



Paradigma económico

REVISTA DE ECONOMÍA REGIONAL Y SECTORIAL

FACULTAD DE ECONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

ISSN 2007-3062



AÑO 13 NÚM. 2 JULIO | DICIEMBRE 2021



Dr. en C. I. Amb. Carlos Eduardo Barrera Díaz

Rector

Dra. en C. de la Ed. Yolanda Eugenia Ballesteros

Senties

Secretaria de Docencia

Dra. en C. S. Patricia Zarza Delgado

Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados

Dr. en C. de la Ed. Marco Aurelio Cienfuegos Terrón

Secretario de Rectoría

Dra. en Hum. María de las Mercedes Portilla Luja

Secretaria de Difusión Cultural

Dr. en C. del A. Francisco Zepeda Mondragón

Secretario de Extensión y Vinculación

Dr. en Ed. Octavio Crisóforo Bernal Ramos

Secretario de Finanzas

Dra. en C. E. A. Eréndira Fierro Moreno

Secretaria de Administración

Dr. en C. Comp. José Raymundo Marcial Romero

Secretario de Planeación y Desarrollo Institucional

Dr. en C. S. Luis Raúl Ortiz Ramírez

Secretario Técnico de la Rectoría

Dra. en Der. Luz María Consuelo Jaimes Legorreta

Abogada General

Lic. en Com. Ginarely Valencia Alcántara

Directora General de Comunicación Universitaria

Dra. en C. de la Ed. Sandra Chávez Marín

Directora General de Centros Universitarios y Unidades Académicas Profesionales

FACULTAD DE ECONOMÍA

M. en A. Alejandro Alanis Chico

Director

M. en D. N. Noelly Karla Sarracino Jiménez

Subdirectora Académica

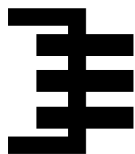
Dra. en Ed. Gabriela Margarita Pérez Vargas

Subdirectora Administrativa

Dra. en C.E.A. Rosa Azalea Canales García

Coordinadora de Investigación y Estudios Avanzados





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

Alicia Valdés Hinojosa
Asistente editorial

Brenda Murillo Villanueva
Traducción

Brenda Itzel Mortera Nava
Formación

Incluida en:

Conacyt (Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología).

Redalyc (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal)

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.



Año 13, Núm. 2, julio-diciembre 2021

Contenido/Contents

Inmigración ilegal y actividad económica agregada en Estados Unidos: un análisis de series de tiempo /

Illegal Immigration and Aggregate Economic Activity in the United States: A Time Series Analysis

Carlos Heriberto Flores Orona, Ramón A. Castillo Ponce y María de Lourdes Rodríguez Espinosa / 5

¿Desindustrialización prematura? El caso de Nuevo León, México/ *Premature deindustrialization? The case of Nuevo Leon, Mexico*

Belem Iliana Vásquez Galán y Salvador Corrales Corrales / 29

Impacto de la incertidumbre de la política económica y del tipo de cambio en el mercado accionario a nivel internacional (2001-2020): un análisis de causalidad y cointegración de panel / *Economic Policy Uncertainty and Exchange Rate impact on International Stock Markets (2001-2020): Causality and Cointegration Panel Approach*

Magnolia Miriam Sosa Castro, Héctor Eduardo Díaz Rodríguez y Jorge Eduardo Castro Olivares / 55

La vinculación para la transferencia de conocimiento, científico, tecnológico e innovación, aplicado al sector mueblero de Jalisco/ *The linkage for the transfer of scientific and technological knowledge and innovation, applied to the furniture sector of Jalisco*

Evelio Gerónimo Bautista / 79

Cambio tecnológico, migración de talento y habilidades de la fuerza laboral en el sector manufacturero en México y el mundo (2015-2019) / *Technological change, migration of talent and skills of the workforce in the manufacturing sector in Mexico and the world (2015-2019)*

Mario Alberto Morales Sánchez / 103

Price-Level-Convergence of Food Baskets in Mexican Cities: Inflation-Targeting and PPP/ *Convergencia de precios y niveles de las canastas de alimentos en las ciudades mexicanas: fijación de metas de inflación y PPP*

Alfonso Mendoza-Velázquez y Alejandro Rondero-García / 131

Desarrollo matemático de la frontera eficiente de portafolio y diversificación de cultivos hortícolas en México/ *Mathematical development of the efficient portfolio frontier and diversification of agricultural crops in Mexico*

Antonio Kido-Cruz y Ma. Teresa Kido-Cruz / 165

Territorial governance agreements for agri-food system's innovation. An approach from "Amaranth" in Mexico City/ *Acuerdos de gobernanza territorial para la innovación de sistemas agroalimentarios. Un acercamiento desde el "Amaranto" en la Ciudad de México*

Laura Elena Martínez-Salvador / 185

Paradigma económico REVISTA DE ECONOMÍA REGIONAL Y SECTORIAL FACULTAD DE ECONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO, Año 13, No. 2, julio - diciembre 2021, 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 06 de agosto de 2021 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

El volumen 13, número 2, julio-diciembre de 2021 de *Paradigma económico* se publica en una dinámica de trabajo a distancia por el confinamiento al que nos ha obligado la pandemia por la Covid-19. Aun con los saldos adversos que en todos los ámbitos ha generado la pandemia, esta crisis de salud nos ha dado la posibilidad de aprender del trabajo a distancia y a interactuar de manera virtual para mantener el ritmo de trabajo de la revista y continuar con los objetivos que se ha trazado, entre ellos avanzar en su difusión.

En esta idea, a partir de que la revista se ha incluido en la Red de Revistas Científicas de América Latina y El Caribe, España y Portugal (Redalyc) de la Universidad Autónoma del Estado de México su visibilidad ha crecido, sobre todo porque ahora se sigue un proceso de marcación utilizando el Sistema de Marcación XML JATS, Marcalyc. Esta es una de las bondades de formar parte de la Redalyc, en el sentido de que permite la generación de diferentes productos de lectura, entre ellos archivos PDF, html y ePUB; además de la inclusión de metadatos de cada artículo que favorece su recuperación a través de los buscadores de información con lo que su difusión se amplía.

Así, el presente número incluye ocho trabajos. En el primero se analiza la relación que existe entre los flujos de inmigración ilegal y la actividad económica agregada en Estados Unidos, a partir de considerar los efectos de corto y largo plazos. Los resultados a los que llegan los autores indican que, tanto en el corto como en el largo plazos, la variable de inmigración ilegal no muestra un efecto negativo y significativo sobre el desempeño económico de los estados e industrias analizadas. El segundo artículo aborda un tema medular en el contexto del crecimiento económico de México, la reflexión en torno a si se está presentando un proceso de desindustrialización prematura en Nuevo León, una de las entidades más importantes de México por su actividad industrial. Los autores encuentran evidencia de una desindustrialización prematura, iniciada a finales de los noventa con el cambio estructural desfavorable ocurrido por la caída de la participación industrial en la economía y los bajos ingresos per cápita. En el artículo tres, a partir de tres modelos de panel cointegrado, se analiza el impacto que la incertidumbre de la política económica local y el tipo de cambio tienen sobre el mercado accionario de 14 países durante el periodo 2001-2020. En el

artículo siguiente, el autor enfoca su estudio a explicar la importancia de la transferencia de conocimiento científico, tecnológico e innovación en el sector mueblero, vinculado con las universidades y con el gobierno del estado de Jalisco.

En el trabajo cinco, a partir del contexto teórico de la economía evolutiva, el autor analiza la migración de talento laboral entre las distintas subramas de la industria manufacturera y las habilidades laborales que requiere el mercado en cada una de ellas. El aporte principal, como lo refiere el autor, radica en identificar las ramas manufactureras que son atractoras de empleo en México y a nivel mundial y aquellas que han tenido una pérdida neta en los últimos 5 años. Posteriormente, el artículo seis, incluye un análisis de la convergencia de precios relativos bajo metas inflacionarias en México desde enero de 2010 hasta marzo de 2018.

Finalmente, el número cierra con dos trabajos: el primero presenta el desarrollo matemático de la frontera eficiente de portafolio y diversificación de cultivos hortícolas en México, a partir de estimar el potencial de diversificación hortícola en México utilizando el modelo matemático de Markowitz; y el último, analiza los efectos de los acuerdos de gobernanza territorial en el nivel de innovación de las unidades productivas en el sistema agroalimentario de amaranto en la Ciudad de México.

Reiteramos la invitación a considerar a *Paradigma económico* como un espacio académico de discusión de los resultados del trabajo de investigación en temas asociados a la economía regional y sectorial.

Leobardo de Jesús Almonte
Director editorial

Inmigración ilegal y actividad económica agregada en Estados Unidos: un análisis de series de tiempo

CARLOS HERIBERTO FLORES ORONA*, RAMÓN A. CASTILLO PONCEY MARÍA DE LOURDES RODRÍGUEZ ESPINOSA*****

RESUMEN

En este documento se evalúa la relación que existe entre los flujos de inmigración ilegal y la actividad económica agregada en Estados Unidos. El análisis considera los efectos de corto y largo plazos. Las variables económicas incluyen el PIB nacional, el PIB de los estados que albergan el mayor número de inmigrantes indocumentados, y el empleo en las industrias donde labora una cantidad significativa de inmigrantes. Los resultados indican que, tanto en el corto como en el largo plazos, la variable de inmigración ilegal no muestra un efecto negativo y significativo sobre el desempeño económico de los estados e industrias analizadas.

Palabras claves: inmigración ilegal; actividad económica; empleo; Estados Unidos.

Clasificación JEL: F22, C32.

* Profesor-investigador, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México.
Correo-e: chflores@tec.mx

** Profesor-investigador, California State University, Los Angeles, EE. UU. y Universidad Autónoma de Baja California, México. Correo-e: rcastil@calstatela.edu2

*** Profesor-investigador, Universidad Tecnológica de la Mixteca, México.
Correo-e: mdlrodrig@mixteco.utm.mx

ABSTRACT

Illegal Immigration and Aggregate Economic Activity in the United States: A Time Series Analysis

This document evaluates the relationship between the flows of illegal immigration and the economic activity in the United States at the aggregate level. The analysis considers the long and the short terms. Economic variables include national GDP, GDP for the states where a large number of illegal immigrants reside, and employment for industries with significant participation of undocumented workers. The results suggest that neither in the short nor in the long term, illegal immigration presents a negative and significant effect on the economic performance of the states and industries analyzed.

