciones no solamente afecta de forma positiva al crecimiento económico, sino que también ha contribuido a aumentar las tasas de convergencia, en la región transfronteriza, y no de forma retardada si no inmediata. Es decir, en la medida en que incrementan/disminuyen las exportaciones actuales también lo hará el crecimiento económico. Esto puede estar influenciado por el hecho de que son variables comerciales de flujo; por ello, el impacto es en el periodo de registro de las exportaciones, porque estas no deben ser asimiladas por la economía para incrementar la productividad. Para tener la capacidad de exportar primero deben haber mejoras en el aparato productivo de las economías, por medio del “aprender haciendo”, de acuerdo con lo estipulado por Rodríguez y Venegas-Martínez (2010).

Si bien las variables condicionantes de la convergencia utilizadas en este documento difieren de las que se han utilizado en estudios similares para la región transfronteriza, sí se llegan a obtener conclusiones un tanto parecidas. Por ejemplo, Gerber (2003) logró evidenciar la presencia de convergencia condicionada a variables de especialización sectorial entre los municipios y condados contiguos a la frontera México-EUA en el periodo 1970-1999. Mientras, Ocegueda y Plascencia (2004) no logran encontrar la presencia o ausencia de convergencia en los estados de la región transfronteriza en el periodo 1975-2000, utilizando como condicionante de la convergencia el capital humano, medido como la educación de la población, al igual que algunas otras variables relevantes en la región.

De esta manera, se puede decir que la convergencia es una característica que se encuentra solamente en ciertos momentos en el tiempo, espacio, y fundamentalmente con variables que realmente influyen en el crecimiento económico de la región; tales como la integración económica y la especialización sectorial, que pueden llevar a que las localidades alcancen sus equilibrios de largo plazo más rápido. Aunque, hay otros factores como el capital humano, que no han logrado impulsar el crecimiento económico, así como, la disminución de las brechas de ingreso per cápita entre las localidades.

La falta de significancia del capital humano en la β -convergencia de los estados fronterizos de México podría explicarse por la estructura productiva de la región. Específicamente, la predominancia de la industria maquiladora en la frontera norte de México tiende a emplear trabajadores en ocupaciones que requieren bajos niveles educativos, lo que reduce la demanda local de habilidades avanzadas o educación superior. Esto podría limitar el impacto del capital humano en el crecimiento económico regional, ya que los beneficios de una mayor educación no se traducen en incrementos directos en productividad o crecimiento cuando la estructura productiva no aprovecha las habilidades de los trabajadores más calificados. En este sentido se destaca que la productividad laboral en el sector manufacturero es más baja en algunos estados de la frontera norte como son Chihuahua, Baja California y Tamaulipas que el promedio nacional, lo que implica menor demanda de trabajo calificado en las manufacturas de algunos estados fronterizos.²

Además, los modelos muestran que las exportaciones tienen un impacto positivo inmediato en la convergencia económica, lo que subraya cómo la integración comercial podría ser más relevante para el crecimiento que las mejoras en capital humano, en un entorno caracterizado por flujos comerciales dinámicos y producción orientada hacia el exterior. Esto sugiere que los esfuerzos de desarrollo regional deberían complementarse con políticas educativas adaptadas a las necesidades de la estructura productiva local, incentivando una transición hacia sectores de mayor valor agregado que puedan beneficiarse de un capital humano mejor capacitado y contribuir más efectivamente al proceso de convergencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La integración México y los EUA ha estado caracterizada por un crecimiento del vínculo comercial y de inversión entre ambos países. La región de los estados fronterizos de los EUA y de México ha sido una región que ha tenido un papel determinante en este proceso de

² Las estimaciones propias con datos de la Encuesta Industrial Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) para el año de 2022, indican que Chihuahua, Baja California y Tamaulipas tuvieron una productividad laboral de 36.2, 63.4 y 100-7 miles de pesos anuales mientras que el promedio de todas las entidades fue de 356.2 miles de pesos.

integración económica de estos países. No obstante, a nivel estatal existe heterogeneidad del crecimiento y de la actividad comercial tanto entre los estados de los EUA y de México como al interior de cada país.

Los estados de la frontera norte de México muestran un menor nivel del PIB per cápita con tasas de crecimiento más rápidas, mientras los estados de la frontera sur de los EUA tienen mayores niveles del PIB per cápita, pero menores tasas de crecimiento. En relación con la dinámica de las exportaciones, se destaca que los estados de la frontera sur de los EUA tienen una distribución más heterogénea, destacándose la importancia de California y Texas. Paralelamente, los estados más exportadores son los que exhiben las mayores tasas de crecimiento, por lo que se aprecia un vínculo entre la integración comercial y el crecimiento económico. En lo que toca a la importancia de capital humano en la región transfronteriza, los estados de la frontera sur de los EUA tienen mayores niveles de capital humano, y menores tasas de crecimiento del PIB per cápita.

Se estimaron 5 modelos de panel para determinar el efecto entre la integración comercial y el crecimiento económico en la región transfronteriza entre México y los EUA, en un contexto de heterogeneidad del ingreso per cápita. Los resultados sugieren la existencia de un estado estacionario diferente para los estados de la región fronteriza. Así, los estados de la frontera norte de México muestran mayor crecimiento que los de la frontera sur de los EUA, lo cual expone la posibilidad de crecimiento económico de la región transfronteriza caracterizado por la convergencia.

La incorporación del capital humano reduce la tasa de convergencia probablemente debido a que los estados más desarrollados son los que se caracterizan por tener mayores niveles de capital humano en la región. Lo anterior resalta la necesidad de generar políticas educativas y de capacitación para desarrollar el capital humano en los estados de la frontera norte de México, a fin de elevar los niveles de inversión e innovación necesarias para promover el crecimiento económico e impulsar el proceso de convergencia. De esta manera, los resultados de este trabajo contrastan con los resultados de Esquivel (1999) y Rodríguez-Pose y Sánchez-Reaza (2002), pues estas investigaciones reconocen el papel de la apertura comercial pero no enfatizan este impacto directo e inmediato de las exportaciones en la tasa de convergencia.

Asimismo, en el trabajo se destaca la falta de significancia estadística del capital humano en el crecimiento económico y en la convergencia cuando se incluye en conjunto con la variable de integración económica, lo que contrasta con los resultados de Aroca, Bosch y Maloney (2005), quienes sugieren que el capital humano es un motor de crecimiento en regiones con mayor capital humano. Al asociar el bajo impacto del capital humano con la prevalencia de la industria maquiladora en la frontera norte, se deduce que la demanda de trabajo calificado es baja en este contexto, lo que frena los beneficios del capital humano en el crecimiento regional.

En ese sentido, los resultados de la investigación contribuyen a la literatura el crecimiento económico en México, al brindar evidencia empírica sobre cómo las exportaciones y la estructura productiva local pueden influir indirectamente en la tasa de convergencia en México. Además, el énfasis en el impacto inmediato de las exportaciones totales sobre la convergencia y el crecimiento en la región transfronteriza amplía las discusiones sobre cómo.

En cuestiones metodológicas sería importante tener datos que permitan analizar el crecimiento económico de la región en periodos de tiempo mayores, y niveles más desagregados. Probablemente esto podría enriquecer el análisis, ya que tanto el tiempo como la cantidad de individuos fueron una de las principales limitantes encontradas en esta investigación. Tener información a nivel de condados o municipios, brindaría la oportunidad de analizar la convergencia desde otras perspectivas tales como la convergencia en clubes considerando la heterogeneidad individual de los estados que conforman la región. Por otra parte, periodos más amplios admite la inclusión de efectos de tiempo en metodologías de panel, panel dinámico, e incluso panel espacial. Finalmente, incorporar otras variables condicionantes de la convergencia tales como la infraestructura, tecnología, u otras cuestiones que resultan relevantes en el crecimiento económico regional.

REFERENCIAS

- Abu-Ghazaleh, T., Burrow, S., Clark, H., Pinheiro, F., Curado, F., Donohue, T. J., Fujimori, Y., Fung, V. K., Mehta, P. S., Mogae, F. G., Sheeran, J., Thumann, J. R., y Yeo, G. (2013). *El futuro del comercio: Los retos de la Convergencia informe del Grupo de Reflexión sobre el Futuro del Comercio convocado por el director general de la OMC Pascal Lamy*. OMC. https://www.wto.org/spanish/thewto_s/dg_s/dft_panel_s/future_of_trade_report_s.pdf
- Accinelli, E., Brida J. G. y London S. (2007). Crecimiento económico y trampas de pobreza: ¿cuál es el papel del capital humano? *Investigación Económica*, 66 (261), 97–118. <http://www.jstor.org/stable/42779126>
- Alegria, T. (1989). La ciudad y los procesos trasfronterizos entre México y Estados Unidos. *Frontera Norte*, 1 (2), 54-87. <https://doi.org/10.17428/rfn.v1i2.1654>
- Amidi, S, Majidi Fagheh, A. y Javaheri, B. (2020). Growth spillover: a spatial dynamic panel data and spatial cross section data approaches in selected Asian countries, *Futur Bus J*. 6 (20). <https://doi.org/10.1186/s43093-020-00026-9>
- Aroca, P., Bosch, M. y Maloney, W. (2005). Spatial dimensions of trade liberalization and economic convergence: Mexico 1985–2002. *The world bank economic review*, 19(3), 345-378.
- Barceinas, F., y Raymond, J. L. (2005). Convergencia regional y capital humano en México, de los años 80 al 2002. *Estudios Económicos*, 20 (2(40)), 263–304. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59713036005>
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (1990). Economic growth and convergence across the united states. *National bureau of economic research*, no. 3419, 1-39. <https://doi.org/10.3386/w3419>
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (1991). Convergence Across States and Regions. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1991 (1), 107–182. <https://doi.org/10.2307/2534639>
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 100 (2), 223-251. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/261816>
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (1995). *Economic Growth*, New York, McGraw Hill. ISBN 0-262-02553-1
- Baumol, William J. (1986). Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show. *The American Economic Review*, 76 (5), 1072–1085. <https://www.jstor.org/stable/1816469>
- Ben-David, D. y Kimhi, A. (2004). Trade and the rate of income convergence. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 13 (4), 419-441. <https://doi.org/10.3386/w7642>
- Caballero-Claure, B. y Caballero-Martínez, R. (2016). Sigma convergencia, convergencia beta y condicional en Bolivia, 1990-2011. *Economía coyuntural*, 1 (1), 25-59. <https://files.uagrm.edu.bo/entidad/161/file/indexed/repec/grm/ecoyun/201602.pdf>
- Carnicero, Ignacio J. (2001). Comercio y convergencia regional: un análisis sectorial del caso español. *Investigaciones Económicas*, 25 (3), 603-624. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17325307>
- Carrillo-Huerta, M. M. y Zárate-Mirón, V. E. (2012). Convergencia en el crecimiento económico de las entidades federativas de México a partir del TLCAN. *Panorama económico*, 8 (15), 39-75. http://yuss.me/revistas/panorama/pano2012v08n15a02p039_075.pdf
- Cermeño, R., Mayer-Foulkes, D. y Martínez-González, A. (2009). Convergencia, divergencia y estratificación: Estudio comparativo de la dinámica de crecimiento de la manufactura en los municipios mexicanos y los condados estadounidenses. *El Trimestre Económico*, 76 (302), 349-378. <https://www.jstor.org/stable/20857208>
- Choi, C. (2009). Does bilateral trade lead to income convergence? Panel evidence. *Journal of Economic Development*, 34 (1), 71-79. <https://doi.org/10.35866/caujed.2009.34.1.005>
- Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) (2011). En *Instituto de Estadística de la UNESCO eBooks*. <https://doi.org/10.15220/978-92-9189-129-0-spa>
- Coe, D. T. y Helpman, E. (1995). International r&d spillovers. *European economic review*, 39 (5), 859-887. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(94\)00100-E](https://doi.org/10.1016/0014-2921(94)00100-E)
- Cohen-Orantes, I. (1981). El concepto de integración. *Revista de la CEPAL*, no.15, 149-159. <https://hdl.handle.net/11362/10232>
- Delgado-Rodríguez, M. J. y De Lucas-Santos, S. (2018). Speed of economic convergence and EU public policy. *Cuadernos de economía*, 41, 31-42. <https://doi.org/10.1016/j.cesjef.2017.01.001>
- Díaz-Dapena, A., Fernández-Vázquez, E., Garduño-Rivera R. y Rubiera-Morollón, F. (2017). ¿El comercio lleva a la convergencia? Un análisis del efecto del TLCAN sobre la convergencia local en México. *El Trimestre Económico*, 84 (333), 103-120. <https://doi.org/10.20430/ete.v84i333.263>
- Duncan, R. y Rodrigo Fuentes, J. (2005). Convergencia regional en Chile: nuevos tests, viejos resultados, *Documentos de Trabajo*, Banco Central de Chile, no. 313, 5-18. <https://si2.bcentral.cl/public/pdf/documentos-trabajo/pdf/dtbc313.pdf>
- Encuesta industrial mensual de la industria manufacturera*. (2012). INEGI. <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/742>
- Esquivel, G. (1999). Convergencia Regional en México, 1940-1995, *El Trimestre Económico*, 66 (264), 725-761. <https://www.jstor.org/stable/20857005>
- Fonseca-Hernández, F. y Félix-Armenta, J. (2023). Crecimiento Económico Regional en México, 1980-2020. ¿De vuelta a la Convergencia? Estudios sociales. *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 33(61), 1-29. <https://doi.org/10.24836/es.v33i61.1319>

- Gaulier, G., Hurlin, C. y Jean-Pierre, P. (1999). Testing Convergence: A Panel Data Approach. *Annales d'Économie et de Statistique*, (55/56), 411–427. <https://doi.org/10.2307/20076205>
- Gerber, J. (2003). ¿Hay convergencia de ingresos en la frontera entre México y Estados Unidos?. *Comercio exterior*, 53 (12), 1098-1105. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/60/3/RCE.pdf>
- Islam, N. (1995). Growth Empirics: A Panel Data Approach. *The Quarterly Journal of Economic*, 110 (4), 1127–1170. <https://doi.org/10.2307/2946651>
- Lewis, W. A. (1980). The Slowing Down of the Engine of Growth. *The American Economic Review*, 70 (4), 555–564. <https://www.jstor.org/stable/1803555>
- Mankiw, N. G., Romer, D., y Weil, D.N. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), 407–437. <https://doi.org/10.2307/2118477>
- Méndez-Romero, B. L. (2022). *Convergencia económica en la región transfronteriza México – Estados Unidos: un análisis poscrisis 2010-2019* [Tesis de Maestría]. El Colegio de la Frontera Norte.
- Mendoza, J. E. (2005). El TLCAN y la integración económica de la frontera México-Estados Unidos: situación presente y estrategias para el futuro. *Foro Internacional*, 45 3(181), 517–544. <https://forointernacional.colmex.mx/index.php/fi/article/view/1757>
- Mendoza-González, M. A. y Valdivia-López, M. (2016). Remesas, crecimiento y convergencia regional en México: aproximación con un modelo panel-espacial. *Estudios Económicos*, 31 (1), 125-167. <https://doi.org/10.24201/ee.v31i1.14>
- Mesa, F. (1993). Exportaciones y crecimiento económico en Colombia. *Revista Facultad De Ciencias Económicas*, 3 (5), 80–95. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/brfce/article/view/5332>
- Nordstrom, H., Franco, J. F. y Shiells, C. R. (1999). *Transition dynamics and trade policy reform in developing countries* (pp. 14-40). Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 0-521-64171-3.
- Ocegueda-Hernández, J. M. y Plascencia-López, G. (2004). Crecimiento económico en la región fronteriza de México y Estados Unidos: una contrastación empírica de la hipótesis de convergencia. *Frontera Norte*, 16 (31), 7-32. <https://doi.org/10.17428/rfn.v16i31.1315>
- Organización Mundial del Comercio (OMC). (2013). *El Futuro del Comercio: Los Retos de la Convergencia*. Reflexión sobre el futuro del comercio. Organización Mundial del Comercio. https://www.wto.org/spanish/thewto_s/dg_s/dft_panel_s/future_of_trade_report_s.pdf
- Peláez-Herreros, O. (2020). Sesgos en la medida de convergencia de los indicadores componentes del Índice de Rezago Social de las entidades federativas de México. *Revista internacional de estadística y geografía*, 11 (1), 120-133. <https://rde.inegi.org.mx/index.php/2020/03/24/sesgos-en-la-medida-de-convergencia-de-los-indicadores-componentes-del-indice-de-rezago-social-de-las-entidades-federativas-de-mexico/>

- Quah, Danny T. (1996). Empirics for economic growth and convergence. *European Economic Review*, 40 (6), 1353-1375. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(95\)00051-8](https://doi.org/10.1016/0014-2921(95)00051-8)
- Rodríguez-Pose, A. y Sánchez-Reaza, J. (2002). Economic Polarization Through Trade. Trade Liberalization and Regional Growth in Mexico, WIDER-United Nations University. https://www.rrojasdatabank.info/unu-dp03/dp2003-060_1.pdf
- Rodríguez-Benavides, D. y Francisco Venegas-Martínez, F. (2010). Efectos de las exportaciones en el crecimiento económico de México: Un análisis de cointegración, 1929-2009. *EconoQuantum*, 7 (2), 55-71. <https://doi.org/10.18381/eq.v7i2.115>
- Rodríguez Benavides D., Mendoza González, M. A. y Climent Hernández, J. A. (2022). La hipótesis de convergencia en México: un enfoque de σ -convergencia débil. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas, Nueva Época*, 17 (2), 1-21. <https://doi.org/10.21919/remef.v17i2.606>
- Shin-ich, F. y Toya, H. (1995). *Conditional convergence in East Asian countries: the role of exports in economic growth*. In Growth theories in light of the East Asian experience (pp. 247-265). University of Chicago Press. ISBN: 0-226-38670-8.
- Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), 65-94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Soto-Soto, A. C., Huesca-Reynoso L. y Hernández-Moreno, M.C. (2008). El modelo de crecimiento de la frontera norte de México a partir del TLCAN. *Análisis Económico*, 23 (54), 7-30. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41311483002>
- Swan, T.W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, 32 (2), 334-361. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x>

ANEXO I

Estimaciones de β -convergencia condicional con paneles espaciales

Se estimaron modelos espaciales que destacan los efectos de los ingresos per cápita ($\ln PIBpc_lag$), que resultan consistentemente negativos y significativos, lo cual indica una relación inversa entre el crecimiento económico y los niveles de ingreso per cápita previos en todos los modelos. En particular, los modelos SDM muestran una interacción espacial positiva en los ingresos per cápita de las áreas vecinas ($Wx \ln PIBpc_lag$), sugiriendo un efecto de contagio positivo: regiones con mayores ingresos pueden influir en el crecimiento de áreas adyacentes. Sin embargo, el capital humano (CH_lag) presentan efectos menos consistentes y, en varios casos, no significativos, lo que sugiere un impacto limitado de estas variables sobre el crecimiento económico en este contexto. Además, los coeficientes de autocorrelación espacial (ρ para SDM y λ para SEM) muestran un nivel bajo de dependencia espacial. En general, los modelos SDM y SEM con interacción espacial presentan valores menores de AIC y BIC, indicando un mejor ajuste en comparación con los modelos clásicos.

CUADRO A1

ESTIMACIONES DE β -CONVERGENCIA CONDICIONAL CON MODELOS ESPACIALES

Metodología	Modelo	$\ln PIBpc_lag$	CH_lag	$Wx \ln PIBpc_lag$	AIC	BIC
SDM	1	-0.2285***	-0.0863	0.1751**	-620.68	-610.68
	2	-0.2227***	-0.1192	0.2349***	-614.08	-594.08
	3	-0.1965***	-	0.2404***	-616.43	-596.43
	4	-0.2389***	-	0.1876**	-616.88	-601.88
	5	-0.2175***	-	0.1395**	-617.47	-602.47
SEM	5	-0.1519**	-	-	-616.57	-606.58
	6	-0.1627**	-	-	-619.37	-609.37
Clásico	1	-0.122***	-0.023	-	-617.91	-612.91
	2	-0.153***	-0.041	-	-619.92	-612.42

Nota: 1) (***) p -valor<0.01, (**) p -valor<0.05, (*) p -valor<0.10, 2) estimaciones con efectos individuales.
Fuente: elaboración propia.

Revisión sobre los consensos y debates en el estudio de la convergencia en México: regiones, estados y municipios

YUNUÉN HERNÁNDEZ-ÁLVAREZ*
ANGÉLICA MARÍA VÁZQUEZ ROJAS**
DANIEL VELÁZQUEZ ORIHUELA***

RESUMEN

El objetivo es realizar una revisión crítica de la literatura sobre la hipótesis de convergencia para México en los niveles de ingreso per cápita presentando la evidencia empírica obtenida en los trabajos sobre el tema a nivel estatal, regional y municipal, para proporcionar información sobre los consensos y debates de las desigualdades regionales. A nivel estatal existe un consenso sobre convergencia antes de las reformas estructurales y un proceso de divergencia posterior, este consenso se ve avalado por los resultados que presentan los estudios a nivel regional. A nivel municipal el estudio de la convergencia es incipiente, por lo que no se observa un amplio consenso en los resultados. Los hallazgos sugieren la necesidad de contar con hipótesis explicativas de la contención de la convergencia o de la aparición de divergencia; además de trabajos adicionales para ratificarlos o refutarlos, en particular, estudios a un nivel municipal.

Palabras clave: convergencia, regiones, estados, municipios, México.

Clasificación JEL: R10, R50, C10.

* Estudiante del Doctorado en Ciencias Económico Administrativas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Correo electrónico: yunh_7@hotmail.com. ORCID: 0000-0002-7358-5770. Autor de correspondencia.

** Profesora-investigadora del Área Académica de Economía, Instituto de Ciencias Económico Administrativas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Correo electrónico: callinalli@yahoo.com.mx. ORCID: 0000-0003-2907-5383.

*** Profesor-investigador del Área Académica de Economía, Instituto de Ciencias Económico Administrativas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Correo electrónico: daniel_velazquez7607@uaeh.edu.mx. ORCID: 0000-0002-0953-9905.

ABSTRACT**Review on the Consensus and Debates in the Study of Convergence in Mexico: Regions, States and Municipalities**

The aim is to carry out a critical review of the literature on the convergence hypothesis in per capita income levels in Mexico presenting the empirical evidence obtained from works on the subject at a state, regional and municipal level, in order to provide information on the consensus and debates on regional inequalities. At the state level there is a consensus on convergence before the structural reforms, and a process of divergence afterwards, this consensus is supported by the results obtained in studies at the regional level. At the municipal level, the study of convergence is incipient, so there is no broad consensus on the results. The findings suggest the need for explanatory hypotheses on the containment of convergence or the appearance of divergence, as well as additional work to ratify or refute them, particularly in studies at the municipal level.

Keywords: convergence, regions, states, municipalities, Mexico.

JEL Classification: R10, R50, C10.

INTRODUCCIÓN

Uno de los resultados más importantes del modelo neoclásico de crecimiento económico es la hipótesis de convergencia. Se dice que existe convergencia, entre un grupo de economías cuando las diferencias en sus niveles de ingreso per cápita tienden a disminuir en el tiempo, y el crecimiento de las economías más pobres es mayor y más sostenido en el tiempo que el crecimiento de las economías más ricas.

La hipótesis de convergencia se utilizó para argumentar que, a través de la apertura comercial y financiera, en el largo plazo los países pobres convergerían al nivel de ingreso por habitante de los países ricos (Velázquez, 2013). Sin embargo, la evidencia estadística ha mostrado que sólo los países del sudeste asiático están convergiendo al ingreso por habitante de los países ricos, pero en general se puede argumentar que los países pobres no están convergiendo al ingreso por habitante de los países ricos (Azariadis, 2011). Los defensores de la hipótesis de convergencia suelen argumentar que esto se debe a que los distintos países tienen diferentes tasas de ahorro, tasa de crecimiento de la población y diferentes tecnologías por lo que es

de esperarse que tengan distintos estados estacionarios. Así solo en economías muy similares se verificará la hipótesis de convergencia. Lo anterior implicó que se centrará el estudio de la convergencia en las regiones. Barro y Sala-i-Martin (1991) sostienen que las regiones suelen converger a una tasa de dos por ciento anual, a esto se le llama la ley de hierro, pues argumentan que se verifica sistemáticamente. Sin embargo, no todos están de acuerdo con este resultado pues aducen que ni la ley de hierro ni la convergencia se verifican sistemáticamente (Quah, 1993) dando con ello inicio a un debate que aún sigue abierto.

Moncayo (2004) en su revisión de la literatura de convergencia económica llega a la conclusión de que durante la posguerra las regiones pobres estaban convergiendo a las ricas. Sin embargo, después de la década de los ochenta se inicia un proceso de divergencia económica en la mayoría de las economías.

La evidencia empírica de la convergencia tiene implicaciones importantes sobre temas esenciales para la agenda de desarrollo. A nivel internacional se pueden aportar puntos de discusión en temas relacionados con los impactos territoriales de la globalización y los procesos de integración económica. Al interior de los países nos permite reflexionar sobre la distribución, la desigualdad y la efectividad de la política pública (Moncayo, 2004). Al interior de un mismo país las disparidades regionales constituyen un tema preocupante, ya que grandes diferencias en el ingreso per cápita son poco justificables social, económica y políticamente. En este sentido, el análisis de la convergencia económica ofrece herramientas útiles para la exitosa aplicación de políticas públicas y acciones de gobierno orientadas a la integración económica y regional.

El presente trabajo tiene como propósito realizar una revisión crítica de la literatura sobre convergencia económica en México para encontrar los consensos o debates entre los resultados de los estudiosos del tema, abordando además los métodos utilizados para estimar la convergencia, en los distintos niveles de análisis: estatal, regional y municipal.

Al realizar un análisis detallado de los resultados y conclusiones sobre la literatura de convergencia económica en México se encuentra que, durante el periodo anterior a la apertura comercial se ha presentado convergencia económica en los estados de la República Mexicana, la cual ha disminuido y llegado a la divergencia después de las décadas de los ochenta y noventa. En cuanto al ámbito regional,

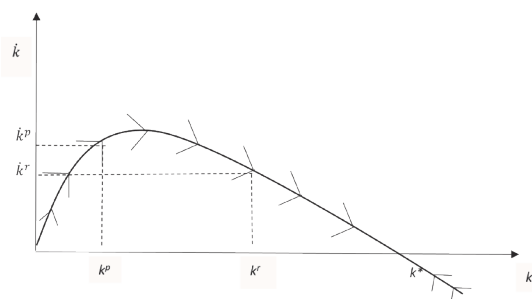
la mayoría de los estudios concuerdan con los resultados que se presentan a nivel estatal, sobre la presencia de convergencia antes de las décadas de los ochenta y noventa, y una divergencia posterior. Cuando la regionalización es a nivel municipal, por lo general, se presenta convergencia económica; ya sea absoluta o condicional. Sin embargo, existen estudios que muestran divergencia; por lo que este es un tema de debate. En los estudios a nivel municipal generalmente se han analizado datos a partir de finales de la década de los ochenta, debido a la falta de datos desagregados anteriores a esa fecha.

El artículo consta de tres secciones además de la introducción y las conclusiones. La primera ofrece una descripción breve de la hipótesis de convergencia, la segunda presenta los métodos utilizados para el cálculo de la convergencia y, la tercera expone una valoración detallada de la literatura nacional sobre convergencia.

1. LA HIPÓTESIS DE CONVERGENCIA

La hipótesis de convergencia se sustenta en uno de los principales resultados del trabajo de Solow (1956): la estabilidad global del equilibrio estacionario. Solow muestra que si la función de producción es bien comportada; es decir, tiene rendimientos decrecientes, es homogénea de grado uno y satisface las condiciones de Inada, entonces el equilibrio estacionario será globalmente estable. En otras palabras, no importa si el capital por habitante es grande o pequeño, en el largo plazo la economía se situará en el capital de equilibrio estacionario. Esta idea usualmente es representada usando un diagrama de fase como se indica en la figura 1:

FIGURA 1
HIPÓTESIS DE CONVERGENCIA



Fuente: elaboración propia con base en Solow (1956).

En la figura 1 se muestra la trayectoria que sigue el capital por habitante (k) en el tiempo. Así, si existen dos economías que sólo se diferencien entre sí por su capital inicial, donde el capital de la economía pobre (k^p) es inferior al de la economía rica (k^r), entonces ambas economías convergerán al mismo capital de estado estacionario (k^*). Adviértase que la variación del capital en la economía pobre (k^p) es superior al de la economía rica (k^r), lo cual implica que la tasa de crecimiento de la primera economía es superior a la de la segunda¹. Por lo que la economía pobre crecerá más rápido que la economía rica hasta alcanzarla.

De lo anterior se desprende la hipótesis de convergencia, la cual argumenta que si dos economías comparten las mismas funciones de producción, tasas de ahorro y tasas de crecimiento de la población, no obstante, se diferencian entre sí en el nivel de capital por habitante; entonces, en el largo plazo ambas economías convergerán al mismo capital por habitante. Es decir, la economía pobre convergerá al nivel de capital por habitante de la economía rica². En la literatura empírica la operacionalización del concepto de convergencia depende de la metodología usada para su estimación; por lo que, se puede hablar de distintos tipos de convergencia.

2. MÉTODOS APLICADOS EN EL ESTUDIO DE LA CONVERGENCIA REGIONAL

Las diferentes formas en las que se ha entendido la convergencia han originado el uso de diversas metodologías, Rabanal (2016) clasifica estas en cuatro: 1) la convergencia beta y sigma propuesta por Barro y Sala-i-Martin (1991 y 1992); 2) la metodología propuesta por Quah (1993, 1995 y 1996); 3) la convergencia estocástica y 4) la econometría espacial.

Barro y Sala-i-Martin (1991 y 1992) emplean dos conceptos para evaluar la convergencia: convergencia beta (β) y convergencia sigma

¹ En tiempo discreto una tasa de crecimiento se lee como la variación de la variable entre la variable, es decir, $\frac{x_t - x_{t-1}}{x}$ para cualquier x . En tiempo continuo la variación es la derivada de la variable con respecto al tiempo; es decir, $\frac{dx}{dt} = \dot{x}$. Por lo que, la tasa de crecimiento de x es $\frac{\dot{x}}{x}$ para cualquier x . En consecuencia, la tasa de crecimiento para la economía pobre es $\frac{\dot{k}^p}{k^p}$.

² Debido a que ambas economías tienen la misma función de producción ($y = f(k)$), cuando ambas economías tienen el mismo capital por habitante (k), tienen el mismo nivel de ingreso por habitante (y). En consecuencia, la hipótesis de convergencia se puede enunciar en términos de ingreso por habitante o de capital por habitante indistintamente.

(σ). La convergencia β ocurre cuando las economías pobres crecen más rápido que las economías ricas; por lo que, se asume que en el largo plazo tenderán a coincidir en su nivel de ingreso. La convergencia β puede ser absoluta o condicional. La absoluta sostiene que las economías comparten los mismos parámetros³, lo que las lleva a aproximarse a un mismo estado estacionario. La condicional sostiene que los grupos de economías tienen características diferentes. En consecuencia, el equilibrio es diferente según las características de cada economía, por lo que cada una converge a su propio pero único equilibrio.

La convergencia σ se refiere a la reducción en el tiempo de la dispersión del ingreso real per cápita entre grupos de economías. Las convergencias β y σ están relacionadas entre sí, ya que la existencia de convergencia β es una condición necesaria, pero no suficiente, para la existencia de convergencia σ . Es decir, para que exista convergencia σ es obligatorio que ocurra la convergencia β , pero puede haber convergencia β y no existir convergencia σ .

La estimación de la convergencia β se sustenta en el uso de la econometría tradicional, en particular se hace uso de corte transversal y datos panel. Usualmente para calcular la beta convergencia absoluta se estima la siguiente ecuación:

$$\log(y_{it}/y_{i0}) = a - (1-e^{-\beta T})\log(y_{i0}) + u_i \quad (1)$$

Donde la variable dependiente representa la tasa de crecimiento del ingreso per cápita a lo largo del periodo (0, T), y la variable independiente es el logaritmo del nivel de ingreso per cápita en el comienzo del periodo de análisis. La velocidad de convergencia hacia el estado estacionario es designada con el parámetro β , si ésta toma valores negativos y es estadísticamente significativa, se dice que hay convergencia absoluta o no condicionada.

En cambio, para probar la convergencia condicional o relativa, se asume que existen diferencias entre los niveles tecnológicos y la tasa de ahorro de las economías; de modo que, a igualdad de otros factores, la velocidad de convergencia está condicionada al ingreso

³ Estos parámetros principalmente son: tecnología, tasa de ahorro, tasa de crecimiento de la población y tasa de depreciación del capital.

per cápita de su propio estado estacionario, la tasa de crecimiento exógena de la tecnología y el nivel inicial de tecnología, por lo que, usualmente se estima la siguiente ecuación:

$$\log(y_{it}/y_{it-1}) = a - (1-e^{-\beta})\log(y_{it-1}) + \gamma x_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

La única modificación respecto al modelo de convergencia absoluta implica introducir variables suplementarias X_{it} que son susceptibles de condicionar el proceso de crecimiento.

Los análisis de corte transversal condicional deben tener en cuenta los determinantes del ingreso en estado estacionario para proporcionar estimaciones coherentes. Sin embargo, algunos de estos determinantes pueden ser no medibles o desconocidos, lo que dificulta la estimación (Rojas-Rivera y Rengifo-López, 2021).

La convergencia σ , suele calcularse a partir de dos medidas de dispersión: la desviación típica de los logaritmos y el coeficiente de variación. Sin embargo, Rabanal (2016) advierte que se pueden tener resultados contradictorios con estas dos técnicas. Por lo que, sugiere utilizar mediciones complementarias como el índice de Gini o el índice de Theil.

La principal crítica a la metodología propuesta por Barro y Sala-i-Martin para evaluar la convergencia económica viene de Quah (1995), quien argumenta que los métodos estadísticos convencionales para evaluar la convergencia económica son proclives a incurrir en la falacia de Galton de reversión a la media, ello debido a que las técnicas de regresión tradicionales asumen una distribución de datos que es estática y no considera la posibilidad de cambios en la distribución a lo largo del tiempo.

Con la finalidad de superar esta crítica, Quah (1995 y 1996) propuso utilizar métodos de análisis de componentes principales dinámicos, que permiten capturar la evolución temporal de la distribución de ingresos entre las regiones o países de estudio. Del índice propuesto por Quah se desprende la utilización de la evolución de los Kernels gaussianos y las matrices de transición de Markov (Rabanal, 2016).

Los Kernels Gaussianos se utilizan para estimar la densidad de probabilidad de la distribución del ingreso. Las matrices de transición de Markov se emplean para modelar cómo cambian las distribuciones de ingreso entre las distintas economías analizadas; es decir, éstas proporcionan las probabilidades de transición entre los estados econó-

micos a lo largo del tiempo, lo que permite evaluar la convergencia o divergencia de las economías.

De acuerdo con Rabanal (2016), la principal crítica de la metodología propuesta por Quah está en la estimación de la función de densidad de las kernels pues ésta depende fundamentalmente del ancho de banda o parámetro de suavizamiento. Si el ancho de banda es demasiado alto puede conducir a una densidad unimodal y, por tanto, asumir convergencia. En contraste, si el ancho de banda es demasiado bajo, puede derivar en una distribución multimodal y, en consecuencia, asumir divergencia. Así la correcta elección del ancho de banda es fundamental para no obtener resultados espurios.

Otra alternativa al uso del análisis transversal son las series de tiempo, para ello se define la convergencia estocástica en su carácter débil y fuerte. En su carácter débil ocurre si el logaritmo de los productos relativos es estacionario en tendencia. Uno de los principales problemas con la convergencia estocástica débil es que es compatible con diferencias permanentes en el producto per cápita (Rabanal, 2016). La convergencia estocástica fuerte, propuesta por Bernard y Durlauf (1996) ocurre si el logaritmo del producto relativo es estacionario en nivel con media igual a cero. Por lo que, las pruebas para medir estacionariedad, como la Dickey-Fuller y Dickey-Fuller Ampliada, suelen ser empleadas en esta metodología. Sin embargo, estas pruebas no son infalibles pues pueden presentar problemas de baja potencia de raíz unitaria. Siendo este problema la principal crítica a esta metodología.

Otra metodología para evaluar la convergencia es la econometría espacial. Parte de argumentar que el territorio, las economías de aglomeración y los rendimientos crecientes son importantes para explicar la convergencia de una región. Esta metodología usualmente utiliza el modelo de convergencia β condicional incorporando en éste variables espaciales relevantes. La inclusión de estas variables a la ecuación de convergencia depende de si la dependencia espacial es sustantiva o residual. Si es sustantiva, usualmente se utiliza el “modelo lag”; si es residual, se suele utilizar el modelo de “error espacial” (Rabanal, 2016).

La econometría espacial es útil para evaluar los clubs de convergencia. La convergencia en clubes se da cuando un grupo de economías

se acerca a un determinado equilibrio, si comparten la posición inicial o alguna otra característica correspondiente a ese equilibrio (Islam, 2003).

En los trabajos sobre convergencia en México se han estudiado principalmente las convergencias β absoluta y condicional. La falta de series de datos suficientemente extensas a escala regional dificulta la aplicación general de las demás metodologías, pese a ello, existen trabajos que han aplicado las metodologías anteriormente descritas. Aunque existe gran cantidad de trabajos sobre convergencia económica, no es posible hablar de que exista un consenso sobre cuál es el mejor método para evaluar la convergencia; por ejemplo, Fonseca, Llamosas-Rosas y Rangel-González (2018) critican trabajos que utilizan efectos fijos de panel para medir la tasa de convergencia pues argumentan que sus estimadores caen en sesgo. Por otra parte, Cabral y Mollick (2012) critican que la mayor parte de la literatura sobre convergencia adopta métodos de estimación estáticos o dinámicos que no son robustos a la persistencia y producen coeficientes sesgados.

3. INVESTIGACIONES SOBRE CONVERGENCIA EN MÉXICO

El análisis empírico de la hipótesis de convergencia en México se compone de contribuciones que inician desde la década de los noventa y se ha realizado a nivel estatal, regional y municipal. Para responder a preguntas sobre cómo se ha estudiado la convergencia regional en México, qué hallazgos se han tenido, qué debates o consensos persisten, se ha realizado una revisión crítica de la literatura sobre convergencia a nivel nacional.

Para lograr el objetivo de este documento, se llevó a cabo el análisis de 88 estudios publicados entre 1996 y 2022⁴. Se debe resaltar que la literatura sobre convergencia es bastante amplia por lo que solamente se analizan algunos trabajos, lo cual no significa que los trabajos no presentados en este artículo sean de menor importancia. En el cuadro 1 se presentan todos los estudios analizados. A nivel estatal los estudios analizados fueron 61, a nivel regional 23 y a nivel municipal 22.

⁴ El análisis realizado se sustenta en un cuadro que muestra los artículos revisados a nivel estatal, regional y municipal; en el que se indican los métodos utilizados para el cálculo de la convergencia, el periodo de estudio y los resultados. Sin embargo, por la falta de espacio el cuadro sólo estará disponible para los lectores que así lo soliciten a los autores.

CUADRO 1
ESTUDIOS SOBRE CONVERGENCIA EN MÉXICO

Tipo de Estudio	% del Total	Autores
Estatal	57.55	Juan-Ramón y Rivera-Batiz (1996); Navarrete (1997); Esquivel (1999); Díaz (2000); Esquivel (2000); Messmacher (2000); Ruiz (2000); Arroyo (2001); Carrillo (2001); Cermeño (2001); Cabrera-Castellanos (2002); Celaya y Díaz (2002); Esquivel y Messmacher (2002); Sánchez-Reaza y Rodríguez-Pose (2002); Decuir-Viruez (2003); Díaz-Bautista (2003); Díaz-Bautista y Díaz (2003); Esquivel, López y Vélez (2003); Fuentes y Mendoza (2003); Rodríguez-Pose y Sánchez-Reaza (2003); Vilalta (2003); Aguayo (2004); Calderón (2004); Aroca, Bosch y Maloney (2005); García-Verdú (2005); Rodríguez-Oreggia (2005); Aguayo-Tellez (2006); Calderón y Tykhonenko (2006); Mendoza y Calderón (2006); Calderón y Tykhonenko (2007); Carrión-i-Silvestre y Germán-Soto (2007); Rodríguez-Oreggia (2007); Carrión-i-Silvestre y German-Soto (2009); Díaz, Sánchez y Mendoza (2009); Gómez y Ventoza-Santaularia (2009); Asuad y Quintana (2010); Jordaan y Rodríguez-Oreggia (2010); Ruiz (2010); Ayala, Chapa y Murguía (2011); Germán-Soto y Escobedo (2011); Peláez, López y Sovilla (2011); Cabral y Mollick (2012); Sakikawa (2012); Ángeles-Castro (2013); Plata, Calderón y Salazar (2013); German-Soto y Brock (2015); Rodríguez-Pose y Villarreal (2015); López y Cermeño (2016); Rodríguez-Benavides, Mendoza-González y Venegas-Martínez (2016); Rodríguez-Benavides, Trejo y Mendoza (2016); Rodríguez, López y Mendoza (2016); Kido-Cruz y Kido-Cruz (2017); Luna y Colín (2017); Fonseca, Llamosas-Rosas y Rangel-González (2018); Iñiguez-Montiel y Kurosaki (2018); Angeles, Salazar y Sandoval (2019); Mendoza-Velázquez, German-Soto, Monfort y Ordóñez (2019); García (2020); German-Soto, Rodríguez y Gallegos (2020); Spruk (2020); Rodríguez, Mendoza y Climent (2022).
Regional	21.70	Juan-Ramón y Rivera-Batiz (1996); Navarrete (1997); Esquivel (1999); Cabrera-Castellanos (2002); Díaz-Bautista y Sáenz (2002); Barceinas y Raymond (2005); Chiquiar (2005); Unger (2005); Gómez y Ventoza-Santaularia (2009); Vergara-González, Mejía-Serván y Martínez-Lara (2010); Cabral y Mollick (2012); Gómez-Zaldívar y Ventosa-Santaulària (2012); López y Peláez (2012); German-Soto y Brock (2015); Mendoza y Valdivia (2016); Rodríguez-Benavides, Trejo y Mendoza (2016); Kido-Cruz y Kido-Cruz (2017); Brock (2019); Cazuffi y Pereira-López (2020); García (2020); German-Soto, Rodríguez y Gallegos (2020); López-Calva, Ortiz-Juarez, y Rodríguez-Castelán (2021); Rodríguez, Mendoza y Climent (2022).
Municipal	20.75	Gerber (2003); Unger (2005); Fuentes (2007b); Bracamontes y Escamilla (2008); López, Peláez y Sovilla (2009); Bracamontes y Camberos (2010); Gómez-Zaldívar, Laguna, Martínez y Mosqueda (2010); Márquez, Jarquín y Meza (2010); Meza-Ramos y Naya-Flores (2010); Vergara-González, Mejía-Serván y Martínez-Lara (2010); López y Peláez (2012); Ángeles-Castro (2013); Enamorado, López-Calva y Rodríguez-Castelan (2013); Kido-Cruz y Kido-Cruz (2015); Díaz-Dapena, Fernández-Vázquez, Garduño-Rivera y Rubiera-Morollon (2017); Brock (2019); Díaz-Dapena, Fernández-Vázquez, Garduño-Rivera y Rubiera-Morollon (2019); Kido-Cruz y Kido-Cruz (2019); Rodríguez-Gamez y Cabrera-Pereyra (2019); Valdez (2019); Rodríguez-Gamez y Cabrera-Pereyra (2020); López-Calva, Ortiz-Juarez, y Rodríguez-Castelán (2021).

Nota: El 100% no corresponde a 88 sino a 106 estudios, ya que algunos estudios que hacen análisis estatales o municipales también hacen análisis regionales.

Fuente: elaboración propia.

3.1. Convergencia estatal y regional en México

En la revisión de la convergencia en México a nivel estatal y regional la mayoría de los estudios encuentran que existe convergencia antes de la apertura y divergencia o, en su defecto, reducción en la velocidad de convergencia después de la apertura. Entre los primeros estudios se pueden citar los de Juan-Ramón y Rivera-Batiz (1996), Esquivel (1999) y Arroyo (2001), quienes analizan la convergencia β -absoluta. En el primer trabajo se estudia el periodo 1970-1993, aplicando el método de mínimos cuadrados no lineales, los autores encuentran evidencia de convergencia β -absoluta y σ para el periodo 1970-1985 y divergencia en el periodo 1985-1993; estos dos autores también estudian la convergencia por regiones geográficas, llegando a las mismas conclusiones que su análisis a nivel estatal. Por su parte, Esquivel (1999) considera el periodo 1940-1995, sus resultados muestran convergencia β -absoluta y σ para todo el periodo de estudio. El autor señala que este fenómeno se dio en dos fases: la primera entre 1940 y 1960 en la que se evidencia una rápida reducción de las disparidades; la segunda entre 1960 y 1995 periodo en el cual se da un proceso más lento de convergencia. Arroyo (2001) analiza el periodo 1980-1999, encuentra convergencia absoluta en el periodo 1980-1985 y divergencia en 1985-1999.

Investigaciones posteriores se enfocaron en los efectos de las reformas estructurales de las que México fue parte desde mediados de los años ochenta, particularmente el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Al respecto, Messmacher (2000) estudia el periodo 1970-1999 llegando a la conclusión de que las diferencias regionales no se redujeron, aunque no es evidente que las reformas estructurales hayan originado una mayor dispersión que la observada en años anteriores. Sus resultados reportan convergencia de 1970 a 1985, que se revierte durante el periodo 1985-1993, posteriormente se presenta una débil convergencia hasta 1999. Autores como Sánchez-Reaza y Rodríguez-Pose (2002), Esquivel y Messmacher (2002), Aguayo (2004), Rodríguez Oreggia (2005) y Chiquiar (2005), señalan que las reformas estructurales afectaron en forma negativa el proceso de convergencia; sus resultados coinciden con una tendencia convergente antes de 1985 y posteriormente una divergencia. Ruiz (2010) confronta los hallazgos anteriores y argumenta que no existe una fuerte evidencia de que la apertura comercial implicó un proceso de divergencia regional, aunque esta no contuvo las disparidades económicas entre entidades federativas.

Chiquiar (2005) amplía la muestra de datos del crecimiento regional en México para incluir aquellos posteriores a 1994, estudiando los estados de la República Mexicana en cinco regiones, con estimadores de mínimos cuadrados no lineales y mínimos cuadrados generalizados analiza datos del periodo 1970-2001, con subperiodos de estudio correspondientes a: 1970-1985, 1970-1980, 1980-1985, 1985-2001, 1985-1993 y 1993-2001. Los resultados sugieren que el patrón divergente observado después de 1985 no se revirtió con el TLCAN, para la β -convergencia absoluta y condicional. Según los resultados, la escolarización fue un factor determinante para fomentar el crecimiento, así como la presencia de infraestructura de comunicaciones y energía. En conclusión, los datos señalan que los ganadores en el proceso de apertura comercial fueron los estados dotados de mayores niveles de capital humano y físico y de una mejor infraestructura, que generalmente son los estados del norte.

García Verdú (2005) calcula matrices de transición, para analizar el periodo de 1940-2000, los resultados muestran que la mayor parte de la masa de la distribución invariante se concentra alrededor del ingreso promedio nacional, lo que significa que no existe convergencia del PIB per cápita entre los estados.

La incorporación de métodos estadísticos espaciales para evaluar la convergencia se da con Vilalta (2003) y Calderón (2004). En el primer trabajo se emplean los métodos de mínimos cuadrados ordinarios y el análisis de correlación espacial; los resultados de las estimaciones rechazan la hipótesis de convergencia por el periodo 1970-1990. Mientras que Calderón (2004) hace uso de la econometría espacial para estudiar el periodo 1950-2000, en sus hallazgos reporta un proceso de convergencia que va de 1950 a 1980, para el periodo 1980-2000 no reporta la existencia de convergencia ni divergencia; sin embargo, en los subperiodos 1990-1995 y 1995-2000 señala divergencia.

En contraste con los estudios que encuentran divergencia después de la apertura comercial, Calderón y Tykhonenko (2006, 2007) argumentan la existencia de convergencia absoluta en el periodo 1994-2002. A través del procedimiento bayesiano iterativo señalan que la convergencia ocurre a tasas diferenciadas por entidad federativa debido a la heterogeneidad estructural del país.

Otros estudios se diferencian por partir de las distribuciones de los datos relativos al crecimiento del ingreso per cápita, entre ellos encon-

tramos los de Aroca, Bosch y Maloney (2005) y García-Verdú (2005). Aroca *et al.* (2005) examinan el proceso de convergencia/divergencia desde una dimensión espacial, durante el periodo 1970-2002, a través del uso de distribuciones dinámicas. Sus resultados son consistentes con la convergencia observada por otros estudios antes de la liberalización y con la ulterior divergencia. Concluyen que la divergencia no muestra rastros de dependencia espacial ni parece estar relacionada con la consolidación de un bloque de los estados del norte y atribuyen la explicación de la divergencia al bajo desempeño de los estados del sur y al desempeño superior de un club de convergencia emergente en los estados del centro del país.

Entre los autores que han analizado los clubes de convergencia se encuentran Asuad y Quintana (2010) y López y Cermeño (2016). En el primer estudio, los resultados sugieren la existencia de núcleos de convergencia que tienden a diferentes estados estacionarios con lo que se mantienen las diferencias en el ingreso per cápita y en el desarrollo de los estados del país. Para el periodo de análisis 1970-2008, los datos muestran que el mayor crecimiento ocurre en las entidades federativas que se encuentran en un corredor que va del centro hacia el norte del país. López y Cermeño (2016) analizan datos del periodo 1940-2013 por medio de un panel dinámico, encuentran que a nivel estatal se conforman en particular dos clubes de convergencia uno de ingresos altos y uno de ingresos bajos, que parece asociarse a la proporción de la inversión extranjera directa a nivel estatal. El primer club conformado por los estados de Aguascalientes, Campeche, Coahuila, Chihuahua, Distrito Federal, Nuevo León, Querétaro y Quintana Roo. El segundo integrado por Chiapas, Guerrero, Estado de México, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz.

En el cuadro 2 se presenta un resumen de los resultados de los estudios a nivel estatal, observando que 36.06% de los estudios analizados señalan que existe convergencia absoluta antes de la apertura comercial, ya sea que tomen como punto de corte el año 1985 o el año 1995. De igual forma, 42.62% de los estudios señalan que en el periodo posterior a la apertura comercial se presentó divergencia absoluta. Debido a que cada estudio analiza diferentes periodos se trataron de englobar estos en periodos de antes y después de la apertura comercial.

CUADRO 2

RESUMEN DE ESTUDIOS A NIVEL ESTATAL

Tipo de Resultado		Periodo	% de estudios
Convergencia β	Absoluta	Antes de 1985	22.95
		Antes de 1995	13.11
		Después de 1995	19.67
	Condicional	Antes de 1985	4.92
		Antes de 1995	6.56
		Después de 1995	37.70
Convergencia σ	Antes de 1985	29.51	
	Antes de 1995	4.92	
	Después de 1995	13.11	
Convergencia estocástica*			4.92
Club de convergencia**			4.92
Divergencia β	Absoluta	Después de 1985	40.98
		Después de 1995	1.64
	Condicional	Después de 1985	13.11
		Después de 1995	1.64
Divergencia σ		Después de 1985	39.34

Nota: *Carrión-i-Silvestre y Germán-Soto (2009) reportan convergencia estocástica durante el período 1940-2001. Por otra parte, Rodríguez-Benavides, Trejo y Mendoza (2016) obtienen resultados mixtos de convergencia y divergencia durante el período 1986-2010.

**Dependiendo del estudio se conforman por lo general entre 2 y hasta 6 clubs de convergencia.

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 3 se presentan los resultados de los estudios a nivel regional, se observa que 30.43% de los estudios analizados señalan que existe convergencia absoluta antes de la apertura comercial, ya sea que tomen como punto de corte el año 1985 o el año 1995. De igual forma, 26.08% de los estudios señalan que en el periodo posterior a la apertura comercial se presentó divergencia absoluta.

CUADRO 3

RESUMEN DE ESTUDIOS A NIVEL REGIONAL

Tipo de Resultado		Periodo	% de estudios
Convergencia β	Absoluta	Antes de 1985	13.04
		Antes de 1995	17.39
		Después de 1995	21.74
	Condicional	Antes de 1985	17.39
		Antes de 1995	9.09
		Después de 1995	31.82
Convergencia σ	Antes de 1995	4.35	
	Después de 1995	17.39	
Convergencia estocástica*			13.04

CUADRO 3

RESUMEN DE ESTUDIOS A NIVEL REGIONAL
(CONTINUACIÓN)

Tipo de Resultado		Periodo	% de estudios
Divergencia β	Absoluta	Después de 1985	17.39
		Después de 2000	8.69
	Condicional	Después de 1985	4.35
Divergencia σ		Después de 1985	21.74
		Después de 1995	4.35

Nota: *Gómez y Ventosa-Santaulària (2009 y 2012) reportan convergencia dividiendo a los estados en regiones durante los períodos 1940-2003 y 1940-2009 respectivamente. Asimismo, Rodríguez-Benavides, Trejo y Mendoza (2016) calculan la convergencia estocástica para los 10 estados más ricos de México obteniendo resultados de convergencia en el período 1940-1985.

Fuente: elaboración propia.

3.2. Convergencia a nivel municipal en México

La mayoría de los estudios reportan convergencia a nivel municipal. En el cuadro 4 se presenta un resumen de los resultados de los estudios a este nivel, se observa que 59.09% de los estudios señalan la existencia de convergencia absoluta y 50% de los estudios dan como resultado convergencia condicional. Los estudios a este nivel se realizan principalmente después de 1988, porque son los datos que generalmente se tienen disponibles. Por lo general, los análisis se realizan tomando como muestra la mayoría de los municipios de México.

CUADRO 4

RESUMEN DE ESTUDIOS A NIVEL MUNICIPAL

Tipo de Resultado		% de estudios
Convergencia β	Absoluta	59.09
	Condicional	50.00
Convergencia σ		22.73
Club de convergencia*		4.55
Divergencia β	Absoluta	27.27
	Condicional	31.81
Divergencia σ		13.64

Nota: *Díaz-Dapena, Fernández-Vázquez, Garduño-Rivera y Rubiera-Morollón (2017) reportan convergencia en clubes en los períodos 1980-1995 y 1995-2010; teniendo 5 grupos (Frontera, Norte, Centro, Capital y Sur) con distintas sendas de crecimiento.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Consensos y Disensos

En la literatura sobre convergencia económica se encuentra como consenso, en primer lugar, que existe una gran disparidad entre los ingresos por habitante de los estados que integran la República Mexicana. Las estadísticas sugieren que la desigualdad en el ingreso entre los estados ricos y pobres no sólo no se ha reducido, sino que, a partir de las décadas de los ochenta y noventa, ha ido en aumento. Por ejemplo, el ingreso per cápita de Nuevo León en 1940 era 5.21 veces el ingreso per cápita de Oaxaca, para 1970 era 4.83 veces y para 1993 era 3.36 veces. No obstante, para el año 2022 el ingreso per cápita de Nuevo León es 6.51 veces el ingreso per cápita de Oaxaca. Es decir, se observa que la disparidad en el ingreso per cápita de estos dos estados de la república mexicana vivió un periodo de reducción de 1940 a 1993. Sin embargo, este proceso se detuvo y se revirtió, y actualmente la disparidad entre los dos estados es mayor que la que se tenía en 1940.

En segundo lugar, existe un consenso sobre la presencia de un proceso de convergencia entre los estados pobres y ricos en la primera mitad del siglo XX. Sin embargo, en las décadas del ochenta y noventa, este proceso se detuvo y se revertió, iniciando con ello un proceso de divergencia. Con relación a esto, Spruk (2020) sostiene que uno de los hechos estilizados del crecimiento regional en México es que, sin importar el método estadístico utilizado, la evidencia sugiere que los estados de la república mexicana vivieron un periodo de convergencia en la primera mitad del siglo XX, el cual termina en las décadas de los ochenta y noventa para dar paso a un proceso de divergencia.

Otro consenso es que el proceso de divergencia, iniciado en las décadas de los ochenta y noventa, se debe principalmente a que los estados ricos del norte del país crecen más rápido que los estados pobres del sur del país. Al respecto, se argumenta que, a partir de las décadas de los ochenta y noventa, los estados ricos que son frontera con los Estados Unidos de América han crecido más rápido que los estados pobres del sur del país provocando con ello un proceso de divergencia. Lo anterior implica que la apertura comercial, iniciada en los ochenta y noventa, ha provocado un crecimiento desigual generando con ello estados ganadores y perdedores (Carrion-i-Silvestre y German Soto, 2007).

Uno de los debates en las investigaciones sobre convergencia es el por qué se dio un crecimiento desigual. Rodríguez-Oreggia (2005) señala a las disparidades regionales en capital humano como un factor decisivo en la existencia de divergencia. Jordaan y Rodríguez-Oreggia (2010) confirman que la aglomeración y la inversión extranjera directa actuaron como importantes motores de crecimiento regional, por lo que vinculan ambos fenómenos a la materialización de efectos de crecimiento positivos o negativos, que dependen de la actividad económica. Asimismo, Esquivel (2000) señala que la desigualdad regional se debe principalmente a factores asociados con la localización, al respecto argumenta que entre 45% y 63% de la desigualdad regional, observada en 1995, se debe a variables que dependen de la localización. Para Peláez, López y Sovilla (2011) los factores estructurales que pueden impedir el proceso de convergencia entre las regiones de México son: las diferencias en la aportación del sector manufacturero al PIB, la dotación de capital humano, y el acceso a financiación, a través de la productividad. Por otra parte, Esquivel y Messmacher (2002) argumentan que la fuente de la divergencia es la productividad laboral, la cual obedece a diferencias en capital humano que se acentuaron con la firma del TLCAN.

Respecto a los trabajos que encuentran convergencia, se ha observado que la tasa de convergencia β fluctúa en torno al 2% al analizar el largo plazo; algunos estudios sobre convergencia absoluta establecen una tasa de convergencia entre 0.9 y 3.3% dependiendo del periodo y método utilizados (Esquivel, 1999). Por otra parte, se presentan tasas de convergencia superiores cuando se analiza el corto plazo, cuando el nivel de información estudiado es municipal o cuando se captura la heterogeneidad espacial de las regiones.

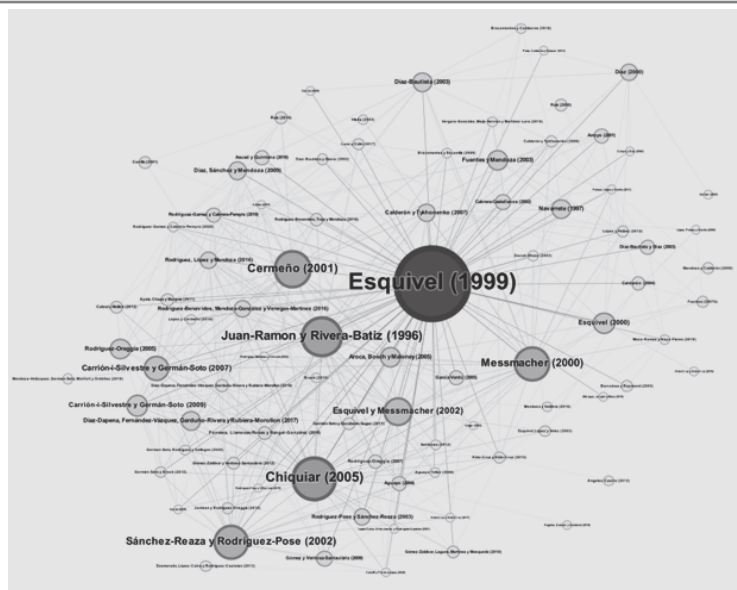
A nivel municipal son pocos los estudios que se han realizado y generalmente se han analizado datos del periodo 1988-2014, debido a la falta de datos desagregados. Por lo general, en estos estudios se presenta convergencia económica, ya sea absoluta o condicional, al respecto autores como Unger (2005); Gómez-Zaldivar *et al.* (2010); Enamorado, López-Calva y Rodríguez-Castelán (2013); Rodríguez-Gamez y Cabrera-Pereyra (2019, 2020) y Valdez (2019), han tomado como muestra más de 2,000 municipios mexicanos, sus resultados son coincidentes con la existencia de convergencia β absoluta o condicional a nivel municipal entre 1988 y 2014, independientemente del

periodo de estudio y del método utilizado. Sin embargo, este aparente consenso no es compartido por todos; por ejemplo, Fuentes (2007), Ángeles-Castro (2013), Díaz-Dapena *et al.* (2019) y López-Calva, Ortiz-Juárez y Rodríguez-Castelán (2021), con muestras cercanas o mayores 2,000 municipios reportan la presencia de divergencia en las décadas de los noventa y dos mil.

3.4. Difusión del conocimiento

La difusión y divulgación son importantes para construir conocimiento y permiten reforzar o refutar los trabajos publicados. Se realizó un análisis de la producción científica por la citación entre los investigadores de los 88 trabajos seleccionados, a fin de conocer cuáles son los autores más citados (figura 2). El número de citas que recibe un artículo nos permite identificar las publicaciones más influyentes en un área de investigación. Los cinco trabajos con mayor cantidad de citas de la muestra analizada corresponden a Esquivel (1999), Chiquiar (2005), Juan-Ramón y Rivera-Batiz (1996), Cermeño (2001) y Messmacher (2000).

FIGURA 2
RED DE CITACIÓN DE AUTORES



Fuente: elaboración propia.

Los autores más citados son considerados pioneros en el estudio de la convergencia en México. En el cuadro 5 se muestran los resultados obtenidos por estos autores, el periodo que analizan y el método que utilizan en sus investigaciones.

El trabajo de Esquivel (1999) presenta evidencia de convergencia absoluta entre 1940 y 1995, esta convergencia ocurrió a una tasa de 1.16% anual. Como señala el mismo autor, esta tasa es una de las más bajas estimadas a nivel de regiones dentro de un país, siendo comparable únicamente con Italia. Asimismo, Chiquiar (2005) obtiene resultados de convergencia absoluta en el periodo 1970-2001; en cambio para la convergencia condicional se presenta evidencia de convergencia en el periodo 1970-1985 y de divergencia de 1985 a 2001. En el estudio de Juan-Ramón y Rivera-Batiz (1996) el resultado de convergencia es estadísticamente insignificante lo que indica una convergencia absoluta débil durante el periodo 1970-1993. Por su parte, Cermeño (2001) utilizó modelos dinámicos de panel sin regresores exógenos, encontrando evidencia de convergencia condicional en el periodo 1970-1995. Messmacher (2000) encuentra evidencia a favor de un proceso de convergencia; sin embargo, señala que el resultado obtenido proporciona poca evidencia de que las disparidades regionales del ingreso per cápita se hayan cerrado durante el periodo 1970-1999.

CUADRO 5
RESUMEN DE ESTUDIOS DE AUTORES MÁS CITADOS

Autor	Cantidad de Citas*	Método	Periodo	Resultado de Convergencia
Esquivel (1999)	58	Mínimos Cuadrados no Lineales	1940 - 1995	Convergencia absoluta 1.16%
Chiquiar (2005)	31	Mínimos Cuadrados no Lineales (absoluta), Mínimos Cuadrados Generalizados (condicional)	1970 - 2001	Convergencia absoluta 0.23%; Convergencia condicional 0.8% (1970-1985); Divergencia condicional (1985-2001)
Juan-Ramón y Rivera-Batiz (1996)	28	Mínimos Cuadrados no Lineales	1970 - 1993	Convergencia absoluta 0.7%
Cermeño (2001)	25	Efectos Fijos Individuales Aleatorios	1970 - 1995	Convergencia condicional 4.32%
Messmacher (2000)	23	Mínimos Cuadrados Ordinarios	1970 - 1999	Convergencia absoluta 0.077%

* El número de citas corresponde a la citación realizada en los 88 artículos analizados.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

En este artículo se realizó una revisión de la literatura sobre la convergencia económica en México, para ello se revisaron más de ochenta artículos. Con base en esta revisión, se encontraron los siguientes consensos y disensos: 1) Existe una gran disparidad entre los estados que integran la República Mexicana y esta ha aumentado desde las décadas de los ochenta y noventa; 2) durante la primera mitad del siglo XX se observa un proceso de convergencia entre los estados y/o regiones. Sin embargo, a partir de las décadas de los ochenta y noventa se observa divergencia económica o, en su defecto, reducción de la velocidad de convergencia; 3) se observa que la creciente disparidad en el ingreso per cápita entre los estados se debe a que, después de la apertura comercial, los estados del norte de México crecen más rápido que los estados del sur; 4) pese a que muchos de los estudios señalan a la apertura comercial como la causante de la divergencia, iniciada en las décadas de los ochenta y noventa, no hay un consenso claro sobre las causas de la divergencia; 5) entre los estudios que encuentran convergencia económica se observa que la velocidad de convergencia va de 0.9 a 3 por ciento. Además, la velocidad de convergencia es usualmente mayor en periodos cortos, cuando se considera la heterogeneidad espacial de las regiones y cuando el estudio se realiza a nivel municipal; 6) la mayoría de los estudios a nivel municipal se realizan después de la apertura económica y la mayoría de ellos encuentran convergencia económica. Este es un aparente consenso, pues hay estudios que encuentran divergencia económica.

Finalmente, se observa que la metodología más usada en el estudio de la convergencia en México es la propuesta por Barro y Sala-i-Martin; sin embargo, las metodologías que permiten obtener equilibrios múltiples han tomado relevancia para el estudio de los clubs de convergencia.

Con base en la revisión realizada, se puede argumentar que entre las líneas de investigación sobre convergencia económica en México que presentarán más dinamismo en los próximos años destacan: 1) analizar el debate sobre la convergencia a nivel municipal, en donde la mayoría de los estudios argumentan convergencia, pero también existen estudios importantes que sostienen que ha habido divergencia; 2) analizar las causas de la divergencia entre los estados ricos y pobres

de la República Mexicana y las posibles políticas económicas que pueden revertir este proceso; 3) el análisis de los determinantes de la formación de clubs de convergencia.

REFERENCIAS

- Aguayo-Téllez, E. (2004). "Divergencia regional en México, 1990-2000", *Ensayos*, XXIII (2), pp. 29-42.
- Aguayo-Tellez, E. (2006). "Income Divergence between Mexican States in the 1990s: The Role of Skill Premium", *Growth and Change*, 37(2), pp. 255-277.
- Ángeles-Castro, G. (2013). "Crecimiento económico y desarrollo humano en la Ciudad de México con respecto a un entorno nacional: una perspectiva neoclásica y dualista", *Economía, Sociedad y Territorio*, XIII (42), 431-457.
- Ángeles-Castro, G., Salazar-Rivera, M. P. y Sandoval-Contreras, L. (2019). "Federalismo fiscal y su efecto en el crecimiento y la distribución de ingresos. Evidencia para México", *Gestión y Política Pública*, XXVIII (1), pp. 107-139. <http://dx.doi.org/10.29265/gypv.v28i1.543>
- Aroca, P., Bosch, M. y Maloney, W.F. (2005). "Spatial Dimensions of Trade Liberalization and Economic Convergence: Mexico 1985-2002", *Policy Research Working Paper* 3744, World Bank.
- Arroyo-García, F. (2001). "Dinámica del PIB de las entidades federativas de México, 1980-1999", *Comercio Exterior*, pp. 583-609.
- Asuad-Sanén, N. y Quintana-Romero, L. (2010). "Crecimiento económico, convergencia y concentración económica espacial en las entidades federativas de México 1970-2008", *Investigaciones Regionales*, (18), pp. 83-106.
- Ayala-Gaytán, E., Chapa-Cantú, J. C. y Murguía-Hernández, J. D. (2011). "Una reconsideración sobre la convergencia regional en México", *Estudios Económicos*, 26(2), pp. 217-247.
- Azariadis, C. (2011). The theory of poverty traps: what have we learned? En S. Bowles, S.N. Durlauf, & Hoff, *Poverty Traps*. Princeton University Press, pp. 17-40.
- Barceinas, F. y Raymond, J. L. (2005). "Convergencia regional y capital humano en México, de los años 80 al 2002", *Estudios Económicos*, 20(2), pp. 263-293.
- Barro, R. J. y Sala-i-Martin, X. (1991). "Convergence across States and Regions", *Brookings Papers on Economic Activity*, 22(1), pp. 107-182. <http://doi.org/10.2307/2534639>
- Barro, R. J. y Sala-i-Martin, X. (1992). "Convergence", *Journal of Political Economy*, 100(2), pp. 223-251.
- Bernard, A. B. y Durlauf, S. N. (1996). "Interpreting tests of the convergence hypothesis", *Journal of Econometrics*, 71, pp. 161-173.

Bracamontes-Nevárez, J. y Escamilla-Díaz, A. (2008). “Convergencia absoluta y condicional en los municipios del estado de Sonora, 1989-2004”, *Estudios Fronterizos*, 9(18), pp. 9-37.

Bracamontes-Nevarez, J. y Camberos-Castro, M. (2010). “¿Concentración o convergencia en el crecimiento y desarrollo de Sonora?”, *Frontera Norte*, 22(44), pp. 41-78.

Brock, G. (2019). “The real Oaxaca decomposition: convergence within Mexico’s Oaxaca region in the twenty-first century - Do types of crime and religious belief matter?”, *Economic Change and Restructuring*. <https://doi.org/10.1007/s10644-019-09255-7>

Cabral, R. y Mollick, A.V. (2012). “Mexico’s regional output convergence after NAFTA: a dynamic panel data analysis”, *Ann Reg Sci*, 48, pp. 877-895. DOI 10.1007/s00168-010-0425-1

Cabrera-Castellanos, L. F. (2002). “Convergence and Regional Economic Growth in Mexico: 1970-1995”, Paper No. 4026, Munich Personal RePEc Archive.

Calderón-Aragón, F. (2004). “La convergencia en México de 1950 a 2000: una aproximación a través de econometría espacial”. Documento de Investigación. Universidad Iberoamericana.

Calderón, C. y Tykhonenko, A. (2006). “La liberalización económica y la convergencia regional en México”, *Comercio Exterior*, 56(5), pp.374-381.

Calderón-Villarreal, C. y Tykhonenko A. (2007). “Convergencia regional e inversión extranjera directa en México en el contexto del TLCAN, 1994-2002”, *Investigación Económica*, LXVI (259), pp. 15-41.

Carrillo-Huerta, M. M. (2001). “La teoría neoclásica de la convergencia y la realidad del desarrollo regional en México”, *Problemas del Desarrollo*, 32(127), pp. 107-133.

Carrion-i-Silvestre, J. Ll. y German-Soto, V. (2007). “Stochastic Convergence amongst Mexican States”, *Regional Studies*, 41(4), pp. 531-541. <http://dx.doi.org/10.1080/00343400601120221>

Carrion-i-Silvestre, J. Ll. y German-Soto, V. (2009). “Panel Data Stochastic Convergence Analysis of the Mexican Regions”, *Empirical Economics*, 37(2), pp. 303-327. <https://doi.org/10.1007/s00181-008-0234-x>

Cazzuffi, C. y Pereira-López, M. (2020). “Internal Migration and Convergence in Mexico 2000-2010”, *Sobre México. Temas de Economía. Nueva Época*, (1), pp. 127-166.

Celaya-Tentori, D. y Díaz-Bautista, A. (2002). “Crecimiento, Instituciones y Convergencia en México considerando a la Frontera Norte”, *Estudios Fronterizos*, 3(6), pp. 33-62.

Cermeño, R. (2001). “Decrecimiento y convergencia de los estados mexicanos: Un análisis de panel”, *El Trimestre Económico*, 68(272-4), pp. 603-629.

Chiquiar, D. (2005). “Why Mexico’s regional income convergence broke down”, *Journal of Development Economics*, 77, pp. 257-275. doi:10.1016/j.jdevco.2004.03.009

Decuir-Viruez, L. (2003). “Institutional Factors in the Economic growth of Mexico”. Conference Paper, European Regional Science Association.

Díaz-Bautista, A. (2000). “Convergence and Economic Growth in Mexico”, *Frontera Norte*, 12(24), pp. 85-110.

Díaz-Bautista, A. (2003). “Apertura comercial y convergencia regional en México”, *Comercio Exterior*, 53(11), pp. 995-1000.

Díaz-Bautista, A. y Díaz-Domínguez, M. (2003). “Capital humano y crecimiento económico en México”, *Comercio Exterior*, 53(11), pp. 1012-1023.

Díaz-Bautista, A. y Sáenz-Castro, J. E. (2002). “Productividad total factorial y el crecimiento económico de México”, *Economía y Desarrollo*, 1(1).

Díaz-Dapena, A., Fernández-Vázquez, E., Garduño-Rivera, R. y Rubiera-Morollón, F. (2017). “¿El comercio lleva a la convergencia? Un análisis del efecto del TLCAN sobre la convergencia local en México”, *El Trimestre Económico*, LXXXIV 1(333), pp.103-120.

Díaz-Dapena, A., Fernández-Vázquez, E., Garduño-Rivera, R. y Rubiera-Morollón, F. (2019). “Economic integration and regional convergence: effects of NAFTA on local convergence in Mexico, 1980-2008”, *Applied Economics*, 51 (50), pp. 5515-5527 <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1616064>

Díaz-Pedroza, J., Sánchez-Vargas, A. y Mendoza-González, M. Á. (2009). “Convergencia hacia la economía regional líder en México. Un análisis de cointegración en panel”, *El Trimestre Económico*, LXXVI 2(302), pp. 407-431.

Enamorado, T., López-Calva, L. F. y Rodríguez-Castelán, C. (2013). “Crime and Growth Convergence: Evidence from Mexico”, Policy Research Working Paper 6730, World Bank.

Esquivel, G. (1999). “Convergencia regional en México, 1940-1995”, *El Trimestre Económico*, 66(264(4)) pp.725-761.

Esquivel, G. (2000). “Geografía y Desarrollo Económico en México”. Working paper número R-389, Banco Interamericano de Desarrollo.

Esquivel, G. y Messmacher, M. (2002). “Sources of Regional (non) Convergence in Mexico”. *El Colegio de México*.

Esquivel-Hernández, G., López-Calva, L. F. y Vélez-Grajales, R. (2003). “Crecimiento económico, desarrollo humano y desigualdad regional en México 1950-2000”, *Estudios sobre Desarrollo Humano PNUD México*, (2003-3).

Fonseca, F. J., Llamosas-Rosas, I. y Rangel-González, E. (2018). “Economic liberalization and external shocks. The hypothesis of convergence revisited for the Mexican states, 1994-2015”, *Growth and Change*, 50 (1), pp. 1-16. <https://doi.org/10.1111/grow.12277>

Fuentes-Flores, N. A. y Mendoza-Cota, J. E. (2003). “Infraestructura pública y convergencia regional en México, 1980-1998”, *Comercio Exterior*, 53(2), pp. 178-187.

Fuentes-Flores, N. A. (2007). “Desigualdades de crecimiento municipal en México: un análisis mediante regresión cuantílica”, *Ensayos*, XXVI (2), pp. 19-42.

García-Santana, I. S. (2020). “Convergencia y crecimiento económico. Un análisis en datos panel para México (1940-2018)”, *Tiempo económico*, XV (45), pp. 53-71.

García-Verdú, R. (2005). “Income, Mortality, and Literacy Distribution Dynamics Across States in Mexico: 1940-2000”, *Cuadernos de Economía*, 42, pp. 165-192.

Gerber, J. (2003). “¿Hay convergencia de ingresos en la frontera entre México y Estados Unidos?”, *Comercio Exterior*, 53(12), pp. 1098-1105.

Germán-Soto, V. y Escobedo-Sagaz, J.L. (2011). “¿Ha ampliado la liberalización comercial la desigualdad económica entre los estados mexicanos? Un análisis desde la perspectiva econométrico-espacial”, *Economía Mexicana Nueva Época*, XX (1), pp. 37-77.

German-Soto, V. y Brock, G. (2015). “Panel Analysis of Mexican Regional Industrial Convergence, 1960-2003”, *Comparative Economic Studies*, 57, pp. 183-202. doi:10.1057/ces.2014.42

German-Soto, V., Rodríguez-Pérez, R. E. y Gallegos-Morales, A. G. (2020). “Exposición a la globalización y convergencia regional en México”, *Estudios Económicos*, 35(2), pp. 267-295. <https://doi.org/10.24201/ee.v35i2.404>

Gómez, M. y Ventosa-Santaulària, D. (2009). “Liberación comercial y convergencia regional del ingreso en México”, *El Trimestre Económico*, LXXVI 1(301), pp. 215-235.

Gómez-Zaldívar, M., Laguna, E., Martínez, B. y Mosqueda, M. (2010). “Crecimiento relativo del producto per cápita de los municipios de la República Mexicana, 1988-2004”, *EconoQuantum*, 6(2), pp. 7-23.

Gómez-Zaldívar, M. y Ventosa-Santaulària, D. (2012). “Regional output convergence in Mexico”, *Latin American Journal of Economics*, 49(2), pp. 217-236. DOI 10.7764/LAJE.49.2.217

Iniguez-Montiel, A. J. y Kurosaki, T. (2018). “Growth, inequality and poverty dynamics in Mexico”, *Latin American Economic Review*, 27(12). <https://doi.org/10.1186/s40503-018-0058-9>

Islam, N. (2003). “What have we learnt from the convergence debate?”, *Journal of Economics Surveys*, 17(3), pp. 309-362.

Jordaan, J. A. y Rodriguez-Oreggia, E. (2010). “Regional growth in Mexico under trade liberalisation: how important are agglomeration and FDI?”, *Ann Reg Sci*, 48, pp. 179-202. DOI 10.1007/s00168-010-0406-4

Juan-Ramón, V. H. y Rivera-Batiz, L. A. (1996). “Regional Growth in Mexico: 1970-93”, *Development Economics*.

Kido-Cruz, A. y Kido-Cruz, M. T. (2015). “Convergencia económica en la región sur de México: un análisis municipal durante el periodo 1990-2010”, *Economía, Sociedad y Territorio*, XV (49), pp. 697-722.

Kido-Cruz, A. y Kido-Cruz, M. T. (2017). “Convergencia Regional en México considerando la participación del PIB Agropecuario (1940-2010)”, *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14(2), pp. 175-185.

Kido-Cruz, M. T. y Kido-Cruz, A. (2019). “Desarrollo Regional en Municipios Turísticos de México”, *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 16(3), pp. 279-291.

López-Arévalo, J. A., Peláez-Herreros, O. y Sovilla-Sogne, B. (2009). “Análisis de convergencia económica en los municipios de mayoría indígena de Chiapas (2000-2005)”, *Aldea Mundo Revista sobre Fronteras e Integración*, (28), pp.75-85.

López-Arévalo, J.A. y Peláez-Herreros, O. (2012). “Análisis de convergencia económica en el interior de Chiapas: Municipios, Regiones e Inconsistencias aparentes”, *América Latina Hoy*, 60, pp. 183-206.

López-Calva, L. F., Ortiz-Juárez, E. y Rodríguez-Castelán, C. (2021). “Within-country poverty convergence: evidence from Mexico”, *Empirical Economics*. <https://doi.org/10.1007/s00181-021-02109-0>

López-González, J.Á. y Cermeño-Bazán, R.S. (2016). “El proceso de convergencia regional en México: un análisis de la dinámica de transición bajo heterogeneidad estatal y temporal”, Documento de Trabajo número 602, CIDE, México.

Luna-Campos, N.R. y Colín-Martínez, R. (2017). “Crecimiento económico y convergencia regional en México 1970-2015”, *Economía y Sociedad*, XXI (36), pp. 77-95.

Márquez-González, A. R., Jarquín-Ávila, I. y Meza-Ramos, E. (2010). “Desarrollo convergente y municipios pobres en Nayarit, 1989-2004”, *Región y Sociedad*, XXII (48), pp. 37-76.

Mendoza-Cota, J. E. y Calderón-Villarreal, C. (2006). “Impactos regionales de las remesas en el crecimiento económico de México”, *Papeles de Población*, (50), pp. 197-221.

Mendoza-González, M. A. y Valdivia-López, M. (2016). “Remesas, crecimiento y convergencia regional en México: aproximación con un modelo panel-espacial”, *Estudios Económicos*, 31(1), pp. 125-167.

Mendoza-Velázquez, A., German-Soto, V., Monfort, M. y Ordóñez, J. (2019). “Club convergence and inter-regional inequality in Mexico, 1940-2015”, *Applied Economics*. <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1659491>

Meza-Ramos, E. y Naya-Flores, Z. B. (2010). “Desarrollo convergente municipal entre estados contiguos a Nayarit y Sinaloa”, *Economía, Sociedad y Territorio*, X (34), pp. 661-682.

Messmacher-Linartas, M. (2000). “Desigualdad regional en México. El efecto del TLCAN y otras reformas estructurales”. Documento de Investigación No. 2000-4, Banco de México.