Keywords: Illegal Immigration, Economic Activity, Employment, United States of America

JEL classification: F22, C32.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que el tema de inmigración en Estados Unidos ha tomado particular importancia en tiempos recientes, el debate no es nuevo. Por décadas, círculos académicos, políticos y sociales en ese país han discutido el efecto de este fenómeno sobre la dinámica socioeconómica de sus comunidades. Por un lado, de manera anecdótica, se argumenta que el flujo de inmigrantes, legales o ilegales, produce condiciones sociales y económicas desfavorables. Frecuentemente se hace referencia al incremento en el crimen, al abuso de programas de asistencia social y otros males sociales que se le atribuyen a la inmigración. En tiempos recientes, esta percepción negativa incrementó sustancialmente. La administración federal en Estados Unidos, gestión correspondiente a 2017, se encargó de estigmatizar a los inmigrantes y el resultado de su campaña antiinmigrante se percibe en la cobertura sesgada sobre el tema de medios de comunicación conservadores. Basta sintonizar las noticias de la cadena FOX para constatar este hecho. Sin embargo, se reconoce que los inmigrantes acarrear beneficios a las comunidades que los reciben. Típicamente son personas que siguen las leyes más estrictamente que quienes son nativos del país; los inmigrantes son

personas trabajadoras, dedicadas y perseverantes, que se superponen a condiciones adversas y salen adelante. Hay industrias, como la restaurantería y de servicios de hospitalidad, que dependen fundamentalmente de la mano de obra inmigrante. Sin duda, esta divergencia en opinión y percepción de la inmigración no será reconciliada en tiempos próximos, al menos no mientras el gobierno federal de Estados Unidos no cambie radicalmente su postura hacia los inmigrantes.

A decir verdad, la falta de acuerdo en cuanto al efecto neto de la inmigración no es sólo un asunto de opinión o percepción; investigaciones en diversas ciencias sociales tampoco han podido alcanzar una postura unificada. En la ciencia económica, la falta de acuerdo es igualmente evidente. Investigaciones sobre cómo los flujos de migración “ilegal” afectan la actividad económica abundan y sus resultados no apuntan hacia un consenso. Por señalar algunas, podríamos mencionar aquellas que se centran en analizar el mercado laboral. Al respecto, Borjas (2003; 2011) destaca la caída de las oportunidades de trabajo y salarios para los trabajadores nativos no especializados, así como la elevada incidencia en el uso de programas de ayuda o *welfare* por parte de los residentes que no cuentan con documentación migratoria válida.

En contraste, Altonji y Card (1991) y Ottaviano y Peri (2012) encuentran que la inmigración no produce resultados significativamente negativos sobre los salarios. Esto es explicado en Peri y Sparber (2009), quienes identifican un cambio en la especialización de trabajadores estadounidenses de tareas manuales a tareas enfocadas en habilidades de comunicación, mientras que los inmigrantes continúan empleándose en trabajos intensivos en mano de obra. Peri (2016) provee una amplia discusión contemporánea sobre el tema. Claramente el debate sobre los costos y beneficios de la inmigración en el ámbito académico continuará.

De esta manera, el propósito del presente documento no es identificar el efecto neto que la inmigración presenta sobre las comunidades receptoras, sino evaluar de manera formal la relación estadística entre los datos de inmigración, particularmente ilegal, y la actividad económica agregada en Estados Unidos. En este sentido, hacemos una pausa en la corriente de análisis e investigamos el fenómeno en un nivel más primitivo, es decir, de origen. ¿Qué relación estadística existe entre el desempeño económico y la inmigración ilegal? Ésta es la pregunta que nos interesa responder. El acercamiento metodológico que empleamos

se enmarca en el contexto de series de tiempo; en este aspecto difiere de los estudios que típicamente se encuentran en la literatura y que consideran datos desagregados, incluyendo observaciones de sección cruzada o datos de panel. Notamos, sin embargo, que el análisis con series de tiempo es consistente con lo que estudios sobre inmigración ilegal han empleado anteriormente. Hanson y Spilinger (1999), por ejemplo, analizan los factores que determinan la inmigración ilegal hacia Estados Unidos. Los autores postulan las aprehensiones de migrantes en la frontera México-Estados Unidos como variable dependiente, y una serie de variables explicativas que incluyen el diferencial salarial entre los dos países y las horas que la patrulla fronteriza vigila la frontera. Los resultados sugieren que las diferencias salariales representan un factor fundamental en la dinámica migratoria. Similarmente, Cornwell (2009) investiga cómo la vigilancia en la frontera influye sobre los flujos de inmigración ilegal. El autor concluye que el número de aprehensiones se encuentra correlacionado con las horas de vigilancia. Sin embargo, las aprehensiones no ayudan a pronosticar la vigilancia que habrá en el futuro, o viceversa. Por su parte, Mandelman y Zlate (2012) estiman un modelo de equilibrio general estocástico dinámico (DSGE, por sus siglas en inglés) en el que analizan la relación entre migración y remesas dentro del marco de los ciclos económicos de México y Estados Unidos. El modelo emplea series de tiempo en el espíritu de los dos documentos mencionados, que incluyen el número de aprehensiones y las horas de vigilancia fronteriza. Los autores encuentran que las barreras a la migración producen un efecto asimétrico sobre el bienestar de los trabajadores calificados y no calificados.

Más allá de emplear un acercamiento metodológico escasamente utilizado en el estudio del fenómeno migratorio, en el presente documento abonamos a la literatura al proponer un estudio a nivel agregado que nos permitirá evaluar qué tan cierto es que la inmigración ilegal afecta negativamente al país, estados o industrias estadounidenses. Esto es, los estudios que analizan el efecto de los flujos migratorios sobre las condiciones socioeconómicas del país receptor típicamente consideran datos desagregados. Dentro de ellos podemos mencionar los que son referencia en la literatura, incluyendo Borjas (1987; 2006), Borjas *et al.* (1992) y Ottaviano y Peri (2012).

En contraste, aquí realizamos un estudio que explícitamente atiende las afirmaciones que alegan que la inmigración ilegal afecta las condi-

ciones económicas en Estados Unidos a nivel agregado. Para ello, consideramos datos de aprehensiones en la frontera entre México y Estados Unidos como medida de inmigración ilegal, y el Producto Interno Bruto (PIB) agregado y desagregado por estados, así como datos de empleo en el ámbito industrial. Los estados e industrias que incluimos son aquellas que albergan al número más grande de inmigrantes sin documentos migratorios. El análisis de la inmigración con el PIB agregado tiene como objetivo identificar la relación temporal entre la actividad económica nacional y los flujos migratorios. Razonablemente, podríamos esperar que la inmigración siguiera la dinámica económica agregada, esto es, que el PIB funcione como un factor de atracción y preceda a los flujos migratorios; algo similar se podría anticipar con respecto al PIB estatal. Para el caso de las industrias, la relación que el empleo guarda con la inmigración no es tan directamente predecible. En particular, se podría esperar que, igualmente, las variaciones en el mercado laboral precedieran a la inmigración: cuando el empleo es robusto, los flujos migratorios aumentan, mientras que lo contrario es cierto cuando el empleo se debilita. Sin embargo, pudiera ser el caso que la inmigración ilegal de cierta forma influye sobre el mercado laboral de las industrias. Podría ser que la llegada de trabajadores “ilegales” produjera un efecto sobre el nivel de empleo. Si el argumento que formulan los medios conservadores estadounidenses sobre cómo los trabajadores “ilegales” desplazan a trabajadores nativos tiene sustento, tendría que ser el caso que la inmigración ilegal precede al empleo y se relaciona negativamente con él. En otras palabras, la inmigración ilegal daña las condiciones laborales de los trabajadores estadounidenses.

En este sentido, el presente análisis es cercano en espíritu a documentos que evalúan el efecto de la inmigración ilegal sobre variables económicas a nivel agregado. Sobre el tema, Liu (2010) estudia el efecto de los flujos de inmigración ilegal sobre el consumo; encuentra que en el largo plazo un incremento en el número de trabajadores sin documentos aumenta el consumo per cápita de los trabajadores nativos. Por su parte, Kiguhi y Mountford (2019) estiman el impacto de un aumento inesperado en inmigración sobre variables macroeconómicas que incluyen el PIB per cápita, consumo privado y desempleo. El efecto de la inmigración sobre estas variables es temporal y eventualmente regresa a su estado estacionario.

Por consiguiente, notamos que el análisis y resultados obtenidos se entienden a nivel nacional, estatal y de industria, y no en un ámbito desagregado, por lo que nos será posible determinar la relación esto-cástica que la serie de inmigración guarda con variables agregadas; no obstante, determinar la influencia de la inmigración ilegal en sectores específicos de la sociedad o economía escapa del alcance de este ejercicio. Particularmente, supongamos que se determina que no existe una relación significativa entre la inmigración ilegal y la actividad económica en Arizona; esto no quiere decir que no exista afectación (o beneficio) de la inmigración sobre un sector económico específico en ese estado. Bien puede ser el caso que la inmigración conlleve un incremento en el consumo de artículos nostalgia, por ejemplo, en la ciudad de Yuma, y tenga un impacto positivo sobre los establecimientos comerciales en esa ciudad. Igualmente, es posible que encontremos que los flujos de inmigración ilegal no afectan el nivel de empleo en la industria de la construcción. Esto no implica que no existan empresas individuales en las que la llegada de trabajadores “ilegales” resulte en una disminución en el empleo de trabajadores nativos. Lo que estaríamos concluyendo es que, en el área industrial, el efecto de los flujos de inmigración ilegal no es estadísticamente significativo. Concedido el alcance de la presente investigación, creemos que resulta interesante verificar si la postura que señala a la inmigración ilegal como un mal en el ámbito económico agregado de Estados Unidos se valida en un ejercicio econométrico formal.

La estructura del documento es la siguiente: en la sección 1 se presentan los datos y se realiza una evaluación gráfica de los mismos. En la sección 2 se lleva a cabo el ejercicio econométrico y se discuten los resultados. La sección 3 concluye el documento.

1. LOS DATOS

El flujo de inmigración ilegal se mide por medio de las aprehensiones en la frontera México-Estados Unidos; esta medida se ha empleado en diversos documentos, incluyendo Hanson y Spilinger (1999) y Cornwell (2009). La información se obtuvo de las bases de datos del U.S. Department of Homeland Security. El PIB agregado y estatal se obtuvieron del Bureau of Economic Analysis. Los estados que se consideran en el estudio son California, Arizona, Nuevo México, Texas, Florida, Caro-

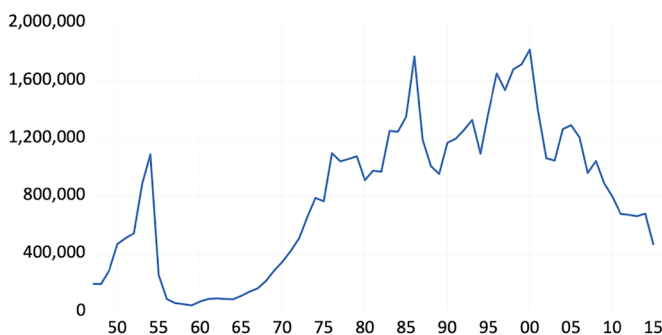
lina del Norte, Illinois, Nueva York y Georgia, que, de acuerdo con el Migration Policy Institute, representan los de mayor población indocumentada. La actividad industrial se mide por medio del empleo en algunas de las industrias en las que los inmigrantes representan una proporción significativa de acuerdo al Pew Research Center: agricultura, ranchería, construcción, manufactura y ventas; los datos se obtuvieron del Bureau of Labor Statistics. Para todas las variables el periodo abarca de 1947 a 2015, excepto para el PIB estatal, que se encuentra disponible desde 1963. La periodicidad es anual y las cifras de PIB estatal se convirtieron en cifras reales y deflactaron el PIB nominal por el índice de precios al consumidor base 1982-1984.