Moncayo, E. (2004). “El debate sobre la convergencia económica internacional e interregional: enfoques teóricos y evidencia empírica”, *Revista eure*, 30(90), pp. 7-26.

Navarrete, J. (1997). “Convergencia: un estudio para los estados de la República Mexicana”, Documento de trabajo número 42. Centro de Investigación y Docencia Económicas, México.

Peláez-Herreros, O., López-Arévalo, J. y Sovilla-Sogne, B. (2011). "Causas del crecimiento económica desigual de las fronteras norte y sur de México en la era del TLCAN", *Revista de Economía*, XXVIII (77), pp. 43-71.

Plata-Pérez, L., Calderón-Sánchez, J. E. y Salazar-Rodríguez, S. (2013). "Convergencia económica en México 1950-2003", *PERSPECTIVAS. Revista de Análisis de Economía, Comercio y Negocios Internacionales*, pp. 141-168.

Quah, D. (1993). "Galton's Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis", *Scandinavian Journal of Economics*, 95(4), pp. 427-443.

Quah, D. (1995). "Empirics for Economic Growth and Convergence", *Centre for Economic Performance, Discussion Paper* (253), pp. 1-40.

Quah, D. (1996). "Twin Peaks: Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics", *The Economic Journal*, 106(43), pp. 1045-1055.

Rabanal, C. (2016). "Hipótesis sobre la convergencia económica: una revisión de los enfoques utilizados", *Economía y Administración*, 7(2), pp. 113-132.

Rodríguez-Benavides, D., López-Herrera, F. y Mendoza-González, M. A. (2016). "Clubs de convergencia regional en México: un análisis a través de un modelo no lineal de un solo factor", *Investigaciones Regionales - Journal of Regional Research*, 34, pp. 7-22.

Rodríguez-Benavides, D., Mendoza-González, M. A. y Venegas-Martínez, F. (2016). «¿Realmente existe convergencia regional en México? Un modelo de datos-panel TAR no lineal», *Economía, Sociedad y Territorio*, XVI (50), pp. 197-227.

Rodríguez-Benavides, D., Trejo-García, J. C. y Mendoza-González, M. A. (2016). "Pair-Wise Approach to Test the Regional Convergence Hypothesis in Mexico", *Journal of Reviews on Global Economics*, 5, pp. 59-68.

Rodríguez-Benavides, D., Mendoza-González, M. A. y Climent-Hernández, J. A. (2022). "La hipótesis de convergencia en México: un enfoque de σ -convergencia débil", *Revista Mexicana de Economía y Finanzas, Nueva Época*, 17(2), pp. 1-21. <https://doi.org/10.21919/remef.v17i2.606>

Rodríguez-Gámez, L. I. y Cabrera-Pereyra, J. A. (2019). "Convergencia municipal en México con modelos de econometría espacial (1999-2014)", *EconoQuantum*, 16(1), pp. 7-32.

Rodríguez-Gámez, L. I. y Cabrera-Pereyra, J. A. (2020). "Convergencia económica entre municipios mexicanos: un enfoque de parámetros locales", *Ensayos Revista de Economía*, 39(2), pp. 143-186. <http://dx.doi.org/10.29105/ensayos39.2-2>

Rodríguez-Pose, A. y Sánchez-Reaza, J. (2003). "Economic polarization through trade: Trade liberalization and regional growth in Mexico", WIDER Discussion Paper No. 2003/60, The United Nations University World Institute for Development Economic Research, Helsinki

Rodríguez-Pose, A. y Villarreal-Peralta, E. M. (2015). "Innovation and Regional Growth in Mexico: 2000-2010", *Growth and Change*. DOI: 10.1111/grow.12102

Rodríguez-Oreggia, E. (2005). "Regional disparities and determinants of growth in Mexico", *Ann Reg Sci*, 39, pp. 207-220. DOI: 10.1007/s00168-004-0218-5

Rodríguez-Oreggia, E. (2007). "Winners and Losers of Regional Growth in Mexico and their Dynamics", *Investigación Económica*, LXVI (259), pp. 43-62.

Rojas-Rivera, A. M. y Rengifo-López, J. C. (2021). "De lo simple a lo complejo: tres décadas del análisis de convergencia regional", *Sociedad y Economía*, (43), pp. 1-21. DOI: 10.25100/sye.v0i43.9951

Ruiz-Chiappetto, C. (2000). "Desigualdades regionales en México, 1900-1993", *Estudios Demográficos y Urbanos*, pp. 533-582.

Ruiz-Ochoa, W. (2010). "Convergencia económica interestatal en México, 1900-2004", *Análisis Económico*, XXV (58), pp. 7-34.

Sakikawa, K. (2012). "Regional Convergence in Mexico, 1970-2005: A Panel Data Approach", *Growth and Change*, 43(2), pp. 252-272.

Sánchez-Reaza, J. y Rodríguez-Pose, A. (2002). "The Impact of Trade Liberalization on Regional Disparities in Mexico", *Growth and Change*, 33, pp. 72-90.

Solow, R. M. (1956). "A contribution to the theory of economic growth", *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), pp. 65-94.

Spruk, R. (2020). "Regional Convergence and Trade Liberalization under Weak State Capacity: Evidence from Mexico". <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3558735>

Unger, K. (2005). "Regional Economic Development and Mexican Out-Migration", NBER Working Paper 11432, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Massachusetts.

Valdez, R. I. (2019). "Spatial diffusion of economic growth and externalities in Mexico", *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*, 45(2019/3), pp. 139-160.

Velázquez-Orihuela, D. (2013). *Teoría de la dinámica de las economías de mercado*. Plaza y Valdés, México.

Vergara-González, R., Mejía-Serván, J. y Martínez-Lara, A. (2010). "Crecimiento económico y convergencia regional en el Estado de México", *Paradigma Económico*, (1), pp. 53-88.

Vilalta y Perdomo, C. J. (2003). "Una aplicación del análisis espacial al estudio de las diferencias regionales del ingreso en México", *Economía, Sociedad y Territorio*, IV (14), pp. 317-340.



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

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

Determinación de influencias productivas en Tamaulipas, México, e implicaciones de política industrial, mediante metodologías de insumo-producto 2018

MIGUEL ÁNGEL LANGLE FLORES*

RESUMEN

Se identifican influencias productivas con capacidad de asociación en el estado de Tamaulipas, México, ante el desarrollo de los procesos de integración económica, mediante aplicaciones derivadas de la metodología de insumo-producto, a saber: i) el análisis de componentes principales y ii) la teoría de grafos. La industria química, los servicios de esparcimiento, la industria alimentaria, los servicios financieros, la maquinaria y equipo, la construcción, los servicios educativos, y los servicios profesionales conforman las ocho industrias con la mayor influencia económica estatal, en ambas metodologías. En consecuencia, se dilucidan las principales implicaciones de política industrial con la finalidad de robustecer las articulaciones del sistema.

Palabras clave: agrupamientos industriales, análisis de componentes principales, estructura productiva.

Clasificación JEL: L60, R15, R10.

* Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Rodhe, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Reynosa, Tamaulipas, México. Correo electrónico: miguel.langle@uat.edu.mx. ORCID: 0000-0002-6260-5537.

ABSTRACT

Determination of productive influences in Tamaulipas, México, and implications of industrial policy, using input-output methodologies, 2018

Productive influences with association capacity in the state of Tamaulipas, México, are identified in view of the economic integration processes' development, through applications derived from the input-output methodology, namely: i) principal components analysis and ii) graph theory. The chemical industry; leisure services, the food industry, financial services, machinery and equipment, construction, educational services, and professional services make up the eight industries with the greatest state economic influence, in both methodologies. Despite the sectoral breakdown used, these *clusters* constitute an obligatory step for the productive network's flows. Consequently, the main implications of industrial policy are elucidated with the aim of strengthening the articulations of the system. **Key words:** industrial clusters, principal component analysis, productive structure.

JEL Classification: L60, R15, R10.

INTRODUCCIÓN¹

De acuerdo con INEGI (2023a), Tamaulipas sobresale por la elevada concentración del sector secundario manufacturero (34.92%) *versus* los agregados sectoriales de la economía nacional (21.19%), en donde tres cuartas partes del PIB manufacturero tamaulipeco se conforma por: i) la fabricación de productos derivados del petróleo y carbón, industria química, industria del plástico y del hule (49.85%); y ii) la fabricación de equipo de transporte, equipo de cómputo y accesorios electrónicos (24.91%). En el comparativo fronterizo norte, sólo supera las cifras de Sonora (28.63%). No obstante, Tamaulipas destaca por su concentración de actividades primarias (2.69%) y terciarias (54.40%), solo debajo, en forma respectiva, de Sonora (7.19%), Chihuahua (6.76%) (primer caso) y Nuevo León (56.97%) (segundo caso).

Entre los seis estados fronterizos del norte del país, Tamaulipas resalta por mostrar la menor tasa media de crecimiento anual (tmca) del PIB (1.33%) en, aproximadamente, el primer cuarto del siglo XXI (2003-2022); situándose por detrás de Coahuila (1.35%), Baja Cali-

¹ Datos estimados con información de INEGI (2019, 2022, 2023a) y SE (2022, 2024).

fornia (1.58%), Nuevo León (2.13%), Sonora (2.31%) y Chihuahua (2.60%). Además de un decrecimiento económico promedio marginal para el periodo 2003-2022 en sus actividades primarias (-0.25%) y secundarias no manufactureras (-1.60%), mientras que en el sector manufacturero, en donde sí presenta crecimiento del PIB (1.90%) es superado por entidades como Chihuahua (4.47%) y Sonora (2.34%), y la dinámica de su sector terciario (1.66%) durante el periodo se sitúa por debajo de las cinco entidades fronterizas restantes (INEGI, 2022).

Al interior del sector secundario tamaulipeco, destaca el desempeño positivo de la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final con una tmca de 0.50%; en contraste, sobresale el decremento económico en la minería no petrolera (-2.59%) y petrolera (-1.98%), y la construcción (-2.11%). A escala nacional, el sector minero petrolero también presentó una dinámica negativa (-2.42%), no obstante, la minería no petrolera (-0.10%), la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final (2.00%), y la construcción (0.99%) mostraron crecimientos porcentuales durante el periodo bajo estudio (2003-2022).

Colateralmente, al revisar el último Censo Económico disponible (INEGI, 2019) en términos de empleo (personal remunerado total) y salario (remuneraciones a los asalariados), el estado de Tamaulipas sobresale a nivel nacional por su especialización en actividades secundarias no manufactureras (generación de electricidad, agua y gas) y manufactureras (fabricación de: maquinaria y equipo, productos derivados del petróleo, equipo de computación, productos metálicos, equipo de transporte y aparatos eléctricos), así como en algunas actividades terciarias, tal es el caso de: las tiendas de autoservicio, el transporte por agua, el autotransporte de carga, las instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil, el comercio al por mayor de camiones y autopartes, el transporte terrestre de pasajeros, el procesamiento electrónico de información y los servicios de reparación y mantenimiento.

Por otra parte, en 2023, la entidad capturó una Inversión Extranjera Directa (IED) de casi 493.8 miles de millones de dólares (mmd), misma que se contrajo en 49.57% respecto al año anterior y en 60.04% versus el promedio recibido en los últimos 10 años, para ubicarse en la posición número 17 a nivel nacional (en orden descendente) muy por

debajo del resto de las entidades fronterizas del norte del país (Sonora, 2,706.4 mmd; Nuevo León, 2,535.7 mmd; Chihuahua, 1,979.2 mmd; Baja California, 1,464.8 mmd; y Coahuila, 914.1 mmd) (SE, 2022).

La IED recibida en el año 2023 se ha concentrado en el sector secundario de corte manufacturero con casi dos quintas partes de la inversión total recibida por la entidad (42.02%), en donde, la fabricación de partes para vehículos automotores, componentes electrónicos, accesorios eléctricos, productos de plástico y productos químicos básicos son responsables de la mitad de dicha inversión, los subsectores pertenecientes al sector secundario no manufacturero capturan cerca del 8.53% del total de IED recibido por el estado. En este bloque sobresale la construcción de obras de ingeniería civil, la minería de minerales metálicos y no metálicos, y la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. El resto de la inversión (51.25%) se capta en la economía terciaria, principalmente, en los servicios de información (15.05%), financieros (14.45%), y de alojamiento temporal y preparación de alimentos (6.45%) (SE, 2023).²

Por otra parte, los procesos de relocalización de los factores de producción y la desfragmentación e internacionalización de los sistemas y las cadenas productivas orientaron la agenda de políticas públicas de corte económico e industrial hacia el incremento de la competitividad como mecanismo generador de desarrollo regional. Ejemplo de ello lo constituye el impulso al robustecimiento del mercado y una mejor articulación de las relaciones intersectoriales, a partir de la estrategia de agrupamiento de actividades económicas y las externalidades positivas desencadenadas con dicha aglomeración (Navarro, 2003).³

² El estado de Tamaulipas concentra más de una tercera parte de los flujos comerciales del país correspondientes a exportaciones (33.12%) e importaciones (35.45%), a través, principalmente, de la aduana de Nuevo Laredo (7184.9 y 22339 miles de toneladas (mdt), en forma respetiva), situada en el primer lugar a nivel nacional tanto en exportaciones como en importaciones, además de la aduana de Matamoros (1485.5 y 7066.2 mdt) y los puertos de Tampico (211.7 y 485.3 mdt) y Altamira (190.3 y 25194.2 mdt) (SCT, 2023).

³ Keilbach (2000) resume los planteamientos de Bertil Ohlin acerca de los tipos de economías resultantes de la aglomeración en: a) economías de escala; b) economías de localización; y c) economías de urbanización. En estos casos, la concentración de la actividad económica influye sobre los rendimientos de los factores de producción mediante la creación de externalidades, principalmente, a través de la difusión espacial del conocimiento, aunque también juegan un papel relevante la oferta de mano de obra calificada y el acceso a insumos locales no comerciables (Dávila y Escamilla, 2013; Cerezo y Landa, 2023).

Así, el proceso de aglomeración auto reforzante que se presenta ante la reducción en los costos de producción como resultado de la proximidad física y el incremento en el grado de especialización de la actividad industrial regional, deriva en externalidades positivas en forma de beneficios sobre la producción e incentivos para una mayor concentración de agregados macroeconómicos en un mismo emplazamiento (Porter, 1990).

En este sentido, la concentración geográfica de firmas vinculadas mediante la oferta y demanda de insumos y producto intermedios, y pertenecientes al mismo sector, así como la creación de instituciones de apoyo o asociadas en pro del desarrollo del aglomeramiento, impacta en el corto y mediano plazo en las firmas productivas especializadas al constituir cadenas de valor a partir de la demanda. En el largo plazo, el efecto transcurre a través de la difusión o transferencia de conocimiento (*spillovers of knowledge*), misma que incide sobre la optimización de los procesos productivos (Glaeser *et al.*, 1992; Feser y Bergman, 2000). En consecuencia, una estrategia de desarrollo buscaría fortalecer el *clustering* o agrupamiento, es decir la agrupación entre empresas de un determinado sector con una serie de empresas o sectores de apoyo relacionados con su actividad (Porter, 2003).

De forma paralela, a partir del retorno del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a la construcción periódica de matrices de insumo-producto (2008), el foco de atención ha vuelto hacia la elaboración de matrices regionales. En consecuencia, algunas matrices han sido empleadas para determinar agrupamientos industriales (Dávila, 2008; Fuentes, 2008; Gaytán y Ramos, 2017; y Walle *et al.*, 2022, entre otras).

En virtud de lo anterior, el presente trabajo analiza de manera sectorial la economía del estado de Tamaulipas a través la actualización al año 2018 de la MIP Tamaulipas 2013 presente en el anexo 1 de Langle (2020). Si bien dicha base de datos refiere a la economía de la entidad en el año 2013, la actualización de esta captura la economía estatal del año 2018. Mediante la citada MIP, se determinan los principales agrupamientos industriales de la economía de Tamaulipas a través de dos metodologías complementarias: el método de componentes principales (Feser y Bergman, 2000) y el análisis de grafos (Morillas, 1995), con la finalidad de aportar insumos para el diseño de políticas económicas en términos del fortalecimiento del tejido productivo.

Bajo dicho escenario, en el primer apartado se describe brevemente la relevancia económica del estado fronterizo de Tamaulipas

en términos tanto de IED y flujos comerciales como de producción y empleo, en el contexto de la apertura comercial; después, en la segunda sección, se desarrollan una revisión de la literatura sobre la identificación de agrupamientos industriales y su importancia teórica y empírica. El tercer apartado resume la descripción de las metodologías empleadas para identificar dichos agrupamientos y sus principales relaciones intersectoriales y, finalmente, en la cuarta y quinta sección, en forma respectiva, se analizan los resultados centrales, así como sus principales implicaciones en materia de política económica regional.

1. DESARROLLO. ANCLAJE TEÓRICO Y EMPÍRICO

La importancia de los *clusters* radica en las externalidades que vinculan a sus industrias integrantes, ejemplo de ello es el compartir tecnologías, habilidades, conocimientos y compras de insumos con características comunes. Así, al aumentar la densidad de relaciones intersectoriales dentro del *cluster*, éste se vuelve más competitivo (Valdés, 2014). Regionalmente, los *clusters*: i) focalizan las prácticas de atracción de inversión; ii) articulan las estrategias de desarrollo en favor de las actividades con mayor presencia; y iii) estimulan las oportunidades de transformación económica (Dávila, 2008).

En México, Fuentes (2008) identifica la relevancia de los *clusters* en el estado de Baja California. A partir de la MIP estatal y el uso de algoritmos adopta una perspectiva territorial para identificar 17 agrupamientos. De forma similar, Martínez (2008) retoma el caso del estado de Baja California e identifica cinco *clusters* preliminares, además de sus fortalezas y debilidades a través de una encuesta especializada.

Por su parte, Walle *et al.* (2022) realiza un análisis regional del estado de Tamaulipas a partir de la MIP nacional 2013, entre ellas: la determinación de encadenamientos productivos y la identificación de agrupamientos mediante los planteamientos desarrollados por Rasmussen (1956) y Feser y Bergman (2000), respectivamente. Mientras que Valdés (2008), mediante Feser y Bergman (2000), así como los agregados correspondientes a activos, personal ocupado, insumos, producción bruta y valor agregado, analiza los *clusters* automotrices de México para identificar su nivel de eficiencia operativa.

Interregionalmente, Dávila (2008) identifica los *clusters* industriales del noreste de México con la metodología de Feser y Bergman

(2000), además de evaluar su desempeño durante el periodo 1993-2003 mediante de técnicas de análisis económico regional. Además, explora sus oportunidades de desarrollo en el marco de una mayor integración comercial con el estado de Texas. Por otro lado, Gaytán y Ramos (2017) emplean la MIP de la economía colombiana del año 2010 y la técnica de componentes principales para cuantificar la comercialización intermedia mediante la identificación de *clusters*.

En contraste, Fuentes y García (2009) aplican la teoría de grafos para realizar un análisis estructural de la economía mexicana a través de la MIP nacional 2003. Esto permite analizar las relaciones de dependencia entre los sectores productivos en materia de compras y ventas, así como jerarquizar las relaciones globales. Colateralmente, Alarcón (2008), mediante la teoría de grafos y la MIP nacional 2013, realiza un análisis jerárquico de los Sectores de Base Tecnológica en México en términos de sus encadenamientos productivos y su capacidad de compraventa, al emplear la MIP nacional 2013.

Por su parte, Sandoval *et al.* (2019) examinan la integración de México en la industria aeroespacial global a través de la teoría de grafos y la cuantificación de las cadenas globales de valor. En cambio, Rinconada *et al.* (2021) determinan el índice de eficiencia colectiva del *cluster* citrícola en la región centro de Tamaulipas, mediante encuestas aplicadas a productores y la elaboración de coeficientes de localización e índices de Gini.

2. METODOLOGÍA⁴

De acuerdo con Dávila y Valle (2003), los métodos de identificación de *clusters* se dividen en dos: 1) los que emplean indicadores simples

⁴ Siguiendo puntualmente y con el permiso del autor, la tabla 2 presente en Langle (2020), referente a la estructura y fuentes de información para construir la MIP del estado de Tamaulipas, la matriz nacional empleada para la elaboración de la MIP Tamaulipas 2018 consiste en una matriz simétrica (producto por producto) de oferta doméstica (tipo B), con información para el año 2018 y una desagregación sectorial (excepto para la manufactura) (INEGI, 2023b). Una vez agregada la información nacional de 79 a 32 actividades económicas para compatibilizar el PIB estatal (INEGI, 2022) con la MIP nacional, se emplea el método de Flegg *et al.* (1995; 1997) para generar la matriz estatal de transacciones intersectoriales, el cual utiliza como punto de partida los coeficientes de localización de industria cruzada construidos a través del PIB por actividad económica. Posteriormente, se construye el vector fila de valor agregado, asumiendo la misma distribución expresada en la economía nacional, y se deriva la producción bruta subsectorial (manufactura) y sectorial. Después de obtener los coeficientes regionales de comercio, se utilizan las matrices de valor agregado y demanda final de la MIP nacional para generar los bloques faltantes de la MIP estatal a través de mecanismos de ponderación de agregados macroeconómicos nacionales y/o de forma residual.

para identificar grados de especialización, y 2) aquellos con base analítica robusta y un nivel superior de confiabilidad (el método iterativo; el método de componentes principales; el análisis multivariado de *clusters*; y el análisis de grafos).

El método iterativo caracteriza tanto las cadenas productivas como sus eslabones, a través de un algoritmo matemático para estimar multiplicadores contables. Siguiendo a Mariña (1993, 270):

A partir de la identificación en sucesivas etapas de las ventas y compras principales de los distintos sectores, es posible determinar la composición de bloques de interdependencia sectorial.

Mientras que el método de componentes principales selecciona los sectores o subsectores fuertemente vinculados, en términos de la compraventa de insumos, y estima su concentración local sujeta a la regionalización y desagregación empleada (Feser y Bergman, 2000). Dicho método junta, mediante cargas factoriales, los sectores de actividad económica vinculados entre sí (Walle *et al.*, 2022).

Por su parte, el análisis multivariado de *clusters* establece un conjunto de variables para agrupar a las actividades económicas con características similares mediante el uso de algoritmos (Hill y Brennan, 2000). El análisis de grafos emplea la teoría de grafos para identificar, principalmente, redes complejas de cadenas productivas por medio de una jerarquización en función de su grado de asociación (Fuentes y García, 2009; Dávila y Valle, 2003).

Al interior de este último grupo sobresale la detección de comunidades o partición de grafos, utilizada para identificar grupos de nodos altamente interconectados. En otros términos, dicho enfoque identifica subconjuntos de nodos muy vinculados entre sí, pero, escasamente conectados con el resto de la red. Debido a la amplia utilidad general de las metodologías que agrupan elementos con características similares, la mayoría de los métodos de detección de comunidades han surgido de adaptaciones de algoritmos de *clustering*; sujetos a las particularidades derivadas de la topología de la red (Carazo y Amat, 2023).⁵

⁵ De acuerdo con Carazo y Amata (2023), se han desarrollado múltiples variantes de los algoritmos de agrupamiento o *clustering*: 1) agrupamiento particionado; 2) jerárquico; y 3) combinado.

Entre los algoritmos utilizados para detectar comunidades, es decir, un grupo de nodos con una elevada densidad de vínculos entre sí, pero una escasa densidad de conexiones fuera del agrupamiento, se encuentran: i) el Algoritmo de Girvan-Newman (basado en identificar las comunidades de manera residual al eliminar recursivamente los enlaces centrales de los grupos de nodos con mayor densidad intermedia); ii) el Algoritmo de Infomap (centrado en la mayor propensión de recorrer las trayectoria al interior una comunidad ante un estímulo aleatorio); y iii) Algoritmo de Louvain (enfocado en maximizar las vínculos dentro de la comunidad y, al mismo tiempo, minimizar los vínculos entre comunidades concebidos como aleatorios) (Carazo y Amat, 2023).⁶

2.1. Teoría de grafos

De acuerdo con Fuentes y García (2009: 139), la teoría de grafos permite identificar “sectores clave para la economía en función de la importancia de las influencias productivas [...] y constituye una alternativa complementaria al enfoque clásico”, ante su debilidad para comprender la capacidad relativa de influencia de cada sector en otras industrias.

Bajo esta línea, Morillas (1995) cuantifica indicadores de atracción relativa a partir de la MIP de coeficientes de distribución de la producción nacional (D , efectos directos) y su matriz inversa $[(I-D)^{-1}]$; efectos globales], lo cual permite separar los efectos directos e indirectos, mediante: $(I-D)^{-1} = (I + D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n)$. Donde, $(I + D)$ es la suma del efecto inicial (I) y el efecto directo (D), mientras que $(D_2 + D_3 + \dots + D_n)$ es la suma de los efectos indirectos. Así, cada elemento d_{ij} de la matriz D representa las ventas directas del sector i al sector j en relación con la producción del sector i . Análogamente, d_{ji} comprende las compras directas del sector j al sector i en función de la producción total de este (Fuentes y García, 2009).

Dado lo anterior, un conjunto finito X se compone por n elementos, vértices o sectores (en este caso). Si dos sectores están relacionados de tal forma que uno se encuentra en función del otro (por sus encadenamientos sectoriales de compras y/o ventas de

⁶ Si bien el método de agrupamiento particionado de Louvain es ampliamente utilizado debido tanto a su eficiencia como a su escalabilidad, se sugiere su uso en situaciones en donde se requiere encontrar agrupaciones de elementos fuertemente vinculados en grandes redes, lo cual excede los alcances del presente documento mismo que parte de una MIP regional con una desagregación de 32 actividades (Carazo y Amata, 2023).

insumos y/o productos intermedios) existe entonces una línea orientada que une ambos sectores denominada arco. En este sentido, un camino consiste en una secuencia de arcos tal que la extremidad final de cada arco coincida con la inicial del arco siguiente, en donde, la longitud de un camino se constituye por el número de arcos que lo forman (Morillas, 1995).

De acuerdo con Fuentes y García (2009), las relaciones indirectas acontecidas por la matriz de caminos se definen como D_2 para caminos de longitud 2, D_3 para caminos de longitud 3 y así sucesivamente hasta D_n . De esta manera, las relaciones directas e indirectas entre sectores se denotan por la matriz de medidas de atracción M , tal que: $M = D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n$. Algebraicamente, M se describe como: $M = D(I - D)^{-1}$ (Fuentes y García, 2009).

Por lo tanto, para determinar la influencia total, es necesario considerar el papel del circuito. De forma análoga al efecto multiplicador presente en la matriz inversa de Leontief ante un estímulo inicial unitario, el proceso de retroalimentación de la influencia continua hasta que el impacto de la perturbación inicial desaparece. En consecuencia, puede haber más de un camino por donde transite la influencia de un sector sobre otro. De ser el caso, la influencia global se define como el agregado de influencias totales que circulan por los caminos existentes (Morillas, 1995).

De manera que la suma por columnas ($c = Mi$) y filas ($v = Mi$) de la matriz M denota, respectivamente, un índice sectorial de atracción global por compras y ventas; en donde: i) un sector será núcleo si sus flujos de primer y segundo orden (máximo) se dirigen a sectores con menor atracción global; ii) un sector j (menor atracción global) se subordina al sector i (mayor atracción global) si el flujo máximo o el flujo secundario de j se dirige a i ; y iii) un sector de mayor atracción global no puede subordinarse a otro de menor atracción (Fuentes y García, 2009).

2.2. Componentes principales

Por otro lado, la identificación de agrupamientos por componentes principales se destaca por:

- a) su confiabilidad; b) su capacidad para generar resultados a corto plazo; c) su costo de instrumentación; d) su capacidad para generar

datos a un nivel aceptable de desagregación sectorial, ..., y; e) su flexibilidad para aplicarse a distintos niveles geográficos (Dávila y Valle, 2003, 21).

De acuerdo con Dávila y Valle (2003), Feser y Bergman (2000) emplean la matriz de transacciones intermedias para estimar los patrones de compra y venta de insumos intermedios y su complementariedad. A través de los totales de compras (p) y ventas (s), las relaciones se expresan:

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{p_j}; x_{ji} = \frac{a_{ji}}{p_i}; y_{ij} = \frac{a_{ij}}{s_j}; y_{ji} = \frac{a_{ji}}{s_i} \quad (1)$$

Donde: x_{ij} = proporción de compra del sector j al sector i ; x_{ji} = proporción de compra del sector i al sector j ; y_{ij} = proporción de venta del sector i al sector j ; y_{ji} = proporción de venta del sector j al sector i ; a_{ij} = valor monetario del flujo del sector j al i ; y a_{ji} = valor monetario del flujo del sector i al j .

Además de realizar un análisis de correlación matricial y seleccionar el mayor índice de correlación, se emplea el análisis de componentes principales para identificación de las actividades presentes en cada agrupamiento mediante la estimación de un coeficiente de asociación. Si dicho valor es máximo su tipo de agrupamiento es primario; si la asociación es superior e inferior a 0.5 se denominan secundarias fuertemente vinculadas y secundarias débilmente asociadas, respectivamente; en donde las actividades con asociación inferior a 0.35 se consideran no significativas (Dávila y Valle, 2003).

Finalmente, ambas metodologías son complementarias debido a que plantean alternativas de solución desde diferentes enfoques derivados de la Matriz de Insumo Producto estatal actualizada, para estimar influencias productivas con capacidad de asociación debido a la magnitud de sus interrelaciones o grado de intermediación en términos de su capacidad de ofertar y demandar productos e insumos intermedios. Por tanto, una vez jerarquizadas las citadas influencias productivas en materia de compras y ventas, de manera colateral y con la misma base de datos, se confirma su potencial asociativo a través de la agrupación de dicha conectividad, expresada en este último caso como una varianza común siguiendo el esquema de componentes principales al interior del tejido productivo.

3. RESULTADOS

3.1. Influencias productivas

En virtud de lo anterior, en la tabla 1 se presentan las jerarquías sectoriales por compras y ventas según los índices de atracción. En el grupo de sectores tipificados como de alto poder de atracción por sus ventas al resto de la economía, hay que destacar la presencia de actividades como: dirección de corporativos, servicios de apoyo a negocios, servicios profesionales, minería no petrolera, e industria de la madera.

TABLA 1
TAMAULIPAS: ÍNDICES DE ATRACCIÓN GLOBAL POR COMPRAS Y VENTAS

Rango	Sector / Subsector		Índice Cij	Rango	Sector / Subsector		Índice Vij
1	324-326	Derivados del petróleo y del carbón; industrias química, del plástico y del hule	0.82	1	55	Dirección de corporativos y empresas	0.55
2	333-336	Maquinaria y equipo	0.70	2	56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	0.48
3	23	Construcción	0.66	3	54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.42
4	311	Industria alimentaria	0.44	4	21NP	Minería no petrolera	0.42
5	331-332	Industrias metálicas	0.35	5	321	Industria de la madera	0.38
6	431	Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	0.29	6	324-326	Derivados del petróleo y del carbón; industrias química, del plástico y del hule	0.37
7	461	Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	0.26	7	22	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	0.34
8	48-49	Transportes, correo y almacenamiento	0.25	8	327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0.33
9	52	Servicios financieros y de seguros	0.23	9	431	Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	0.30
10	93	Actividades del Gobierno	0.18	10	11	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.29

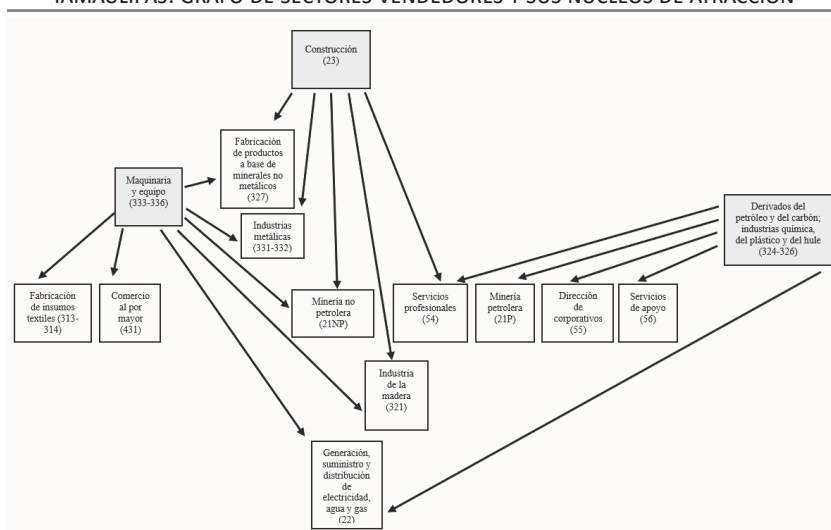
TABLA 1
TAMAULIPAS: ÍNDICES DE ATRACCIÓN GLOBAL POR COMPRAS Y VENTAS
(CONTINUACIÓN)

Rango		Sector / Subsector	Índice Cij	Rango	Sector / Subsector	Índice Vij	
11	72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.14	11	322-323	Industrias del papel, impresión e industrias conexas	0.28
12	327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0.13	12	21P	Minería petrolera	0.25
13	315-316	Fabricación de prendas de vestir; Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	0.13	13	313-314	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles; Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	0.25
14	21P	Minería petrolera	0.13	14	331-332	Industrias metálicas	0.21
15	11	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.12	15	51	Información en medios masivos	0.19
16	22	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	0.11	16	81	Otros servicios, excepto actividades del gobierno	0.12
17	62	Servicios de salud y de asistencia social	0.10	17	48-49	Transportes, correo y almacenamiento	0.11
18	322-323	Industrias del papel, impresión e industrias conexas	0.10	18	52	Servicios financieros y de seguros	0.10
19	51	Información en medios masivos	0.10	19	53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	0.09
20	337	Fabricación de muebles y productos relacionados	0.10	20	72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.08
21	53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	0.10	21	311	Industria alimentaria	0.06
22	312	Industria de las bebidas y del tabaco	0.09	22	461	Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	0.05
23	54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.06	23	339	Otras industrias manufactureras	0.05

corporativos, servicios de apoyo a negocios, y profesionales como vendedores. Además, la senda cuyo sector núcleo dominante es la actividad manufacturera de maquinaria y equipo, y los subordinados son: minería no petrolera, electricidad, industrias metálicas, comercio al por mayor de abarrotes, fabricación de insumos textiles, y productos a base de minerales no metálicos, también sobresale como una trayectoria relevante para el sistema económico estatal.

FIGURA 2

TAMAULIPAS: GRAFO DE SECTORES VENDEDORES Y SUS NÚCLEOS DE ATRACCIÓN



Nota: los sectores en gris denotan sectores núcleo de primer orden. Por su parte, la interpretación de la dirección de las flechas es similar a la figura 1, sin embargo, en este caso la flecha gruesa denota la relación principal. Fuente: elaboración propia.

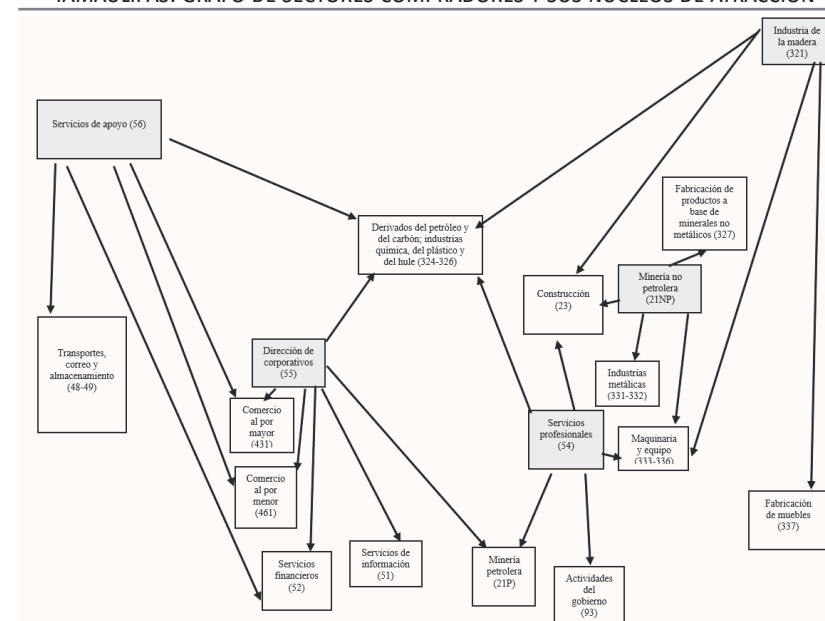
Colateralmente, en la figura 3 se muestra el grafo de los sectores compradores. Así, los núcleos dominantes por sus ventas son: servicios profesionales, dirección de corporativos, servicios de apoyo a negocios, industria de la madera y minería no petrolera.

El grafo de los sectores compradores destaca que son cinco los caminos fundamentales por los que transitan los intercambios sectoriales. Uno de los más importantes, por el número e intensidad de relaciones es el sector de servicios de apoyo a negocios, el cual es considerado núcleo y polariza actividades como: servicios financieros, derivados del petróleo y del carbón, industria química e industria del plástico y del hule, Transportes, correo y almacenamiento, y comercio al por mayor y por menor de abarrotes.

Otra senda relevante es el que tiene como base al sector servicios profesionales, al constituir un polo de atracción para: la minería petrolera, las actividades del gobierno, la construcción, la maquinaria y equipo, y los derivados del petróleo y del carbón, industria química e industria del plástico y del hule. También, sobresale el camino formado por el sector de dirección de corporativos como núcleo vendedor, y las actividades de: minería petrolera, servicios financieros, derivados del petróleo y del carbón, industria química e industria del plástico y del hule, y comercio al por mayor y por menor de abarrotes como compradores.

FIGURA 3

TAMAULIPAS: GRAFO DE SECTORES COMPRADORES Y SUS NÚCLEOS DE ATRACCIÓN



Nota: los sectores en gris denotan sectores núcleo de primer orden. Por su parte, la interpretación de la dirección de las flechas es inversa a la figura 2. Fuente: elaboración propia.

En resumen, el grupo formado por su importancia relativa en cuanto a las relaciones de ventas está compuesto por tres núcleos básicos: servicios profesionales, dirección de corporativos y servicios de apoyo a negocios, en tanto que el grupo de sectores importantes por sus compras está conformado por dos industrias manufactureras: maquinaria y equipo y

derivados del petróleo y del carbón, industria química e industria del plástico y del hule y la industria de la construcción (véase tabla 1).

Los resultados muestran la especialización de la economía del estado de Tamaulipas en actividades manufactureras, debido a que la mayoría de las actividades sobresalientes siguiendo los criterios de difusión y atracción pertenecen a dicha industria, tal es el caso de: la industria alimentaria, los derivados del petróleo y del carbón, industria química e industria del plástico y del hule, las industrias metálicas, la fabricación de maquinaria y equipo, la fabricación de insumos textiles y acabado de textiles, la industria de la madera, las industrias del papel, impresión e industrias conexas, y la fabricación de productos a base de minerales no metálicos.

3.2. Clusters

Paralelamente, después de aplicar la metodología de análisis multivariado denominada análisis de componentes principales, mediante la versión del Software R en Excel bajo el nombre de Real Statistics-Analysis, la varianza máxima (rotación Varimax) estimada por dicho método identifica ocho agrupamientos industriales o *clusters* responsables (en forma acumulada) de aproximadamente el 80% de la misma. De acuerdo con la magnitud de sus interacciones en materia de compra y venta de insumos intermedios (en orden descendente), tal es el caso de: 1) derivados del petróleo y del carbón, industrias química, del plástico y del hule (33.71%), 2) servicios de esparcimiento, culturales y deportivos y otros servicios recreativos (12.46%), 3) industria alimentaria (9.08%), 4) servicios financieros y de seguros (7.12%), 5) maquinaria y equipo (5.67%), 6) construcción (5.05%), 7) servicios educativos (4.37%), y 8) servicios profesionales, científicos y técnicos (3.62%).

Agrupamiento 1: derivados del petróleo y del carbón, e industrias químicas

Lo conforman 18 actividades económicas, doce como primarias y seis como secundarias. La tabla 2 muestra, en orden decreciente, el valor alcanzado por el coeficiente de asociación de cada una de ellas con el agrupamiento bajo estudio. En el núcleo básico se encuentra el sector industrial no manufacturero (a excepción de la construcción) conformado por la generación de electricidad, agua y suministro de gas, así

como la minería petrolera y no petrolera, esta última una fuerte oferente y demandante de insumos químicos. Adicionalmente, se ubican cuatro actividades del sector secundario manufacturero, tal es el caso de: las industrias del papel, impresión e industrias conexas, fabricación de muebles y productos relacionados, derivados del petróleo y del carbón; industrias química, del plástico y del hule y otras industrias manufactureras; mismas que presentan una fuerte asociación con el *cluster* (un coeficiente mayor al 0.5). En un segundo grupo se encuentra la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza, la fabricación de insumos textiles, acabado de textiles y productos textiles, y la industria de las bebidas y del tabaco, si bien no son componentes primarios del agrupamiento, muestran coeficientes de asociación cercanos a 0.5.

La figura A1, del anexo, destaca la importancia de las principales industrias demandantes de insumos del agrupamiento, a saber: el comercio al por mayor, la minería, y los servicios de transporte, alojamiento temporal y preparación de alimentos, salud y apoyo a negocios.⁷

Agrupamiento 2: servicios de esparcimiento, culturales y deportivos y otros servicios recreativos

Como se aprecia en la tabla 2, el *cluster* se encuentra integrado por siete actividades: tres primarias y cuatro secundarias. En un primer grupo se localizan los servicios de esparcimiento, inmobiliarios de alquiler de bienes muebles e intangibles, e información en medios masivos. Las citadas actividades se caracterizan por su vínculo primario con el agrupamiento, es decir, con dicho *cluster* alcanzan su coeficiente de asociación máximo (nivel 1). De las cuatro industrias secundarias ninguna está asociada con el agrupamiento en un nivel secundario fuerte, por tanto, se consideran actividades secundarias con un coeficiente de asociación débil, esto es, en el rango de 0.35 a 0.5, tal es el caso de: la dirección de corporativos y empresas, el comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco, los servicios

⁷ Las figuras de A1 a A8, del anexo, ilustran los eslabones que superan la media de la cadena de valor de cada agrupamiento; y se elaboran a partir de la MIP Tamaulipas 2013 (Langle, 2020) y el software UCINET. Así, la cabeza de la flecha apunta al código de la actividad vendedora; la nomenclatura se puede consultar en la tabla 1.

profesionales, científicos y técnicos, y otros servicios, excepto actividades del gobierno. También, la tabla 2 (parte 1) muestra a los servicios de información en medios masivos, esparcimiento, culturales y deportivos y otros servicios recreativos, además de los servicios profesionales, científicos y técnicos como las actividades centrales demandantes de insumos del *cluster*.

TABLA 2
 COMPOSICIÓN DE LOS AGRUPAMIENTOS INDUSTRIALES

Agrupamiento 1. Derivados del petróleo y del carbón; industrias química, del plástico y del hule					
Sector / Subsector		Identificador de agrupamiento			Coeficiente de asociación
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
324-326	Derivados del petróleo y del carbón; industrias química, del plástico y del hule	1			0.94
339	Otras industrias manufactureras	1			0.89
22	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1			0.87
62	Servicios de salud y de asistencia social	1			0.87
48-49	Transportes, correo y almacenamiento	1			0.86
21P	Minería petrolera	1		7	0.78
21NP	Minería no petrolera	1		5	0.78
337	Fabricación de muebles y productos relacionados	1		3,6	0.70
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	1		8	0.68
461	Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	1		4,5,7	0.65
322-323	Industrias del papel, impresión e industrias conexas	1			0.56
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1		3	0.54
313-314	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles; Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	5	1		0.53
81	Otros servicios, excepto actividades del gobierno	5	1	2	0.52
312	Industria de las bebidas y del tabaco	3		1	0.48
11	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	3		1	0.42
93	Actividades del Gobierno	4		1,7	0.39
327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	6		1,4	0.36

TABLA 2
 COMPOSICIÓN DE LOS AGRUPAMIENTOS INDUSTRIALES
 (CONTINUACIÓN)

Agrupamiento 2. Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos y otros servicios recreativos					
Sector / Subsector		Identificador de agrupamiento			Coeficiente de asociación
	Descriptor	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
71	Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos y otros servicios recreativos	2			0.88
51	Información en medios masivos	2			0.81
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	2			0.71
55	Dirección de corporativos y empresas	7		2	0.46
431	Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	7		2,5	0.45
81	Otros servicios, excepto actividades del gobierno	5	1	2	0.42
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	8		2	0.37

Agrupamiento 3. Industria alimentaria

Sector / Subsector		Identificador de agrupamiento			Coeficiente de asociación
	Descriptor	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
311	Industria alimentaria	3			0.90
11	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	3		1	0.79
321	Industria de la madera	3		6	0.74
312	Industria de las bebidas y del tabaco	3		1	0.66
337	Fabricación de muebles y productos relacionados	1		3,6	0.39
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1		3	0.36

Agrupamiento 4. Servicios financieros y de seguros

Sector / Subsector		Identificador de agrupamiento			Coeficiente de asociación
Descriptor		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
52	Servicios financieros y de seguros	4			0.72
93	Actividades del Gobierno	4		1,8	0.62
327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	6		4,1	0.41
461	Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	1		4,5,7	0.35

TABLA 2
COMPOSICIÓN DE LOS AGRUPAMIENTOS INDUSTRIALES
(CONTINUACIÓN)

Agrupamiento 5. Maquinaria y equipo					
Sector / Subsector		Identificador de agrupamiento			Coeficiente de asociación
Descriptor		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
333-336	Maquinaria y equipo	5			0.80
331-332	Industrias metálicas	5			0.73
81	Otros servicios, excepto actividades del gobierno	5	1	2	0.59
313-314	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles; Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	5	1		0.56
315-316	Fabricación de prendas de vestir; Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	5			0.51
21NP	Minería no petrolera	1		5	0.36
431	Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	7		5,2	0.36
461	Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	1		5,4,7	0.36
Agrupamiento 6. Construcción					
Sector / Subsector		Identificador de agrupamiento			Coeficiente de asociación
Descriptor		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
23	Construcción	6			0.89
327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	6		1,4	0.60
337	Fabricación de muebles y productos relacionados	1		6,3	0.42
321	Industria de la madera	3		6	0.37
Agrupamiento 7. Servicios educativos					
Sector / Subsector		Identificador de agrupamiento			Coeficiente de asociación
Descriptor		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
61	Servicios educativos	7			0.91
431	Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	7		2,5	0.50
55	Dirección de corporativos y empresas	7		2	0.49
461	Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	1		7,4,5	0.42
21P	Minería petrolera	1		7	0.39

TABLA 2
COMPOSICIÓN DE LOS AGRUPAMIENTOS INDUSTRIALES
(CONTINUACIÓN)

Agrupamiento 8. Servicios profesionales, científicos y técnicos					
Sector / Subsector		Identificador de agrupamiento			Coeficiente de asociación
Descriptor		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	8		2	0.81
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	1		8	0.39
93	Actividades del Gobierno	4		8,1	0.39

Nota: Los sectores o subsectores secundarios aparecen sombreados.
Fuente: elaboración propia.

Agrupamiento 3: industria alimentaria

La agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza junto con tres actividades pertenecientes a la manufactura ligera (industria alimentaria; industria de las bebidas y del tabaco; industria de la madera) constituyen los subsectores primarios del agrupamiento. A su vez, las dos industrias secundarias se consideran actividades secundarias con un coeficiente de asociación débil, a saber: la fabricación de muebles y productos relacionados y los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas. En este *cluster*, las actividades hegemónicas (por su demanda de insumos) se constituyen por: la industria de la madera, de las bebidas y del tabaco y la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza (véase tabla 2 parte 1).

Agrupamiento 4: servicios financieros y de seguros

Este agrupamiento está conformado por cuatro actividades económicas, dos como primarias y dos como secundarias. Entre las primeras se encuentran los servicios financieros y de seguros y las actividades del gobierno. Si bien, la fabricación de productos a base de minerales no metálicos y el comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco se perfilan como actividades secundarias débilmente vinculadas con el *cluster*; es decir, presentan un coeficiente de asociación en el rango de 0.35 a 0.5, el principal abastecedor de esta cadena es el comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco. Por su parte, la fabricación de productos a base de minerales no metálicos es proveedora de insumos de las actividades

de gobierno. Esta última, junto con los servicios financieros y de seguros, debido a sus coeficientes de asociación primarios, actúan (entre sí) como ofertantes y demandantes de insumos intermedios (véase tabla 2 parte 1).

Agrupamiento 5: maquinaria y equipo

De acuerdo con la tabla 2, ocho actividades económicas integran este grupo. Las industrias metálicas y la fabricación de maquinaria y equipo son las principales abastecedoras del *cluster*. Colateralmente, el subsector textil conformado por fabricación de insumos textiles, acabado de textiles, productos textiles, así como otros servicios excepto actividades de gobierno, se encuentran asociados fuertemente en el presente agrupamiento con coeficientes de carga superiores a 0.5. De manera débil y secundaria, la minería no petrolera y el comercio al por menor y por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco se ligan al resto de las industrias integrantes del *cluster*. En este sentido, la figura A5, del anexo permite observar los eslabones más importantes de la cadena de valor del agrupamiento, ya que incluye únicamente las transacciones intersectoriales superiores al valor medio de las compras de cada actividad. Ejemplo de ello es el comportamiento de la fabricación de insumos textiles, acabado de textiles, productos textiles, misma que surte de insumos a la minería no petrolera y el comercio al por menor y, adicionalmente, sostiene un intercambio bilateral con las industrias metálicas y la fabricación de prendas de vestir y productos de cuero, así como con la fabricación de maquinaria y equipo y otros servicios excepto actividades de gobierno.

Agrupamiento 6: construcción

Lo conforman cuatro actividades económicas, dos con carácter primario y dos con secundario (véase tabla 2). En el núcleo central se localiza parcialmente el sector industrial no manufacturero (construcción), así como la fabricación de productos a base de minerales no metálicos, ésta última una fuerte ofertante y demandante de insumos intermedios. Además, se sitúan dos actividades secundarias manufactureras, a saber: la industria de la madera y la fabricación de muebles y productos relacionados; mismas que presentan una vinculación débil con el agrupamiento (coeficiente de carga menor a 0.5). En este segundo grupo, la fabricación de muebles y productos relacionados

demanda y oferta insumos intermedios a la construcción, la industria de la madera y la fabricación de productos a base de minerales no metálicos. Por su parte, esta última hace lo propio con la construcción, la industria de la madera y la fabricación de muebles y productos relacionados. Dado lo anterior, la figura A6, del anexo, muestra la relevancia de las actividades económicas proveedoras de insumos del *cluster*: a construcción y la fabricación de productos a base de minerales no metálicos.

Agrupamiento 7: servicios educativos

Como se observa en la tabla 2, el agrupamiento se encuentra integrado por cinco actividades: tres primarias y dos secundarias. En el primer bloque se sitúan el comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco, los servicios educativos y la dirección de corporativos y empresas. Dichas industrias se caracterizan por su asociación primaria con el *cluster*, en otras palabras, logran su coeficiente de carga máxima con el citado agrupamiento (nivel 1). De las dos actividades económicas secundarias, a saber: el comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco y la minería petrolera, ninguna está vinculada con el *cluster* en un nivel secundario fuerte, en consecuencia, se catalogan como industrias secundarias con un coeficiente de asociación débil, es decir, en el rango de 0.35 a 0.5. A su vez, la figura A7, del anexo, presenta las principales actividades demandantes de insumos del *cluster*, tal es el caso de: el comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco y la minería petrolera.

Agrupamiento 8: servicios profesionales, científicos y técnicos

Los servicios profesionales, científicos y técnicos además de dos industrias integrantes de la economía terciaria (servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, y actividades de gobierno) constituyen dicho agrupamiento (véase tabla 2 parte 2). Si bien, los servicios de apoyo a los negocios, manejo de desechos, remediación y las actividades de gobierno se encuentran asociados en forma secundaria débil con el agrupamiento, los servicios profesionales, científicos y técnicos exhiben una fuerte asociación con el *cluster*, al registrar un coeficiente de carga superior a 0.5. Por tanto, dicho subsector se caracteriza por ser un demandante y

ofertante hegemónico de insumos intermedios en el agrupamiento. La figura A8, del anexo, muestra como los servicios profesionales, científicos y técnicos mantienen una relación bilateral con los servicios de apoyo a los negocios, manejo de desechos, remediación y las actividades de gobierno, de forma similar, la relación bilateral también se sostiene en el caso de las actividades de carácter secundario.

Cabe mencionar que los resultados correspondientes a la identificación de *clusters* en el entramado productivo tamaulipeco, se encuentran en línea con los reportados por Walle *et al.* (2022) para la misa región, pero con un nivel de desagregación subsectorial. En este sentido, los citados autores (al igual que en el presente trabajo) identifican 8 agrupamientos, en donde 5 de ellos se alinean plenamente con los hallazgos de esta investigación, desagregada escala sectorial (excepto en el caso de la manufactura), tal es el caso de: la industria química, la industria alimentaria, los servicios financieros, la maquinaria y equipo, y los servicios profesionales. Aunque si consideramos las actividades con mayor índice de atracción por compras y ventas, de acuerdo con la determinación de influencias productivas, además de los sectores previamente mencionados habría que agregar: las industrias metálicas (por sus compras), y los servicios de apoyo, la industria de la madera y la minería no petrolera (por sus ventas). Bajo esta perspectiva, la sintonía con el citado trabajo aumentaría a 7 de 8 agrupamientos industriales identificados, al añadir las primeras dos actividades (industrias metálicas y servicios de apoyo) ante la significancia de sus correspondientes influencias productivas.⁸

A su vez, a partir de la información presente en la MIP nacional 2003 y para las ramas de actividad industrial de la Región Noreste, Dávila (2008) reporta 6 agrupamientos (metalmecánico; electrónico; hierro y acero; textiles; automotriz; y metálicos no ferrosos). En nuestro caso, con una desagregación (principalmente) sectorial y aplicada, únicamente, al total de la economía tamaulipeca, 2 de 3 agrupamientos manufactureros identificados se encuentran en sintonía directa (maquinaria y equipo) e indirecta (industria química) con el trabajo descrito.

⁸ Si bien Fuentes y García (2009) determinan influencias productivas mediante la MIP nacional 2003, 4 de los 5 sectores con mayor atracción debido a compras (industrias manufactureras, comercio, construcción y servicios de transporte) y 3 debido a ventas (dirección de corporativos, electricidad, servicios de apoyo y profesionales) se alinean con el presente trabajo.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES⁹

Dado lo anterior, en las siguientes líneas se detallan algunas sugerencias principales de política industrial de carácter regional, en el marco de una creciente integración económica binacional¹⁰ tanto de Tamaulipas como de la Región Noreste (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) (Dávila, 2008; Sandoval *et al.*, 2019) y un subsecuente incremento en su grado de especialización hacia el exterior (Dávila y Escamilla, 2013; Dávila y Valdés, 2019), que pueden contribuir a estimular el entramado productivo en términos de una mejor articulación sectorial del mercado interno a partir del fomento de agrupamientos de actividades económicas.¹¹

En este sentido, debe reforzarse la creación de clústeres industriales y expandirse la base industrial existente, considerando una dinámica que incluya significativamente las proveedurías locales o regionales de insumos. Al vincular las actividades con mayores influencias productivas y grado de asociación, se impulsa la integración de las empresas locales en las cadenas de valor.¹² Para ello es necesario impulsar la infraestructura de transporte y telecomunicaciones presente en los nodos estatales de conectividad y permitir el acceso a insumo locales no comerciables.

Lo anterior debe ligarse a un ambiente de negocios con certidumbre, a través del establecimiento de garantías alrededor de los derechos de propiedad y la validez contractual, con una normatividad clara y transparente. Así como a una estrategia colateral que impulse la oferta de mano de obra calificada; acompañada de una vinculación eficiente entre empresas y universidades.

⁹ Datos estimados con información de INEGI (2019, 2022, 2023a, 2024^a, 2024b) y MIP Tamaulipas (Langle, 2020) (año base 2018).

¹⁰ En 2023 el estado de Texas (Estados Unidos) exportó 486 MMD, situándose en el primer lugar de la Unión Americana (UA) y un crecimiento de 5.86% versus 2022. Entre sus exportaciones (con destino principal México: 28.46%) sobresalen: aceites minerales y de petróleo (21.40%), destilados de petróleo (7.08%), gasolina (6.81%), propano (3.66%) y circuitos electrónicos (2.39%). Asimismo, en 2023, Texas importó 384 MMD; posicionándose como el segundo mayor importador de la UA y un crecimiento respectivo de 4.26%; importando (con origen principal México: 40.82%): aceites minerales y de petróleo (6.93%), computadoras (5.39%), automóviles (4.11%) y destilados de petróleo (2.77%) (TOEC, 2024).

¹¹ Siguiendo los criterios de regionalización presentes en Dávila, (2015), es decir, contigüidad, distancia a la frontera, interacción económica y orografía.

¹² A través de la globalización de las relaciones de capital mediante la industrialización y modernización de las economías, se conforman las cadenas globales de valor como resultado de la búsqueda de rentas en el rendimiento de los factores de producción y la gradual unificación de los mercados (Gereffi, 1994).

A su vez, se considera pertinente reiterar la implementación de acciones de mejora regulatoria que simplifiquen los procesos para la apertura de nuevas empresas vinculadas a los agrupamientos industriales identificados. Además de estimular la inversión privada o las Asociaciones Público-Privadas (APP) e impulsar la profesionalización de la empresa manufacturera tamaulipeca a través de las mejoras en la competitividad.

Además, es necesario establecer un panorama idóneo para la expansión del sector manufacturero, dada la creciente integración económica¹³ entre México y Estados Unidos, especialmente, entre la Región Noreste y Texas, como ofertante y demandante de insumos o productos intermedios.¹⁴ En este sentido, los resultados demuestran que en el caso del agrupamiento encabezado por los derivados del petróleo e industria química, sus actividades vinculadas concentran el 47.11, 50.91, 58.12 y 25.39% de la producción bruta, valor agregado, remuneraciones y exportaciones internacionales del estado, respectivamente. Además, el sector ha incrementado su presencia estatal con el tiempo con coeficientes de localización (LQ; por sus siglas en inglés) 2003 y 2022, en forma respectiva, de 2.13 y 2.93, y muestra una dinámica de crecimiento promedio del PIB de 0.90% durante el periodo (2003-2022).¹⁵

En el caso de la fabricación de maquinaria y equipo, el citado subsector se ha destacado por incrementar su presencia estatal y regional (superior a la nacional), en materia de PIB, con coeficientes de localización de 1.77 y 2.36 en el año 2003, respectivamente, versus 1.99 y 2.37, en forma respectiva en el año 2022, además de una tmca

¹³ Al cierre del 2023, 79.6% de las exportaciones mexicanas tuvieron como destino la economía de Estados Unidos. A su vez, el 42.8% de las importaciones provinieron de dicho país (SE, 2024).

¹⁴ Ejemplo de ello lo constituyen las exportaciones totales de Coahuila (15,460 millones de dólares (md)), Nuevo León (13,042 md) y Tamaulipas (8,536 md), en 2023, constituyendo una tercera parte (28.81%; 37,038 md) de las exportaciones totales del país; las cuales registran una tmca (2007-2023) de 5.99% (Coahuila, 8.64%; Nuevo León, 6.75%; Tamaulipas, 2.71%), y de 3.77% respecto al 2022 (Coahuila, 8.99%; Nuevo León, 5.55%; y Tamaulipas, -3.24%) (INEGI, 2024b).

¹⁵ En contraste, las actividades pertenecientes al *cluster* manufacturero de industria alimentaria concentran solo el 7.51, 8.09, 5.30 y 3.68% de la producción bruta, valor agregado, remuneraciones y exportaciones internacionales, respectivamente, y la citada industria muestra tanto una reducción en su concentración (LQ 2003 = 0.74; LQ 2022 = 0.49) como una dinámica económica negativa (tmca PIB 2003-2022 = -0.43%).

(2003-2022) de 2.66% (Tamaulipas) y 2.35% (Región Noreste).¹⁶ Al interior de la entidad, las actividades vinculadas a dicho *cluster* son responsables del 43.82, 37.75, 29.78 y 76.29% de la producción bruta, valor agregado, remuneraciones y exportaciones internacionales del estado, respectivamente. En consecuencia, será necesario estimular la base industrial y tecnológica estatal, especialmente, en actividades especializadas y con una presencia significativa como la fabricación de equipo de transporte.¹⁷

A su vez, si bien Tamaulipas ha reducido su concentración de actividades secundarias no manufactureras (LQ 2003 = 0.92; LQ 2002 = 0.82) y estas exhiben una tmca (2003-2022) de -1.20%, la Región Noreste transita de una concentración de 0.63 (2003) a 0.77 (2022) y presenta una tmca (2003-2022) de 0.47%. Siguiendo a Dávila *et al.* (2023), la problemática central sectorial se sitúa alrededor del rezago en la producción de energía renovable y la necesidad de esquemas alternativos de financiamiento.¹⁸ Además del impulso descrito al *cluster* identificado (construcción), de manera general, habrá que: 1) establecer medidas compensatorias en los emplazamientos extractivos y transparentar su información; 2) promover el desarrollo de centrales renovables de generación de energía e impulsar su eficiencia final; 3) fomentar la generación de actividades primarias tecnificadas y articuladas; 4) promover esquemas de participación privada en el sector energético; y 5) regularizar las condiciones laborales en torno al sector de la construcción.¹⁹

Asimismo, es pertinente no dejar de lado el potencial del estado para agrupar sectores terciarios como lo evidenciaron los agrupa-

¹⁶ A diferencia de la industria química (0.38%) y alimentaria (-3.79%), la fabricación de maquinaria y equipo [subsector 333-336] muestra una tmca (2007-2023) en sus exportaciones (2007-2023) de 3.60%.

¹⁷ De acuerdo con INEGI (2024a), Tamaulipas dispone de 71 establecimientos (mayores a 250 personas) pertenecientes a dicho subsector, mientras que la Región Noreste hace lo propio con 295 unidades económicas, para un total de 1021 emplazamientos a nivel nacional.

¹⁸ Cabe mencionar que en el grueso de la Región Noreste se localiza la Cuenca de Burgos, durante las últimas dos décadas ha sido responsable de alrededor de una cuarta parte en promedio de la producción nacional de gas no asociado. La Cuenca se extiende por 19 de 43 municipios tamaulipecos (Roux, 2020).

¹⁹ En el caso de las industrias vinculadas al *cluster* de construcción, estas representan, en forma respectiva, solo el 5.49, 5.46, 5.71 y 2.91% de la producción bruta, valor agregado, remuneraciones y exportaciones internacionales del estado. Dicha actividad presenta una reducción en su concentración (LQ 2003 = 1.27; LQ 2022 = 0.72), así como una contracción promedio en su PIB (tmca = -2.11%).

mientos pertenecientes a servicios de: 1) esparcimiento; 2) financieros; 3) educativos; y 4) profesionales. Tal es el caso de los servicios educativos, cuyas industrias vinculadas al clúster constituyen el 14.32, 23.84, 21.82 y 5.59% de la producción bruta, valor agregado, remuneraciones y exportaciones internacionales, respectivamente. Este sector además de mostrar crecimiento promedio en su PIB (tmca = 0.77%) también incrementa su presencia durante el periodo (LQ 2003 = 0.86; LQ 2022 = 0.96).²⁰ Por su parte, las actividades ligadas al *cluster* de servicios financieros son responsables del 9.79, 15.08, 21.58 y 3.97% de la producción bruta, valor agregado, remuneraciones y exportaciones internacionales del estado, y dichos servicios destacan por su crecimiento económico durante el periodo (tmca PIB = 6.41%), así como por mantener su nivel de concentración (LQ 2003 – 2022 = 0.6); situación que se repite para el *cluster* de servicios de esparcimiento el cual hace lo propio, en forma respectiva, con 11.15 (producción bruta), 19.37 (valor agregado, 6.03 (remuneraciones) y 2.84 (exportaciones internacionales) %, además de mostrar una tmca del PIB de 1.15% para los citados servicios.

Estos elementos permiten justificar el impulso a los polos de desarrollo tanto turísticos como de servicios financieros y de salud (al sureste y norte del estado, respectivamente), actividades que pudieran expandirse hacia el resto de la Región Noreste a partir de su amplia franja fronteriza con Estados Unidos, a través del estado de Texas (1,352.9 kilómetros o 43% de la frontera entre ambos países), y su elevado grado de conectividad.²¹

²⁰ En contraste, las actividades vinculadas al *cluster* de servicios profesionales solo constituyen, en forma respectiva, el 3.40, 5.20, 15.64 y 0.60% de la producción bruta, valor agregado, remuneraciones y exportaciones internacionales del estado. A pesar de que dicho sector sostiene su presencia estatal en el tiempo (LQ 2003 – 2022 = 0.42) y muestra una dinámica positiva en su PIB (tmca = 1.32%).

²¹ La Región Noreste cuenta con cuatro ejes carreteros de un total de 15 presentes en el territorio nacional: dos longitudinales (México–Nuevo Laredo con ramal a Piedras Negras; Veracruz–Monterrey con ramal a Matamoros) y dos transversales (Mazatlán–Matamoros; Manzanillo–Tampico con ramal a Lázaro Cárdenas) (CANACAR, 2016), así como con 25 puentes y/o cruces fronterizos en operación (18 de los cuales se localizan en Tamaulipas) de un total de 56 entre México y Estados Unidos; lo que representa el 45% de las conexiones entre ambos países (CILA, 2024). Además, la Región Noreste concentra casi dos terceras partes de los flujos comerciales del país correspondientes a exportaciones (65.14%) e importaciones (59.96%), mediante sus aduanas terrestres (Nuevo Laredo, Matamoros y Piedras Negras) y puertos (Tampico y Altamira) (SCT, 2023).

Finalmente, entre las futuras líneas de investigación sobresale, principalmente, el emplear una mayor desagregación de las actividades económicas analizadas, con el objeto de realizar un análisis más detallado (a nivel de rama económica, por ejemplo) tanto de los flujos de comercio centrales (exportaciones e importaciones) entre Tamaulipas y Texas, como de sus correspondientes implicaciones de política industrial. Consecuentemente, en términos metodológicos, sería pertinente contrastar la precisión del Método de Componentes Principales con una técnica de *clustering* basada en algoritmos jerárquicos particionados, adecuada para una desagregación mayor de actividades, y desde una base de datos que explicita los vínculos de las economías de Texas y Tamaulipas de manera integral.

REFERENCIAS

- Alarcón, Moisés (2008). Encadenamientos productivos y jerarquías de sectores de base tecnológica en México. *EconoQuantum*, 15(2), 73-94. <https://doi.org/10.18381/eq.v15i2.7129>
- Cámara Nacional del Autotransporte de Carga. (CANACAR). (2016). Ejes de transporte. <https://canacar.com.mx/app/uploads/2016/02/EJES-DE-TRANSPORTE.pdf>
- Carazo, Fernando y Amat, Rodrigo (2023). *Detección de comunidades en grafos y redes con Python*. Ciencia de Datos. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10006330>
- Cerezo, Verónica y Landa, Heri (2023). El teorema Stolper-Samuelson, brecha salarial y liberalización comercial: análisis comparativo de México y Estados Unidos, 1990-2020. *Investigación Económica*, 82(323), 105-131. <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2023.323.84380>
- Dávila, Alejandro y Valle, Gabriela (2003). Potencialidades de desarrollo de la región centro del estado de Coahuila. Reporte para la Secretaría de Economía (SE). Universidad Autónoma de Coahuila. https://www.cise.uadec.mx/downloads/sig_davila/estudio2.pdf
- Dávila, Alejandro (2008). Los clusters del noreste de México (1993 – 2003). Perspectivas del desarrollo en el marco de una mayor integración económica con Texas. *Región y Sociedad*, 20(41), 57-88. <https://doi.org/10.22198/rys.2008.41.a518>
- Dávila, Alejandro (2015). ¿Por qué y cómo elaborar modelos interregionales de insumo-producto mediante la aplicación de métodos indirectos de estimación?. En Alejandro Dávila (Coord.), *Modelos interregionales de insumo-producto de la economía mexicana*, 7-26. Miguel Ángel Porrúa, Ciudad de México. <https://www.cise.uadec.mx/>

Dávila, Alejandro y Escamilla, Antonio (2013). Apertura comercial, cambios en la estructura productiva y desempeño de la economía de los estados de la frontera norte de México: 1993-2004. *Región y Sociedad*, 25(56), 9-42. <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v25n56/v25n56a1.pdf>

Dávila, Alejandro y Valdés, Miriam (2019). Región Noreste de México: exposición ante cambios en las exportaciones. En A. Dávila-Flores (coordinador), *Modelos económicos de las regiones de México* (pp. 71-108). Miguel Ángel Porrúa, Ciudad de México. <https://www.cise.uadec.mx/>

Dávila, Alejandro, Valdés, Miriam y Rojas, José Antonio (2023). Notas sueltas sobre la transición energética. *Revista de Economía Mexicana*, 2023(8), 295-342. <https://www.researchgate.net/publication/371469805>

Feser, Edward y Bergman, Edward (2000). National industry cluster templates: A framework for applied regional cluster analysis. *Regional Studies*, 34(1), 1-19. <https://doi.org/10.1080/00343400050005844>

Flegg, Anthony, Webber, C. y Elliot, M. (1995). On the Appropriate Use of Location Quotients in Generating Regional Input-Output Tables. *Regional Studies*, 29(1), 547-561. <https://doi.org/10.1080/00343409512331349173>

Flegg, Anthony y Webber, C. (1997). On the Appropriate Use of Location Quotients in Generating Regional Input-Output Tables: Reply. *Regional Studies*, 31(1), 795-805. <https://doi.org/10.1080/713693401>

Fuentes, Noe (2008). Elementos de la política de desarrollo empresarial: el caso de Baja California, México. *Región, Industria y Competitividad*, 1(1), 152-172. http://www.ric.ufc.br/evento1/noe_aron_fuentes.PDF

Fuentes, Noe y García, Adelaido (2009). Jerarquización sectorial de la economía mexicana: un enfoque de teoría de grafos. *Problemas del desarrollo*, 40(158), 137-159. <https://doi.org/10.22201/ieec.20078951e.2009.158.7771>

Gaytán, Edgar y Ramos, Juan (2017). Articulación de sectores y crecimiento económico en Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas*, 25(1), 7-23. <https://doi.org/10.18359/rfce.1416>

Gereffi, Gary (1994). The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U. S. Retailers Shape Overseas Production Networks. En G. Gereffi y M. Korzeniewicz, *Commodity Chains and Global Capitalism* (pp. 96-122). Praeger, Westport. ISBN: 0-275-94573-1.

Glaeser, Edward, Kallal, Hedi, Scheinkman, José y Shleifer, Andrei (1992). Growth in Cities. *Chicago Journals*, 100(6), 1126-1152. <https://www.jstor.org/stable/2138829>

Hill, Edward y Brennan, John (2000). A Methodology for Identifying the Drivers of Industrial Clusters: The Foundation of Regional Competitive Advantage. *Economic Development Quarterly*, 24(1), 65-96. <https://doi.org/10.1177/089124240001400109>

INEGI (2019). *Censos Económicos*. Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC). <https://www.Inegi.org.mx/app/saic/>

INEGI (2023a). *PIB por entidad federativa*. Banco de Información Económica. <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>

INEGI (2023b). *Matriz de Insumo Producto (MIP). Año base 2018*. <https://www.inegi.org.mx/programas/mip/2018/#tabulados>

INEGI (2024a). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

INEGI (2024b). *Exportaciones por entidad federativa*. Economía y Sectores Productivos. <https://www.inegi.org.mx/temas/exportacioneseef/>

Keilbach, Max (2000). *Spatial Knowledge Spillovers and the Dynamics of Agglomeration and Regional Growth*. Physica Heidelberg, Berlin. ISBN: 978-3-642-57698-0

Langle, Miguel (2020). El sector productivo de Tamaulipas a través del modelo de insumo-producto. *Estudios Sociales*, 30(55), 1-49. <https://doi.org/10.24836/es.v30i55.934>

Mariña, Abelardo (1993). El enfoque iterativo: cadenas productivas y bloques de interdependencia. En A. Mariña-Flores (coordinador), *Insumo-producto: Aplicaciones básicas al análisis económico estructural* (pp. 269-290). Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México. ISBN: 970-620-316-8

Martínez, Sárach (2008). Clústeres y sistemas productivos locales en la frontera norte de México: Baja California. *Revista Pueblos y Fronteras*, 6(1), 1-38. <https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2008.6.197>

Morillas, Antonio (1995). Aplicación de la teoría de grafos al estudio de los cambios en las relaciones intersectoriales de la economía andaluza en la década de los 80, En Antonio Morillas (Coord.), *Cuentas regionales e Input-Output*, 7-30. IEA, Sevilla. <https://econwpa.ub.uni-muenchen.de/econ-wp/urb/papers/0512/0512001.pdf>

Navarro, Mikel (2003). Análisis y políticas de clusters: teoría y realidad. *Ekonómia*, 53(2), 14-49. ISSN: 0213-3865. <https://cutt.ly/POLao6S>

Porter, Michael (1990). The competitive advantage of nations, *Harvard Business Review*, 68, 73-93. <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations>

Porter, Michael (2003). The Economic Performance of Regions. *Regional Studies*, 37(1), 549-578. <https://doi.org/10.1080/0034340032000108688>

Rinconada, Fermín, Galván, Antonio y García, Francisco (2021). Identificación del cluster citrícola y medición de su eficiencia colectiva en el estado de Tamaulipas. *Agricultura, Sociedad y Territorio*, 18(2), 259-278. <https://doi.org/10.22231/asyd.v18i2.996>

Roux, Ruth (2020). Industria extractiva y violencia en el noreste de México. *Revista Internacional de Humanidades*, 5(2), 1-15. <https://www.researchgate.net/publication/325098384>

Sandoval, Seyka, Morales, Mario y Díaz, Héctor (2019). Estrategia de escalamiento en las cadenas globales de valor. *Entreciencias*, 7(20), 35-52. <https://doi.org/10.0.86.185/enesl.20078064e.2019.20.68425>

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (2023). *Anuario Estadístico. Sector Comunicaciones y Transportes*. Gobierno de México. <https://www.sct.gob.mx/planeacion/estadistica/anuario-estadistico-sct/>
- Secretaría de Economía (SE). (2022). *Acciones y Programas. Inversión Extranjera Directa*. Gobierno de México. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/informacion-estadistica-de-la-inversion-extranjera-directa>
- Secretaría de Economía (SE). (2024). *Estadísticas mexicanas de comercio exterior por fracción, clave del país, valor y volumen*. Gobierno de México. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/estadistica-de-comercio-exterior-importaciones-y-exportaciones-de-mexico>
- The Observatory of Economic Complexity (TOEC). (2024). *Texas. Latest Trends*. Center for Collective Learning. https://oec.world/en/profile/sub-national_usa_state/tx
- Valdés, Miriam (2014). *Apertura comercial y desempeño de la economía del estado de Jalisco* (tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Coahuila. https://www.cise.uadec.mx/downloads/tesis/Doctorado2010-2013_VIM.PDF
- Valdés, Miriam (2008). *Cluster automotriz en México. Un análisis de eficiencia económica: 1988 – 2003* (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Coahuila. https://www.cise.uadec.mx/downloads/tesis/Maestría2006-2008_VIM.PDF
- Walle, Grecia, García, Francisco y Legarreta, Martín (2022). *Clusters y encadenamientos en la economía de Tamaulipas (México) desde la Matriz Insumo Producto*. *Economía, Sociedad y Territorio*, 22(69), 457-491. <https://doi.org/10.22136/est20221718>

ANEXO

TABLA A1 (PARTE 1)
TAMAULIPAS: MIP. TRANSACCIONES. MILLONES DE PESOS A PRECIOS BÁSICOS, 2018

	11	21P	21NP	22	23	311	312	313-314	315-316
11	583	-	0	0	6	5,113	255	86	7
21P	-	42	0	-	-	-	-	-	-
21NP	0	1	0	6	29	1	1	0	0
22	344	178	24	323	154	392	101	69	79
23	15	11	8	0	2,035	10	0	0	0
311	803	-	0	0	0	844	102	0	13
312	1	-	0	0	1	5	14	1	3
313-314	4	-	-	0	0	10	0	78	119
315-316	0	1	0	0	49	5	0	1	105
321	14	9	23	1	198	8	5	2	4
322-323	30	2	0	1	8	125	30	10	33
324-326	1,040	1,185	59	1,495	1,391	858	851	153	71
327	5	19	0	1	1,288	107	166	0	1
331-332	14	255	1	141	1,520	50	116	1	2
333-336	52	122	1	31	500	14	3	12	12
337	-	-	-	0	68	0	0	-	-
339	2	6	0	7	190	1	0	3	19
431	402	125	8	72	1,114	1,080	109	34	55
461	459	142	8	82	1,271	1,232	124	39	63
48-49	338	478	4	53	658	571	145	27	29
51	2	38	1	2	24	26	4	1	2
52	29	75	2	7	45	31	3	2	3
53	3	121	3	18	216	190	27	13	28
54	10	82	12	46	256	103	11	1	5
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	8	41	29	28	100	234	79	16	28
61	0	1	0	1	1	2	0	0	0
62	-	-	0	0	0	0	0	-	0
71	-	-	0	0	0	0	0	0	-
72	2	66	0	2	17	11	1	0	1
81	16	280	6	49	75	42	7	1	2
93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UR	4,176	3,278	191	2,369	11,215	11,064	2,152	551	685
UIR	3,622	3,717	12	2,432	12,608	7,497	2,003	391	563
UI	1,666	3,498	68	3,536	5,882	4,509	1,928	586	961
UM	5,288	7,215	80	5,968	18,490	12,006	3,931	977	1,524
VAB	16,384	20,637	459	14,545	29,374	14,267	6,578	897	1,331
REM	2,716	1,117	59	2,564	7,863	1,585	615	278	650
ISPNS	1	75	2	182	143	90	30	5	8
EBO	13,668	19,445	398	11,799	21,369	12,592	5,933	614	673
PB	25,889	31,271	738	23,596	59,215	37,438	12,702	2,430	3,548

Nota: UR = usos de origen regional; UIR = usos de origen interregional; UI = usos de origen internacional; UM = usos de origen importado; PB = producción bruta; VAB = valor agregado bruto; ISPNS = impuestos netos sobre la producción; REM = remuneración de los asalariados; EBO = excedente bruto de operación.

La nomenclatura de la actividad económica se puede examinar en la tabla 1.

Fuente: elaboración propia a partir de la información del anexo 1 presente en Langle (2020).

TABLA A1 (PARTE 2)

TAMAULIPAS: MIP. TRANSACCIONES. MILLONES DE PESOS A PRECIOS BÁSICOS, 2018

	321	322-323	324-326	327	331-332	333-336	337	339	431	461	48-49
11	150	11	60	1	0	0	7	14	0	-	-
21P	-	-	5,970	-	0	-	-	-	-	-	-
21NP	0	0	4	47	155	1	0	1	0	-	0
22	28	148	797	160	759	1,373	27	68	331	1,363	119
23	0	0	2	0	0	0	0	0	5	5	3
311	0	9	41	4	0	0	-	0	10	0	37
312	0	1	56	12	4	11	0	2	2	0	10
313-314	0	68	10	2	2	138	26	24	22	21	1
315-316	0	1	11	2	2	23	7	6	9	3	2
321	147	3	18	5	40	101	154	28	23	15	23
322-323	4	947	128	64	105	950	43	168	225	137	13
324-326	126	844	23,557	440	704	7,889	419	667	315	404	8,135
327	2	2	47	209	21	132	9	18	19	3	118
331-332	10	9	78	29	1,278	2,811	85	108	8	8	217
333-336	8	39	176	25	383	29,902	59	207	396	274	1,044
337	0	0	-	-	0	3	147	0	0	3	-
339	1	10	87	17	16	168	3	1,097	17	28	34
431	33	199	985	167	649	2,729	73	132	133	58	341
461	37	227	1,125	190	740	3,114	84	151	193	62	389
48-49	23	114	749	118	501	1,567	34	64	802	737	5,234
51	1	5	13	4	12	35	1	2	64	42	54
52	1	11	44	12	34	38	2	2	350	212	61
53	7	48	135	28	81	434	26	28	721	1,383	226
54	2	19	64	9	36	130	5	5	206	220	117
55	0	0	1	0	0	0	-	0	1	0	0
56	6	76	308	74	232	617	13	27	826	421	212
61	0	0	1	0	1	53	0	0	0	0	9
62	-	0	1	-	0	-	-	-	0	0	16
71	-	-	0	0	0	0	0	-	0	0	-
72	0	6	28	3	13	64	1	1	15	7	63
81	1	12	60	9	33	92	1	2	20	26	296
93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UR	589	2,810	34,555	1,630	5,801	52,374	1,226	2,821	4,711	5,431	16,776
UIR	723	2,801	60,116	2,087	9,674	65,464	3,072	4,854	6,715	7,204	13,683
UI	295	3,716	70,628	944	9,547	201,694	2,934	16,618	3,277	5,247	14,645
UM	1,018	6,518	130,744	3,031	19,222	267,158	6,006	21,472	9,992	12,451	28,329
VAB	1,187	4,604	58,183	3,036	10,430	117,419	3,860	9,533	53,704	64,166	74,556
REM	318	1,108	10,082	480	1,965	29,923	1,452	4,025	2,295	13,709	17,836
ISPNS	7	32	464	18	86	1,025	27	107	187	309	59
EBO	862	3,463	47,638	2,538	8,380	86,471	2,380	5,401	51,221	50,148	56,780
PB	2,798	13,986	231,014	7,730	35,545	437,388	11,111	33,858	68,751	82,298	121,249

Fuente: elaboración propia a partir de la información del anexo 1 presente en Langle (2020).