En la Gráfica 1 se ilustra la serie de inmigración. El primer incremento significativo se observa entre 1950 y 1955, que corresponde al periodo durante el cual el programa Bracero fue implementado. Después de una caída sustancial en la década de 1960, las aprehensiones repuntan para finales de 1970, y alcanzan su máximo alrededor de 1986, año en el que fue aprobada la reforma migratoria firmada por el ex presidente estadounidense Ronald Reagan. A partir del año 2000 se aprecia una caída sostenida, que se acentúa entre 2008 y 2010, muy probablemente debido a la crisis financiera que se experimentó en Estados Unidos y la recesión que le acompañó.

En la Gráfica 2 se presenta la tasa de crecimiento anual del PIB en Estados Unidos, conjuntamente con la tasa de crecimiento de la serie de inmigración. A primera vista no es posible identificar una relación clara entre las series, aunque se podrían mencionar algunos episodios interesantes. Por ejemplo, la caída sustancial de la inmigración alrededor de 1955 coincide con un incremento en el PIB; algo similar sucede entre 1960 y 1965. Durante la recesión de principios de 1980 se observa un estancamiento en la inmigración. Quizá lo que más llama la atención es que durante la recuperación económica en Estados Unidos, después de la Gran Recesión de 2009, la tasa de aprehensiones no aumenta, sino que disminuye para 2014 y 2015.

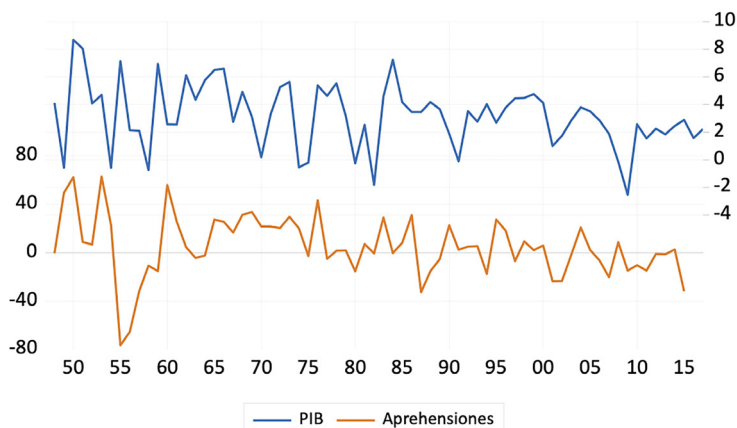
A partir de las observaciones de esta gráfica podríamos sospechar que el desempeño económico de Estados Unidos influye sobre los flujos de migración ilegal. Esta posibilidad será probada en el ejercicio económico que realizamos a continuación.

GRÁFICA 1
NÚMERO DE APREHENSIONES EN LA FRONTERA ESTADOS UNIDOS-MÉXICO (1947-2015)



Fuente: elaborada con datos del U.S. Department of Homeland Security.

GRÁFICA 2
TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB DE ESTADOS UNIDOS Y LAS APREHENSIONES
1947-2015



Fuente: elaborada con datos del U.S. Department of Homeland Security y el Bureau of Economic Analysis.

2. EJERCICIO ECONOMÉTRICO

2.1. Metodología

La estrategia metodológica consiste, primero, en determinar el orden de integración de las variables de estudio y continúa con estimaciones de cointegración y ciclo común. Las pruebas de raíz unitaria que implementamos son estándar en los ejercicios de series de tiempo. Una de ellas se refiere a la propuesta de Kwiatkowski *et al.* (1992) (KPSS). La segunda es una prueba que considera cortes estructurales bajo el espíritu de Zivot y Andrews (1992), que permite generar estadísticos de prueba Dickey-Fuller modificados. Para el ejercicio de cointegración consideramos la metodología propuesta en Johansen (1991). La prueba de ciclo común sigue el procedimiento indicado en Vahid y Engle (1993).

Destacamos que, mientras existe una extensa gama de metodologías para llevar a cabo pruebas de cointegración y ciclo común, la que aquí implementamos presenta ventajas sobre alternativas como vectores de corrección de error o la aplicación de filtros, como se indica en Issler y Vahid (2001). Específicamente, la metodología de Vahid y Engle produce ganancias de eficiencia al imponer restricciones de corto y largo plazo en el sistema. Brevemente, una vez identificadas las series como integradas de orden 1, la secuencia inicia con la determinación de la existencia de cointegración. En caso de que las series exhiban una tendencia común, se procede a estimar las correlaciones canónicas entre ellas y realizar una prueba de hipótesis en la que se plantea la existencia de ciclo común. La prueba permite determinar la existencia de ciclo e identificar la relación de corto plazo que guardan las series. Formalmente, se considera un sistema de series de tiempo que se caracteriza de acuerdo con sus componentes de tendencia y ciclo, según Beveridge y Nelson (1981).

$$y_t = C(1) \sum_{i=0}^{\infty} e_{t-i} + C^*(L)e_t \quad (1)$$

El primer término del lado izquierdo de la expresión (1) corresponde al componente de tendencia y el segundo, al componente cíclico. La existencia de cointegración se sostendría si $\alpha'C(1)=0$ donde la matriz a contiene los r vectores de cointegración. En nuestro ejercicio, dado que

los sistemas que consideramos consisten de dos variables, r puede ser a lo más igual a 1. Por otro lado, si fuera el caso que $\alpha'c'(L)=0$, entonces la matriz α contendría los s ciclos comunes. Una vez más, en nuestro caso el máximo de ciclos que podríamos encontrar es 1. El vector de cointegración lo estimamos mediante la metodología de Johansen, mientras que para estimar el ciclo común primero se calculan las correlaciones canónicas al cuadrado (λ_j^2) y enseguida se prueba la hipótesis $\lambda_j^2 = 0, \forall_j = 1, 2, \dots, s$. El estadístico de prueba es

$$C(p, s) = -(T - p - 1) \sum_{i=1}^s \log(1 - \lambda_i^2) \quad (2)$$

donde p es el número de rezagos óptimos obtenido en el ejercicio de cointegración. El estadístico se distribuye χ^2 con grados de libertad igual a $s^2 + snp + sr - sn$, donde s es el número de ciclos comunes en el sistema, n es el número de variables, r el número de vectores de cointegración y p el número de rezagos óptimos. Finalmente, para determinar el efecto que la variable explicativa presenta sobre la variable de estudio, se estima la siguiente ecuación por medio de variables instrumentales generalizadas (GIV, por sus siglas en inglés):

$$\Delta y_t = \beta \Delta x_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

donde el conjunto de instrumentos es el rezago de las variables contenidas en el sistema. En la siguiente sección seguimos esta secuencia para identificar la relación que guardan las series de actividad económica con la migración ilegal a Estados Unidos.

2.2. Estimaciones

El análisis empírico inicia con una evaluación de las propiedades de estacionariedad de las series. Los resultados de las pruebas KPSS y Dickey-Fuller modificada se presentan en el Cuadro 1. Para la totalidad de las series se encuentra un orden de integración de 1. Con base en la Gráfica 1, el nivel de la serie de aprehensiones parece exhibir una tendencia positiva de 1955 a 2000, mientras que el ciclo de la misma es evidentemente estacionario a juzgar por la ilustración de la Gráfica 2. Así, resulta razonable encontrar que la serie sea I(1). Para el caso del

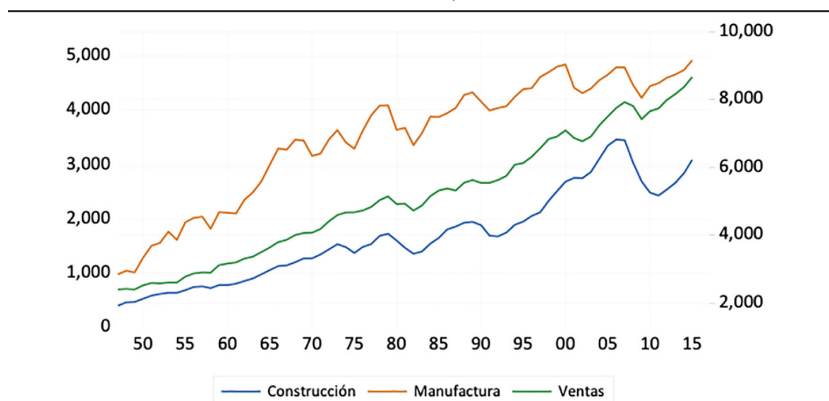
PIB de Estados Unidos, la literatura relevante sugiere que la serie es no estacionaria en niveles, pero estacionaria en primera diferencia. A pesar de que a la fecha continúa el debate sobre la naturaleza estocástica del PIB estadounidense, podemos afirmar que existe suficiente evidencia para afirmar en nuestro análisis que las series se encuentran integradas de orden 1 (véase, por ejemplo, Cushman 2016). Los PIB de los estados incluidos en el análisis se comportan de manera similar al PIB agregado, por lo que el resultado aquí obtenido es razonable. Respecto a las variables de empleo, las gráficas 3 y 4 muestran claramente que el nivel de las series de construcción, manufactura y ventas presentan una tendencia y que su ciclo es estacionario. Para las series de agricultura y ranchería, la evidencia de la Gráfica 5 no es tan contundente, mientras que desde el inicio de la muestra al año 2005 se aprecia una tendencia negativa; a partir de entonces parece que el empleo experimenta una expansión. Las primeras diferencias son visiblemente estacionarias (Gráfica 6). A pesar de la falta de claridad para estas series, tomamos los resultados de las pruebas estadísticas y concluimos que se encuentran integradas de orden 1.

CUADRO 1
PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA

Valores críticos	Prueba KPSS		Prueba con corte estructural		
	5%: 0.146		10%, 5% y 1%: -4.894, -5.176, -5.719		
	Nivel	1ra Diferencia	Nivel	1ra Diferencia	Orden de Integración
Aprehensiones	0.129	0.078	-2.638	-7.639	I(1)
PIB USA	0.238	0.055	-3.057	-7.753	I(1)
PIB California	0.244	0.090	-3.464	-4.736	I(1)
PIB Arizona	0.246	0.162	-2.505	-5.191	I(1)
PIB Nuevo México	0.231	0.087	-3.076	-6.708	I(1)
PIB Texas	0.228	0.072	-3.739	-7.125	I(1)
PIB Florida	0.253	0.076	-2.770	-6.053	I(1)
PIB Georgia	0.249	0.122	-2.770	-5.125	I(1)
PIB Carolina del Norte	0.253	0.137	-2.307	-7.576	I(1)
PIB Nueva York	0.243	0.084	-2.983	-6.686	I(1)
PIB Illinois	0.254	0.097	-1.901	-7.204	I(1)
Agricultura	0.082	0.048	-4.119	-11.199	I(1)
Ranchería	0.088	0.049	-4.407	-11.446	I(1)
Construcción	0.172	0.082	-4.426	-6.000	I(1)
Manufactura	0.255	0.127	-4.624	-8.613	I(1)
Ventas	0.243	0.085	-5.212	-7.746	I(1)

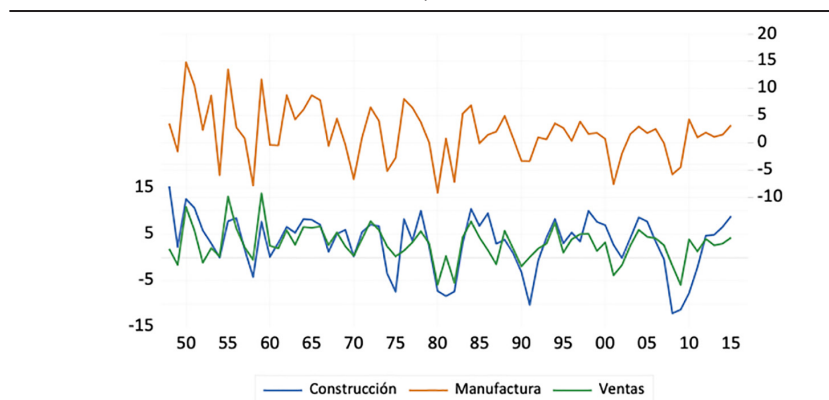
Fuente: elaboración propia.