TABLA A1 (PARTE 3)

TAMAULIPAS: MIP. TRANSACCIONES. MILLONES DE PESOS A PRECIOS BÁSICOS, 2018

	51	52	53	54	55	56	61	62	71	72	81	93
11	0	-	0	6	-	-	0	12	0	240	2	0
21P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21NP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	95	93	442	56	0	66	249	198	16	161	116	317
23	1	11	3	4	0	6	45	34	3	1	1	108
311	16	0	23	5	0	51	11	72	12	246	23	59
312	55	4	67	6	0	13	9	16	10	229	5	44
313-314	0	0	2	0	0	21	2	14	3	18	16	6
315-316	2	1	0	0	0	3	7	12	5	2	2	29
321	5	0	9	2	0	2	1	31	1	16	2	1
322-323	11	197	20	94	0	69	104	83	19	77	16	272
324-326	106	49	363	92	0	303	167	1,957	18	339	375	443
327	42	1	63	16	0	8	4	6	3	15	3	6
331-332	46	1	44	9	0	35	42	31	6	11	117	8
333-336	155	74	155	90	0	52	26	22	2	79	189	61
337	0	27	1	0	0	1	11	5	0	6	0	9
339	1	46	7	27	0	6	34	354	3	66	25	67
431	97	44	110	77	0	91	47	230	16	150	87	82
461	102	50	126	87	0	104	54	263	15	171	100	93
48-49	86	232	203	69	0	101	107	151	8	104	73	327
51	76	59	70	36	0	49	41	18	7	27	17	155
52	35	490	21	21	1	12	12	29	1	12	2	171
53	528	345	169	127	0	110	137	178	39	198	161	335
54	117	163	258	40	0	75	58	77	7	15	34	392
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
56	328	888	96	89	0	49	90	175	46	228	31	385
61	13	1	11	13	-	7	11	3	1	0	1	33
62	0	361	0	0	0	0	0	291	0	1	0	3
71	0	-	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
72	21	35	19	19	0	7	41	27	1	7	5	209
81	49	54	31	23	0	8	33	73	7	11	9	191
93	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UR	1,986	3,231	2,314	1,013	2	1,250	1,344	4,362	247	2,430	1,411	3,807
UIR	884	4,114	2,557	377	1	571	1,634	3,574	23	3,748	969	5,118
UI	1,018	934	1,372	620	0	734	791	1,772	99	1,251	1,356	776
UM	1,902	5,047	3,929	997	1	1,305	2,425	5,346	122	4,999	2,326	5,893
VAB	4,961	15,106	57,110	5,959	4	8,625	24,939	18,389	684	13,153	10,352	21,049
REM	923	3,503	1,598	1,821	1	5,358	21,497	14,428	196	2,698	3,838	20,514
ISPNS	21	352	135	18	0	27	113	88	3	53	23	410
EBO	4,018	11,252	55,377	4,121	3	3,240	3,329	3,873	485	10,402	6,491	124
PB	8,865	23,372	63,423	7,994	7	11,196	28,956	28,631	1,061	20,882	14,099	32,136

Fuente: elaboración propia a partir de la información del anexo 1 presente en Langle (2020).

TABLA A1 (PARTE 4)

TAMAULIPAS: MIP. TRANSACCIONES. MILLONES DE PESOS A PRECIOS BÁSICOS, 2018

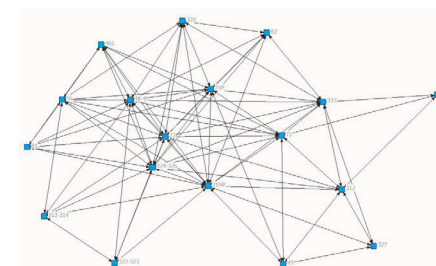
	CP	CG	FBCF	VE	EIR	EI	PB
11	6,629	-	577	183	7,381	4,567	25,889
21P	-	-	5,523	0	16,523	3,212	31,271
21NP	-	-	51	7	-	434	738
22	14,672	-	-	-	56	222	23,596
23	-	635	56,266	0	-	-	59,215
311	21,149	-	-	87	10,419	3,403	37,438
312	3,792	-	-	18	6,652	1,659	12,702
313-314	375	-	-	8	9	1,430	2,430
315-316	1,575	-	-	3	528	1,151	3,548
321	112	-	-	7	1,767	22	2,798
322-323	919	74	-	33	3,112	5,863	13,986
324-326	38,887	-	-	1,585	89,959	45,770	231,014
327	43	-	-	6	3	5,343	7,730
331-332	235	-	4,619	118	3,724	19,759	35,545
333-336	11,100	-	19,593	717	-	371,812	437,388
337	47	-	45	0	-	10,737	11,111
339	1,813	-	35	4	2,005	27,656	33,858
431	24,910	-	7,283	-	14,469	12,559	68,751
461	35,978	-	8,781	-	11,499	15,142	82,298
48-49	41,402	-	7,848	-	41,482	16,814	121,249
51	6,228	29	365	-	873	484	8,865
52	19,941	185	-	-	-	1,474	23,372
53	56,357	5	276	-	-	719	63,423
54	735	791	854	-	1,239	1,804	7,994
55	-	-	-	-	4	-	7
56	664	-	-	-	3,231	1,525	11,196
61	7,894	20,881	-	-	-	17	28,956
62	8,131	16,943	-	-	2,854	29	28,631
71	894	162	-	-	-	2	1,061
72	16,781	-	-	-	3,409	-	20,882
81	12,396	-	-	-	-	183	14,099
93	250	31,880	-	-	-	-	32,136
UR	333,908	71,586	112,116	2,777	221,198	553,792	1,483,176
UIR	34,888	6,572	22,734	741	-	-	297,743
UI	36,118	-	36,343	1,589	-	-	436,951
UM	64,209	6,778	59,076	2,330	14,932	-	743,037
VAB							
REM							
ISPNS							
EBO							
PB							

Nota: CP = consumo privado; CG = consumo de gobierno; FBCF = formación bruta de capital fijo; VE = variación de existencias; EIR = exportaciones interregionales; EI = exportaciones internacionales.

Fuente: elaboración propia a partir de la información del anexo 1 presente en Langle (2020).

FIGURA A1

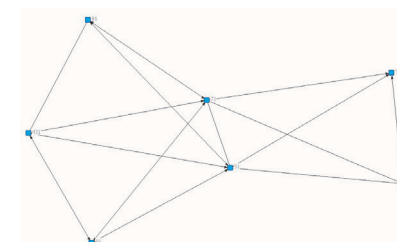
AGRUPAMIENTO 1. DERIVADOS DEL PETRÓLEO Y DEL CARBÓN; E INDUSTRIAS QUÍMICAS



Fuente: elaboración propia.

FIGURA A2

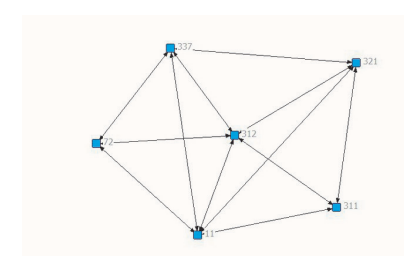
AGRUPAMIENTO 2. SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO, CULTURALES Y DEPORTIVOS Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS



Fuente: elaboración propia.

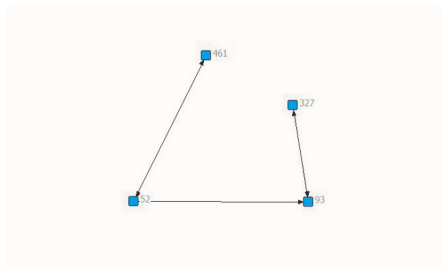
FIGURA A3

AGRUPAMIENTO 3. INDUSTRIA ALIMENTARIA



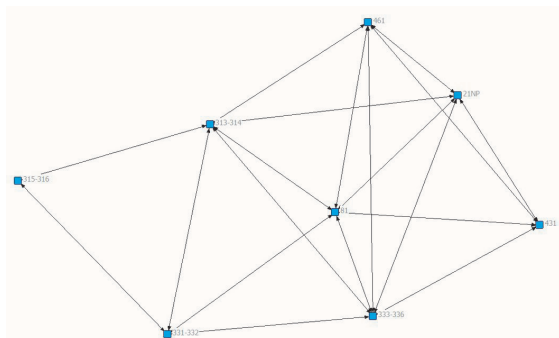
Fuente: elaboración propia.

FIGURA A4



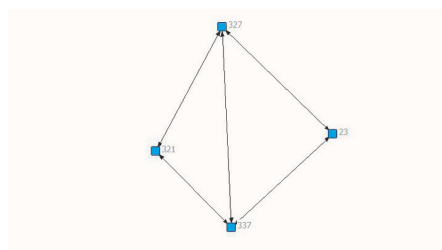
Fuente: elaboración propia.

FIGURA A5



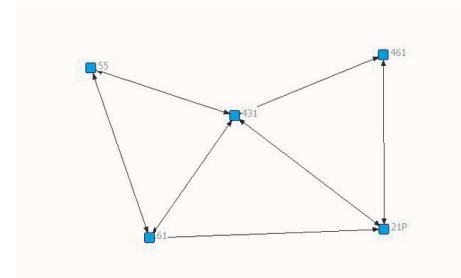
Fuente: elaboración propia.

FIGURA A6



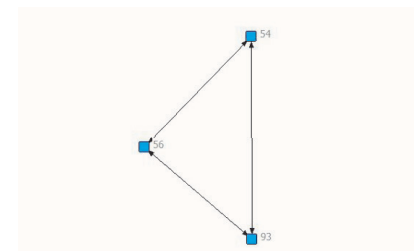
Fuente: elaboración propia.

FIGURA A7



Fuente: elaboración propia.

FIGURA A8



Fuente: elaboración propia.



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

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

Emisiones de metano de residuos sólidos y crecimiento económico en 30 países latinoamericanos y del Caribe

RAMIRO FLORES-XOLOCOTZI*

RESUMEN

Se investigó la hipótesis de curva ambiental de Kuznets (CAK) en emisiones de metano de vertedero de residuos sólidos (MVRS) y de incineración/quema a cielo abierto de residuos sólidos (MIRS) en 30 países latinoamericanos y del Caribe (1988-2020). Se aplicaron pruebas de raíz unitaria, cointegración y técnicas de mínimos cuadrados completamente modificados, mínimos cuadrados dinámicos y efectos comunes correlacionados. Se halló una relación positiva entre emisiones de MVRS y el PIB per cápita y urbanización. Además, se encontró una CAK en emisiones de MIRS. Es factible que emisiones de MIRS disminuyan con incrementos del PIB, ya que la quema a cielo abierto se puede sustituir con nuevas tecnologías de vertedero sin recuperación de energía (la recuperación es rudimentaria regionalmente). Otras investigaciones deberán contrastar estos resultados con otras técnicas y variables como desigualdad económica e inversión.

Palabras clave: Cambio climático, datos de panel, incineración, vertederos.

Clasificación JEL: Q00, Q53, Q54, 044, C33.

* Investigador en Estudios Urbanos, Economía y Manejo de Recursos Naturales de la Unión de Investigadores para la Sustentabilidad S.A.S. Correo electrónico: pinos42@hotmail.com. ORCID: 0000-0001-9979-1057.

ABSTRACT**Methane Emissions from Solid Waste and Economic Growth in 30 Latin American and Caribbean Countries**

This study investigates the environmental Kuznets curve hypothesis in methane emissions from landfill solid waste (MVRS) and methane emissions from incineration/open burning solid waste (MIRS) in 30 Latin American and Caribbean countries (1988-2020). Unit root tests, cointegration tests and fully modified least squares, dynamic least squares, and correlated common effects techniques were applied. A positive relationship was found between MVRS emissions and GDP per capita and urbanization. Furthermore, evidence of CAK was found for the MIRS emissions. It is possible that MIRS emissions will decrease with increases in GDP because incineration/open burning is being replaced by advanced landfill technologies without energy recovery, since it is incipient regionally. Therefore, new research should consider variables such as investment and economic inequality with other econometric techniques.

Keywords: Climate change, panel data, incineration, landfills.

JEL classification: Q00, Q53, Q54, 044, C33.

INTRODUCCIÓN

A partir de la Revolución Industrial, las actividades humanas han incrementado notoriamente la emisión de gases de efecto de invernadero (GEI) alterando así un cambio climático global que se había dado de manera natural en la evolución misma del clima del planeta (Ahmed *et al.*, 2022). Una fuente de emisión antropogénica de los GEI, son los residuos sólidos, ya sea por su incineración o a partir de vertederos o sitios de disposición. Estos pueden ser controlados (rellenos sanitarios), sin control y al aire libre (Hupponen *et al.*, 2023; Rahman *et al.*, 2021). Los residuos sólidos son generados por diversas actividades humanas en los hogares, oficinas, o bien por actividades productivas como la industria, o la prestación de servicios como el turismo y del sector salud (Sáez y Urdaneta, 2014; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [en adelante IPCC por sus siglas en inglés], 2006).

De los GEI derivados de residuos sólidos, el metano es de especial importancia debido a que atrapa más calor que el bióxido de carbono,

con potencial de calentamiento global de 84 a 87 en un horizonte de 20 años (Verma y Borongan, 2022; Agencia Internacional de Energía [en adelante IEA por sus siglas en inglés], 2021). Por esta razón, las investigaciones sobre emisiones de GEI de residuos sólidos son de especial interés (Lee *et al.*, 2016). Un ejemplo de esto, son los estudios sobre residuos sólidos, emisión de GEI y la relación de ambos con el crecimiento económico, dirigidos a probar respectivamente la hipótesis de curva ambiental de Kuznets (CAK) (Gnonlonfin *et al.*, 2017; Lee *et al.*, 2016). En consecuencia, existen diversas investigaciones económicas sobre emisiones de GEI generados por residuos sólidos, particularmente de bióxido de carbono y su relación con el crecimiento económico. Sin embargo, sobre el metano, las investigaciones son escasas internacionalmente (Rahman *et al.*, 2021; Ari y Şentürk, 2020; Lee *et al.*, 2016).

De probarse la existencia de una CAK, se podría proporcionar evidencia que las emisiones de GEI empiezan a declinar ante incrementos del crecimiento económico, medido por ejemplo a través de una medida de ingreso como el PIB (Ari y Şentürk, 2020; Rahman *et al.*, 2021). Entre los pocos estudios internacionales de CAK sobre emisiones de metano de residuos sólidos está el trabajo de Ari y Şentürk (2020). Ellos encontraron en países del Grupo de los 7 (Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Reino Unido y Estados Unidos de América): una curva inversa en N empleando un modelo autorregresivo de rezagos distribuidos para datos de panel (Ari y Şentürk, 2020). Por otra parte, Rahman *et al.* (2021) encontraron una relación positiva entre emisiones de metano de residuos sólidos y PIB per cápita en Arabia Saudita.

Aunque los estudios de CAK son escasos en el tema de emisiones de metano de residuos sólidos, hay que destacar que para el caso de generación de residuos sólidos y CAK existen múltiples investigaciones (Trujillo *et al.*, 2013; Gnonlonfin *et al.*, 2017). Por lo anterior, este trabajo tiene como objetivo determinar si existe evidencia estadística de una CAK considerando respectivamente la relación de emisiones de metano de vertederos de residuos sólidos y de la incineración de residuos sólidos con el PIB per cápita nacional de 30 países latinoamericanos y del Caribe entre los años 1988 a 2020, teniendo como variable control el nivel de urbanización.

En consecuencia, este trabajo es uno de los primeros estudios económicos internacionales de CAK en la región sobre emisiones de metano provenientes de residuos sólidos de vertedero y de su incineración y quema a cielo abierto. Considerando a su vez aspectos estadísticos de dependencia transversal en las variables como criterio de selección de pruebas de raíz unitaria, cointegración y estimación de coeficientes de largo plazo. Si bien considera sólo como variable control el nivel de urbanización, se deja para futuros trabajos el empleo de otras variables control, como se señala posteriormente en esta investigación.

1. MARCO TEÓRICO Y SITUACIÓN ACTUAL

1.1. Teoría de CAK

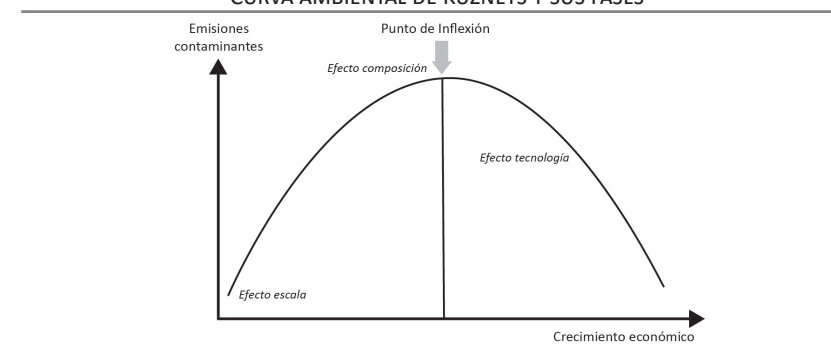
Los estudios económicos sobre la hipótesis de CAK se basan en los trabajos de Simon Kuznets, en los cuales se concluía que la desigualdad per cápita del ingreso disminuía ante avances en el crecimiento económico de las naciones, esta relación económica se representa gráficamente por una curva en U inversa que se denominó como “Curva de Kuznets” (Olivares y Hernández, 2021; Stern, 2017). Posteriormente, este modelo de relación económica fue retomada por Grossman y Krueger (1995), ellos aplicaron la teoría de Kuznets para estudiar la relación entre emisión de contaminantes con crecimiento económico. En sus resultados encontraron evidencia estadística de que la relación entre la emisión de contaminantes con el crecimiento económico (medido a través de indicadores de ingreso como el PIB per cápita) en algunos casos adoptaban una forma de U inversa (figura 1). Proporcionando evidencia, de que había un momento en dicha relación en que a mayor crecimiento económico disminuía la emisión de contaminantes (Grossman y Krueger, 1995).

Lo anterior significa que la contaminación ambiental es una función creciente de la actividad económica hasta que se alcanza un determinado nivel de ingreso, a partir del cual ocurre un punto de inflexión que da a la curva una forma de U inversa. Consecuentemente mayores niveles de ingreso se relacionarán con menores niveles de contaminantes (Gnonlonfin *et al.*, 2017; Stern, 2017). Al respecto de los efectos, la forma de la curva y su posible punto de inflexión (*turning*

point) se explica mediante las siguientes etapas teóricas, denominadas como efectos (Stern, 2017; Zilio y Caraballo, 2014) (véase figura 1):

- Efecto escala.** En una primera fase de crecimiento económico, existe una relación positiva de éste con las emisiones de contaminación ambiental. Se puede entender como el deterioro ambiental necesario para promover el crecimiento.
- Efecto composición.** En esta fase, el crecimiento conduce a una industrialización. Lo cual conlleva cambios en las actividades y procesos productivos. En esta etapa ocurre la mayor degradación ambiental. Además, ocurren cambios en la conducta de los agentes económicos, los cuales, en teoría, mostrarán mayor interés por el cuidado ambiental. Esto se traduce en una mayor disposición de pago por la calidad ambiental por parte del agente, ocurriendo un punto de inflexión que la da una forma de U inversa a la curva.
- Efecto tecnología.** En esta tercera etapa, un mayor crecimiento económico permite a las naciones especializarse en el sector servicios. Esto promoverá que las naciones inviertan en innovación y desarrollo de tecnologías limpias, lo que refuerza el acceso a tecnologías menos contaminantes, habiendo un descenso en la curva.

FIGURA 1
CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS Y SUS FASES



Fuente: elaboración propia.

1.2. Situación actual en la región

Para darle un mayor contexto a los resultados de esta investigación, es necesario describir de manera sucinta la situación tecnológica en la gestión de vertederos e incineración de residuos sólidos en la región.

Sobre emisiones de metano de vertedero de residuos sólidos (MVRS), los siguientes aspectos caracterizan la gestión de residuos sólidos en vertederos:

- a. La materia orgánica en residuos sólidos es el factor principal relacionado positivamente con la generación de metano de vertederos con condiciones anaerobias (IPCC, 2006).
- b. En naciones emergentes, el porcentaje de materia orgánica en los residuos sólidos es mayor que en países desarrollados (Hernández-Berriel *et al.*, 2017; Sáez y Urdaneta, 2014).
- c. Si bien existe la tecnología para recuperar biogás (como metano y bióxido de carbono) de vertederos, las experiencias de éxito en su recuperación y uso para generar energía se encuentran principalmente en naciones desarrolladas, mientras que en naciones subdesarrolladas como en LAC son incipientes (Espinoza *et al.* 2021).
- d. En consecuencia, una política de gestión de vertederos de residuos sólidos en LAC, debe considerar que la disminución de emisiones de metano, podría lograrse/reforzarse, mediante una política de economía circular. Esta debería fomentar ampliamente el reciclaje y valoración de la materia orgánica antes de que llegue al sitio de disposición (por ejemplo, para generación de composta). Pero, son experiencias que no se han desarrollado ampliamente en la región en comparación con países desarrollados (Espinoza *et al.* 2021).

Sobre la incineración y quema de residuos sólidos en LAC, se puede decir lo siguiente:

- a. Las tecnologías para recuperación de GEI en procesos de incineración, “no son predominantes”, por lo que también son incipientes en la región (Espinoza *et al.*, 2021).
- b. Aunque la quema a cielo abierto de residuos sólidos, es una práctica extendida en naciones emergentes (Reyna-Bensusan *et al.*, 2018); sin embargo, la quema/incineración a cielo abierto, es un proceso que genera menores emisiones per cápita que las emisiones de vertedero (tabla 6). Aun así, es inaceptable ambientalmente, por lo que se sugiere la erradicación definitiva de la quema a cielo abierto en LAC y su paso a mecanismos de reciclaje de residuos y su disposición en vertederos controlados e incineración con recuperación de GEI (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2020; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020).

2. METODOLOGÍA

2.1. Fuentes de información

Para realizar esta investigación se ordenó una base de datos con información de Emissions Database for Global Atmospheric Research ([en adelante EDGAR], 2023), Crippa *et al.* (2023) y Banco Mundial (2024). La información empleada se recabó para 30 países de Latinoamérica y el Caribe en un periodo anual de 1988 a 2020. Los países que tuvieron información disponible son: Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Surinam, Trinidad y Tobago y Uruguay.

Los datos recabados, para obtener las variables, fueron:

- i. Variables dependientes
 - a. Emisiones de metano en kilogramos anuales per cápita provenientes de vertederos de residuos sólidos (MVRS). Las cantidades de metano se obtuvieron a partir de la información disponible en EDGAR con códigos del año 2006: 4a y 4b de la IPCC (EDGAR, 2023). Mientras que los datos poblacionales se obtuvieron de Banco Mundial (2024). Sobre residuos sólidos de vertedero, estos comprenden: residuos sólidos urbanos, residuos sólidos industriales (incluyendo industria agroalimentaria), papel, madera, lodos de pulpa/papel y otros (IPCC, 2006).
 - b. Emisiones de metano en kilogramos anuales per cápita provenientes de la incineración de residuos sólidos (incluyendo incineración de residuos sólidos sin recuperación de energía) y quema a cielo abierto (MIRS) (IPCC, 2006). Estos datos se obtuvieron de la información disponible en EDGAR con código del año 2006: 4c de la IPCC (EDGAR, 2023). Con respecto a las emisiones de GEI procedentes de la incineración de residuos (EDGAR, 2023; Crippa *et al.*, 2023) comprenden: quema a cielo abierto de residuos sólidos urbanos, residuos sólidos industriales, residuos biogénicos, residuos clínicos, residuos de lodos de aguas residuales, residuos de cremación y otros.
- ii. Variables independientes
 - a. PIB en términos per cápita (en dólares de Estados Unidos de América a precios constantes de 2010). Esta variable se obtuvo de Banco Mundial

(2024). Para probar y analizar las hipótesis de investigación, se empleó también como variable independiente su término cuadrático (PIB)².

- b. Nivel de urbanización (PUPT). Para su estimación se obtuvieron las variables anuales de población urbana y población total por país (Banco Mundial, 2024). Consecuentemente se dividió población urbana entre población total para obtener un indicador del nivel anual de urbanización (Ari y Şentürk, 2020).

Para el análisis econométrico, las variables se transformaron con logaritmos naturales.

2.2. Modelo básico

Para probar la posible existencia de CAK para emisiones de MVRS y de MIRS, se recurrió a la ecuación cuadrática básica empleada para probar la hipótesis ambiental de Kuznets en diversas investigaciones de residuos sólidos (Trujillo *et al.*, 2013). El modelo básico para datos de panel, considera la variable independiente PIB per cápita y su término cuadrático (ecuación 1):

$$\text{Emisiones de Metano}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{PIB}_{it} + \beta_2 \text{PIB}_{it}^2 + \beta_3 \text{PUPT}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Se añadió como variable de control la variable PUPT, como indicador del nivel de urbanización por país. Al respecto, en cuestión de cambio climático se considera que el nivel de urbanización desempeña un papel importante en la generación de emisiones de metano derivado de residuos sólidos (Ari y Şentürk, 2020; Bhada-Tata y Hoornweg, 2016). Finalmente, ε representa el término del error. Con esta función, se modelaron por separado las emisiones de MVRS y de MIRS, tal como se explica posteriormente.

Las hipótesis por contrastar considerando la ecuación 1 (tipo cuadrática), son (Ari y Şentürk, 2020):

- Si el modelo estimado cumple con $\beta_1=0$ y $\beta_2=0$, no hay relación significativa entre las emisiones del contaminante y el crecimiento económico.
- Si el modelo cumple con $\beta_1>0$ y $\beta_2=0$, la relación entre las variables es lineal y directa (positiva), así el crecimiento económico implica mayor deterioro ambiental.
- Si el modelo cumple con $\beta_1<0$ y $\beta_2=0$, la relación es lineal e inversa. Por lo que a mayor crecimiento disminuirá el deterioro ambiental.

- Si el modelo cumple $\beta_1<0$, $\beta_2>0$, existe una curva en U. En donde se observa primero que incrementos en el crecimiento se relacionan con decrementos en el contaminante. Posteriormente la relación se hace directa por lo que un mayor crecimiento se relaciona con mayor contaminación.
- Si el modelo cumple $\beta_1>0$, $\beta_2<0$, existe una relación en forma de U invertida (evidencia de probable CAK).

2.3. Dependencia transversal

Por el tipo de datos de panel, es necesario contrastar la existencia de raíces unitarias en las variables, lo cual pudiera afectar las propiedades asintóticas de los estimadores, considerando la existencia de dependencia transversal y de heterogeneidad (Pesaran, 2021). Por lo que para seleccionar el tipo de pruebas de raíz unitaria, se contrastó primero la hipótesis de dependencia transversal en los paneles con el estadístico CD de Pesaran bajo la hipótesis nula (H_0) de existencia de dependencia transversal débil (Pesaran, 2021). La dependencia transversal puede deberse a la probable existencia de variables comunes omitidas o shocks macroeconómicos externos que afectan a las unidades del panel (Jardón *et al.*, 2017).

2.4. Heterogeneidad

Posteriormente se probó la existencia de heterogeneidad en cada función bajo la H_0 de homogeneidad de pendientes en paneles. Para ello se aplicó una prueba Δ de heterogeneidad de pendientes robusta ante correlación cruzada, en dos versiones: a) Δ y b) Δ_{adj} (esta última es una versión ajustada que se desempeña mejor en muestras pequeñas) (Bersvendsen y Ditzen, 2021).

2.5. Pruebas de raíces unitarias

Habiendo dependencia trasversal y heterogeneidad en todas las variables, se aplicaron pruebas de raíz unitaria de segunda generación para considerar la dependencia. Se aplicó primero la prueba de “Dickey-Fuller transversalmente aumentada” (CADF por sus siglas en inglés) propuesta por Pesaran (2007) y que es robusta ante dependencia transversal y autocorrelación. La rutina para su cálculo ha sido desarrollada por Lewandowski (2007). Para corroborar resultados se aplicó la prueba de segunda generación “IPS aumentada de sección

transversal” (CIPS por sus siglas en inglés) (Pesaran, 2007) y cuyo código, para su aplicación, ha sido escrito por Burdisso y Sangiácomo (2016). La hipótesis nula de ambas pruebas establece que todos los paneles tienen raíz unitaria; mientras que la hipótesis alternativa establece que algunos paneles son estacionarios (Pesaran, 2007). Los mecanismos de ambas pruebas son similares, sin embargo, CIPS considera el promedio de sección cruzada de la prueba CADF (Amin *et al.*, 2021; Pesaran, 2007).

2.6. Prueba de cointegración

Ante la presencia de variables integradas de orden $I(1)$, se determinó si existe evidencia estadística de cointegración (relación de equilibrio de largo plazo) en las variables que constituirán los modelos de emisiones de MVRS y de MIRS bajo una H_0 de no cointegración, respectivamente. Para ello, se aplicó la prueba de Westerlund de segunda generación para paneles heterogéneos (robusta ante dependencia transversal) (Persyn y Westerlund, 2008).

La prueba de Westerlund estima cuatro estadísticos:

- Dos estadísticos (GA y GT) en donde la hipótesis alternativa (H_A) es: al menos hay cointegración en un panel.
- Dos estadísticos (PA y PT) en donde H_A es: hay cointegración en los paneles.

Sobre los tipos de estadístico, GA y PA, por su forma de cálculo, pueden rechazar la hipótesis nula con demasiada frecuencia, especialmente cuando el número de rezagos empleado tiende a ser grande (Persyn y Westerlund, 2008).

2.7. Estimación de modelos

Al establecerse existencia de cointegración en los dos conjuntos de variables, se estableció la siguiente función de emisiones para metano de vertedero de residuos sólidos:

$$MVRS_{it} = \beta_1 PIB_{it} + \beta_2 (PIB_{it})^2 + \beta_3 PUPT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Mientras que la forma funcional para emisiones de metano proveniente de la incineración de residuos sólidos es:

$$MIRS_{it} = \beta_1 PIB_{it} + \beta_2 (PIB_{it})^2 + \beta_3 PUPT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Bajo las dos especificaciones, las variables se establecen para cada país i en el tiempo t .

Para estimar los coeficientes de largo plazo y probar estadísticamente las hipótesis de CAK, se estimaron las ecuaciones 2 y 3 empleando mínimos cuadrados completamente modificados (FMOLS), mínimos cuadrados dinámicos (DOLS) y efectos comunes correlacionados (CCE).

Considerando la transformación logarítmica de las variables en las ecuaciones 2 y 3, de existir evidencia de CAK, el punto de inflexión de dicha curva, se determina con la razón: $\exp(-\beta_1/2\beta_2)$.

2.7.1. Estimadores FMOLS

Los estimadores de mínimos cuadrados completamente modificados (FMOLS), se caracterizan por estar libres de correlación serial y endogeneidad, igualmente la versión Grouped destaca por sus propiedades en muestras pequeñas de panel. Sin embargo, el método FMOLS supone independencia transversal entre los paneles (Pedroni, 2001b; Pedroni, 2007).

El estimador de panel FMOLS (estimador Grouped) para datos de panel en tiempo t , se obtiene como un promedio de la sección transversal a partir de las estimaciones individuales de FMOLS (Pedroni, 2001b), de la siguiente manera (ecuación 4):

$$Y_{it} = c_i + \beta_i X_{it} + g_i t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

En donde Y_{it} es variable dependiente; c_i representa los efectos fijos específicos constantes de cada país i . X_{it} es el conjunto de variables independientes (por país y año), β_i son los coeficientes de cointegración de largo plazo. En la ecuación 4, $g_i t$, representa tendencias heterogéneas y específicas por país (Pedroni, 2007). Se recomienda estimar la función con tendencia, ya que esta captura efectos inobservables que cambian en el tiempo (Pedroni, 2007).

Por lo anterior, el coeficiente β de FMOLS (estimador G “Grouped” de FMOLS) (Pedroni, 2007) para el modelo de datos de panel sería:

$$\widehat{\beta_{GFMOLS}}^* = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \widehat{\beta_{FMOLS,i}}^* \text{ en donde } \widehat{\beta_{FMOLS,i}}^* \text{ es estimador de FMOLS} \quad (5)$$

2.7.2. Estimadores DOLS

Los estimadores de mínimos cuadrados dinámicos (DOLS), en su versión Grouped (Pedroni, 2001a), es un método paramétrico que elimina la correlación serial entre las variables explicativas y los errores, adicionando términos rezagados de las variables explicativas. Igualmente, la estimación de DOLS emplea adelantos de los regresores para controlar la endogeneidad. El método igualmente supone independencia transversal. La forma de la ecuación general a estimar es:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_i X_{it} + \sum_{k=-K_i}^{K_i} \gamma_{ik} \Delta X_{it-k} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

En la ecuación 6, K_i y $-K_i$ son órdenes de adelanto y rezago respectivamente. En la misma ecuación: Y_{it} y X_{it} son los datos purgados de tendencias determinísticas, además que γ_i son coeficientes dinámicos que son específicos de sección cruzada (Pedroni, 2001a). El estimador Grouped de DOLS (Pedroni, 2001a) es:

$$\beta_{Grouped\ DOLS} = [N^{-1} \sum_{i=1}^N [\sum_{t=1}^T Z_{it} Z'_{it}]^{-1} [\sum_{t=1}^T Z_{it} \tilde{Y}_{it}]] \quad (7)$$

En donde:

$$Z_{it} = es\ 2 * (k + 1) * 1\ vector\ de\ regresores\ Z_{it} = X_{it} - \bar{X}_i, \Delta X_{it-K}, \dots, \Delta X_{it+K} \quad (8)$$

$$\tilde{Y}_{it} = Y_{it} - \bar{Y}_i \quad (9)$$

2.7.3. Estimadores CCE

El método del estimador de grupos de medias de efectos comunes correlacionados (CCE) es un método alternativo a FMOLS y DOLS, que permite considerar pendientes heterogéneas, dependencia cruzada y endogeneidad (Pesaran, 2015; Eberhardt, 2012). Los estimadores de CCE son robustos a factores comunes que afecten al conjunto de unidades de panel, a autocorrelación, variables omitidas y al hecho de que las variables sean o no estacionarias y cointegradas (Pesaran, 2015). El programa empleado en este trabajo para su estimación, fue

el desarrollado por Ditzén (2018). El método CCE para datos de panel consiste en lo siguiente:

$$Y_{it} = \beta_i X_{it} + U_{it} \quad (10)$$

En la ecuación 10, Y_{it} es la variable dependiente, X_{it} representa el conjunto de variables independientes y β se refiere a los coeficientes estimados.

En el método CCE, la ecuación considera la dependencia transversal añadiendo al lado derecho de la ecuación 10, los promedios de las variables dependiente e independientes. En la práctica, la estimación de la ecuación 10 mediante CCE incluye un intercepto que captura los efectos fijos y se recomienda añadir una tendencia que capture los efectos inobservables variantes en el tiempo (Pedroni, 2007). El desarrollo completo del método CCE, se puede consultar en Pesaran (2015). Aunque el método CCE es una alternativa a FMOLS y DOLS, hay que señalar que CCE es un método apropiado para tamaños de muestra grandes (Beyene, 2023). Empero, en esta investigación se tiene un tamaño de panel N igual a 30 y un horizonte de tiempo igual a 33 anualidades. Los tamaños de panel de esta investigación ($N \geq 30$) pueden considerarse grandes (Thombs, 2022), sustentando además el empleo del estadístico CD de Pesaran ya que $N > 10$ (Pesaran, 2021).

En FMOLS, DOLS y CCE, los procedimientos permiten estimar un promedio de los coeficientes específicos para cada regresor a nivel grupal y los coeficientes específicos por país (Eberhardt, 2012; Pedroni, 2001a; Pedroni, 2001b). A medida que el patrón por país se repite, es la señal grupal de largo plazo la que debe ser probada y analizada, más no la señal específica del país (Pedroni, 2007). Consecuentemente, los resultados de los coeficientes grupales obtenidos por estos métodos, son los que se emplearán, para analizar por país, las hipótesis de CAK.

Ya estimados los modelos, se obtuvieron los residuales de cada uno y se les aplicó el estadístico CD de Pesaran para probar la hipótesis nula de dependencia transversal débil (Pesaran, 2021). De rechazarse dicha hipótesis, se concluye que el modelo presenta probablemente coeficientes sesgados e inconsistentes por la presencia de dependencia transversal fuerte (Burdizzo y Sangiácomo, 2016). Considerando lo anterior, se analizó si los resultados de los modelos señalan o no posible existencia de CAK y su relación con cambios en

el nivel de las emisiones de metano y PIB por país durante el período de estudio. Las pruebas estadísticas se realizaron empleando Stata versión 18 y EViews versión 12.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Pruebas de Pesaran y heterogeneidad

En la tabla 1 se observa que en todas las variables se rechaza la hipótesis nula de dependencia transversal débil, con un nivel de significancia (en adelante NS) de 0.01.

TABLA 1
RESULTADOS DEL TEST DE PESARAN

Variable	Estadístico CD
MVRS	33.05***
MIRS	12.81***
PIB	84.71***
PIB ²	84.64***
PUPT	41.48***

Nota: ***significativo al 0.01; **significativo al 0.05, *significativo al 0.1.
Fuente: elaboración propia con datos de EDGAR (2023) y Banco Mundial (2024).

Con respecto a heterogeneidad, bajo una hipótesis nula de coeficientes homogéneos para las variables del modelo de MVRS, la prueba de heterogeneidad de coeficientes considerando dependencia transversal obtuvo un $\Delta=19.882$ y $\Delta_{adj}=21.855$. Ambas pruebas rechazan la hipótesis nula con un NS=0.01. Para el caso del modelo de MIRS, las pruebas de heterogeneidad considerando dependencia transversal se estimó un $\Delta=12.402$ y $\Delta_{adj}=13.633$, ambas rechazan igualmente la nula con un NS=0.01. Por lo que en ambos modelos se sustenta la hipótesis de coeficientes heterogéneos. De esta forma, suponiendo la probable existencia de dependencia transversal fuerte y heterogeneidad en los coeficientes, se aplican las pruebas de raíz unitaria y de cointegración.

3.2. Raíces unitarias y cointegración

Los resultados de CADF (tabla 2, parte superior), establecen que la mayoría de las variables tienen raíz unitaria en el nivel (en las opciones constante y constante más tendencia). A excepción de la variable PIB y PIB², las cuales son estacionarias en el nivel sólo en la opción

con constante, rechazando H_0 respectivamente con un NS=0.01 y un NS=0.05. En primera diferencia, los resultados de CADF indican estacionariedad de las variables, considerando constante y constante más tendencia. Los resultados de CIPS (tabla 2, parte inferior), muestran que en el nivel todas las variables tienen raíz unitaria (no rechazo de H_0). Mientras que en primera diferencia, considerando constante y constante más tendencia: la mayoría de las variables son integradas de orden $I(1)$ (NS= 0.01). Sin embargo, en primera diferencia, la variable de urbanización (PUPT) no es estacionaria (no se rechaza H_0) en constante y constante más tendencia.

TABLA 2
PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA CADF Y CIPS*

Prueba CADF, H_0 : Paneles con raíz unitaria, H_a : Paneles estacionarios				
Variable	Nivel		Primera diferencia	
	Constante	Constante y tendencia	Constante	Constante y tendencia
MVRS	-1.446	-2.335	-3.379***	-3.657***
MIRS	-1.833	-2.172	-3.832***	-4.031***
PIB	-2.171***	-2.345	-3.074***	-3.171***
PIB ²	-2.135**	-2.281	-3.024***	-3.126***
PUPT	-1.915	-2.473	-2.018*	-2.781***
Prueba CIPS, H_0 : Paneles con raíz unitaria, H_a : Paneles estacionarios				
MV	-1.245	-1.554	-3.859***	-4.049***
MI	-2.616	-2.472	-4.775***	-5.003***
PIB	-2.039	-2.080	-3.893***	-3.961***
PIB ²	-1.986	-2.022	-3.861***	-3.926***
PUPT	-1.230	-2.107	-1.649	-2.250

Notas: * Todas las pruebas se realizaron con un rezago. ***significativo al 0.01; **significativo al 0.05, *significativo al 0.1.