GRÁFICA 3
 EMPLEO EN CONSTRUCCIÓN, MANUFACTURA Y VENTAS.
 SERIES EN NIVELES, 1947-2015



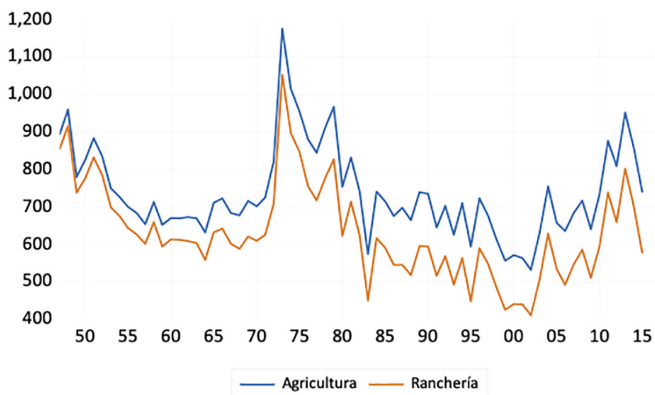
Fuente: elaborada con datos del Bureau of Labor Statistics.

GRÁFICA 4
 EMPLEO EN CONSTRUCCIÓN, MANUFACTURA Y VENTAS. SERIES EN PRIMERAS
 DIFERENCIAS, 1947-2015



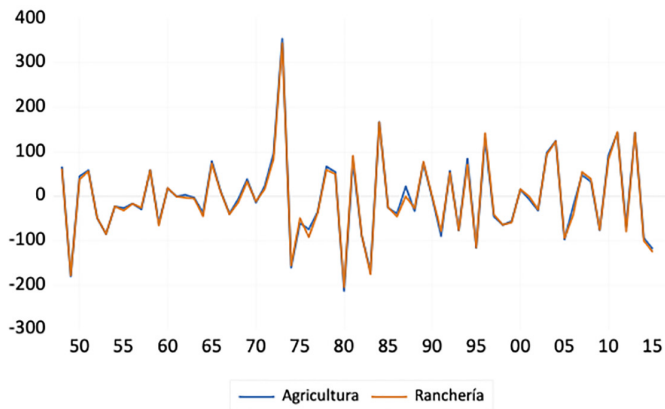
Fuente: elaborada con datos del Bureau of Labor Statistics.

GRÁFICA 5
EMPLEO EN AGRICULTURA Y RANCHERÍA. SERIES EN NIVELES 1947-2015



Fuente: elaborada con datos del Bureau of Labor Statistics.

GRÁFICA 6
EMPLEO EN AGRICULTURA Y RANCHERÍA. SERIES EN PRIMERAS DIFERENCIAS 1947-2015



Fuente: elaborada con datos del Bureau of Labor Statistics.

Los resultados de las pruebas de cointegración se presentan en el Cuadro 2. La serie de aprehensiones comparte una tendencia común con cada una de las series de producción, tanto a nivel agregado como estatal. Debido a que normalizamos la serie de aprehensiones, podríamos interpretar los resultados como evidencia de que la actividad económica en Estados Unidos atrae la migración en el largo plazo: mejoras en el desempeño económico se relacionan con incrementos en la inmigración, mientras que lo opuesto es cierto cuando la actividad económica se debilita. En cuanto al empleo en el ámbito industrial, se encuentra igualmente una relación positiva y significativa de largo plazo. Destaca que los coeficientes más elevados corresponden a la construcción y manufactura. Este resultado es consistente con los datos del Pew Research Center, que señalan que el porcentaje de trabajadores indocumentados empleados en estas industrias, respecto al número total de trabajadores indocumentados, es mayor que el mismo en cuanto a la población de trabajadores nacidos en Estados Unidos. En general, encontramos que estos resultados son consistentes con la teoría de atracción, que sugiere que la actividad económica en el país receptor funciona como un factor que influye sobre la decisión de migrar, siendo esta relación positiva.

CUADRO 2
PRUEBAS DE COINTEGRACIÓN

Sistemas	Probabilidad	Vector de cointegración
Aprehensiones con		
PIB USA	0.000	1, 0.80
PIB California	0.002	1, 0.64
PIB Arizona	0.004	1, 0.56
PIB Nuevo México	0.000	1, 0.28
PIB Texas	0.002	1, 0.54
PIB Florida	0.003	1, 0.56
PIB Georgia	0.000	1, 0.24
PIB Carolina del Norte	0.000	1, 0.28
PIB Nueva York	0.000	1, 0.44
PIB Illinois	0.000	1, 0.41
Agricultura	0.078	1, 0.33
Ranchería	0.071	1, 0.53
Construcción	0.044	1, 1.87
Manufactura	0.047	1, 1.97
Ventas	0.002	1, 1.25

Fuente: elaboración propia.

Para la evaluación de la relación cíclica entre las variables se realizan dos ejercicios. El primero consiste en determinar la existencia de ciclo común entre las series siguiendo la metodología descrita anteriormente. El propósito de este ejercicio es precisar si las fluctuaciones de las variables económicas coinciden con las de la inmigración ilegal. De encontrarse un ciclo común, sabríamos que ambas series se “mueven juntas” en el corto plazo. En el segundo ejercicio procedemos a estimar la ecuación 3, que aparece en el apartado metodológico, con el fin de identificar el efecto que la inmigración ilegal presenta sobre la actividad económica. Para cumplir con este objetivo, estimamos dos especificaciones: una considera la serie de aprehensiones como variable dependiente y cada una de las series de actividad económica como explicativa. La otra invierte el orden de las variables, de tal forma que la variable de aprehensiones explica a la actividad económica. ¿Qué resultados esperamos encontrar? Razonablemente, siguiendo las teorías de migración establecidas, las variables económicas tendrían que influir sobre la inmigración ilegal de manera positiva, siendo esto evidencia del efecto de atracción que la economía de las comunidades receptoras ejerce sobre la migración. Pero, por otro lado, si los argumentos de los medios conservadores sobre el daño que la inmigración ilegal produce en la economía de Estados Unidos tienen sustento, encontraríamos que las aprehensiones afectan a las condiciones económicas de manera negativa y significativa.

Los resultados de las estimaciones se presentan en el Cuadro 3. La columna “Probabilidad” reporta la posibilidad de que exista un ciclo común entre las series. Se aprecia que el ciclo de las aprehensiones coincide con el de los PIB de California, Arizona, Florida, Georgia y Carolina del Norte a 5 por ciento. El hallazgo tiene sentido ya que estos estados reciben cantidades significativas de inmigrantes, que muy probablemente ponen atención a las condiciones económicas de estas entidades cuando toman la decisión de migrar. Interesantemente, no se encuentra un ciclo común entre las aprehensiones y el PIB de Estados Unidos. En principio, hubiéramos esperado que las fluctuaciones cíclicas de la economía norteamericana se relacionaran con las fluctuaciones migratorias. Después de todo, la evidencia anecdótica sugiere que los migrantes siguen de cerca el desempeño económico del país cuando determinan el momento de migrar. Durante la Gran Recesión de 2009, por ejemplo, un número significativo de migrantes regresó

a sus comunidades de origen, y el número de aquellos que deseaban aventurarse a la frontera disminuyó. A pesar de que nuestro hallazgo es inesperado, podríamos explicarlo si revisamos los antecedentes sobre el fenómeno de la inmigración ilegal en la literatura existente. Notamos que Hanson y Spilbergo (1999) identifican la diferencia salarial entre Estados Unidos y México como el factor que mayormente influye sobre la decisión de migrar. Más adelante revisaremos este resultado puntualmente.

Respecto a las series de empleo, no encontramos evidencia de la existencia de un ciclo común con la serie de inmigración, lo cual sugiere que los movimientos cíclicos de los flujos migratorios no coinciden con la dinámica del mercado laboral en las industrias que aquí analizamos.

Para la estimación GIV se consideran dos sistemas con el propósito de identificar cuál serie presenta un efecto sobre la otra: uno en el que la variable dependiente es la serie de aprehensiones y otro en el que la variable dependiente es la serie económica. Así, en el cuadro se reportan dos filas para cada serie de actividad económica, una que se etiqueta “Explicativa” (la variable económica es la variable independiente) y otra “Dependiente” (la variable económica es la variable dependiente). La única excepción es el PIB agregado, ya que razonablemente no se esperaría que los flujos de inmigración ilegal influyan sobre el PIB de Estados Unidos significativamente. Para esta variable únicamente se considera al PIB como variable explicativa de las aprehensiones.

Lo primero que destacamos en el Cuadro 3 es que la probabilidad de la existencia de un ciclo común permanece constante, independientemente de cuál de las series se postula como dependiente. Esto es intuitivo, pues la dinámica cíclica de las series no depende de cuál de las series se modele como dependiente. En cuanto a los coeficientes, primero nos enfocamos en los resultados de las filas en las que aparece la palabra “Explicativa”, que son los sistemas en los que la variable dependiente es la serie de inmigración. Notamos que en todos los casos para los que se encuentra la existencia de un ciclo común (PIB de California, Arizona, Florida, Georgia, y Carolina del Norte), el coeficiente de la regresión es significativo, con excepción del PIB de Carolina del Norte. Los PIB de California y Arizona reportan los coeficientes de mayor magnitud. Este resultado sugiere que, cuando la actividad económica en California, Arizona, Florida y Georgia se expande (contrae), los flujos de inmigración ilegal aumentan (disminuyen), lo cual confirma

que el desempeño de la economía funciona como un factor de atracción de migración. Este argumento no es posible formularlo respecto a las series de empleo, pues en ningún caso el coeficiente resultó significativo. Quizá podríamos entender este resultado si reconocemos que la información sobre el nivel de empleo industrial no es ampliamente conocida por quienes pretenden emigrar, al menos no al grado de la información sobre las condiciones económicas de los estados. Específicamente, es probable que los migrantes se enteren de cómo se encuentra la economía estatal, pero no de las fluctuaciones en el nivel de empleo en industrias específicas. Ésta, por supuesto, es sólo una sugerencia que pudiera explicar el resultado.