Fuente: elaboración propia con datos de EDGAR (2023) y Banco Mundial (2024).

Los resultados en su mayoría indican estacionariedad en primera diferencia, a excepción del PIB PIB² y de PUPT cuyos resultados no coinciden entre las pruebas de CADF y CIPS. Sin embargo, los resultados de raíz unitaria podrían variar si se consideran otros horizontes de tiempo y se consideran otros países en el estudio. Por lo que futuras investigaciones podrían enfocarse a analizar este aspecto.

Bajo esta observación se presentan a continuación los resultados de cointegración. Tomando en cuenta lo anterior, si se considera que las variables son integradas de orden $I(1)$, los resultados de la prueba de cointegración de Westerlund para paneles heterogéneos (tabla 3), bajo la hipótesis nula de no cointegración de la función, muestran lo siguiente. Para el modelo de MVRs, se observa que los estadísticos Pt y Pa son estadísticamente significativos ($NS=0.01$ y $NS=0.05$ respectivamente). Además, el estadístico de grupo Ga es significativo con un $NS=0.05$. Para el modelo MIRS, los estadísticos Gt y Pt son estadísticamente significativos al 0.01 de NS respectivamente.

TABLA 3
RESULTADOS DE PRUEBAS DE COINTEGRACIÓN DE WESTERLUND ^{a, b}

Prueba de cointegración para el modelo de metano de vertedero (MVRs)			
Estadístico de grupo	P-valor robusto	Estadístico de Panel	P-valor robusto
$Gt = -2.318$	0.518	$Pt = -8.327$	0.003***
$Ga = -3.446$	0.025**	$Pa = -2.881$	0.03**
Prueba de cointegración para el modelo de metano de incineración (MIRS)			
Estadístico de grupo	P-valor robusto	Estadístico de Panel	P-valor robusto
$Gt = -3.368$	0.008***	$Pt = -12.442$	0.008***
$Ga = -2.513$	0.998	$Pa = -2.173$	0.985

^a Para ambos casos, la prueba de Westerlund se aplicó considerando constante y tendencia, se empleó el criterio de Akaike en la selección de rezagos y adelantos, con Kernel de Bartlett y ancho de banda 3 (Persyn y Westerlund, 2008).

^b El nivel de significancia considera la estimación de P-valores robustos que toman en cuenta la dependencia transversal mediante la técnica Bootstrap con 400 repeticiones (Persyn y Westerlund, 2008).

***significativo al 0.01; **significativo al 0.05, *significativo al 0.1.

Fuente: elaboración propia con datos de EDGAR (2023) y Banco Mundial (2024).

Con estos resultados, se rechaza significativamente la hipótesis de no cointegración para cada conjunto de variables y por tanto se rechaza la posibilidad de una regresión espuria para los modelos considerando las variables que constituyen las ecuaciones 2 y 3 respectivamente.

3.3. Modelos de metano de vertedero

Los resultados de FMOLS para el modelo MVRs (tabla 4) estiman coeficientes de largo plazo de PIB y PIB² significativos ($NS=0.01$) y con los signos adecuados para sustentar una probable CAK en el largo plazo (hipótesis V), en el conjunto de países, con un punto de inflexión igual a \$9,361.69 dólares per cápita. Además, la variable de urbanización (PUPT) es significativa bajo un $NS=0.01$. Sin embargo, el resultado del

estadístico de Pesaran rechaza la hipótesis nula de dependencia transversal débil ($NS=0.01$) (Pesaran, 2015), por lo que los resultados de este modelo incumplen el supuesto de independencia necesario de FMOLS.

Pasando al método DOLS (tabla 4), se observa que sus resultados son robustos a la probable presencia de dependencia transversal, ya que la aplicación de la Prueba CD de Pesaran no rechaza la hipótesis de dependencia transversal débil. Así, se observa que el coeficiente del PIB es significativamente positivo ($NS=0.1$), por lo que se sustenta la hipótesis II. Consecuentemente existe en el largo plazo una probable relación lineal y directa entre las variables. Por lo que aumentos en el crecimiento económico resultan en una mayor emisión de metano de vertedero de residuos sólidos. Además, con el coeficiente estimado del PIB se observa la elasticidad, por lo que, si el PIB per cápita se incrementa 1 %, en promedio, entonces las emisiones de metano de vertedero de residuos sólidos se incrementarán en 3.1 % (manteniendo el resto de las variables constantes).

Además, se observa que, en el largo plazo, el nivel de urbanización (PUPT) es significativo ($NS=0.05$). Su signo indica que mayores niveles de urbanización resultan en incrementos en las emisiones de metano de vertederos de residuos sólidos. Este comportamiento a largo plazo coincide con el resultado encontrado en la investigación sobre metano de vertedero del Grupo de los 7 (Ari y Şentürk, 2020).

Algunas investigaciones en residuos sólidos han encontrado relaciones significativas positivas (Mazzanti *et al.*, 2008; Johnstone y Labonne, 2004). Mientras que otras no han encontrado evidencia significativa entre urbanización y generación de residuos sólidos (Jaligot y Chenal, 2018). Se sugiere que posiblemente el nivel de urbanización se relacione con mayores niveles de concientización para el reciclaje. También se sugiere lo contrario que ámbitos con menores niveles de urbanización (ámbitos rurales) tengan mayor oportunidad y concientización para el reciclaje (Jaligot y Chenal, 2018; Johnstone y Labonne, 2004). El reciclaje disminuiría la cantidad de materia orgánica que llegue a los vertederos, disminuyendo las emisiones de GEI.

Sobre los resultados del método CCE (tabla 4), el estadístico de la prueba CD de Pesaran rechaza la hipótesis nula del test de dependencia, por lo que la aplicación del método no corrige la dependencia de sección cruzada ($NS=0.01$). Además, ningún coeficiente del modelo es significativo.

TABLA 4
RESULTADOS DEL MODELO DE METANO DE VERTEDERO^a

Variable	FMOLS ^b	DOLS ^c	CCE
	Estimador (error estándar)	Estimador (error estándar)	Estimador (error estándar)
PIB	4.207037*** (1.359828)	3.095065* (1.727761)	0.029639 (1.777547)
PIB ²	-0.230034*** (0.078839)	-0.165002 (0.100511)	-0.003106 (0.103663)
PUPT	2.492467*** (0.551439)	2.011859** (0.798523)	0.363394 (0.378534)
Estadístico CD	3.86***	0.34	4.83***
Tipo de Curva	CAK U inversa	Ninguna	Ninguna
Punto de Inflexión (PI)	\$9,361.69	----	----

^a Todos los modelos se estimaron con constante y tendencia.

^b La covarianza de FMOLS y DOLS empleó el kernel de Bartlett y el ancho de banda se definió a través del método Automatic de Newey-West (Newey y West, 1994).

^c El número de rezagos y adelantos en DOLS se definió empleando el criterio de Schwarz.

***significativo al 0.01, **significativo al 0.05, *significativo al 0.1.

Fuente: elaboración propia con datos de EDGAR (2023) y Banco Mundial (2024).

3.4. Modelos de metano de incineración

Para el modelo MIRS, en el caso de FMOLS (tabla 5) ningún coeficiente de largo plazo es significativo, además el resultado del estadístico CD de Pesaran rechaza la hipótesis nula con un NS=0.01. Por lo que no se cumple el supuesto de independencia necesario de FMOLS.

Con respecto a los resultados de DOLS (tabla 5), se observa que los coeficientes de largo plazo de PIB y PIB² son también significativos (NS=0.05) y sus signos sustentan la presencia de una curva en U en el largo plazo (hipótesis IV). Además, el coeficiente estimado para PUPT es positivo y significativo (NS=0.01) (tabla 5). Sin embargo, los resultados del estadístico CD de Pesaran rechazan la hipótesis nula de dependencia transversal débil, incumpliendo el supuesto necesario de independencia transversal para DOLS. Finalmente, las estimaciones por CCE (tabla 5) indican que el resultado del estadístico CD de Pesaran, no rechaza la hipótesis de dependencia transversal débil.

Consecuentemente, se prefieren los resultados de CCE a los resultados de los otros dos métodos. Por lo que la significancia del PIB y PIB² (NS=0.1 y NS=0.05, respectivamente) y sus signos sustentan la hipótesis V. Por lo que probablemente exista para el metano proveniente de incineración y quema abierta de residuos sólidos una CAK en el largo plazo para el conjunto de países estudiado. También empleando el coeficiente estimado del PIB, se tiene la elasticidad,

esto es: si el PIB per cápita se incrementa 1 %, en promedio, en consecuencia, las emisiones de metano de incineración de residuos sólidos se incrementarán en 27.13 %. Además, se observa que la variable de nivel de urbanización (PUPT) no es significativa. Con los resultados estimados se obtiene un punto de inflexión en la CAK de \$6,176.81 dólares per cápita.

Se hace la observación que las investigaciones actuales sobre metano derivado de residuos sólidos se centran en metano de vertedero o en el total de sus emisiones. Por lo que estos resultados específicos sobre incineración, deben ser la pauta para analizarse considerando las investigaciones existentes y corroborarse con otras técnicas ya sea por país o en panel, tal como se señala en el siguiente apartado.

TABLA 5
RESULTADOS DEL MODELO DE METANO DE INCINERACIÓN^a

Variable	FMOLS ^b	DOLS ^c	CCE
	Estimador (error estándar)	Estimador (error estándar)	Estimador (error estándar)
PIB	7.147975 (8.913618)	-45.50280** (20.46826)	27.13204* (13.962590)
PIB ²	-0.562430 (0.521029)	2.689356** (1.109346)	-1.554211** (0.778803)
PUPT	4.676140 (3.131328)	16.55862*** (4.770314)	12.341000 (18.208560)
Estadístico CD	28.6***	-10.5***	-1.17
Tipo de curva	Ninguna	Curva en U	CAK, U inversa
Punto de Inflexión (PI)	----	----	\$6,176.81

^a Todos los modelos se estimaron con constante y tendencia.

^b La covarianza de FMOLS y DOLS empleó el kernel de Bartlett y el ancho de banda se definió a través del método Automatic de Newey-West (Newey y West, 1994).

^c El número de rezagos y adelantos en DOLS se definió empleando el criterio de Schwarz.

***significativo al 0.01; **significativo al 0.05, *significativo al 0.1.

Fuente: elaboración propia con datos de EDGAR (2023) y Banco Mundial (2024).

3.5. Análisis econométrico complementario

La relación positiva, encontrada en esta investigación, entre emisiones de metano de vertedero (MVRS) y crecimiento económico para LAC, es semejante al resultado encontrado en Arabia Saudita (economía en desarrollo) para emisiones de metano de vertedero (Rahman *et al.*, 2021). Empero, los resultados aquí obtenidos, contrastan con una

curva de N inversa, encontrada para el grupo de los 7 que son economías desarrolladas. En ese estudio se encontró, que las emisiones de metano de vertedero, empiezan a disminuir ante incrementos del PIB en el segundo punto de inflexión, habiendo desacoplamiento en la mayoría de esos países a partir del año 2010 (Ari y Şentürk, 2020). Aunque, investigaciones en países desarrollados europeos que consideren la cantidad total de GEI (bióxido de carbono, metano y óxido nitroso, otros) no encuentran evidencia estadística de CAK o de relación alguna entre GEI y crecimiento económico empleando modelos cúbicos (Araujo *et al.*, 2017).

Al respecto de modelos cúbicos, Jaligot y Chenal (2018) sugieren estimar primero modelos cuadráticos y después modelos cúbicos para residuos sólidos, prefiriendo estos últimos debido a que es improbable que los residuos sólidos tiendan a cero a medida que el ingreso se incrementa. Sin embargo, Hasanov *et al.* (2021) sugiere otro procedimiento: para modelos que empleen variables transformadas con logaritmos, se empieza estimando un polinomio cuártico (hipótesis de curva en M) y posteriormente se estima un modelo cúbico (hipótesis de curva en N o N inversa) y finalmente un modelo cuadrático (hipótesis de CAK).

Considerando lo anterior, Hasanov *et al.* (2021) recomiendan seleccionar el modelo que además de cubrir los criterios estadísticos que considere el método de estimación, tendría que cumplir un nuevo criterio propuesto por ellos y que denominan elasticidad promedio o “summary” que sea significativa estadísticamente. Sin embargo, no hay un consenso actual sobre cuál de los dos procedimientos seguir. Por lo que los resultados de los modelos de vertedero y de incineración obtenidos en esta investigación tendrán que ser corroborados posteriormente empleando modelos cúbicos y/o cuárticos empleando datos de panel o bien series de tiempo por país.

Por otra parte, no debe perderse de vista que los modelos estimados en esta investigación si bien comprendieron 30 naciones, sólo se incluyó una variable control: nivel de urbanización (PUPT). Lo cual fue debido a la información disponible para el conjunto de países. Por lo que se tiene que considerar la posibilidad de un sesgo por variable omitida. Este sesgo ya ha sido analizado para estudios de CAK en residuos sólidos (Boubellouta y Kusch-Brandt, 2020; Mazzanti *et al.*, 2008).

De acuerdo con Mazzanti *et al.* (2008), el sesgo por variable omitida puede afectar el punto de inflexión estimado, elevando el punto por arriba del valor máximo del PIB per cápita; el sesgo se corrige a medida que se incluyen variables control significativas dentro del modelo. Considerando esto, los resultados obtenidos y el punto de inflexión estimado para metano de incineración de residuos (MIRS) tienen también que ser corroborados en nuevas investigaciones que comprendan variables adicionales. Por ejemplo, escolaridad/capital humano, cantidades de reciclaje, inversión extranjera directa y tecnología para recuperación de energía o biogases en vertederos/incineradores (Rahman *et al.*, 2021; Araujo *et al.*, 2017; Mazzanti *et al.*, 2008). Al respecto de inversión extranjera directa, su inclusión permitiría probar hipótesis de paraísos contaminantes, si la inversión tiene un efecto positivo, incrementando las emisiones. Además, se ha teorizado que la desigualdad en la distribución del ingreso/desigualdad económica y la existencia de trampas de pobreza (equilibrios estables a bajos niveles de ingreso) en naciones emergentes, retardarían o impedirían la generación de una CAK (Zilio, 2012). Lo cual desplazaría el punto de inflexión de la curva hacia mayores ingresos. Una forma de abordar la desigualdad económica sería incorporar en los modelos de CAK al coeficiente de Gini como variable independiente (Olivares y Hernández, 2021).

3.6. Metano de vertedero y PIB

Retomando los resultados del método DOLS, obtenidos por las emisiones de MVRS (tabla 4), se observa una relación positiva entre este tipo de emisiones y el PIB para el conjunto de países en un horizonte temporal de 1988 a 2020. Sobre estas emisiones se observa que, en el año 2020, los 10 países con mayores niveles de emisión en kilogramos per cápita son: Trinidad y Tobago, Bahamas, Belice, Guyana, México, Antigua y Barbuda, Barbados, Guatemala, Colombia y Costa Rica (tabla 6).

En contraste, las mayores tasas de variación positiva de MVRS en el período 1988 a 2020, corresponden a países como Haití con 162.9% (la mayor tasa de variación positiva) siguiendo en orden decreciente República Dominicana, San Vicente y las Granadinas, Honduras, Panamá, Paraguay, Costa Rica, Guatemala, Bolivia y finalmente Dominica con 41.61%. De estos países destaca que Haití, Honduras,

Bolivia y Guatemala están entre los seis países con menores PIB per cápita en 2020 (países con menor crecimiento económico) del conjunto estudiado en un rango de \$1,324.78 (Haití) a \$4,124.14 (Guatemala). Destaca que solamente 5 países tengan tasas de variación negativa de MVRS de 1988 a 2020. Que van de -14.83% (Barbados) a -45.74 (Argentina).

TABLA 6
VARIACIÓN DE MVRS, MIRS Y PIB PER CÁPITA EN EL AÑO 2020^{1, 2, 3}

País	MVRS (kg/pc) 2020	Δ % 88-20	MIRS (kg/pc) 2020	Δ % 88-20	PIB en 2020
AB ⁴	14.269189	-28.65	0.168669	4.31	14,433.88
Argentina	4.679759	-45.74	0.079162	-22.10	11,341.27
Bahamas	24.208613	13.03	0.289218	9.76	22,657.04
Barbados	13.254763	-14.83	0.179528	11.31	14,855.69
Belice	20.157655	1.81	0.007850	-41.54	5,040.12
Bolivia	0.944275	48.40	0.038533	27.23	2,920.20
Brasil	10.106649	1.37	0.127677	22.44	8,255.57
Chile	6.394801	-32.75	0.081207	24.05	12,741.16
Colombia	12.541465	37.37	0.090250	32.56	5,852.98
Costa Rica	12.447120	63.38	0.075350	50.31	12,030.05
Cuba	12.179107	26.55	0.094995	-68.66	7,172.52
Dominica	10.943054	41.61	0.093560	13.38	6,566.36
Ecuador	7.205997	23.60	0.014503	23.84	5,331.98
El Salvador	6.514022	35.56	0.067187	178.87	3,774.67
Guatemala	12.612843	58.84	0.003693	-98.31	4,124.14
Guyana	15.991610	18.94	0.032013	18.57	9,126.81
Haití	1.452727	162.09	0.029090	37.68	1,324.28
Honduras	9.219323	88.42	0.199241	-22.92	2,190.97
Jamaica	1.426118	27.35	0.027574	-9.72	4,770.77
México	15.195916	23.87	0.145879	33.03	9,147.07
Nicaragua	5.042827	36.36	0.029832	33.43	1,904.28
Panamá	10.260200	81.43	0.002883	785.47	12,307.26

TABLA 6
VARIACIÓN DE MVRS, MIRS Y PIB PER CÁPITA EN EL AÑO 2020^{1, 2, 3}
(CONTINUACIÓN)

País	MVRS (kg/pc) 2020	Δ % 88-20	MIRS (kg/pc) 2020	Δ % 88-20	PIB en 2020
Paraguay	1.373117	68.54	0.074399	23.66	6,095.38
Perú	6.600758	10.91	0.059799	29.28	5,754.31
RD ⁴	11.719177	137.89	0.042310	58.88	7,571.78
SVG ⁴	10.350699	91.40	0.002912	44.90	7,948.48
SL ⁴	5.018924	-34.46	0.072628	7.63	8,335.15
Surinam	11.123109	5.29	0.014386	21.72	7,275.37
TT ⁴	39.503883	12.56	0.326488	1414.9	14,397.55
Uruguay	1.761791	37.11	0.094298	35.52	16,459.98
Promedio	10.483316	33.24	0.085504	89.32	8,390.24

¹. Valores sin transformar con logaritmos.

² En negrillas se encuentran los diez mayores valores a 2020 de emisiones, PIB y Δ%.

³. Δ% es la variación o evolución de la variable de 1988 a 2020.

⁴ AB es Antigua y Barbuda, RD es República Dominicana, SVG es San Vicente y las Granadinas, SL es Santa Lucía y TT es Trinidad y Tobago.

Fuente: elaboración propia con datos de EDGAR (2023) y Banco Mundial (2024).

3.7. Metano de incineración y PIB

Considerando los resultados del método CCE (tabla 5) aplicados al modelo de MIRS, que indican una CAK con un punto de inflexión de \$6,176.8 dólares per cápita, se tiene al año 2020 que 18 países tienen valores de PIB per cápita que supera el punto de inflexión (tabla 6). Por lo tanto, probablemente están en la parte descendente de la CAK. Estos países son: Bahamas, Uruguay, Barbados, Antigua y Barbuda, Trinidad y Tobago, Chile, Panamá, Costa Rica, Argentina, México, Guyana, Santa Lucía, Brasil, San Vicente y las Granadinas, República Dominicana, Surinam, Cuba y Dominica.

Igualmente, en el año 2020 (tabla 6), los principales emisores per cápita de MIRS son en orden decreciente: Trinidad y Tobago, Bahamas, Honduras, Barbados, Antigua y Barbuda, México, Brasil, Cuba, además de Uruguay, Dominica y Colombia, en un rango que va de 0.33 a 0.09 kg per cápita. De estos 11 países, a excepción de Honduras y Colombia, el resto ha superado el punto de inflexión de la CAK encontrada para MIRS.

Finalmente, la tabla 6 permite observar, que, en el año 2020, las emisiones promedio per cápita de MVRS son mayores que las emisiones per cápita de MIRS en el conjunto de países. Al respecto Wiedinmyer *et al.* (2014), señalan que las emisiones globales de metano estimadas de la quema de residuos a cielo abierto, son cantidades pequeñas en comparación con otras fuentes antropogénicas.

3.8. Reflexión final sobre la relación emisiones-PIB

Como se señaló anteriormente, la region de estudio se caracteriza por carecer de innovaciones tecnológicas para recuperación de GEI en vertederos y con pocos casos de éxito (Espinoza *et al.*, 2021; Kaza *et al.*, 2018). Esta situación podría explicar la ausencia de una CAK en MVRS y la relación positiva entre PIB per cápita y emisiones de MVRS.

Sobre la existencia de una probable CAK para emisiones de metano de incineración y quema a cielo abierto (MIRS), hay que precisar que los vertederos de residuos tenderán a ser la tecnología predominante en LAC (Kaza *et al.*, 2018).

Consecuentemente, existe la probabilidad de que las emisiones de MIRS, estén disminuyendo a medida que el crecimiento económico aumenta. Sin embargo, cabe también considerar la posibilidad de que este comportamiento este asociado a que el mismo crecimiento esté impulsando en los países estudiados: el paso de incineración/quema abierta a tecnologías más avanzadas de disposición de residuos sólidos en vertedero/rellenos sanitarios, sin que estas tecnologías (sin recuperación de biogás) sean las mejores para disminuir las emisiones en vertederos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando el conjunto de 30 países de Latinoamérica y el Caribe estudiados en un horizonte temporal de 1988 a 2020, se concluye que existe evidencia estadística significativa que sustenta una relación positiva entre emisiones de metano de residuos sólidos de vertedero (MVRS) con el PIB per cápita y con el nivel de urbanización. Por lo que incrementos de dichas variables producen incrementos en las emisiones del gas de vertederos. Paralelamente se sustenta una hipótesis de CAK en las emisiones de metano proveniente de la incineración

y quema abierta de residuos sólidos (MIRS) con un punto de inflexión de \$6,176.8 dólares per cápita. Considerando dicho punto, 18 de los países estudiados estarían en la parte descendente de la curva de U inversa. Sin embargo, existe la posibilidad de que la reducción de emisiones de MIRS ante incrementos en el PIB, pudiera estarse dando por cambios en la tecnología de la gestión de los residuos, al haber una posible sustitución de dicha tecnología (incineración y quema a cielo abierto) a una tecnología más avanzada de vertederos (incluyendo rellenos sanitarios y otros sitios de disposición) pero, por lo general, sin recuperación de energía. Para finalizar, es necesario reiterar que los modelos estimados pudieran tener un sesgo de variable omitida debido a que sólo se consideró como variable control al nivel de urbanización, lo cual pudiera afectar particularmente el valor del punto de inflexión estimado para el modelo de MIRS. En consecuencia, es recomendable que futuros estudios consideren variables como nivel educativo (capital humano), inversión extranjera, tecnología de reciclaje, recuperación de energía y/o desigualdad económica. Además de considerar la estimación econométrica en panel, o por país a través de series de tiempo, tanto de modelos cúbicos y cuárticos que permitan corroborar los resultados obtenidos en esta investigación.

REFERENCIAS

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2020). *Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo*. EPA, EUA. http://www.epa.gov/sites/default/files/2021-02/documents/swm_guide-spanish-reducedfilesize_pubnumber_october.pdf
- Ahmed, F., Imtiaz A., Shazia, K. y Saira A. (2022). The environmental impact of industrialization and foreign direct investment: empirical evidence from Asia-Pacific region. *Environmental Science Pollution Research*, 29(20): 29778-29792. <http://doi.org/10.1007/s11356-021-17560-w>
- Amin, S. Jamasb, T. y Nepal, R. (2021). Regulatory Reform and the Relative Efficacy of Government versus Private Investment on Energy Consumption in South Asia. *Economic Analysis and Policy*, 69, 421-433. <http://doi.org/10.1016/j.eap.2020.12.019>
- Araujo, H., De Melo A., Fuinhas J. y Marques A. (2017). Renewable energy and greenhouse gas emissions from the waste sectors of European Union member states: a panel data analysis. *Environmental Science Pollution Research International*, 24(23):18770-18781. doi: 10.1007/s11356-017-9324-7

Ari, I. y Hüseyin, Ş. (2020). The relationship between GDP and methane emissions from solid waste: A panel data analysis for the G7. *Sustainable Production and Consumption*, 23, 282-290. <http://doi.org/10.1016/j.spc.2020.06.004>

Banco Mundial (2024). *Datos de libre acceso del Banco Mundial*. <http://datos.bancomundial.org/>

Bersvendsen, T. y Ditzen, J. (2021). Testing for slope heterogeneity in Stata. *Stata Journal*, 21(1), 51-80. <http://doi.org/10.1177/1536867X211000004>

Beyene, S. (2023). The impact of food insecurity on health outcomes: Empirical evidence from sub-Saharan African countries. *BMC Public Health*, 23, 1-22. <http://doi.org/10.1186/s12889-023-15244-3>

Bhada-Tata, P. y Hoornweg, D. (2016). Solid Waste and Climate Change. En Gary Gardner, Tom Prugh y Michael Renner (Eds). 239-256. *State of the World*. Island Press, Washington, D.C. http://doi.org/10.5822/978-1-61091-756-8_20

Boubellouta, B. y Kusch-Brandt, S. (2020). Testing the Environmental Kuznets Curve hypothesis for E-waste in the EU28+2 countries. *Journal of Cleaner Production*, 277, 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123371>

Burdisso, T. y Sangiácomo, M. (2016). Panel time series: Review of the methodological evolution. *The Stata Journal*, 16(2), 424-442. <http://doi.org/10.1177/1536867X1601600210>

Crippa, M., Guizzardi, D., Pagani, F., Banja, M., Muntean, M., Schaaf E., Becker, W., Monforti-Ferrario, F., Quadrelli, R., Risquez Martin, A., Taghavi-Moharamli, P., Köykkä, J., Grassi, G., Rossi, S., Brandao De Melo, J., Oom, D., Branco, A., San-Miguel, J. y Vignati, E. (2023). GHG emissions of all world countries. Publications Office of the European Union (Joint Research Centre JRC, EDGAR), Luxembourg. <http://doi.org/10.2760/953332>

Ditzen, J. (2018). Estimating Dynamic Common-Correlated Effects in Stata. *The Stata Journal*, 18(3), 585-617. <http://doi.org/10.1177/1536867X1801800306>

Eberhardt, M. (2012). Estimating panel time-series models with heterogeneous slopes. *The Stata Journal*, 12(1), 61-71. <http://doi.org/10.1177/1536867X1201200105>

EDGAR (2023). EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research. European Commission, Bélgica. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/dataset_ghg80

Espinoza, L., Ziegler-Rodríguez, K., Espinoza, A. Vásquez, O. y Vázquez-Rowe, I. (2021). Closing the gap in the municipal solid waste management between metropolitan and regional cities from developing countries: A life cycle assessment approach. *Waste Management*, 124, 314-324. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.020>

Gnonlonfin, A., Kocoglu, Y. y Péridy, N. (2017). Municipal solid waste and development: The environmental Kuznets curve evidence for Mediterranean countries. *Region et Development*, 45, 113-130. http://regionetdeveloppement.univ-tln.fr/wp-content/uploads/6Gnonlonfin_Kocoglu_Peridy.pdf

Grossman, G. y Krueger, A. (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377. <http://doi.org/10.2307/2118443>

Hasanov, F., Lester, H. y Jeyhun, M. (2021). Estimating different order polynomial logarithmic environmental Kuznets curves. *Environmental Science Pollution Research*, 28, 41965-41987 <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13463-y>

Hernández-Berriel, M., Aguilar-Virgen, Q., Taboada-González, P., Lima-Morra, R., Eljaiek-Urzola, M., Márquez-Benavides, L. y Buenrostro-Delgado, O. (2017). Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*, 32, 11-22. <http://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.05.02>

Hupponen, M., Havukainen, J. y Horttanainen, M. (2023). Long-term evolution of the climate change impacts of solid household waste management in Lappeenranta, Finland. *Waste Management*, 157, 69-81. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.11.038>

IEA (2021). Methane Tracker 2021. IEA, Paris. <http://www.iea.org/reports/methane-tracker-2021>

IPCC (2006). Volume 5. Waste. En Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (Eds.). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IGES, Japón. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html#corr>

Jaligot, R. y Chenal, J. (2018). Decoupling municipal solid waste generation and economic growth in the canton of Vaud, Switzerland. *Resources Conservation and Recycling*. 130, 260-266. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.12.014>

Jardón, A., Kuik, O. y Tol, R. (2017). Economic growth and carbon dioxide emissions: An analysis of Latin America and the Caribbean. *Atmósfera*, 30(2), 87-100. <http://doi.org/10.20937/atm.2017.30.02.02>

Johnstone, N. y Labonne, J. (2004). Generation of household solid waste in OECD countries: An empirical analysis using macroeconomic data. *Land Economics*, 80(4), 529-538. <http://doi.org/10.2307/3655808>

Kaza, S., Yao, L., Perinaz, B. y Van Worden, F. (2018). What a waste 2.0. Washington, D.C.: World Bank.

Lee, S., Jonghoon, K. y Wai, C. (2016). The causes of the municipal solid waste and the greenhouse gas emissions from the waste sector in the United States. *Waste Management*, 56:593-599. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.07.022>

Lewandowski, P. (2007). *PESCADF: Stata module to perform Pesaran's CADF panel unit root test in presence of cross section dependence*. SSC No. S456732. College Department of Economics, Boston. <https://ideas.repec.org/c/boc/bocode/s456732.html>

Mazzanti, M., Montini, A. y Zoboli, R. (2008). Municipal waste generation and socioeconomic drivers: Evidence from comparing northern and southern Italy. *The Journal of Environment & Development*, 17(1), 51-69. <https://doi.org/10.1177/1070496507312575>

Newey, W. y West, K. (1994). Automatic Lag Selection in Covariance Matrix Estimation. *The Review of Economic Studies*, 61(4), 631-653. <http://doi.org/10.2307/2297912>

Olivares, J. y Hernández, C. (2021). ¿La curva Ambiental de Kuznets sigue siendo válida para explicar la degradación? Una revisión teórica. *Revista Economía Coyuntural*. 6(3), 1-45. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2415-06222021000300003&script=sci_abstract

Pedroni, P. (2001a). Purchasing power parity tests in cointegrated panels. *The Review of Economics and Statistics*, 83 (4), 727-731. <http://doi.org/10.1162/003465301753237803>

Pedroni, P. (2001b). Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. En Baltagi, B., Fomby, T. y Carter, R. (Ed.). *Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels*, 93-130. [http://doi.org/10.1016/S0731-9053\(00\)15004-2](http://doi.org/10.1016/S0731-9053(00)15004-2)

Pedroni, P. (2007). Social capital, barriers to production and capital shares: Implications for the importance of parameter heterogeneity from a nonstationary panel approach. *Journal of Applied Econometrics*, 22: 429-451. <http://doi.org/10.1002/jae.948>

Persyn, D. y Westerlund, J. (2008). Error-correction-based cointegration tests for panel data. *The Stata Journal*, 8(2), 232-241. <http://doi.org/10.1177/1536867X0800800205>

Pesaran, M. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265-312. <http://doi.org/10.1002/jae.951>

Pesaran, M. (2015). *Time series and panel data econometrics*. OUP, New York.

Pesaran, M. (2021). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics*, 60, 13-50. <http://doi.org/10.1007/s00181-020-01875-7>

Rahman, M., Rahman, S., Rahman, M., Hasan, M., Shoaib, S., Rushd, S. (2021). Greenhouse gas emissions from solid waste management in Saudi Arabia. Analysis of growth dynamics and mitigation opportunities. *Applied Sciences*, 11(4), 1-21. <http://doi.org/10.3390/app11041737>

Reyna-Bensusan, N., Wilson, D. y Smith, S. (2018). Uncontrolled burning of solid waste by households in Mexico is a significant contributor to climate change in the country. *Environmental Research*, 163, 280-288. [doi:10.1016/j.envres.2018.01.042](https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.042)

Sáez, A. y Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 1(3), 121-135. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73737091009>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. SEMARNAT, México.

Stern, D. (2017). The environmental Kuznets curve after 25 years. *Journal of Bioeconomics*. 19, 7-28. <http://doi.org/10.1007/s10818-017-9243-1>

Thombs, R. (2022). A guide to analyzing large N, large T panel data. *Socius*, 8, 1-15. <https://doi.org/10.1177/23780231221117645>

Trujillo, J., Carrillo B., Charris, C., e Iglesias, W. (2013). The environmental Kuznets curve (EKC): an analysis landfilled solid waste in Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 21(2), 7-16. <http://doi.org/10.18359/rfce.653>

Verma, R. y Borongan, G. (2022). Emissions of Greenhouse Gases from Municipal Solid Waste Management System in Ho Chi Minh City of Viet Nam. *Urban Science*, 6(4), 1-13. <http://doi.org/10.3390/urbansci6040078>

Wiedinmyer, C., Yokelson, R. y Gullett, B. (2014). Global Emissions of Trace Gases, Particulate Matter, and Hazardous Air Pollutants from Open Burning of Domestic Waste. *Environmental Science & Technology*, 48(16), 9523-9530. <http://doi.org/10.1021/es502250z>

Zilio, M. (2012). Curva de Kuznets ambiental: la validez de sus fundamentos en países en desarrollo. *Cuadernos de Economía*, 35(97). [http://doi.org/10.1016/S0210-0266\(12\)70022-5](http://doi.org/10.1016/S0210-0266(12)70022-5)

Zilio, M. y Caraballo, A. (2014). ¿El final de la curva de Kuznets de carbono? Un análisis semiparamétrico para la América Latina y el Caribe. *El Trimestre Económico*, 81(321), 241-270. <https://doi.org/10.20430/ete.v81i321.114>

Calidad de vida después del COVID-19 en México

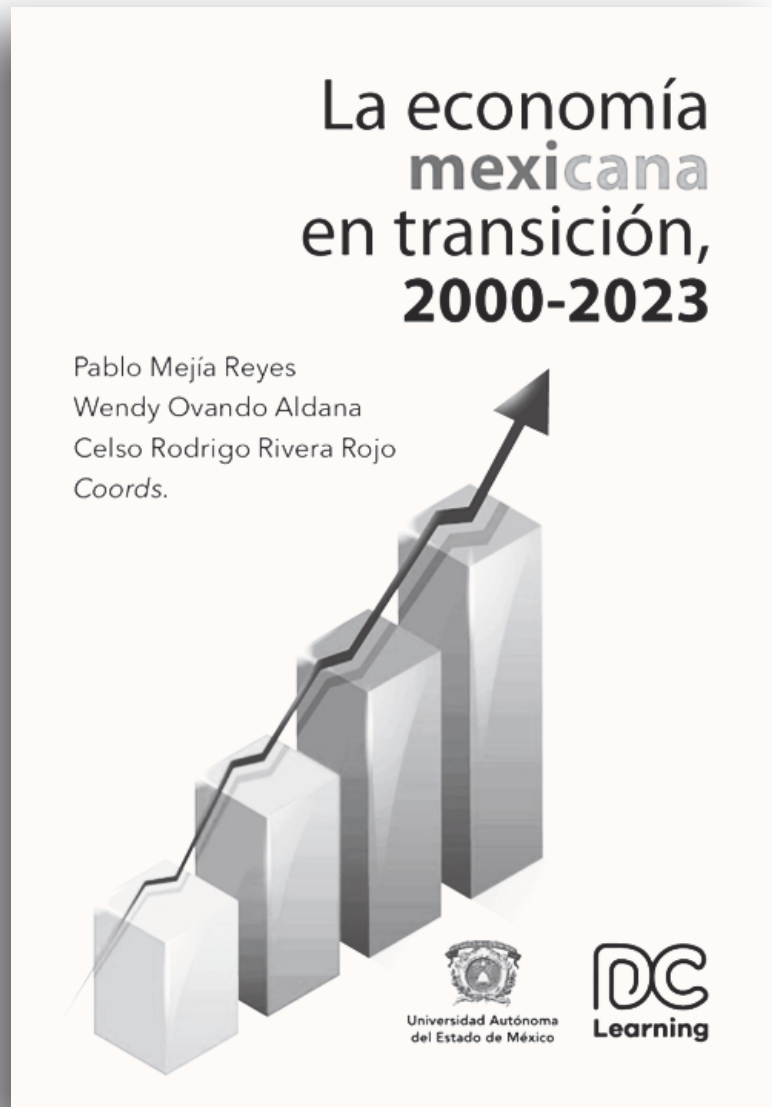
CINTHYA G. CAAMAL-OLVERA*
MARTHA JIMÉNEZ GARCÍA**

RESUMEN

El objetivo de este artículo es analizar los efectos adversos sobre el empleo y el bienestar de las personas después de dos años del COVID-19. La finalidad es conocer el efecto negativo en la probabilidad de que las personas trabajaran o perdieran su empleo, así como también incorporar medidas sobre el bienestar como incertidumbre, estrés, calidad de vida reportado y condiciones socioeconómicas. El análisis se basa en una encuesta realizada específicamente para este propósito con una focalización en comunidades rurales y urbanas. La metodología empleada consiste en la implementación de modelos probabilísticos no lineales. Los resultados indican que los efectos fueron más adversos en el ámbito rural, y se identificó que las variables que más afectaron al empleo y al bienestar fueron el haber perdido un familiar durante la pandemia y una reducción en el ingreso.

Palabras clave: COVID-19, empleo, calidad de vida, estrés, ámbito rural.

Clasificación JEL: I31, J01, J17, O54.



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

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

* Facultad de Economía. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Correo electrónico: cinthya.caamallv@uanl.edu.mx. ORCID: 0000-0003-0249-4027

** Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, UPIICSA, Instituto Politécnico Nacional, México. Correo electrónico: majimenez@ipn.mx. ORCID: 0000-0002-8556-2955

ABSTRACT

Life Quality after COVID-19 in Mexico

This article analyzes the adverse effects on employment and well-being after two years of COVID-19. The purpose is to identify the negative effect on the probability that people would work or lose their jobs and incorporate measures of well-being such as uncertainty, stress, reported quality of life, and socioeconomic conditions. The analysis is based on a survey conducted specifically for this purpose, focusing on rural and urban communities. The methodology used consists of the implementation of non-linear probabilistic models. The results indicate that the effects were more adverse in the rural areas, and it was identified that the variables that most affected employment and well-being were having lost a family member during the pandemic and a reduction in income.

Keywords: COVID-19, employment, quality of life, stress, rural area.

JEL Classification: I31, J01, J17, O54.

INTRODUCCIÓN

El primer caso de COVID-19 inició el 31 de diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan en China, cuando se identificaron 44 casos de personas que tenían síntomas de neumonía atípica; y si bien parecerían no ser tantos casos, al día siguiente esta ciudad fue puesta en cuarentena (Prompetchara *et al.*, 2020). Después de diez días, se logró conocer más sobre el virus que, si bien, tenía una similitud con otros que derivaron en epidemias, no se conocía su letalidad. En enero de 2020 se dio a conocer información sobre los modos de contagio, la gravedad de la infección y las medidas para prevenir un brote epidémico de COVID-19, y la información fluyó para dar a conocer las guías técnicas y los reportes de la situación del avance de la epidemia (Preparedness, 2020, enero 10). Después de tres meses de iniciada la pandemia, se habían realizado en México solo 6.2 pruebas por cada mil personas, de acuerdo con Hasell *et al.* (2020), por lo que se impusieron medidas de prevención más estrictas para controlar la epidemia (Hale *et al.*, 2020). Las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud planteaban la importancia de transmitir la información de forma clara para contener el contagio (Chundakkadan y Ravindran, 2020); así como otras medidas restrictivas, como iniciar una cuarentena, reducir la movilidad e incluso suspender las actividades económicas que no eran esenciales.

En México, durante la pandemia, las personas más vulnerables a perder el empleo fueron los trabajadores informales, los empleados en el sector servicios, sector turismo y trabajo doméstico, así como las mujeres, los jóvenes y los adultos mayores (Ortiz y Rodríguez, 2023). En el ámbito rural se perdieron 20% de los empleos (Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2021). En Estados Unidos, debido a las restricciones impuestas, se estimaba que el desempleo aumentaría hasta alcanzar el pico máximo de 16% a 20%, y que después descendería a 7.5% (Şahin *et al.*, 2020). Otros autores estimaron una reducción en el empleo no tan amplia porque las personas decidieron salir del mercado laboral (Han *et al.*, 2020; Coibion *et al.*, 2020). Las estimaciones para el año 2023 y para 12 países, indicaron que el incremento en el desempleo fue de 72%, un incremento superior al estimado al iniciar la pandemia, además de que las solicitudes por seguro de desempleo aumentaron en 57%, con respecto al nivel del 2019 (Li *et al.*, 2023).