En cuanto a las filas donde aparece la palabra “Dependiente”, que se refieren a las estimaciones en las que la variable dependiente es la serie económica, encontramos que en ningún caso el coeficiente es significativo. Así, es claro que la inmigración ilegal, medida por las aprehensiones en la frontera, no influye significativamente sobre las fluctuaciones económicas de los estados o la dinámica laboral de las industrias aquí examinadas. Queda establecido entonces que las afirmaciones y reclamos del gobierno federal y medios conservadores en Estados Unidos sobre el daño económico que causan los inmigrantes “ilegales” no tienen sustento. No es posible afirmar que la inmigración ilegal afecta significativa y negativamente a los estados o industrias donde se ubica el mayor número de trabajadores sin documentación migratoria adecuada. Mientras que puede ser el caso que algún trabajador sea desplazado por un inmigrante en alguna de las industrias que analizamos, no se puede generalizar y afirmar que los inmigrantes “le quitan el trabajo” a los estadounidenses. Estadísticamente no existe evidencia de que el efecto sea significativo.

Más allá del análisis formal, sostenemos que los resultados que aquí presentamos son razonables. Si consideramos el tamaño de las economías e industrias analizadas, resulta poco probable que la llegada de trabajadores “ilegales” afecte su desempeño significativamente. El efecto marginal de que un trabajador sin documentos migratorios adecuados se sume a las actividades productivas de un estado o industria es nulo. Sospechamos que la mayoría de personas de ciencia coincidirían con nuestra apreciación. Nos gustaría creer que la mayoría de personas que habitan en Estados Unidos igualmente aceptarían este argumento, puesto que tiene sentido. Desafortunadamente, existe un

número importante de individuos en ese país que toman los señalamientos del gobierno federal y de comentaristas conservadores como verdad absoluta, e insisten en condenar a los inmigrantes como personas que lastiman las condiciones económicas de las comunidades que los reciben.

CUADRO 3
PRUEBAS DE CICLO COMÚN: SERIES CONTEMPORÁNEAS

Sistemas	Probabilidad	Estadístico t	Coefficiente
Aprehensiones con PIB USA	0.016	0.596	0.009
PIB California Explicativa Dependiente	0.010	2.413 1.178	0.340 1.705
PIB Arizona Explicativa Dependiente	0.228	2.087 1.404	0.349 1.125
PIB N. México Explicativa Dependiente	0.038	1.318 1.366	0.092 2.104
PIB Texas Explicativa Dependiente	0.040	2.060 1.594	0.140 2.015
PIB Florida Explicativa Dependiente	0.110	2.270 1.594	0.237 1.523
PIB Georgia Explicativa Dependiente	0.128	1.851 1.158	0.187 1.295
PIB Carolina del Norte Explicativa Dependiente	0.051	1.379 1.055	0.103 1.515
PIB Nueva York Explicativa Dependiente	0.029	-0.749 -0.660	-0.047 -1.193
PIB Illinois Explicativa Dependiente	0.009	0.380 0.350	0.019 0.687
Agricultura Explicativa Dependiente	0.024	-0.132 -0.195	-0.012 -0.185
Ranchería Explicativa Dependiente	0.011	-0.298 -0.394	-0.034 -0.285
Construcción Explicativa Dependiente	0.000	0.229 0.189	0.010 0.196
Manufactura Explicativa Dependiente	0.004	0.182 0.250	0.006 0.499
Ventas Explicativa Dependiente	0.003	0.028 0.033	0.001 0.082

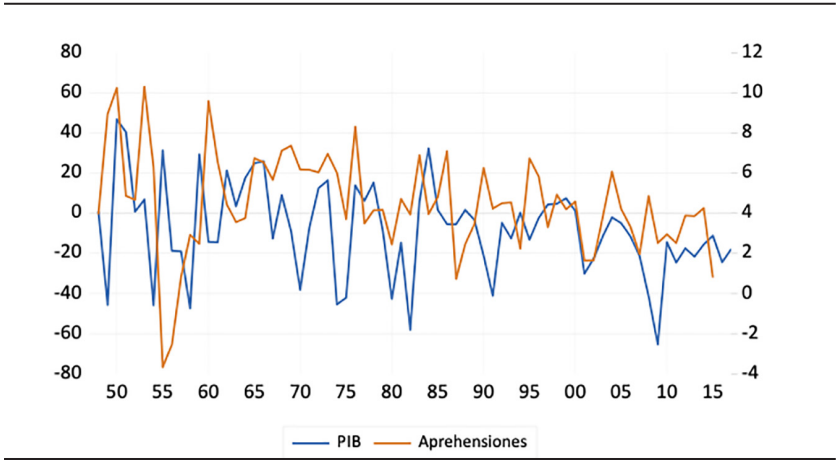
Fuente: elaboración propia.

Finalmente, quisimos reevaluar la relación de la producción con la inmigración ilegal, pues el resultado de la no existencia de un ciclo común entre el PIB agregado y la serie de inmigración nos llamó la

atención. Razonablemente, podríamos haber esperado que el ciclo de las aprehensiones siguiera al ciclo económico. La Gráfica 7 muestra las tasas de crecimiento de ambas series con la escala sobrepuesta para apreciar de manera más clara la relación cíclica entre ellas. Es evidente que los ciclos no coinciden; parece, sin embargo, que el ciclo del PIB precede al ciclo de las aprehensiones. Esto es claro entre 1955 y 1960, en 1975, a principios de la década de 1980 y durante las crisis de 2001 y 2009. Así, resulta pertinente postular que, quizá, si se rezaga el ciclo del PIB, se pudiera encontrar un ciclo común con el ciclo de las aprehensiones. En el Cuadro 4 aparecen los resultados de la prueba de ciclo común para la serie del PIB rezagada de 1 a 3 periodos. Nótese que a medida que aumentan los rezagos, la probabilidad de un ciclo común crece; para 3 rezagos ya se encuentra evidencia de un ciclo común a 9.5 por ciento. Esto quiere decir que la migración ilegal responde al ciclo económico de Estados Unidos con aproximadamente tres periodos de rezago. Específicamente, no es el caso que cuando las condiciones económicas de ese país mejoran (empeoran), instantáneamente aumenta (disminuye) el flujo migratorio, sino que demora. De acuerdo con los resultados, la migración responde al tercer periodo. Este hallazgo es intuitivo. Cuando las personas se enteran de que la economía de Estados Unidos ha entrado en un periodo de auge, por ejemplo, típicamente se preparan para realizar el viaje. Seguramente toma tiempo llevar a cabo los preparativos prudentes para estar en condición de aventurarse a la frontera.

En el Cuadro 4 también se reportan los resultados de la regresión que evalúa el efecto del PIB sobre las aprehensiones. Para todos los rezagos el coeficiente no es significativo. Una vez más, esto es consistente con el argumento de que existen factores, además del PIB, que influyen sobre la migración ilegal. Como se mencionó, el diferencial salarial puede ser uno de ellos, o simplemente las redes de familiares y conocidos con los que los migrantes cuentan en Estados Unidos.

GRÁFICA 7
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL PIB Y LAS APREHENSIONES 1947-2015



Fuente: elaborada con datos del Bureau of Labor Statistics.

CUADRO 4
PRUEBAS DE CICLO COMÚN: SERIES REZAGADAS

Sistemas	Probabilidad	Estadístico t	Coefficiente
Aprehensiones con			
PIB de EUA			
Rezagado 1 periodo	0.025	1.030	0.016
Rezagado 2 periodos	0.038	1.299	0.021
Rezagado 3 periodos	0.095	-0.623	-0.010

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

El ambiente hostil que la comunidad inmigrante en Estados Unidos vive actualmente es resultado, en gran medida, de la actitud que la administración federal –concluida en 2020– tomó hacia ella. Desde el inicio de su candidatura, y hasta la fecha, el ex presidente estadounidense caracterizó a los inmigrantes, particularmente aquellos de origen mexicano, como personas indeseables. Comentaristas conservadores se sumaron a los ataques y cubrieron constantemente notas en las que mostraban a los inmigrantes como vándalos, que cometen crímenes, abusan del sistema de apoyo social y no abonan positivamente a la comunidad. Un reclamo

que frecuentemente se escucha en medios conservadores es que los inmigrantes afectan negativamente las condiciones económicas de las comunidades receptoras. Pero, ¿qué tan cierto es esto? ¿Existe evidencia de que la llegada de inmigrantes produzca un costo económico significativo a nivel agregado? El análisis que aquí presentamos ofrece una respuesta contundente: NO. No hay evidencia a nivel del PIB nacional, estatal y de empleo industrial de que la inmigración ilegal afecte su dinámica. Lo que sí confirmamos es que las condiciones económicas sirven como un factor de atracción para la migración, resultado que ya esperábamos, pues es ampliamente aceptado que el estado económico del lugar de destino influye sobre la decisión de migrar. Podemos entonces afirmar categóricamente que los ataques hacia la comunidad inmigrante en Estados Unidos carecen de sustento. Los comentaristas conservadores toman un caso particular y lo aplican a la generalidad de inmigrantes. Hacen referencia a un inmigrante “ilegal” que cometió un crimen y se refieren a todos los inmigrantes como criminales. Hacen referencia a una empresa donde un trabajador “ilegal” tomó el empleo de un trabajador estadounidense y reclaman que los “ilegales” les están quitando el empleo a los nativos. Desafortunadamente, la audiencia del ex presidente y de estos medios conservadores cree que lo que les están transmitiendo es cierto. Lo que aquí mostramos es que no lo es. A nivel agregado y estadísticamente hablando, la inmigración ilegal no afecta negativamente las condiciones económicas. Finalmente, destacamos que los resultados que aquí presentamos llaman a profundizar en el análisis. Podría ser interesante, por ejemplo, realizar un estudio similar a éste, pero considerar series más desagregadas, como producto a nivel de municipalidad o series de crimen o violencia a nivel de ciudad. Sería también prudente evaluar las industrias a nivel estatal, ya que la actividad agrícola, por ejemplo, no es homogénea a través de diferentes estados; la agricultura en California no es de igual importancia a la de Nueva York. Ciertamente estaremos atendiendo alguna de estas posibilidades en el futuro.