Los efectos negativos mayores fueron para las mujeres, personas mayores de 40 años, los migrantes, las ciudades que dependían de las exportaciones y del turismo, así como serias afectaciones en las cadenas de suministro y canales de comercialización (Li *et al.*, 2023). Los efectos adversos de la pandemia sobre el empleo fueron más severos en regiones rurales, para los trabajadores que tenían ingresos bajos y que tenían que acudir de forma presencial, por lo que estaban más expuestos al contagio. Por otra parte, los trabajadores informales estuvieron más tiempo fuera del empleo (Antipova, 2021).

Las políticas del confinamiento y distanciamiento social afectaron el estrés de las personas, y se ha encontrado que bajos recursos económicos redujeron el bienestar de las personas (Shevchenko *et al.*, 2023; Płomecka *et al.*, 2023). Las personas manifestaron que durante la cuarentena sufrieron miedo, frustración, aburrimiento, debido a la información inadecuada y estigmas con respecto a las personas infectadas (Brooks *et al.*, 2020). Las condiciones socioeconómicas amplificaron los efectos adversos de la pandemia, incorporando nuevas formas de desigualdad (Antipova, 2021). Pues las afectaciones en la salud mental fueron mayores en las mujeres madres de niños en edad de preescolar y niños pequeños (Pierce *et al.*, 2020). Por otra parte, también las personas adultas mayores mostraron una menor percepción en su calidad de vida, que se amplificaban si tenían enfermedades crónicas y un ambiente de aislamiento (Briere *et al.*, 2023). Los efectos negativos de la COVID-19

se manifestaron en un incremento en el estrés, ansiedad y altos niveles de depresión, aunque se reducía cuando las personas referían haberse adaptado a las circunstancias y apoyarse mutuamente (Fancourt *et al.*, 2021).

El objetivo de este artículo fue analizar los efectos de la pandemia, después de dos años del COVID-19, y después de un año de haber regresado a las actividades presenciales. El análisis se basa en una encuesta realizada principalmente en zonas rurales y urbanizadas, con el fin de identificar los efectos adversos que sufrieron las personas después de la pandemia por COVID-19. Se incluyen los efectos adversos sobre el empleo, nivel de ingreso, rendimiento laboral, así como también se identifican efectos sobre la salud mental de las personas como el estrés y su percepción sobre la calidad de vida, cuyos efectos podrían ser todavía más severos si tuvieron algún familiar que falleció por COVID-19. Si bien los estudios han estimado efectos negativos sobre la calidad de vida durante la pandemia, en 15 países de la OECD, poco más de un cuarto de personas estaba en riesgo de depresión o ansiedad en el año 2020. El confinamiento provocó presiones en el bienestar, pues las personas se sintieron solas y cansadas para realizar labores domésticas (OECD, 2021). En este sentido, no se conocen con claridad los efectos post-COVID-19 en México, considerando que las personas tuvieron que modificar comportamientos, como cambiar sus hábitos y su movilidad para lograr hacer compatibles sus actividades laborales con el fin de mejorar su bienestar.

Con los datos de la Encuesta de Empleo en Comunidades Rurales y Urbanas (EECRUM) primeramente se realizó un análisis descriptivo, para realizar una comparación entre hombres y mujeres, por ámbito rural o urbano, de igual forma se realizó una comparación con datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Asimismo, se realizó un análisis descriptivo con los trabajadores que tuvieron COVID-19, si recibieron algún apoyo del gobierno según la zona rural o urbana, así como si falleció algún familiar, o bien, la pérdida de algún compañero de trabajo. Se incluyen también los efectos sobre la disminución en los ingresos mensuales, el rendimiento laboral o académico afectado por la pandemia, la situación económica afectada por la pandemia, problemas de hábitos personales y movilidad limitada. De igual manera se realizó un análisis descriptivo entre hombres y mujeres en términos de salud mental, estrés y afectaciones en su calidad de vida.

El análisis econométrico se realizó a través de un Modelo Probit binomial, para calcular la probabilidad de que la persona se encuentre trabajando, la probabilidad de perder el empleo, y las afectaciones sobre el bienestar, para ello se consideraron las variables de condiciones socioeconómicas como el sexo del encuestado, la edad, su escolaridad en años, si tiene acceso a los servicios de salud, si tiene un empleo formal, si vive en el ámbito rural o urbano, si trabaja desde casa (home office), si tuvo COVID-19, si perdió algún familiar por COVID-19, su nivel socioeconómico, si es beneficiario de algún programa social, y si tuvo alguna reducción en su ingreso.

Los resultados confirmaron diferencias en el ámbito rural y urbano, en cuestión del empleo y en afectaciones en la calidad de vida, pues los resultados evidenciaron que existe una mayor probabilidad de que las personas hayan perdido el empleo y que tuvieron mayores afectaciones en su calidad de vida en las comunidades rurales en comparación de las urbanas, consistente con la literatura internacional que indica las disparidades iniciales (Afifi *et al.*, 2022; Antipova, 2021).

Por otra parte, en tiempos de COVID-19 era más probable que los hombres fueran despedidos, en comparación con las mujeres, y conforme aumentaba la edad, las personas declaraban una mayor afectación en la calidad de vida. En general, se estimaron efectos que se amplificaron con la pandemia por COVID-19, pues las personas con menores ingresos tuvieron una mayor afectación en su economía familiar.

La organización de esta investigación inicia con la revisión de literatura científica para encontrar antecedentes laborales y del bienestar relacionados con la pandemia por COVID-19 en zonas urbanas y rurales. Posteriormente, se presenta el marco teórico en donde se presentan las interrelaciones de las variables para el análisis. En la sección de materiales y métodos se describe el diseño muestral, las características de los participantes, el instrumento de investigación. Posteriormente, se presenta el análisis descriptivo sobre la información de la encuesta. La estrategia empírica plantea el modelo econométrico y la explicación de las especificaciones a estimar, y en la sección de resultados se presentan los resultados del análisis probabilístico no lineal, finalmente, se presentan las discusiones y conclusiones del estudio.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

Los efectos adversos del COVID-19 en el empleo y las horas laborales han sido diez veces más severas que las ocasionadas por la crisis financiera de 2008, en los veinticinco países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, por sus siglas en inglés). De este informe, 37% de las personas declaró que un integrante del hogar había perdido el trabajo, había reducido las horas trabajadas, o había tenido una reducción en su salario, y estas diferencias se ampliaban en las mujeres, en trabajadores de bajos ingresos, y con bajo nivel educativo (OECD, 2021). Para Estados Unidos, se estimó una reducción en la pobreza, en parte por las medidas de contención, aunque la tasa de empleo se redujo en 14%, y fue la reducción máxima estimada durante la pandemia (Han *et al.*, 2020). En tanto, Coibion, *et al.*, (2020) encontraron una pérdida de 20 millones de empleos, con respecto al periodo pre-pandemia, cuya reducción en puntos porcentuales se estimó en ocho, o bien, una reducción del 14% en el empleo. Los efectos adversos de la pandemia sobre el empleo fueron más severos en regiones rurales, para los trabajadores que tenían ingresos bajos y que tenían que acudir de forma presencial, por lo que, estaban más expuestos al contagio, y los trabajadores informales estuvieron más tiempo fuera del empleo (Antipova, 2021). En México, considerando un índice de vulnerabilidad del empleo, se encontró que los más afectados fueron los trabajadores de menores ingresos, que laboraban en pequeñas empresas, con menores niveles educativos; así como las mujeres, las personas que trabajan en el sector informal, los jóvenes y las personas adultas mayores fueron los que tenían una mayor probabilidad de perder su empleo (Ortiz y Rodríguez, 2023).

En un país con alta mortalidad por COVID-19, como México, es importante conocer cómo las personas lograron superar el episodio de las medidas estrictas de la pandemia, no solo sobre el empleo, sino sobre la salud y su visión de la vida después de la pandemia. Durante la pandemia las afectaciones en la salud mental por las medidas restrictivas de la cuarentena propiciaron depresión, ansiedad y estrés, en la mayoría de los países (Płomecka *et al.*, 2023), y se ha asociado a la resiliencia como un factor que contribuyó a mejorar la salud mental (Lenzo *et al.*, 2024). Aún después de dos años de la pandemia, las personas que perdieron algún familiar por COVID-19 mostraron síntomas de estrés,

enojo y depresión, que atribuyeron a que las restricciones impuestas no les permitieron a los familiares visitarlos en los hospitales, o incluso realizar los funerales como se acostumbraba (Van Schaik *et al.*, 2022).

Después del COVID-19 las consecuencias de lo vivido durante la pandemia tuvieron repercusiones en la calidad de vida, aún quince meses después de la cuarentena (OECD, 2021). Se estima que el exceso de mortalidad fue de 16%, en países de la OECD, una reducción de siete meses en la esperanza de vida, y que aún después de superadas las medidas estrictas y de confinamiento por la pandemia, las personas seguían mostrando signos de sentirse cansados, sentirse solos, y en algunos países las personas consideraban que existía una mayor polarización, incluso antes de la pandemia por COVID-19 (OECD, 2021).

Existen diferentes formas de medir el bienestar, la OECD sugiere considerar aspectos como el ingreso, la calidad en el trabajo, vivienda, salud, educación, calidad ambiental, bienestar subjetivo, seguridad, balance familia y trabajo, conexiones o redes sociales y participación social (OECD, 2020). Con cuatro medidas para el bienestar Vilar-Compte *et al.* (2022) encontraron, para México, una reducción promedio del bienestar en 2.3%, y esto ocurría para las mujeres y en hogares con mayor probabilidad en hogares en donde algún integrante había perdido el empleo, las reducciones medidas en puntos porcentuales (pp) fue de 6.4, y un mayor riesgo de 8.5 pp en desarrollar ansiedad (Vilar-Compte *et al.*, 2022).

Durante la pandemia ya se identificaban síntomas de angustia psicológica de moderada a grave, en 45% de la población mexicana analizada, un deterioro de la salud física percibida, aunque, también concluyeron que una visión resiliente los ayudó a amortiguar los efectos negativos de las medidas de aislamiento (Quiroga-Garza *et al.*, 2021).

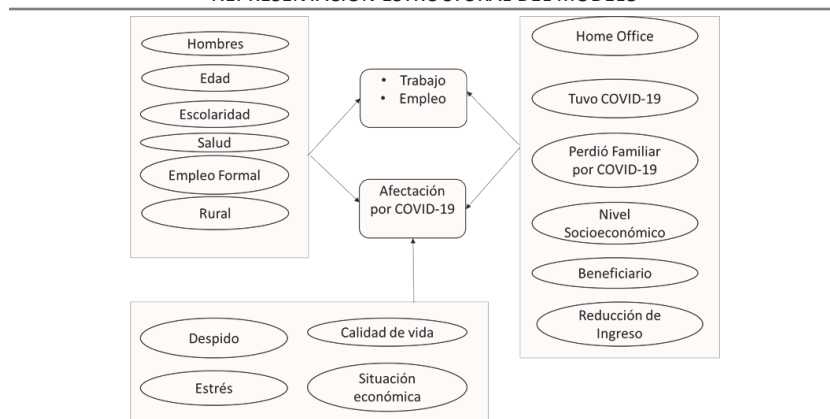
En un estudio para la Ciudad de México se encontró que acudir más de una vez a la semana al parque incrementó el bienestar subjetivo reportado, en 8.9% más que los que no acudían (Mayen y Utomo 2021). Este efecto se confirma también para el caso de la población de China pues además se asociaban a los espacios verdes para reportar mayores índices de felicidad (Cheng *et al.*, 2021). Para Estados Unidos se encontró que salir fuera de la casa, hacer más ejercicio, percibir mayor apoyo de su familia y amigos, dormir mejor y rezar, fueron las acciones que les permitieron afrontar las primeras semanas de la cuarentena (Killgore *et al.*, 2020).

El análisis de los efectos del COVID-19 en comunidades rurales ha sido limitado, en parte por la dificultad de obtener información, que hacen que las comparaciones con la zona urbana no sean igualmente comparables, considerando que las poblaciones rurales y urbanas tienen diferentes perfiles de salud, pues se estima una mayor mortalidad, la disponibilidad de empleos son limitados, porque hay una menor densidad de la población, y una diferente constitución étnica (Afifi *et al.*, 2022). Por otra parte, para México no se ha encontrado evidencia de un éxodo de las ciudades a otras zonas menos urbanizadas, más bien, la población redujo los flujos de salida y de entrada en todas las categorías de densidad de población (González-Leonardo *et al.*, 2024).

2. MARCO TEÓRICO

En este estudio se hipotetiza que el nivel socioeconómico, el estrés y la calidad de vida fueron afectados por las situaciones propiciadas a raíz de la pandemia por COVID-19 como haberse contagiado del virus, haber perdido a un familiar, situación de despido laboral, reducción de ingreso, cambio en su situación económica o cambio en su modalidad laboral como trabajar desde casa. Las interrelaciones se muestran en la figura 1, que representan el modelo estructural, en donde se incluyen las características de las personas como el sexo, la edad, la escolaridad, salud, si trabaja en el mercado formal y si vive en una zona rural o urbana.

FIGURA 1
REPRESENTACIÓN ESTRUCTURAL DEL MODELO



Fuente: elaboración propia.

Las estrategias para contener los contagios y los efectos adversos de la pandemia fueron diversos entre países. Los países asiáticos fueron los más efectivos, pues se centraron, primero, en contener los efectos de contagio por la pandemia de COVID-19, en algunos países las medidas de aislamiento lograron contener los contagios, y si bien, estas medidas fueron estrictas, lograron regresar a la normalidad de forma rápida (Sundaram, 2020). En Corea del Sur implementaron pruebas masivas y gratuitas, aislamiento preventivo, transmisión de la información y transparencia de la situación, así como proveer tecnologías digitales para detectar posibles casos (Lee *et al.*, 2020). Por este motivo, Corea del Sur fue un ejemplo de cómo controlar una epidemia siguiendo protocolos de auto-aislamiento, distancia social, así como reconocer la gravedad de la situación y cooperación voluntaria, además los efectos sobre el desempleo fueron entre 5 a 9% de incremento, cifra que se redujo progresivamente después de diciembre de 2020 (Lee *et al.*, 2020). El efecto de reducir la actividad económica derivó en un incremento en el desempleo, en China el desempleo aumentó en 16.7%, incluso en los trabajadores migrantes, el desempleo fue mayor, ya que muchos tuvieron que regresar a sus lugares de origen (Ma *et al.*, 2024).

La desigualdad antes de la pandemia fue determinante en las acciones que tomaron las personas ante la recomendación de permanecer en casa y evitar estar expuestos ante el COVID-19, como un amplio porcentaje de personas que trabajan desde casa para obtener un ingreso (Ibarra Muñoz *et al.*, 2022). En tiempos del COVID-19, el nivel de ingreso representó un predictor significativo de una alta calidad de vida (OECD, 2021). Cuando se compara a los adultos, los efectos adversos de la pandemia sobre la salud mental incrementaron el estrés y la ansiedad, reduciendo la calidad de vida (Briere *et al.*, 2023).

El bienestar subjetivo reportado puede variar con la edad y el nivel de ingreso de los países, la evidencia sugiere que los adultos mayores reportan un bienestar emocional menor que los adultos de menor edad, y estas diferencias se amplían en países con menores ingresos (Kieny *et al.*, 2022). En los adolescentes, se ha encontrado que una reducción en las preocupaciones sobre las perspectivas profesionales y de aprendizajes relacionados con las competencias laborales explican un incremento en la calidad de vida, mientras que los estresores relacionados con el COVID-19, parecen no tener un efecto negativo en la satisfacción con la vida (Henseke *et al.*, 2022).

La evidencia sugiere que los contagios podrían ser menores en un ambiente rural, que podría tener poca movilidad para contener la pandemia; sin embargo, las condiciones laborales difieren de un ámbito urbano. El empleo rural representa el 14% del empleo total en México, se estima que, por efectos adversos del COVID-19 se perdió el 20% de los empleos, pues, además, co-existían otros problemas estructurales relacionados con la pobreza extrema, minifundios, bajo acceso al crédito, disponibilidad de recursos como el agua, y mayor propensión a tener eventos naturales como sequías y huracanes (Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2021). Por otra parte, los efectos se amplían pues la mitad de los trabajadores en comunidades rurales son jornaleros con ingresos bajos, bajos niveles de educación, y sin acceso a los servicios de salud ni de seguridad social (Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2021).

La focalización en zona urbana y rural es importante porque el acceso limitado a una comunidad rural o de difícil acceso fue un factor de protección para evitar el contagio (Afifi *et al.*, 2022). Sin embargo, en caso de sufrir complicaciones, si en estas comunidades rurales no existía carretera pavimentada, era difícil trasladar a las personas en estado crítico al hospital aumentando la probabilidad de fallecer (Afifi *et al.*, 2022). Se ha encontrado que, en algunas zonas rurales, el estar apartado o aislado, fue un factor que redujo el contagio (Delgado, 2023). CONEVAL (2018) establece una medida del acceso a la carretera pavimentada, y que considera pendientes, terracería, uso del uso, diversidad en la vegetación, transporte público, en donde estiman un promedio de 17% entre los municipios de México tenía acceso a carretera pavimentada.

Las comunidades enfrentan un mayor riesgo de contagio por COVID-19 cuando tienen una alta movilidad de las personas (Gunthe y Patra, 2020; Sun *et al.*, 2020), en cambio, en comunidades rurales como existe poca movilidad esto podría indicar un nivel mínimo de casos de infección por COVID-19 (Afifi *et al.*, 2022; Gunthe y Patra, 2020; Sun *et al.*, 2020; Carmo *et al.*, 2020). Por otra parte, la lejanía geográfica de los países no fue un factor de reducción de contagios, pues se encontró que Estados Unidos y países latinoamericanos como Brasil (Carmo *et al.*, 2020) tuvieron un riesgo igual de alto de contagio, como Tailandia y Reino Unido, de haber importado casos de COVID-19 en una etapa temprana, cuando iniciaron las cuarentenas en Europa o incluso meses antes (Sun *et al.*, 2020). Es decir, había

casos de contagio que no pudieron ser documentados, en el primer mes de la pandemia fue del 85%, lo que puede explicar la rápida propagación del virus (Li *et al.*, 2020).

Por otra parte, es necesario tener un contexto de la mortalidad antes de la pandemia. El acceso a la salud y la presencia de comorbilidades pre-existentes como obesidad, enfermedades coronarias, cáncer, y enfermedades del hígado aumentaban la probabilidad de morir (Miller *et al.*, 2020). En este contexto, era necesario evitar que los sistemas de salud se saturaran, por lo que, era importante cuidar la calidad en el acceso a la salud (Lau *et al.*, 2020). Las altas tasas de mortalidad se asociaban a una mayor densidad de población, el gasto en salud, número de camas en cuidados intensivos y población urbana, comparando diez países (Roy y Khalse, 2020).

En el caso de México se ha encontrado evidencia que los factores meteorológicos influyeron en los brotes epidémicos regionales, pues en climas tropicales se estimó una menor transmisión y menor mortalidad por COVID-19 (Méndez-Arriaga, 2020). Además, en las regiones con clima tropical se redujo la transmisión y contagio (Méndez-Arriaga, 2020), una mayor contaminación, principalmente en zonas urbanas, fue otro factor que incrementó el riesgo de padecer enfermedades respiratorias y enfermedades cardiovasculares (Domingo y Rovira, 2020), o bien, que complicaron la recuperación de pacientes con casos confirmados con daño severo y que podrían derivar en muerte (Conticini *et al.*, 2020; Frontera *et al.*, 2020).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para medir los efectos adversos posteriores a la pandemia del COVID-19 y las variables que podrían estar relacionadas bajo un enfoque cuantitativo, se diseñó una muestra de tipo social no experimental, que considera a los trabajadores en comunidades rurales y urbanas que estaban trabajando o perdieron su empleo en la pandemia por COVID-19.

3.1 Tamaño de muestra

Para calcular la muestra se consideró a la Población económicamente activa (PEA), que fue de 58.8 millones (INEGI, 2021). El tamaño fue calculado a partir de la ecuación 1.

$$n = \frac{(p)(q)(N)Z^2}{E^2(N-1)+Z^2(p)(q)} \quad (1)$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

p: porcentaje estimado de variabilidad (50%)

q: 100-p

N: población total del universo de estudio (58.8 millones)

Z= nivel de confianza de la distribución Z de tablas al 95% de confianza), Z=1.96

E: error permitido (5%)

Al sustituir los valores en la ecuación (1), se obtiene la ecuación (2).

$$n = \frac{(0.5)(0.5)(58800000)1.96^2}{0.05^2(58800000-1)+1.96^2(0.5)(0.5)} = 384 \text{ Personas} \quad (2)$$

Si bien, el tamaño mínimo era de 384 personas, se amplió la muestra para capturar el efecto en la zona rural, y se realizó un muestreo aleatorio simple, para tener un total de 640 personas participantes, distribuidas en comunidades rurales y urbanas de México. Los criterios de inclusión fueron haber trabajado en la pandemia en el periodo del año 2020 a 2021.

3.2. Participantes

Las personas seleccionadas para la encuesta debían tener al menos 18 años y ser menores de 75 años, que trabajaron en el año 2020 y 2021, con el fin de identificar a las personas que, en ese lapso, estaban laborando o perdieron su empleo a causa de la pandemia por COVID-19. De las personas que respondieron la encuesta, se localizaron en 255 personas en comunidades rurales (población menor a 2,500 habitantes, según criterios del INEGI) y 385 residían en comunidades urbanas (población mayor a 2500 habitantes).

3.3. Instrumento de investigación

La información se obtiene de la Encuesta de Empleo en Comunidades Rurales y Urbanas (EECRUM, 2022) en México 2022, realizada específicamente para este estudio. Las preguntas se realizan de manera retrospectiva, al año 2021 y 2022, considerando que el instrumento se

aplicó en el año 2022. La encuesta estaba estructurada por secciones que incluían: 1) Datos generales (género, edad, nivel de escolaridad, acceso a servicios de salud por parte de su trabajo como el IMSS o ISSSTE, el tipo de empleo que podía ser formal e informal y lugar de residencia incluyendo estado y municipio), 2) Laborales (trabajó en la pandemia, tuvo covid-19 siendo trabajador, disminución del ingreso y despido) y 3) sociales (perdió algún familiar derivado de la pandemia por COVID-19, tuvo estrés, situación económica, calidad de vida, y para el nivel socioeconómico se realizaron preguntas sobre el hogar como la escolaridad del jefe del hogar, dormitorios, baños completos, personas mayores de 14 años que trabajan, autos, así como internet). Con estas preguntas se realizó un cálculo acorde al algoritmo de la Asociación Mexicana de agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión.

4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA ENCUESTA

Los resultados obtenidos, utilizando la base de datos de la EECRUM 2022, permitió tener información en retrospectiva de lo que vivieron las personas durante la pandemia por COVID-19, y los efectos sobre su calidad de vida que identifican entre los meses de mayo a septiembre de 2022. La encuesta se aplicó en 16 entidades federativas: Baja California, Chiapas, Ciudad de México, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Tlaxcala, y Zacatecas. La encuesta logró capturar las respuestas de 640 personas. Del cuadro 1 se muestra que la ECCRUM tiene un mayor porcentaje de personas que forman parte de la PEA, 83.6%, en comparación con la ENOE 2022, que es de 57.3% que trabajan.

CUADRO 1
COMPARACIÓN DE ENCUESTAS

	ENOE 2022			EECRUM 2022		
	Hombres	Trabaja	Rural	Hombres	Trabaja	Rural
Sí	48.1%	57.3%	35.1%	44.8%	83.6%	39.8%
No	51.9%	42.7%	64.9%	55.2%	16.4%	60.2%

Fuente: elaboración propia con base en cálculos obtenidos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE, 2022, tercer trimestre), INEGI (2021), y la Encuesta de empleo en Comunidades rurales en México (EECRUM, 2022).

Por otra parte, la EECRUM, (2022) nos proporciona una mirada sobre la situación en aspectos relacionados, además del empleo, con la calidad de vida que reportaron los trabajadores después de la pandemia. La zona urbana es la predominante, 60.2%, en tanto, 39.8% declararon residir en la zona rural. Si bien, más de la mitad de la información se obtuvo del ámbito urbano, la comparación con la ENOE, que considera 35.1%, es una menor proporción de población en ámbito rural, en comparación con este estudio, de 39.8%.

La división entre hombres y mujeres es similar, 44.8% y 55.2%, respectivamente. Incluso al considerar el sexo de quien responde la encuesta, declaran porcentajes similares entre hombres y mujeres. El cuadro 1, muestra que, si bien, estos resultados son diferentes a lo que se encuentra en las encuestas laborales en el ámbito urbano, también destaca que la mayor parte de los trabajos eran formales, 62.97%, y el porcentaje que refiere que tiene acceso a los servicios de salud, que corresponde al 52.81% del total.

Después de dos años de iniciada la pandemia, se estima que el 81.6% de las personas declaró haber tenido COVID-19. Estos datos indican que gran parte de la población se contagió, aunque los efectos sobre la salud y las afectaciones en su vida laboral y personal podrían ser diferentes dependiendo del ámbito en el que se encuentran. El cuadro 2 muestra que, del total de la población que se contagió por COVID-19, 19.7% era beneficiario de algún programa o apoyo gubernamental, en tanto, la mayoría, el 81.6% no tuvo apoyo de gobierno. Se calcula que 41.3% han tenido algún familiar que falleció por COVID-19, este porcentaje aumenta, cuando la persona refiere que también se contagió de COVID-19, 48.9%, en comparación al 7.6% de los que refieren haber perdido algún familiar y no haber tenido COVID-19.

El fallecimiento de algún familiar por COVID-19 les ha afectado en su trabajo, así lo refiere el 25.9% de los encuestados. En mayor medida los que han tenido COVID-19, 29.9%, en tanto, 8.5% refieren que no les ha afectado. En promedio, se estima, que 19.8% de los encuestados mencionaron que durante el periodo de la pandemia perdieron su empleo, un porcentaje ligeramente mayor para los que declaran no haber tenido COVID-19, 20.3%, pero la diferencia no es estadísticamente significativa.

Como lo muestra el cuadro 2, la mayoría de los encuestados mencionaron haber tenido una reducción en su nivel de ingreso mensual, 58.8%, quienes enfermaron por COVID-19, tuvieron una

reducción mayor, que los que no se contagiaron, del 49.2%, diferencia significativa al 10%. Sin embargo, un porcentaje mayor declara haber tenido una afectación en su rendimiento laboral o académico si se contagiaron de COVID-19, 65.5%, en comparación del rendimiento laboral de quienes refieren no haberse enfermado, 52.5%.

CUADRO 2
DIFERENCIAS DE MEDIAS ENTRE LAS PERSONAS QUE TUVIERON COVID-19

	Se contagió de COVID-19		
	No	Sí	Total
Si tuvo apoyo de gobierno*	12.7%	19.7%	18.4%
¿Durante el periodo de pandemia algún familiar falleció de COVID-19?***	7.6%	48.9%	41.3%
La pérdida de algún familiar o compañero de trabajo que haya fallecido por COVID-19, ¿le ha afectado en su trabajo?, es decir, ¿ya no trabaja como antes?***	8.5%	29.9%	25.9%
¿Durante el periodo de pandemia perdió su empleo?	20.3%	19.7%	19.8%
¿Durante la pandemia existieron despidos en su empresa o negocio?***	27.1%	41.5%	38.9%
¿Durante el periodo de pandemia redujo su nivel de ingreso mensual?*	49.2%	58.8%	57.0%
¿Considera que su rendimiento laboral o académico se ha visto afectado por la pandemia?***	52.5%	65.5%	63.1%
¿Considera que su situación económica se ha visto afectada por la pandemia?***	57.6%	75.7%	72.3%
¿Durante el periodo de pandemia ha tenido que cambiar sus hábitos personales?***	82.2%	90.0%	88.6%
¿Durante el periodo de pandemia su movilidad se ha visto limitada?***	63.6%	75.7%	73.4%
¿El COVID-19 te ha ocasionado estrés?***	63.5%	87.5%	83.1%
¿Durante la pandemia considera que su calidad de vida se vio afectada?***	70.3%	84.1%	81.5%
¿Considera que la pandemia afectó su vida personal?***	61.9%	76.4%	73.7%

Fuente: elaboración propia con base en cálculos de la Encuesta de empleo en Comunidades rurales y urbanas en México 2022 (EECRUM). Los asteriscos indican que las diferencias estimadas son estadísticamente significativas en *90%, **95% y ***99% del nivel de confianza.

En general, se infiere que 72.3% de las personas encuestadas tuvieron una afectación en su situación económica por la pandemia, se estima un porcentaje superior para los que tuvieron COVID-19, 75.7%, y menor para los que no se enfermaron, 57.6%. Una gran parte de la población encuestada, 88.6%, declaró que tuvo que cambiar sus hábitos personales, un

mayor porcentaje entre las personas tuvieron COVID-19, 90%, en comparación al 82.2% que no tuvieron. Por otra parte, 73.4% de los encuestados también declararon que tuvieron una reducción en su movilidad, la cual fue mayormente reducida por los que tuvieron COVID-19, cifra estimada en 75.7%, en tanto, los que no enfermaron, el 63.6% mencionaron haber tenido una reducción en su movilidad. Estos datos proporcionan evidencia de que los efectos adversos en el empleo y calidad de vida se amplifican si las personas se contagiaron por COVID-19. Las personas que se contagiaron por COVID-19 refirieron tener mayor estrés y que su vida personal también cambió; la mayoría de las variables del cuadro 2 son estadísticamente significativas, solo no se encuentran diferencias entre las personas que viven en zonas urbanas y rurales, o si perdieron el empleo.

El cuadro 3 muestra dos columnas con las diferencias en las afectaciones que sufrieron las personas distinguiendo entre hombres y mujeres y la diferencia de medias entre el ámbito rural y urbano. A continuación, se mencionan las diferencias que resultaron estadísticamente significativas, se encuentra que son los hombres quienes recibieron, en mayor proporción que las mujeres, los programas sociales, mismos que están mayormente disponibles en el ámbito urbano. El porcentaje de personas que perdió el empleo fue mayor en el ámbito urbano, si bien, los hombres, en comparación de las mujeres fueron quienes mayormente declararon haber perdido el empleo, la diferencia no fue estadísticamente significativa. Los despidos fueron mayormente mencionados por los hombres y principalmente en el ámbito urbano. Las reducciones en el ingreso y las afectaciones en las condiciones socioeconómicas, debido al COVID-19, fueron afectaciones referidas principalmente por los hombres, y en mayor medida en el ámbito rural.

En contraste, la comparación entre hombres y mujeres sobre los cambios en los hábitos sí resulta estadísticamente significativa, más el efecto no es diferenciado según zona rural o urbana. Al igual, para la variable sobre si durante la pandemia la movilidad se vio limitada, resultó estadísticamente no significativa, ni por sexo ni por ámbito. Las mujeres refieren haberse sentido estresadas, debido al COVID-19, y en mayor medida en el ámbito rural las personas refirieron estar más estresadas; de la misma forma, la percepción sobre las afectaciones adversas en la calidad de vida fue mayor en el ámbito rural, más no hay una diferencia entre la percepción entre hombres y mujeres. Sin embargo, descriptivamente parecería que la afectación de la pandemia

en la vida personal de las personas no tuvo efectos diferentes entre hombres y mujeres ni ámbito de residencia.

CUADRO 3
DIFERENCIA DE MEDIAS SEGÚN SEXO Y ÁMBITO URBANO Y RURAL

	Mujeres/Hombres	Rural/Urbano
Si tuvo apoyo de gobierno	-0.0258*	-0.13***
¿Durante el periodo de pandemia algún familiar falleció de COVID-19?	0.0087	0.0248
La pérdida de algún familiar o compañero de trabajo que haya fallecido por COVID-19, ¿le ha afectado en su trabajo?, es decir, ¿ya no trabaja como antes?	-0.0161	-0.0204
¿Durante el periodo de pandemia perdió su empleo?	-0.0445	0.080**
¿Durante la pandemia existieron despidos en su empresa o negocio?	-0.153***	-0.066*
¿Durante el periodo de pandemia redujo su nivel de ingreso mensual?	-0.065*	0.153***
¿Considera que su rendimiento laboral o académico se ha visto afectado por la pandemia?	-0.0115	0.097**
¿Considera que su situación económica se ha visto afectada por la pandemia?	-0.0213	0.11***
¿Durante el periodo de pandemia ha tenido que cambiar sus hábitos personales?	-0.058**	0.0135
¿Durante el periodo de pandemia su movilidad se ha visto limitada?	0.0237	-0.0017
¿El COVID-19 te ha ocasionado estrés?	0.1299***	0.078**
¿Durante la pandemia considera que su calidad de vida se vio afectada?	0.0194	0.123***
¿Considera que la pandemia afectó su vida personal?	0.0105	0.0126

Fuente: elaboración propia con base en la Encuesta de empleo en Comunidades rurales y urbanas en México 2022 (EECRUM). Los asteriscos indican que las diferencias estimadas son estadísticamente significativas en *90%, **95% y ***99% del nivel de confianza.

Para resumir, las diferencias estadísticamente significativas, indican que las mujeres son quienes mayormente reportaron sentir más estrés después del COVID-19 que los hombres. Un mayor porcentaje de hombres reportaron tener apoyo gubernamental, y se concentraron principalmente en la zona urbana, coincide con una mayor percepción de despido, pues las empresas en donde trabajaban mostraron las mayores tasas de despido, reducción de ingreso, situación económica y son, también, los hombres quienes han tenido que cambiar sus hábitos personales.

5. ESTRATEGIA EMPÍRICA

La estrategia empírica consiste en estimar una ecuación que permita explicar las afectaciones en el ámbito laboral y de calidad de vida entre las personas después de la pandemia por COVID-19. Se proponen tres variables dependientes para el análisis: si las personas trabajan, si perdieron el empleo durante la pandemia, y tercero, diferentes medidas sobre cómo afectó la pandemia al bienestar o calidad de vida. Las variables de interés se miden de forma binaria, pues de la encuesta se les pregunta si actualmente se encuentra trabajando, si perdió el empleo durante la pandemia, o si tuvo afectaciones en las variables relacionadas con el bienestar.

Por otra parte, para medir el bienestar se cuenta con diferentes medidas sobre la calidad de vida, que podría ser un índice en donde se incorporen las medidas recomendadas por la OECD (2021). El bienestar no es directamente observable; sin embargo, a partir de la encuesta es posible conocer si las personas identifican un cambio en su calidad de vida, y se incluyen otras formas de medir cambios en su bienestar como la incertidumbre al ver que personal de la empresa, en la que laboraban, fue despedido, el estrés durante el COVID-19, y si la pandemia afectó su calidad de vida o lo afectó económicamente.

De tal forma que Y representa cualquiera de las tres variables de interés para medir la probabilidad de trabajar, de perder el empleo, y la probabilidad de tener cambios en el bienestar, los cuales se estimarían a partir de la ecuación (3):

$$\Pr(Y = 1 | X) = G(\beta_0 + X'\beta + \varepsilon) \quad (3)$$

En donde las variables explicativas X están relacionadas con la probabilidad de tener empleo y la probabilidad de perder el empleo durante la pandemia, o bien relacionadas con las variables que miden el bienestar. La interrelación de estas variables se muestra en el modelo estructural de la figura 1. Se propone como modelo base incluir a las variables como el sexo del encuestado, la edad, su escolaridad en años, si tiene acceso a los servicios de salud, si tiene un empleo formal, si vive en el ámbito rural o urbano, si trabaja desde casa (home office), si tuvo COVID-19, si perdió algún familiar por COVID-19. La segunda especificación considera, además de esas variables, el

nivel socioeconómico. En la tercera especificación se incluye si es beneficiario de algún programa social, y en la cuarta especificación se agrega la variable que identifica si la persona tuvo alguna reducción en su ingreso.

La estimación de la ecuación (3) plantea una estimación no lineal, en donde se asumirá que los errores, o variables no observables, siguen una distribución normal, de forma tal que se estima un modelo probabilístico Probit, el cual se implementa bajo la metodología de máxima verosimilitud para encontrar los coeficientes de cada variable exógena, debido a que no se identifican en la ecuación (3), se requiere estimar los efectos marginales, β_j para cada variable independiente, j , contenida en X :

$$\frac{\partial P(Y=1 | X)}{\partial x_j} = g(\beta_0 + X'\beta) \beta_j \quad (4)$$

En donde la función $g()$ representa la derivada de la función acumulativa probabilística normal con respecto a cada variable independiente, y evaluando el valor de cada una en el promedio.

6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS PROBABILÍSTICO

Los resultados se mostrarán para cada una de las variables dependientes de interés en tres cuadros. En el cuadro 4 se presentan cuatro modelos que cuantifican el efecto sobre la probabilidad de trabajar, de la misma forma, en el cuadro 5 se muestran otros cuatro modelos para estimar el efecto sobre la probabilidad de perder el empleo, y finalmente en el cuadro 6 se presentan, también cuatro modelos que representan medidas relacionadas con el bienestar como: 1) la incertidumbre que sufrió durante la pandemia al presenciar que en su centro de trabajo aumentaban los despidos, y 2) el estrés que las personas experimentaron durante la pandemia. Las otras dos medidas relacionadas con el post-COVID-19 fueron, 3) las afectaciones sobre la calidad de vida y, por último, 4) si la pandemia los afectó económicamente. En los cuadros 4 y 5 se incluye cada una de las cuatro especificaciones de modelos mencionados en la estrategia empírica, y para el cuadro 6, que comparan distintas variables sobre el bienestar, se incluye solo la cuarta especificación, que incluye a todas las variables independientes.

Los coeficientes se obtienen mediante un Modelo Probit binomial que permite calcular la probabilidad de que la persona se encuentre trabajando considerando las variables exógenas anteriormente mencionadas para cuatro especificaciones distintas, los resultados se muestran en el cuadro 4. Los coeficientes que se presentan son los efectos marginales, y se infiere que ni el sexo de la persona ni la escolaridad están asociados estadísticamente con la probabilidad de trabajar, aunque la probabilidad de trabajar aumenta con la edad, en una magnitud pequeña. Este resultado se asocia a que las afectaciones en el empleo fueron mayores para los adultos mayores (Ortiz y Rodríguez, 2023; Li *et al.*, 2023).

Por otra parte, el efecto más significativo es si tiene un empleo formal pues esto aumenta la probabilidad de que trabaje en alrededor de 25 puntos porcentuales (pp), con respecto a los trabajadores informales, lo que es consistente con la evidencia de Antipova (2021). Se infiere, que el ámbito en el que vive no influye en la probabilidad de trabajar, aunque contrasta con la evidencia de Afifi *et al.* (2022) en donde sí encuentran diferencias en el ámbito rural y urbano. Tampoco resulta relevante el hecho de trabajar desde casa, ni siquiera si tuvo COVID-19, el trabajar de forma remota pudo propiciar la continuación de la relación laboral (Ibarra Muñoz *et al.*, 2022). Sin embargo, un efecto que es robusto es que las personas que declararon que perdieron un familiar por COVID-19 son más propensas a no trabajar, pues la probabilidad se reduce entre 5 y 7 puntos porcentuales, lo que podría estar relacionado con la incertidumbre, miedo o frustración (Brooks *et al.*, 2020), o bien, por el sentimiento de pérdida que aún después de la pandemia les sigue afectando (Van Schaik *et al.*, 2022). Un mayor nivel socioeconómico está asociado a una mayor probabilidad de trabajar, lo que también se relaciona con la desigualdad existente entre regiones (Afifi *et al.*, 2022). En tanto, ser beneficiario de algún programa social parece reducir la probabilidad de trabajar, pero este efecto no es estadísticamente significativo, así también el efecto de la reducción del ingreso, aunque aumentaría la probabilidad de trabajar, no es significativo.