REFERENCIAS

- Altonji, Joseph y David Card (1991), "The Effects of Immigration on the Labor Market Outcomes of Less-Skilled Natives", en J.M. Abowd y R.B. Freeman (eds.), *Immigration, Trade, and the Labor Market*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Beveridge, Stephen y Charles Nelson (1981), "A New Approach to Decomposition of Economic Time Series into Permanent and Transitory Components with Particular Attention to the Measurement of the Business Cycle", *Journal of Monetary Economics*, 7 (2), pp. 151-174.
- Borjas, George (1987), "Self-selection and the Earnings of Immigrants", *American Economic Review*, 77 (4), pp. 531-553.
- Borjas, George (2003), "The Labor Demand Curve is Downward Sloping: Re-examining the Impact of Immigration on the Labor Market", *Quarterly Journal of Economics*, 118 (4), pp. 1335-1374.
- Borjas, George (2006), "Native Internal Migration and the Labor Market Impact of Immigration", *Journal of Human Resources*, XLI (2), pp. 221-258.
- Borjas, George (2011), "Poverty and Program Participation among Immigrant Children", *The Future of Children*, 21 (1), pp. 247-266.
- Borjas, George, Stephen Bronas y Stephen Trejo (1992), "Self-selection and Internal Migration in the United States", *Journal of Urban Economics*, 32 (2), pp. 59-185.
- Cornwell, Derekh (2009), "Exploratory Time Series Analysis of Apprehensions and Linewatch Hours on the Southwest Border", EUA, Office of Immigration Statistics, DIANE Publishing.
- Cushman, David (2016), "A Unit Root in Postwar U.S. Real GDP Still Cannot Be Rejected, and Yes, It Matters", *Econ Journal Watch*, 13 (1), pp. 5-45.
- Hanson, Gordon. H. y Antonio Spilimbergo (1999), "Illegal Immigration, Border Enforcement, and Relative Wages: Evidence from Apprehensions at the U.S.-Mexico Border", *American Economic Review*, 89 (5), pp. 1337-1357.
- Issler, Joao V. y Farshid Vahid (2001), "Common Cycles and the Importance of Transitory Shocks to Macroeconomic Aggregates", *Journal of Monetary Economics*, 47 (3), pp. 449-475.
- Johansen, Soren (1991), "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 59 (6), pp. 1551-1580.
- Kiguchi, Takehiro y Andrew Mountford (2019), "Immigration and Unemployment: A Macroeconomic Approach", *Macroeconomic Dynamics*, 23 (4), pp. 1313-1339.
- Kwiatkowski, Denis, Peter Phillips, Peter Schmidt y Yongcheol Shin (1992), "Testing the Null Hypothesis of Stationarity against the Alternative of a Unit Root: How Sure are We that Economic Time Series have a Unit Root?", *Journal of Econometrics*, 54 (1-3), pp. 159-178.

- Liu, Xiangbo (2010), "On the Macroeconomic and Welfare Effects of Illegal Immigration", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34 (12), pp. 2547-2567.
- Mandelman, Federico y Andrei Zlate (2012), "Immigration, Remittances, and Business Cycles", *Journal of Monetary Economics*, 59 (2), pp. 196-213.
- Ottaviano, Gianmarco y Giovanni Peri (2012), "Rethinking the Effect of Immigration on Wages", *Journal of the European Economic Association*, 10 (1), pp. 152-197.
- Peri, Giovanni (2016), "Immigration, Productivity, and Labor Markets", *Journal of Economic Perspectives*, 30 (4), pp. 3-30.
- Peri, Giovanni y Chad Sparber (2009), "Trade Specialization, Immigration, and Wages", *American Economic Journal: Applied Economics*, 1 (3), pp. 135-169.
- Vahid, Farshid y Robert Engle (1993), "Common Trends and Common Cycles", *Journal of Applied Econometrics*, 8 (4), pp. 341-360.
- Zivot, Eric y Donald Andrews (1992), "Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis", *Journal of Business & Economic Statistics*, 10 (3), pp. 251-270.

Centro de Investigación en Ciencias Económicas

(CICE) Forma parte de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma del Estado de México. Tiene como objetivo analizar los impactos sectoriales y regionales de la apertura y liberación comercial y financiera en México y en el Estado de México.



Centro de Investigación
en Ciencias Económicas



<http://web.uaemex.mx/feconomia/CICE/index.html>



¿Desindustrialización prematura? El caso de Nuevo León, México

BELEM ILIANA VÁSQUEZ GALÁN*Y SALVADOR CORRALES CORRALES**

RESUMEN

El objetivo del artículo es analizar el proceso de desindustrialización ocurrida en la industria nacional mexicana y en particular en la de Nuevo León en el periodo 1993-2016. Se calculó la participación de la industria manufacturera en la creación de valor agregado real y empleos, la velocidad del cambio estructural y el ingreso per cápita para identificar el momento y naturaleza de la desindustrialización. Se encontró una desindustrialización prematura iniciada a finales de los noventa con el cambio estructural desfavorable ocurrido por la caída de la participación industrial en la economía y los bajos ingresos per cápita. A diferencia de la experiencia nacional, en Nuevo León se gestó una desindustrialización natural resultado de la evolución de su industria, de tradicional (vidrio, acero y cemento) a moderna (eléctrica y electrónica y automotriz) y que sentó las bases para transitar a una economía terciaria.

Palabras clave: industria, desindustrialización, manufacturas, empleo.

Clasificación JEL: O14, L60, J21.

ABSTRACT

Premature deindustrialization? The case of Nuevo Leon, Mexico

The aim of this article is to analyze the process of deindustrialization in Mexico and particularly in Nuevo Leon in the period 1993-2016. The share of manufactures in total valued added and employment was calculated, as well as the speed of structural change and the income

*El Colegio de la Frontera Norte A.C., México. Correo-e: belem@colef.mx.

** El Colegio de la Frontera Norte A.C., México. Correo-e: corrales@colef.mx.

per capita in order to identify when and what type of deindustrialization occurred. We found that the deindustrialization was premature and started at the end of the nineties when the industry reduced its share in the economy while the income per capita was still low. Contrary to the national situation, deindustrialization in Nuevo Leon was a natural process that happened due to the industry's evolution from traditional (glass, steel and cement) to modern activities (electric, electronic and automobile), so the transition to a tertiary economy was accompanied by an industrial base.

Keywords: Industry, deindustrialization, manufactures, employment.

JEL Classification: O14, L60, J21.

INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera regiomontana tiene una larga tradición en la producción de acero, cemento, vidrio, plásticos y autopartes. A nadie le parecerá extraña la enorme importancia de las cervecerías junto con las fábricas de acero, eje fundamental del crecimiento industrial desde mediados del siglo pasado (Nuncio, 1982; Cerutti, 2000). En la actualidad, la posición relativa de las manufacturas en la composición del producto estatal bruto de Nuevo León las coloca lejos del liderazgo económico regional, lo que sugiere que existe un proceso de desindustrialización donde las actividades comerciales y de servicios parecen definir el futuro económico del estado. ¿Ha sido Nuevo León presa de una desindustrialización prematura o natural? ¿Cuál es la posición relativa del estado respecto a la tendencia de la industria nacional?

La desindustrialización se describe como un fenómeno en el cual la participación relativa de las manufacturas en el empleo total se reduce y, en economías avanzadas, es resultado del aumento de la productividad en las manufacturas (Rowthorn y Ramaswamy, 1997). La notoria caída de las actividades industriales en una región como Nuevo León, que se caracterizó por tener las empresas más importantes de productos manufactureros y la proliferación de las actividades terciarias, requiere explicaciones desde diferentes ángulos para entender este fenómeno que mantiene contrariados a propios y a extraños. El objetivo de este artículo es identificar el momento en que empieza el proceso de desindustrialización en México, con énfasis en el estado de Nuevo León,

cuna de la industrialización del país, y determinar si ésta fue prematura o alcanzó el grado de madurez requerida para transitar a una economía predominantemente terciaria. Para ello se calcularon tres indicadores que miden el grado de desindustrialización de una economía y que han sido ampliamente abordados en la literatura (Schiavo-Campo, 1978; Rodrik, 2016; Dasgupta y Singh, 2006, entre otros). Los indicadores que se calcularon fueron la participación de las manufacturas en el valor agregado real, la participación de las manufacturas en el empleo total y el índice de cambio estructural, con base en datos anuales de 1993 a 2016. El tipo de desindustrialización se determinó a partir de relacionar el ingreso per cápita alcanzado con el máximo porcentaje de participación del valor agregado manufacturero en la economía. La hipótesis planteada es que en México el proceso de desindustrialización se manifiesta a finales de la década de los noventa, con la pérdida de participación de la industria en el empleo y en el valor agregado real. Sin embargo, a diferencia de la experiencia nacional, en Nuevo León se gestó una desindustrialización con mayores tasas de participación en el valor agregado, el empleo y con un ingreso per cápita más alto. Consideramos que la desindustrialización en este estado fue resultado de un proceso natural de maduración donde las actividades industriales tradicionales (de vidrio, acero y cemento) perdieron participación en la economía en comparación con las actividades industriales modernas (la electrónica, eléctrica, autopartes, etcétera).

El artículo se compone de cinco apartados, además de la introducción. En el segundo apartado se expone la explicación de la teoría sobre el fenómeno de la desindustrialización generada en los países que han transitado a economías terciarias. En el tercer apartado se hace un análisis de la trayectoria de la industria manufacturera en México y Nuevo León. En el cuarto apartado se presenta una explicación del marco metodológico empleado para comprobar e identificar la naturaleza de la desindustrialización en México y en particular en Nuevo León. En el quinto apartado se muestran los resultados y en el sexto se presentan las conclusiones.

1. LA TEORÍA DE LA DESINDUSTRIALIZACIÓN

El desarrollo de las economías es resultado del crecimiento entre los sectores que la constituyen, cuya capacidad de respuesta a los avances tecnológicos se presenta muy desigual y en función de la complejidad del producto final. Desde la introducción del motor a vapor, hasta el desarrollo de la computación, la industria ha sido la principal fuente del crecimiento, con excepción de algunos países de África subsahariana, donde la agricultura y la ganadería todavía son los componentes principales de sus economías. Hablar de desarrollo de las economías implica entender todos sus sectores de actividad económica, cuya participación en la composición del Producto Interno Bruto (PIB) es desigual y dependiente del nivel tecnológico con que operan (Castillo y Martins, 2016).

Si partimos de que el crecimiento y el desarrollo de los países está fundamentado en la industrialización de su proceso de producción, una de las formas de medir su riqueza es a través del grado de industrialización alcanzado. En este sentido, la revolución industrial dio origen al crecimiento acelerado de los países porque la mecanización permitió aumentar la productividad de factores como el trabajo y el capital. Aquellos países que contaron con máquinas en sus fábricas empezaron a tener ventajas y crecimiento mayor que los países que carecieron o las introdujeron más tarde. Las naciones que experimentaron la primera revolución industrial pasaron por diferentes etapas, durante las que la industrialización evolucionó e integró, primero, la automatización, la producción en serie y la tecnología. En cada etapa, la productividad y las economías a escala permitieron producir más con menos, por lo que cada vez se requería menos trabajo para producir manufacturas y más para realizar actividades de comercio y servicios. Con el desarrollo de la industria, la agricultura se colocó en un segundo plano. El desarrollo tecnológico en la industria redujo dramáticamente el empleo debido a la introducción de maquinaria, lo que propició el desplazamiento hacia el comercio y los servicios como opciones de empleo y generación de ingresos.

Los países que alcanzaron un alto nivel de desarrollo redujeron su sector agrícola e hicieron crecer la industria, la cual absorbió la fuerza de trabajo desplazada del campo, hecho que ocasionó que mejorara su nivel de ingreso per cápita. Con mayor crecimiento económico, el

aumento del ingreso per cápita modificó los hábitos de consumo de la población, expandió el comercio y los servicios en la composición de la economía nacional. Con el desarrollo tecnológico y de posicionamiento de los sectores económicos que componen una economía, los países más avanzados entraron en un proceso de desindustrialización en el empleo y en el valor agregado. Los altos niveles del ingreso per cápita de estas economías incrementaron la demanda del comercio y los servicios, ya que una sociedad con mayor capacidad de consumo requiere satisfacer una gama mayor de necesidades, como servicios educativos, legales, médicos y servicios dirigidos a los productores.

La creciente automatización de la industria ha inducido el desplazamiento de trabajadores hacia el comercio y los servicios, donde un alto porcentaje opta por la informalidad. Esta situación ha motivado numerosas investigaciones en búsqueda de soluciones estructurales de la economía para mejorar el crecimiento económico (Rivera, 2014; Schneider *et al.*, 2010; Kaufman y Kaliberda, 1996). La pérdida de importancia de la industria en la composición del empleo y el producto en países desarrollados es comprensible para muchos economistas, dado el nivel del ingreso per cápita de la población (Rodrik, 2016; Mcmillan *et al.*, 2014). Lo incomprensible es la fuerte presencia del comercio y los servicios en los países subdesarrollados que aún no han alcanzado ingresos per cápita suficientemente altos. En la literatura existen estudios que intentan encontrar las razones por las cuales algunos países en desarrollo se están desindustrializando tan temprano (Camacho y Maldonado, 2018).

La desindustrialización, concepto atribuido a Rowthorn y Ramaswamy (1997), es la pérdida de participación de las manufacturas en el empleo total cuando se alcanza un cierto ingreso per cápita. Posteriormente, Tregenna (2009) propuso medir la desindustrialización también en términos de la pérdida de participación de las manufacturas en el valor agregado, ya que una economía puede perder trabajo manufacturero y al mismo tiempo aumentar su participación en el valor agregado. Esto implica que la desindustrialización puede ser el resultado del aumento de la productividad laboral y, por lo tanto, ser un fenómeno deseable. Desde el punto de vista de los países ricos, el cambio ocurre cuando se alcanza un nivel de ingreso per cápita relativamente alto, ya que, con mayores ingresos, la demanda de servicios empieza a ser mayor que la de manufacturas. Para satisfacer la alta demanda

de servicios, los recursos productivos se distribuyen de tal forma que la producción de bienes tangibles empieza a perder peso relativo en la economía. De acuerdo con Palma (2005), existen cuatro hipótesis que explican la caída del empleo manufacturero en los países desarrollados, ocurrida a finales de los sesenta. La primera hipótesis afirma que se trata de una ilusión estadística creada por el aumento de la demanda que la misma industria manufacturera hace de servicios profesionales; la segunda hipótesis lo atribuye a la disminución de la elasticidad-ingreso de la demanda de manufacturas; la tercera hipótesis considera que la nueva división internacional del trabajo ha desplazado las manufacturas a países menos desarrollados, por lo que los países ricos han dejado de producir manufacturas; la cuarta hipótesis, que es la más generalizada, explica la desindustrialización como el resultado de las ganancias de productividad laboral generadas en la industria manufacturera.

Al economista Dani Rodrik se le atribuye el concepto de *desindustrialización prematura*, usado para explicar el comportamiento de la industria en muchos países en desarrollo y de África subsahariana (Rodrik, 2016). Con un método aplicado, compagina variables en sus estimaciones y análisis, como la tecnología, el ingreso per cápita, el empleo y el ingreso, para explicar las diferencias entre países con diferentes niveles de industrialización. Se identifica la desindustrialización como un proceso que ocurre cuando hay una pérdida de participación de las manufactureras, específicamente en el empleo y en el valor de la producción total. El proceso que se genera de manera natural da lugar a la desindustrialización de la economía. Cuando se genera una desindustrialización sin haber logrado un nivel de ingreso per cápita suficientemente alto, significa que el tránsito hacia una economía terciaria ocurre antes que lo deseado, como ocurrió con los países desarrollados. A este proceso se le conoce como desindustrialización temprana o prematura.

Según Rodrik (2016), la evidencia indica que los países en desarrollo se han convertido en economías terciarias sin haber completado el proceso de industrialización, como lo hicieron los primeros países industrializados de Europa. Esta situación propicia que se vulnere el principal mecanismo para lograr un crecimiento económico rápido. La política de industrialización mediante la sustitución de importaciones aplicada en la década de los cuarenta, y que se sostuvo hasta la década de los setenta, logró que muchos países en desarrollo de Latinoamérica logaran altas tasas de crecimiento, pero sin bases tecnológicas

y de capital suficientes para competir a nivel internacional (Vázquez, 2017). El abandono de la política de industrialización por una política de crecimiento basada en las exportaciones en la década de los ochenta ocasionó que muchos países se volvieran importadores netos de manufacturas. La razón es que muchos países en desarrollo carecían de ventajas comparativas que les permitieran competir en el mercado internacional cuando las restricciones al comercio internacional se redujeron. La apertura comercial promovida por organismos internacionales fue responsable no sólo de que se detuviera el proceso de industrialización sino de que los países en vías de desarrollo importaran la desindustrialización de los países desarrollados, pues tuvieron que competir con productos manufacturados que ya contaban con precios relativos bajos gracias a su mayor productividad (Rodrik, 2016: 4).

El proceso de desindustrialización en países de bajo nivel de desarrollo, como México, se empieza a gestar por la apertura comercial de los años ochenta que se materializa con el ingreso al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés) y después con el ingreso al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en la década de los noventa. La apertura a la competencia internacional modificó las cadenas productivas nacionales mediante una fuerte penetración de manufacturas y productos intermedios de Estados Unidos. Competir con la industria manufacturera norteamericana no fue fácil; la industria mexicana tuvo que acoplarse mediante prácticas de comercio intra-firma y procesos de subcontratación industrial, que modificaron la contabilidad de las fábricas. El creciente comercio intra-firma y la subcontratación industrial redujeron el valor agregado de la industria para pasar la contabilidad al sector servicios (Silva-Colmenares, 2014). Trabajos recientes, como el de Castillo y Martins (2016), indican que algunos países latinoamericanos, como Argentina, Brasil, Chile y México, enfrentan una desindustrialización prematura desde la década de los noventa, la cual se manifiesta como un incremento de la especialización en bienes primarios, manufacturas basadas en recursos naturales y servicios de baja productividad. Los autores muestran, mediante un análisis de Shift and Share, que el crecimiento de la productividad laboral se reduce conforme las economías experimentan un cambio estructural, en el que las actividades manufactureras pierden participación mientras los servicios la ganan. Aunque Rowthorn y Ramaswamy (1997) afirman que la desindustrialización no

es un fenómeno negativo, ya que es resultado del rápido crecimiento de la productividad de las manufactureras, reconocen que incluso bajo estas condiciones, en el largo plazo, la productividad general de la economía estará determinada por el crecimiento de la productividad de los servicios. Por su naturaleza, los servicios son altamente heterogéneos y, por lo tanto, menos progresivos tecnológicamente hablando en comparación con las manufacturas. El resultado es que conforme las economías se vuelven más terciarizadas, el crecimiento económico dependerá del crecimiento de la productividad de los servicios, no de las manufacturas.

2. LA TRANSFORMACIÓN DE LA INDUSTRIALIZACIÓN EN MÉXICO Y EN NUEVO LEÓN

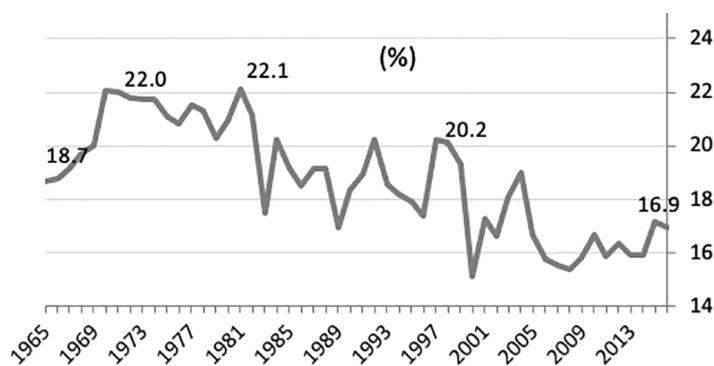
En México, la industria comprende las actividades manufactureras clasificadas en 22 grupos del sector secundario,¹ por lo que existe gran heterogeneidad en el tipo de procesos productivos que realizan. Con cifras oficiales del INEGI, en términos de valor agregado real (a precios de 2013), las manufacturas han mantenido una baja participación en la economía desde 1993 e incluso han reducido la generación de valor agregado. En 2017 representaron apenas 16.6% del valor total, mientras que los servicios, 65.6 por ciento. Al igual que muchos países, en México las actividades terciarias generan el mayor valor agregado en la economía, ya que concentran actividades que incluyen servicios especializados que, al tener alto contenido de conocimiento y tecnología, su aportación al valor agregado es relativamente alta.

En el caso de México, la política industrial permitió que en los años sesenta las manufacturas tuvieran una participación creciente en el PIB

¹ De acuerdo con la clasificación del INEGI, las industrias manufactureras comprenden a: industria alimentaria; industria de las bebidas y del tabaco; fabricación de insumos textiles; confección de productos textiles; fabricación de prendas de vestir; fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos; Industria maderera; industria del papel; impresión e industrias conexas; fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón; industria química; industria del plástico y del hule; fabricación de productos a base de minerales no metálicos; industrias metálicas básicas; fabricación de productos metálicos; fabricación de maquinaria y equipo; fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros, componentes y accesorios electrónicos; fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos; fabricación de equipo de transporte; fabricación de muebles y productos relacionados y otras manufacturas.

nacional. En la Figura 1 se presenta la trayectoria de las manufactureras de 1965 a 2016 en términos de participación en el valor agregado corriente. Se distingue el momento en que empieza la desindustrialización o caída de la participación de las manufacturas. Por ejemplo, a finales de los sesenta la industria mostraba una participación creciente en la economía; aumentó de 18.7%, en 1965, a 22%, en 1970. Este patrón se mantuvo y alcanzó el máximo porcentaje de participación en 1983 con 22.1%. A partir de entonces, con la apertura comercial y liberalización de la economía, ocurrida en 1986, la industria empieza a perder peso en la economía. Sólo en 1997 tuvo un repunte como resultado de dos eventos coyunturales: la entrada en vigor del TLCAN y la devaluación del peso mexicano en 1994 que incrementó la demanda de productos mexicanos en el exterior.

FIGURA 1
PARTICIPACIÓN DEL VALOR AGREGADO MANUFACTURERO
EN EL TOTAL NACIONAL, 1965-2016



Fuente: elaborada con datos del World Bank (2019).

Para analizar la industria de Nuevo León conviene utilizar algunos elementos de su historia. Al respecto, en su libro *El Grupo Monterrey*, Abraham Nuncio –con referencias bíblicas sobre la creación– la explica del siguiente modo: “En el principio creó Don Eugenio la cerveza, y vio que la cerveza era buena, pero que le faltaba algo, y creo la fábrica de donde salieron las botellas para envasarla, y vio que era buena” (1982: 19). El autor analiza la importancia de la industria manufacturera regio-

montana, pero enfatiza la capacidad de liderazgo de las familias Garza, Sada, Lagüera, Muguerza, Calderón y otras que crearon lo que por muchos años han sido los grupos industriales regiomontanos. La cervecía fue la empresa madre que hizo posible la acumulación capitalista creada en 1890, pero la metalurgia fue el eje central sobre el cual giró la industrialización.