CUADRO 4
EFECTOS MARGINALES ASOCIADOS CON LA PROBABILIDAD DE TRABAJAR

	Modelo (1)	Modelo (2)	Modelo (3)	Modelo (4)
	Base	Condiciones socioeconómicas	Beneficiario programa social	Sufrió reducción de ingreso
Hombres	-0.00709 (-0.27)	-0.0142 (-0.54)	-0.0144 (-0.55)	-0.0187 (-0.71)
Edad	0.00523*** (4.53)	0.00527*** (4.57)	0.00526*** (4.55)	0.00485*** (4.20)
Escolaridad	-0.00701 (-1.36)	-0.00887 (-1.71)	-0.00895 (-1.71)	-0.00744 (-1.42)
Salud	-0.0136 (-0.45)	-0.0135 (-0.45)	-0.0130 (-0.43)	-0.00448 (-0.15)
Empleo formal	0.254*** (9.03)	0.256*** (9.18)	0.256*** (9.18)	0.259*** (9.22)
Urbano	-0.0357 (-1.31)	-0.0396 (-1.47)	-0.0386 (-1.40)	-0.0336 (-1.22)
Homeoffice	-0.0211 (-0.76)	-0.0400 (-1.41)	-0.0397 (-1.39)	-0.0461 (-1.61)
Tuvo COVID-19	-0.0161 (-0.48)	-0.0309 (-0.92)	-0.0303 (-0.90)	-0.0329 (-0.98)
Perdió familiar por COVID-19	-0.0752* (-2.55)	-0.0595* (-2.01)	-0.0597* (-2.02)	-0.0674* (-2.28)
Nivel socioeconómico		0.0234** (3.11)	0.0235** (3.11)	0.0226** (3.01)
Beneficiario			-0.00591 (-0.17)	-0.00727 (-0.21)
Reducción de ingreso				0.0512 (1.89)
Observaciones	640	640	640	640
Log Likelihood	-215.93	-211.17	-211.16	-209.38
Pseudo R2	0.2441	0.2609	0.2608	0.2670
Casos correctamente predichos	83.44%	85.31%	84.84%	85.31%

Fuente: efectos marginales obtenidos de modelos probabilísticos no lineales utilizando la Encuesta de empleo en Comunidades rurales y urbanas en México 2022 (EECRUM). Las estimaciones se generaron en el programa STATA versión 18. Entre paréntesis se muestra el estadístico Z para evaluar la significancia estadística, se denota como * 90%, ** 95%, y ***99% nivel de confianza.

Con el fin de entender si el COVID-19 aumentó la probabilidad de perder el empleo durante la pandemia, se estimaron modelos utilizando las mismas variables explicativas, los efectos marginales se muestran en el Cuadro 5. Los resultados se mantienen con respecto al cuadro 4, pues ni el sexo ni la escolaridad fueron factores relacionados con perder el empleo, aunque la edad ahora tampoco está relacionada, estos resultados contrastan con estudios para México en donde las mujeres tienen una mayor probabilidad de perder el empleo (Vilar-Compte *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2023; Ortiz y Rodríguez, 2023).

Se encuentra que el tener acceso a la salud redujo la probabilidad de perder el empleo, un efecto robusto que reduce la probabilidad en 11 puntos porcentuales, consistente con la evidencia empírica (Li *et al.*, 2023; Han *et al.* 2020; Coibion *et al.*, 2020), y se infiere que la variable de salud puede estar reflejando el efecto del empleo formal, pues esta variable no está relacionada con la pérdida del empleo pues ningún coeficiente resultó estadísticamente significativo. Por el contrario, al parecer estar en el ámbito urbano en comparación al ámbito rural parece reducir la probabilidad de pérdida de empleo, pero fue significativo en solo dos modelos. Trabajar desde casa o haber tenido COVID-19 no tienen relación significativa con perder el empleo, por ejemplo, Ibarra Muñoz *et al.* (2022) encontraron que un amplio porcentaje de personas trabajaron desde casa, lo que les permitió continuar laborando. Haber perdido algún familiar por COVID-19 sí está relacionado con perder el empleo, el efecto es robusto pues aumenta entre 15 y 18 puntos porcentuales, estos efectos son mayores que los resultados del Cuadro 4, se infiere que, el dolor por la pérdida de un familiar influyó sobre su estado de ánimo, algunos mostraban fatiga, depresión o sensación de vacío debido a las condiciones del duelo y la falta de apoyo para lidiar con el duelo (Van Schaik *et al.*, 2022).

Por último, se estima que quienes refirieron haber tenido una reducción en el ingreso muestran también un incremento en la probabilidad de perder el empleo de 25.4 puntos porcentuales, este resultado es consistente con los estudios que encontraron un efecto adverso de la pandemia sobre el empleo y el ingreso (Şahin *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2023; Han *et al.*, 2020; Coibion, *et al.*, 2020). Las variables de nivel socioeconómico o ser beneficiario de algún programa social parecen no tener relación con la probabilidad de perder el empleo.

CUADRO 5
EFECTOS MARGINALES ASOCIADOS CON LA PROBABILIDAD DE PERDER EL EMPLEO

	Modelo (5)	Modelo (6)	Modelo (7)	Modelo (8)
	Base	Condiciones socioeconómicas	Beneficiario programa social	Sufrió reducción de ingreso
Hombres	0.0571 (1.86)	0.0564 (1.83)	0.0562 (1.83)	0.0371 (1.27)
Edad	-0.000460 (-0.37)	-0.000488 (-0.39)	-0.000596 (-0.48)	-0.00146 (-1.24)
Escolaridad	-0.00398 (-0.81)	-0.00440 (-0.88)	-0.00459 (-0.92)	0.00185 (0.39)
Salud	-0.114** (-3.27)	-0.114** (-3.28)	-0.112** (-3.21)	-0.0554 (-1.64)
Empleo formal	-0.0153 (-0.44)	-0.0151 (-0.43)	-0.0128 (-0.37)	0.00440 (0.14)
Urbana	-0.0657* (-2.12)	-0.0662* (-2.14)	-0.0612 (-1.96)	-0.0422 (-1.41)
Homeoffice	-0.00582 (-0.17)	-0.00819 (-0.24)	-0.00759 (-0.22)	-0.0282 (-0.87)
Tuvo COVID-19	-0.0276 (-0.70)	-0.0295 (-0.74)	-0.0271 (-0.68)	-0.0341 (-0.90)
Perdió familiar por COVID-19	0.181*** (5.71)	0.183*** (5.72)	0.182*** (5.70)	0.150*** (4.94)
Nivel socioeconómico		0.00397 (0.44)	0.00484 (0.53)	0.00278 (0.32)
Beneficiario			-0.0465 (-1.10)	-0.0422 (-1.05)
Reducción de ingreso				0.254*** (8.65)
Observaciones	640	640	640	640
Log Likelihood	-290.71	-290.62	-290.0	-256.04
Pseudo R2	0.0883	0.0886	0.0905	0.1970
Casos correctamente predichos	79.84%	79.53%	79.69%	80.0%

Fuente: efectos marginales obtenidos de modelos probabilísticos no lineales utilizando la Encuesta de empleo en Comunidades rurales y urbanas en México 2022 (EECRUM). Las estimaciones se generaron en el programa STATA versión 18. Entre paréntesis se muestra el estadístico Z para evaluar la significancia estadística, se denota como * 90%, ** 95%, y ***99% nivel de confianza.

Por último, en el cuadro 6 se muestran cuatro medidas del bienestar para conocer cómo el COVID-19 afectó su vida en diferentes aspectos. Comparando los valores correctamente predichos, la estimación más robusta de los cuadros 4 y 5 es en donde se incluye la totalidad de las variables, por este motivo, se incluyen todas las variables para estimar el efecto sobre el bienestar. En el caso de los hombres, es más probable que los hombres perciban una mayor probabilidad de ser despedidos en comparación con las mujeres, pero es más probable que las mujeres hayan sido más afectadas por Estrés por el COVID-19 que los hombres consistentes con estudios para México (Vilar-Compte *et al.*, 2022). En términos de edad, los de mayor edad refieren que su calidad de vida fue afectada, similar a los resultados obtenidos para países de ingresos bajos (Kieny *et al.*, 2022). La escolaridad parece no tener una relación estadísticamente significativa con alguna de las variables dependientes propuestas, un resultado que contrasta pues se ha encontrado que los afectos adversos de la pandemia fueron más severos para los trabajadores con menor nivel educativo (OECD, 2021), para las medidas relacionadas con el bienestar se infiere que el nivel educativo parece no ser relevante, pues sin importar el nivel educativo, las personas refieren afectaciones en su nivel de bienestar reportado. Por otra parte, tener acceso a salud y tener empleo formal están relacionados con la percepción de ser despedidos consistente con (Miller *et al.*, 2020; Lau *et al.*, 2020), sin embargo, estas variables no resultan relacionadas con las otras variables dependientes mostradas.

La sobre representación del ámbito rural aporta una visión que permite inferir una reducción en el estrés y una menor afectación de la calidad de vida en el ámbito urbano, estos resultados están relacionados con las amplias disparidades entre el ámbito urbano y rural, consistente con la literatura que encontró que los efectos adversos más severos fueron en el ámbito rural (Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2021; Afifi *et al.*, 2022).

El haber perdido a un familiar por COVID-19 resulta ser la variable que influyó consistentemente y de forma negativa en el bienestar de las personas, incrementando la incertidumbre de ser despedido en 16.6 pp. El haber perdido un familiar por COVID-19 incrementó el estrés en 13.7 pp, se estima una reducción en la calidad de vida de 10.3 pp, y una afectación económica de 12.9 pp. La variable con mayor magnitud que redujo el bienestar fue el haber tenido una reducción en el ingreso, incrementando la incertidumbre del despido y la afectación económica.

CUADRO 6
EFECTOS MARGINALES DE LA AFECTACIÓN EN LA CALIDAD DE VIDA DESPUÉS DEL COVID-19

	Despido	Estrés	Afectó calidad vida	Afectó económicamente
Hombres	0.106** (3.08)	-0.103*** (-3.71)	-0.00240 (-0.08)	0.0281 (0.89)
Edad	-0.00169 (-1.20)	0.00213 (1.73)	0.00263* (2.00)	0.00103 (0.77)
Escolaridad	0.00833 (1.40)	-0.0110 (-1.90)	-0.00389 (-0.64)	0.00299 (0.51)
Salud	0.0991* (2.39)	-0.0344 (-1.04)	-0.0170 (-0.47)	-0.0721 (-1.90)
Empleo formal	0.135*** (3.30)	0.0242 (0.70)	0.0110 (0.29)	0.0236 (0.58)
Urbana	0.0673 (1.87)	-0.0587* (-1.99)	-0.0968** (-3.08)	-0.0571 (-1.77)
Homeoffice	0.00871 (0.23)	0.0208 (0.68)	-0.00139 (-0.04)	-0.0292 (-0.86)
Tuvo COVID-19	0.0747 (1.61)	0.154*** (4.98)	0.0947** (2.63)	0.141*** (3.64)
Perdió familiar por COVID-19	0.166*** (4.35)	0.137*** (3.44)	0.103** (2.66)	0.129*** (3.29)
Nivel socioeconómico	-0.00364 (-0.34)	-0.00360 (-0.42)	-0.00808 (-0.89)	-0.0260** (-2.76)
Beneficiario	-0.0975* (-2.15)	0.0248 (0.69)	-0.0564 (-1.62)	-0.0164 (-0.42)
Reducción de ingreso	0.331*** (10.74)	0.0290 (1.00)	0.117*** (3.80)	0.324*** (11.69)
Observaciones	640	640	640	640
Log Likelihood	-352.05	-247.70	-272.11	-288.89
Pseudo R ²	0.1769	0.1473	0.1104	0.2345
Casos correctamente predichos	72.66%	84.69%	81.72%	79.53%

Fuente: efectos marginales obtenidos de modelos probabilísticos no lineales utilizando la Encuesta de empleo en Comunidades rurales y urbanas en México 2022 (EECRUM). Las estimaciones se generaron en el programa STATA versión 18. Entre paréntesis se muestra el estadístico Z para evaluar la significancia estadística, se denota como * 90%, ** 95%, y ***99% nivel de confianza.

Estos resultados son consistentes con los factores que han afectado negativamente, aunque los efectos son mayores que los encontrados en Vilar-Compte *et al.*, (2022) que estaban en el orden de 8.5 pp relacionados con la ansiedad, o de 6.4 pp en la reducción del bienestar cuando un integrante del hogar perdió el empleo.

Se estima un mayor estrés cuando el encuestado reportó haber tenido COVID-19, así como una reducción en la calidad de vida y una afectación en su economía, con reducciones entre 9 y 15 pp. Las familias con un menor nivel socioeconómico son las que tuvieron mayores afectaciones en su economía familiar consistente con Afifi *et al.*, (2022), quienes eran beneficiarios de algún programa social mostraron una percepción menor de despidos. La reducción de ingresos está asociada a una mayor percepción del despido, reducción en la calidad de vida y afectaciones en la economía familiar, esto es consistente con la evidencia de que el ingreso es un predictor del bienestar (OECD, 2021; Briere *et al.*, 2023). Las estimaciones que presentan el mejor ajuste son las relacionadas con el estrés y la calidad de vida, pues al menos el 80 por ciento de los casos fueron correctamente predichos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La presente investigación basó los hallazgos en la Encuesta de empleo en Comunidades rurales y urbanas en México (EECRUM) 2022, realizada específicamente para conocer los efectos adversos de la pandemia por COVID-19 sobre el empleo, la posibilidad de perder el empleo y sobre el bienestar reportado de las personas. La encuesta considera comunidades rurales y urbanas de dieciséis entidades federativas. El estudio presenta un análisis descriptivo de la información obtenida y se estiman modelos probabilísticos no lineales Probit con el fin de identificar las variables independientes que contribuyeron para explicar la probabilidad de trabajar, de perder el empleo, o bien, la probabilidad de que las personas reportaran una mayor incertidumbre de perder el empleo, un mayor estrés, una reducción en la calidad de vida, o bien, una afectación en sus condiciones socioeconómicas.

El análisis descriptivo de la información permitió entender que el haberse contagiado por COVID-19 tuvo efectos diferenciados en el aspecto laboral y en el bienestar reportado. A partir de la muestra se estimó que ocho de cada diez personas se contagiaron por COVID-19

y no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre regiones. El análisis econométrico evidenció que el efecto entre el ámbito urbano y rural no fue robusto para todas las variables de interés, aunque se puede inferir que es menos probable perder el empleo en el ámbito urbano con respecto al rural, el estar en la zona urbana aumenta la percepción sobre el despido, y las disparidades en el acceso a empleos, servicios de salud y a otros bienes en el ámbito rural, podrían explicar el por qué se estima mayor estrés y una menor calidad de vida en el ámbito rural. Las mujeres son quienes mayormente muestran afectaciones por el estrés, en tanto, los hombres son quienes tuvieron que cambiar hábitos y mostraron una reducción en su rendimiento laboral.

Las variables relacionadas con el bienestar fueron las más afectadas, pues si bien, el 72.3% declaró haberse visto afectado por la pandemia, un porcentaje mayor declaró haber tenido una reducción en la calidad de vida, 81.5%, o incrementó el estrés en 83.1%, los efectos sobre la salud mental, se amplificaron, cuando la persona encuestada reportó haberse contagiado por COVID-19.

Los efectos marginales obtenidos de los modelos econométricos también confirman que haber perdido un familiar por COVID-19 está relacionado con una menor probabilidad de trabajar, se relaciona también, con una mayor probabilidad de ser despedido o perder el empleo, así como, a un mayor estrés, a una mayor reducción en la calidad de vida y una afectación económica.

REFERENCIAS

- Afifi, R.A., Parker, E.A., Dino, G., Hall, D.M. y Ulin, B. (2022). Reimagining Rural: Shifting Paradigms About Health and Well-Being in the Rural United States. *Annual Review of Public Health*, 43, 135-154. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-052020-123413>.
- Antipova, A. (2021). Analysis of the COVID-19 impacts on employment and unemployment across the multi-dimensional social disadvantaged areas. *Social Sciences & Humanities Open*, 4 (1), 100224. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2021.100224>.
- Briere, J., Haotong Wang, S., Khanam, U. A., Lawson, J. y Goodridge, D. (2023). Quality of life and well-being during the COVID-19 pandemic: associations with loneliness and social isolation in a cross-sectional, online survey of 2, 207 community-dwelling older Canadians. *BMC Geriatr* 23 (615). <https://doi.org/10.1186/s12877-023-04350-x>.

Brooks, S.K., Webster R.K., Smith, L.E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg N. y Gideon, J. R. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The Lancet: Summit*. 395 (10227), 912-92. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8).

Carmo, R., Nunes, B., Machado, M., Armstrong, A. y Souza, C. (2020). Expansion of COVID-19 within Brazil: the importance of highways. *Journal of Travel Medicine*. 27 (5), 1-3. <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa106>.

Cheng, Y., Zhang, J. Wei, W. y Zhao, B. (2021). Effects of urban parks on residents' expressed happiness before and during the COVID-19 pandemic. *Landscape and Urban Planning*. 212 (104118). <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104118>.

Chundakkadan, R. y Ravindran, R. (2020). Information flow and COVID-19 recovery. *World Development*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105112>.

Coibion, O. Gorodnichenko, Y. y Weber, M. (2020). Labor Markets During the COVID-19 Crisis: A Preliminary View. *National Bureau of Economic Research Working Paper*. Series No. 27017. <https://doi.org/10.3386/w27017>.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2018). *Grado de accesibilidad a carretera pavimentada. Documento metodológico*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/Accesibilidad_carretera/Documento_metodologico.pdf.

Coticini, E., Frediani, B. y Caro, D. (2020). Can atmospheric pollution be considered a co-factor in extremely high level of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy? *Environmental Pollution*, 261. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114465>.

Delgado Viñas, C. (2023). Los efectos de la pandemia COVID-19 en los espacios rurales: Cantabria (España) como estudio de caso/The COVID-19 pandemic effects in rural areas: Cantabria (Spain) as a case study. *Revista Cuatrimestral de Geografía*, 43(2), 153–202. <https://doi.org/10.17811/er.43.2023.153-202>.

Domingo, J. y Rovira, J. (2020). Effects of air pollutants on the transmission and severity of respiratory viral infections. *Environmental Research*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109650>.

EECRUM (2022). Encuesta de empleo en comunidades rurales urbanas en México 2022. Instituto Politécnico Nacional. SIP20221051.

Fancourt, D., Steptoe, A., y Bu, F. (2021). Trajectories of anxiety and depressive symptoms during enforced isolation due to COVID-19 in England: a longitudinal observational study. *The Lancet Psychiatry*, 8(2), 141-149. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30482-X](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30482-X).

Frontera, A., Cianfanelli, L., Vlachos, K., Landoni, G. y Cremona, G. (2020). Severe air pollution links to higher mortality in COVID-19 patients: The “double-hit” hypothesis, *Journal of Infection*, 81(2), 255-259. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.05.031>.

González-Leonardo, M., Cabrera-Arnau, C., Neville, R., Nasuto, A. y Rowe, F. (2024). COVID-19 y movimientos de población entre la jerarquía urbana en México. Un análisis utilizando datos digitales, *Estudios Demográficos y Urbanos*, 39(3), 1-23. <https://doi.org/10.24201/edu.v39i3.2239>.

Gunthe, S. y Patra, S. (2020). Impact of international travel dynamics on domestic spread of 2019-nCoV in India: origin-based risk assessment in importation of infected travelers, *Globalization and Health*, 16(45). <https://doi.org/10.1186/s12992-020-00575-2>.

Hale, T., Angrist, N., Cameron-Blake, E., Hallas, L., Kira, B., Majumdar, S., Petherick, A., Phillips, T., Tatlow, H. y Webster, S. (2020). *Oxford COVID-19 Government Response Tracker*, Blavatnik School of Government. www.bsg.ox.ac.uk/covidtracker.

Han, J., Meyer Bruce D., y Sullivan James, X. (2020). Income and Poverty in the COVID-19 Pandemic. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series* No. 27729. <https://doi.org/10.3386/w27729>.

Hasell, J., Mathieu, E., Beltekian, D., Macdonald, B., Giattino, C., Ortiz-Ospina, E., Roser, M. y Ritchie, H. (2020). A cross-country database of COVID-19 testing. *Scientific data*, 7, 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00688-8>.

Henseke, G., Green, F. y Schoon, I. (2022). Living with COVID-19: Subjective Well-Being in the Second Phase of the Pandemic, *Journal of Youth and Adolescence*, 51, 1679-1692. <https://doi.org/10.1007/s10964-022-01648-8>.

Ibarra Muñoz, A. M., Varela Castro, W. H. y Yañez Betancourt, G. (2022). Impacto del Home office en la productividad y competitividad de las empresas a raíz de la pandemia COVID-19, *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 15(15). <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/1993>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2021). *Nota Técnica-Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enoe/15ymas/doc/enoe_n_notatecnica_trim4_2021.pdf.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2022-23). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, Tercer Trimestre de 2022 [Comunicado de Prensa]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/enoeent/enoe_ie2022_11.pdf.

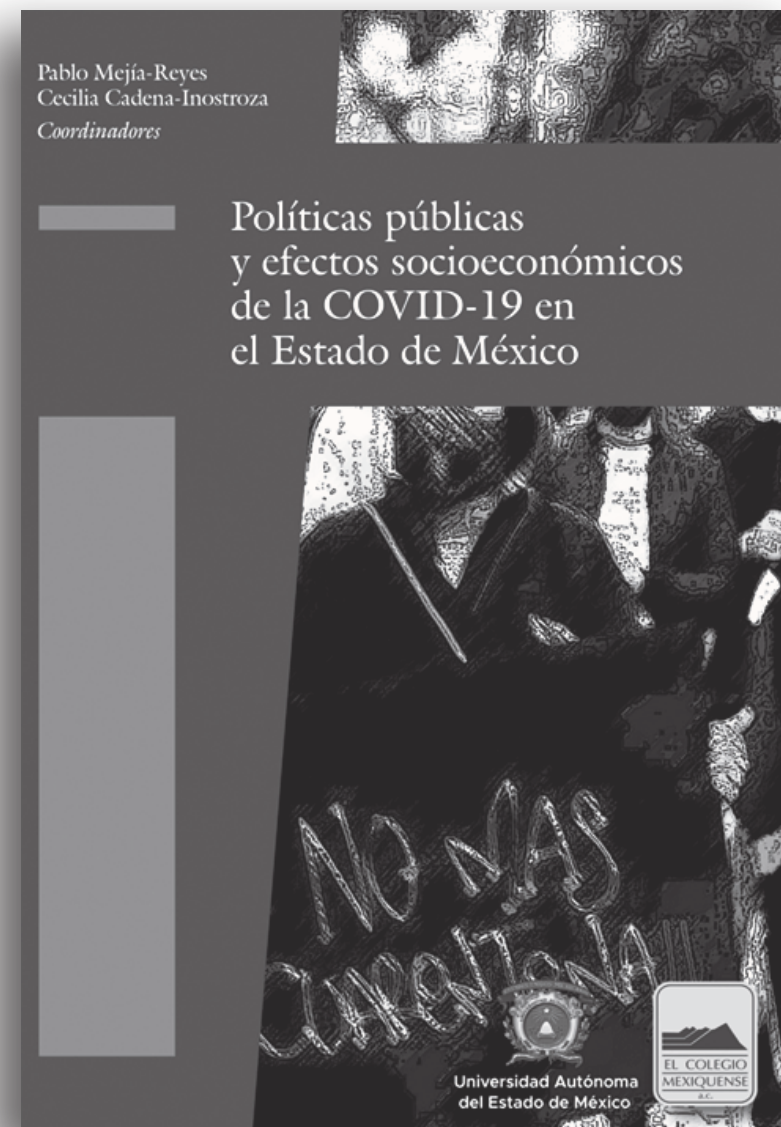
Kieny, C., Flores, G., Ingenhaag, M. y Maurer, J. (2022). Healthy, Wealthy, Wise, and Happy? Assessing Age Differences in Evaluative and Emotional Well-Being Among Mature Adults from Five Low- and Middle-Income Countries, *Social Indicators Research*, 160, 1019–1050. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02515-4>.

Killgore, W. D., Taylor, E. C., Cloonan, S. A. y Dailey, N. S. (2020). Psychological resilience during the COVID-19 lockdown, *Psychiatry Research*, 291, 113216. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113216>.

- Lau, H., Khosrawipour, V., Kocbach, P., Mikolajczyk, A., Ichii, H., Schubert, J., Bania, J. y Khosrawipour, T. (2020). Internationally lost COVID-19 cases, *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 53, 454-458. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.03.013>.
- Lee, D., Heo, K. y Seo, Y. (2020). COVID-19 in South Korea: Lessons for developing countries, *World Development*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105057>.
- Lenzo, V., Sardella, A., Musetti, A., Quattropiani, M. C. y Franceschini, C. (2024). Longitudinal Associations Between Resilience and Mental Health During the Covid-19 Pandemic, *Clinical Neuropsychiatry*, 21(3), 189-194. <https://doi.org/10.36131/cnfioritieditore20240304>.
- Li, R., Pei, S., Chen, B., Song, Y., Zhang, T., Yang, W. y Shaman, J. (2020). Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV-2), *Science*, 368(6490), 489-3. <https://doi.org/10.1126/science.abb3221>.
- Li, T., Barwick, P. J., Deng, Y., Huang, X. y Li, S. (2023). The COVID-19 pandemic and unemployment: Evidence from mobile phone data from China, *Journal Of Urban Economics*, 135, 103543. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2023.103543>.
- Ma, L., He, Q., Long, H., Zhang, Y. y Liao, L. (2024). Rural return migration in the post COVID-19 China: Incentives and barriers, *Journal Of Rural Studies*, 107, 103258. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103258>.
- Mayen, Huerta C. y Utomo, A. (2021). Evaluating the association between urban green spaces and subjective well-being in Mexico City during the COVID-19 pandemic, *Health and Place*, 70 (102606). <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102606>.
- Méndez-Arriaga, F. (2020). The temperature and regional climate effects on communitarian COVID-19 contagion in Mexico throughout phase 1, *Science of the total Environment*, 735. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139560>.
- Miller, I., Becker, A., Grenfell, B. y Metcalf, J. (2020). Disease and healthcare burden of COVID-19 in the United States, *Nature Medicine*, 26, 1212-1217. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0952-y>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) (2020). *How's Life? 2020. Measuring Well-Being*, OECD Publishing, París, <https://dx.doi.org/10.1787/9870c393-en>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) (2021). *COVID-19 and Well-being. Life in the Pandemic*. OECD Publishing, París, <https://doi.org/10.1787/1e1ecb53-en>.
- Ortiz Lazcano, D. A., y Rodríguez Esparza, L. J. (2023). Índice de Vulnerabilidad al Desempleo en México: efectos de la pandemia por covid-19, *Economía, sociedad y territorio*, 23(71), 309-338. <https://doi.org/10.22136/est20231862>.

- Pierce, M., Hope, H., Ford, T., Hatch, S., Hotopf, M., John, A., Kontopantelis, E., Webb, R., Wessely, S., McManus, S. y Abel, K. M. (2020). Mental health before and during the COVID-19 pandemic: a longitudinal probability sample survey of the UK population. *The Lancet Psychiatry*, 7(10), 883-892. [https://doi.org/10.1016/s2215-0366\(20\)30308-4](https://doi.org/10.1016/s2215-0366(20)30308-4).
- Plomecka, M. B., Gobbi, S., Neckels, R., Radziński, P., Skórko, B., Lazzeri, S., Almazidou, K., Dedić, A., Bakalović, A., Hrustić, L., Ashraf, Z., Haghi, S. E., Rodríguez-Pino, L., Waller, V., Jabeen, H., Alp, A. B., Behnam, M. A., Shibli, D., Barańczuk-Turska, Z., Jawaid, A. (2020). Mental Health Impact of COVID-19: A global study of risk and resilience factors. *medRxiv (Cold Spring Harbor Laboratory)*. <https://doi.org/10.1101/2020.05.05.20092023>
- Preparedness, E. (2020, 10 enero). *Risk communication and community engagement readiness and initial response for novel coronaviruses (nCoV)*. [https://www.who.int/publications/i/item/risk-communication-and-community-engagement-readiness-and-initial-response-for-novel-coronaviruses-\(ncov\)](https://www.who.int/publications/i/item/risk-communication-and-community-engagement-readiness-and-initial-response-for-novel-coronaviruses-(ncov))
- Promptchara, E., Ketloy, C., y Palaga, T. (2020). Immune responses in COVID-19 and potential vaccines: Lessons learned from SARS and MERS epidemic, *Asian Pacific Journal Of Allergy And Immunology*. <https://doi.org/10.12932/ap-200220-0772>
- Quiroga-Garza, A., Cepeda-Lopez, A. C., Zambrano, S. V., Villalobos-Daniel, V. E., Carreno, D. F., y Eisenbeck, N. (2021). How Having a Clear Why Can Help Us Cope With Almost Anything: Meaningful Well-Being and the COVID-19 Pandemic in México, *Frontiers In Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.648069>
- Roy, S. y Khalse, M. (2020). Epidemiological Determinants of COVID-19-Related Patient Outcomes in Different Countries and Plan of Action: A Retrospective Analysis. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.8440>.
- Şahin, A., Tasci, M. y Yan, J. (2020). The Unemployment Cost of COVID-19: How High and How Long?, *Economic Commentary* (Federal Reserve Bank Of Cleveland), 1-7. <https://doi.org/10.26509/frbc-ec-202009>.
- Shevchenko, Y., Huber, N. y Reips, U. (2023). Psychological well-being during the COVID-19 pandemic: Combining a web survey with experience sampling methodology, *PLoS ONE*, 18(3), e0282649. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282649>.
- Sun, H., Dickens, B. L., Chen, M. I. C., Cook, A. R. y Clapham, H. E. (2020). Estimating number of global importations of COVID-19 from Wuhan, risk of transmission outside mainland China and COVID-19 introduction index between countries outside mainland China, *medRxiv (Cold Spring Harbor Laboratory)*. <https://doi.org/10.1101/2020.02.17.20024075>.
- Sundaram, J. K. (2020). Contener el contagio de Covid-19: lecciones comparativas, *El Trimestre Económico*, 87(348), 1059-1079. <https://doi.org/10.20430/ete.v87i348.1175>.

- Van Schaik, T., Brouwer, M. A., Knibbe, N. E., Knibbe, H. J. J. y Teunissen, S. C. C. M. (2022). The Effect of the COVID-19 Pandemic on Grief Experiences of Bereaved Relatives: An Overview Review, *OMEGA-Journal Of Death And Dying*. <https://doi.org/10.1177/00302228221143861>
- Vilar-Compte, M., Hernández-F, M., Gaitán-Rossi, P., Pérez, V. y Teruel, G. (2022). Associations of the COVID-19 pandemic with social well-being indicators in Mexico, *International Journal for Equity in Health*, 21(1).
- Vilaboa-Arroniz, J., Platas-Rosado, D. E. y Zetina-Córdoba, P. (2021). El reto del sector rural de México ante la Covid-19, *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 66(242). <https://doi.org/10.22201/fcpys.2448492xe.2021.242.77322>.



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

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

Instrucciones para colaboradores



LINEAMIENTOS GENERALES

- *Paradigma económico* es una revista de acceso abierto, no cobra cargos por procesamiento y publicación de artículos.
- El envío de un artículo deberá realizarse a través de la plataforma OJS (Open Journal System), en la liga de acceso siguiente: <https://hemeroteca.uaemex.mx/index.php/paradigmaeconomico>. Es necesario que el autor principal se registre previamente en la plataforma de la revista
- El envío de un artículo supone la obligación del autor de no someterlo simultáneamente a la consideración de otras publicaciones. Se deberá adjuntar una carta dirigida al director editorial de *Paradigma económico* en la que se proponga el artículo para su publicación y se declare que es inédito y que no se está presentado en otro medio.
- Los artículos presentados a *Paradigma económico* deberán tratar algún tema teórico o empírico relacionado con la economía regional y sectorial. La revista está abierta a diferentes enfoques y metodologías.
- Los artículos recibidos pasarán por un proceso editorial que se desarrollará en varias fases, de ahí lo importante de que se cumpla con los lineamientos.
- Todos los trabajos serán revisados mediante *Ithenticate* para verificar la originalidad del artículo. En caso de detectar un porcentaje elevado de similitud con otros trabajos, el artículo será rechazado y ya no podrá continuar con el proceso.
- Todo artículo postulado para su eventual publicación será objeto de una evaluación preliminar por el director editorial y el comité editorial, que determinarán si cumple con los requisitos temáticos y de contenido, además de los requisitos formales. Si cumple y se completa el proceso de postulación, se asignará un número de expediente y el artículo será turnado a un proceso de revisión por pares bajo la modalidad doble ciego.
- Los dictaminadores, posterior a su revisión, determinarán: a) publicar sin cambios, b) Publicar una vez que el autor cumpla con las correcciones menores indicadas, c) publicar una vez que el autor haya efectuado una revisión a fondo, o d) rechazar. En caso de discrepancia entre ambos dictámenes, será turnado a un tercer árbitro cuya decisión será decisiva en la publicación o rechazo. Los resultados del proceso de dictamen académico serán inapelables en todos los casos. Todos los artículos serán revisados por académicos externos a las instituciones de adscripción de los autores.
- Después del proceso de arbitraje, y una vez que el trabajo haya sido aceptado, se emitirá una carta de aceptación definitiva en la que se indique el volumen y número en el que se incluirá el artículo. Posteriormente, se procederá con los trabajos de corrección de estilo y formación.
- Para los trabajos aceptados para su publicación, el autor de correspondencia deberá firmar una "Carta de cesión de derechos patrimoniales", bajo el entendido de que ha obtenido el consentimiento de los demás autores, si los hubiere. La carta estipula que el (los) autor(es) concede(n) a *Paradigma económico* el permiso para que su artículo se difunda en la revista y medios magnéticos y fotográficos. Asimismo, el (los) autor(es) conserva(n) sus derechos morales conforme lo establece la ley. En este sentido, los autores podrán usar el material de su artículo en otros trabajos o libros publicados por ellos mismos, con la condición de citar a *Paradigma económico* como la fuente original de los textos. Es responsabilidad del autor obtener por escrito la autorización correspondiente para todo aquel material que forme parte de su artículo y que se encuentre protegido por la Ley del derecho de Autor. Si, por algún motivo, el (los) autor(es) no entrega debidamente firmada la carta de cesión de derechos mencionada, el artículo será considerado como dimitido.
- *Paradigma económico* se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales que considere convenientes.
- *Paradigma económico* se rige por las normas y códigos de ética internacionales establecidas por el Committee on Publication Ethics (Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors), que pueden consultarse en: <https://publicationethics.org/>
- Las colaboraciones deberán ajustarse a las siguientes normas. De no cumplirse con ellas, no se considerará para iniciar el proceso de dictamen.

FORMATO

- Extensión de 25 a 30 cuartillas, incluyendo cuadros, gráficas y otros apoyos.
- Presentarse en procesador de texto en letra Times New Roman, tamaño 12, interlineado de 1.5 líneas.
- Las notas a pie de página deberán utilizarse sólo si es absolutamente necesario y con interlineado sencillo. y en ese caso se insertarán al final de la página con tamaño de letra 10.
- Se admitirán trabajos en español o inglés.
- El número máximo de autores permitidos por artículo es de 3 personas.
- Nombre e institución a la que pertenece el autor/autores, incluyendo su número ORCID, con un breve currículum académico y profesional, correo electrónico u otros datos que permitan la comunicación con el autor.
- Título en español e inglés, de preferencia breve, sin sacrificio de la claridad.
- Un resumen de su contenido en español e inglés de 40 a 80 palabras o 10 líneas aproximadamente, no incluir referencias bibliográficas en el resumen. Clasificación JEL y de tres a cinco palabras clave.
- No se aceptan abreviaturas. Las siglas y acrónimos deberán ser claramente definidos en su primer uso en el texto.
- Las tablas, cuadros y gráficas se entregarán en su formato nativo (preferible Excel) y deben estar numeradas, con título en la parte superior, tamaño 12 y la fuente en la parte inferior con letra 10. En caso de incluir imágenes, deberán ser de buena resolución (archivos jpg con 300 dpi).

ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO

- Además del resumen, los artículos deberán tener –al menos– la estructura siguiente:
 - *Introducción*, en la que se presente la motivación del trabajo o el planteamiento del problema, el objetivo, hipótesis y la estructura del artículo. No incluir cuadros, tablas o gráficas en este apartado.
 - *Aspectos teóricos*, relevantes para explicar el tema analizado
 - *Metodología empírica*, que explique la forma en que se realizó el estudio, la estructura de los datos y fuentes de información estadística, la descripción de las pruebas matemáticas, estadísticas, econométricas, empleadas para analizar los datos y especificar los programas estadísticos y las versiones empleadas.
 - *Resultados y discusión*, sección en la que se presente el hallazgo principal del estudio.
 - *Conclusiones*, que destaquen los resultados y aportes del artículo.
 - *Referencias*, en donde se incluya toda bibliografía a la que hizo referencia en el artículo. Las citas y referencias deben seguir el estilo propuesto en el manual *Normas APA 7ª edición* de la American Psychological Association (<https://normas-apa.org/wp-content/uploads/Guia-Normas-APA-7ma-edicion.pdf>).
- Las referencias bibliográficas se ordenarán alfabéticamente al final del texto. No debe extenderse innecesariamente. Los apellidos y nombres de los autores o autoras deben estar completos, es decir, no deben anotarse solo abreviaturas.
- Deberán hacerse siempre las referencias bibliográficas que correspondan al texto. De no ser así e incurrirse en plagio intelectual o de cualquier índole, *Paradigma económico* no asumirá ninguna responsabilidad y, por lo tanto, el autor(es) tendrá que hacer frente a las leyes correspondientes.
- Dentro del texto las citas bibliográficas deben presentarse de la forma siguiente:
 - Para citas textuales, apellido del autor y año de la publicación: número de página. Ejemplo: Ros (2015: 88). Krugman *et al.* (2012: 415).
 - Para una referencia, apellido del autor y año de la publicación. Ejemplo: Krugman y Taylor (1978). Si es más de un autor, escribir *et al.*, pero en la lista de referencias, deberá anotar el apellido de todos los autores.

Revista *Paradigma económico*
Facultad de Economía. UAEMex
Cerro de Coatepec s/n. Ciudad Universitaria
Toluca, México. C.P. 50100
Tels. +52 (722) 214 94 11 y 213 13 74 ext. 164
Correo-E: paradigmaeconomico@uaemex.mx
<https://hemeroteca.uaemex.mx/index.php/paradigmaeconomico>



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DEL ESTADO DE MÉXICO**

Dr. en C. I. Amb. Carlos Eduardo Barrera Díaz
Rector

Dr. en C. de la Ed. Marco Aurelio Cienfuegos Terrón
Secretario de Rectoría

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

Dra. en C. S. Martha Patricia Zarza Delgado
Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados

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

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

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

Dra. en C. E. A. Eréndira Fierro Moreno
Secretaria de Administración

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

Mtra. en S. A. Trinidad Beltrán León
Secretaria Técnica de la Rectoría

Dra. en Der. Luz María Consuelo Jaimes Legorreta
Abogada General

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

Dr. en C. S. Ed. Luis Raúl Ortiz Ramírez
Director de Centros Universitarios y Unidades
Académicas Profesionales, Región A y encargado del
despacho Región B



FACULTAD DE ECONOMÍA

M. en E. S. R. y M. Sandra Ochoa Díaz
Directora

M. en A. Daniella Romero Juárez
Subdirectora Académica

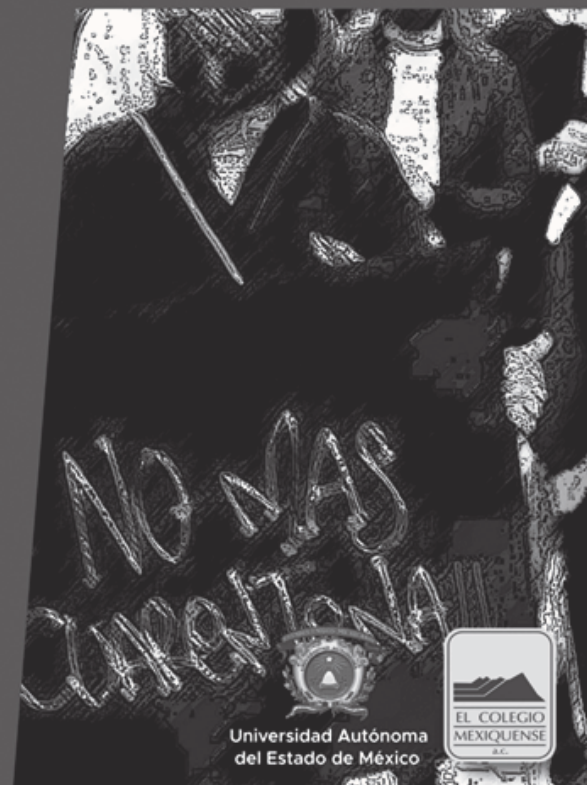
Dr. en C. Mauricio García Martínez
Subdirector Administrativo

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



Pablo Mejía-Reyes
Cecilia Cadena-Inostroza
Coordinadores

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



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

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