Hablar de Nuevo León y en particular de Monterrey, su capital, conduce a la industria manufacturera cimentada en la industria siderúrgica iniciada con Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey en 1903; a la cementera que dio origen a Cemex en 1906; a la vidriera, en 1909, que se convertiría en el corporativo Vitro; o a la de acero, que en la década de los cuarenta dio origen a la empresa Hylsa e Industrias Monterrey, S.A., productoras de lámina galvanizada, varilla corrugada, etc. (Cerutti, 2016). A partir de estas empresas pioneras se crearon un conjunto de subsidiarias regionales y nacionales que allanaron el terreno para la internacionalización de sus capitales. Estas empresas impusieron un patrón que ha identificado a la economía regional como la proveedora nacional por excelencia de un conjunto de bienes durables (actualmente llamados *commodities*) y servicios básicos para construir la infraestructura física necesaria para el desarrollo.

Para entender el desarrollo industrial de Nuevo León es necesario un análisis sistémico que considere los aspectos que explican el funcionamiento y éxito de la actividad industrial. En este sentido, Villareal y de Villarreal (2002) descomponen el enfoque sistémico en seis niveles: microeconómico, mesoeconómico, macroeconómico, internacional, institucional y político-social. En el nivel microeconómico se considera que las economías necesitan empresas flexibles que cuenten con multiproductos, multiprocesos y multihabilidades. Para sobrevivir a la competencia necesitan producir diversidad con múltiples tecnologías, cuya consecuencia es la necesidad de adquirir habilidades para dominar dichas tecnologías. La necesidad de competir en un mercado globalizado con una variedad de tecnologías en el nivel micro requiere una organización inteligente dentro de la empresa que fomente innovaciones y aprendizaje industrial. En tales condiciones, las economías del conocimiento toman mucho peso en la composición de los costos y los precios finales (Villarreal y de Villarreal, 2002: 134).

El enfoque sistémico incluye un sistema fiscal competitivo que respete la equidad y la eficiencia, pero que reduzca los costos de produc-

ción de las empresas. Bajo estas condiciones, es posible que la industria pase a otro nivel de desarrollo que algunos identifican como una cuarta revolución industrial, o industria 4.0, donde existe una producción integrada de máquinas con las distintas unidades de producción, utilización de robots automatizados con alto nivel de inteligencia colaborativa, uso de internet de las cosas mediante sensores avanzados que identifiquen el desempeño de los robots, que incluye la conexión con los clientes para monitorear potenciales fallas del producto (Basco *et al.*, 2018).

Sin restarle importancia a la época anterior a 1970, que significó tres cuartos de siglo de esfuerzos en múltiples direcciones, tanto en inversiones, como desarrollos tecnológicos, aprendizaje para exportar a los mercados internacionales, organización administrativa, etc., la época dorada de la industria regiomontana comprende desde mediados de la década de los setenta hasta principios de los ochenta. Las empresas de las familias Garza Sada, Sada Muguerza, Garza Lagüera, etc., se constituyeron en cuatro *holdings*: Alfa, Visa, Vitro y Cydsa para administrar más eficientemente sus capitales. Su poder económico fue incuestionable; pasaron a formar parte de la lista de las 500 empresas más grandes del mundo, con ventas superiores a los 100 mil millones de pesos y una plantilla del personal superior a las 175 mil personas (Nuncio, 1982: 22).

Tal vez por las políticas proteccionistas propias de la época, inducidas por el enfoque estructuralista de la CEPAL (Prebisch, 1986), Nuevo León logró especializarse en productos intermedios básicos para la industria. Como resultado de la especialización regional desde la década de los cuarenta, el grupo Vitro e Hylsamex incursionaron en la producción de bienes de capital y tecnología. Como toda actividad económica que se rige por ciclos de crecimiento y depresión, la industria básica, bajo la dirección de esas grandes empresas, fue golpeada por las crisis económicas de la década de los ochenta. Su alto crecimiento y expansión, al compás del auge petrolero durante la década de los setenta, les permitió endeudarse. Entre 1978-1981 se había acumulado una deuda externa neta de 47 mil 769 millones de dólares, de los que 16 mil 300 millones de dólares correspondían al sector privado (Vidal, 2000: 132; Pozas, 2002: 134).

En 1981, del financiamiento total, 32.5% se concentró en tan sólo 10 grupos, encabezados por Alfa, Visa, Desc y Vitro, todas de Monterrey (Vidal, 2000: 134). Alfa fue la empresa que acumuló más compromisos

con los acreedores, con cerca de 2 mil 700 millones de dólares, Visa, 2 mil 300 millones, Vitro, 600 millones, etc., hasta acumular una suma aproximada de 6 mil millones entre los principales grupos industriales de Monterrey (Pozas, 2002: 134). Este endeudamiento con la banca internacional y nacional de los grupos industriales del país, y propiamente de Monterrey, fue un medio para que el capital financiero internacional acrecentara sus ganancias. Vidal lo expone muy claro: “En los años anteriores [a la crisis] el crecimiento de la economía, los niveles de inversión alcanzados con el concurso de fondos públicos, el manejo tan amplio de las inversiones y las colocaciones financieras que dichos grupos realizaron, les permitieron hacerse de utilidades provenientes de las más diversas esferas económicas” (2000: 134).

Con la crisis de 1986, las empresas enfrentaron dificultades para pagar las deudas, se contrajo la inversión productiva, al mismo tiempo que se incrementó el costo de la deuda y su servicio; sin embargo, como lo señala Vidal, este endeudamiento no anuló la presencia ni propició el desmantelamiento de los grupos industriales regiomontanos (Vidal, 2000). Hylsamex, empresa del grupo Alfa en alianza con las empresas Sivena, de Venezuela, y Usiminas, de Brasil, compraron la compañía paraestatal venezolana Sidor. Estos procesos globalizadores del capital regiomontano generaron deudas por mil 345 millones de dólares, que propiciaron problemas para el buen funcionamiento futuro de Hylsamex, que condujo a que el grupo Alfa la vendiera al grupo Techint en 2005 (Corrales, 2007). Si bien la venta de empresas importantes significó un duro golpe para los regiomontanos, éstas siguieron operando en mejores condiciones financieras y tecnológicas.

3. MARCO METODOLÓGICO

Aunque la desindustrialización se comprende como un proceso complejo en el que intervienen cuestiones económicas, políticas y sociológicas, desde el punto de vista de la economía aplicada es posible identificarla cuantitativamente. Para ello se van a emplear tres métodos. El primero consiste en identificar la desindustrialización a través de dos indicadores que midan la participación porcentual del empleo manufacturero en el empleo total (EM) y en el valor agregado total (VAM). En este caso, la caída de los indicadores en el periodo será evidencia de desindustrialización. El segundo método es el índice de

cambio estructural de Schiavo-Campo (1978) que permite identificar la desindustrialización por medio de la velocidad del cambio estructural exhibido por la industria manufacturera, y con el tercero se determina si la desindustrialización ocurrida en el país fue prematura o natural. Para ello se relaciona el ingreso real per cápita con el porcentaje de participación máximo alcanzado por las manufacturas en el producto total. De acuerdo con Rodrik (2016), para determinar el grado de desindustrialización alcanzada se parte del hecho de que los países que transitaron a economías desindustrializadas después de la década de los noventa lo hicieron con ingresos reales per cápita promedio de 20 mil 537 dólares americanos (con base 1990) y con una participación de las manufacturas en la economía de 24.1 por ciento. Por lo tanto, estos valores se consideraron parámetros para determinar el grado de desindustrialización en México y Nuevo León.

Con el primer método se calcularon dos indicadores para medir la participación de la industria manufacturera en la economía en términos de empleo y valor agregado.

$$EM = \frac{EMPLEO\ man}{EMPLEO\ total} 100 \quad (1)$$

Donde *EM* representa la participación porcentual del empleo manufacturero en el total, el cual resulta de dividir el empleo manufacturero entre el empleo total multiplicado por 100.

$$VAM = \frac{VA\ Manufacturas}{VA\ total} 100 \quad (2)$$

Donde *VAM* es la participación porcentual del valor agregado de las manufacturas en el total, que resulta de dividir el valor agregado de la industria (VA manufacturas) entre el valor agregado total de la economía (VA total) por 100. Estos dos indicadores reflejan el estado del sector industrial manufacturero respecto al resto de la economía y se espera que hayan tenido caídas a lo largo del periodo. El aumento en la productividad total de los factores tiende a desplazar a los trabajadores de los sectores más productivos a los menos productivos, lo que ocasiona que aumente la generación de empleos y de producción a mayores tasas en las actividades no manufactureras (Ngai y Pesarides, 2004). A lo largo del tiempo, este movimiento de trabajadores de un sector a otro

se ve reflejado como una menor participación de las manufacturas en la economía. El desplazamiento de la fuerza laboral industrial hacia el sector terciario ocurre como resultado de la mayor productividad en la industria, la cual, se supone, emplea intensamente el capital y la tecnología. En países desarrollados se puede decir que la caída del empleo manufacturero es resultado del aumento de productividad.

Por el lado de la demanda, conforme aumenta el ingreso per cápita, los patrones de consumo de la población cambian, lo que ocasiona que el gasto en bienes tangibles sea cada vez menor en relación con los servicios. Al final, el cambio en el consumo propicia que se reduzca el precio relativo de las manufacturas (Lawrence y Edwards, 2013).

En teoría, el cambio estructural de la economía, de industrial a terciaria, aparece de manera natural y como resultado de un proceso de maduración de la industria. En un mundo globalizado, la producción de manufacturas se moverá y ocurrirá en los países que tengan la mayor ventaja comparativa. Cuando la desindustrialización no ocurre de manera natural, los países se enfrentan a una economía terciaria, pero con una base industrial débil que ocasiona que sus tasas de crecimiento económico sean lentas o se estancuen. A diferencia de otros sectores económicos, las manufacturas son clave para el crecimiento nacional, ya que son capaces de generar grandes cantidades de trabajo no calificado, utilizan procesos tecnológicamente dinámicos y no enfrentan una demanda restringida por su población, ya que el excedente de producción puede ser exportado. Para autores como Kaldor (1966), las manufacturas son el motor de crecimiento de la economía al promover los encadenamientos productivos con otros sectores.

El segundo método para identificar la desindustrialización es el índice de cambio estructural (ICE), formulado por Schiavo-Campo (1978),² el cual mide la velocidad del cambio estructural exhibido por la industria manufacturera, es decir, qué tan rápido ha ganado o perdido participación en la producción total. La fórmula del índice es la siguiente:

$$ICE = \frac{\sum_{i=1}^n [p_{it} - p_{i(t+k)}]}{2} \times -1 \quad (3)$$

² La fórmula original es $ICE = 50 \sum_{i=1}^n |p_i - p_{i+k}|$, que indica valores absolutos; sin embargo, no sólo nos interesa conocer la velocidad del cambio estructural sino también el signo para determinar si el cambio representa una pérdida o ganancia de participación en el rango de años; por ello no se usan valores absolutos para que los signos representen una ganancia (+) o una pérdida (-).

Donde:

p_i : representa la participación del valor agregado de las manufacturas en el PIB total. Los subíndices t y $(t+k)$ indican el año inicial y final del intervalo. La fórmula consiste en la sumatoria de los valores de los cambios en la participación sobre el producto total de cada sector, dividido entre 2 para evitar un doble conteo. El resultado se multiplicó por menos uno, de esta forma si la participación de la industria en el PIB es menor en el año inicial p_{it} que en el final $p_{i(t+k)}$, el resultado tendrá signo positivo e indicará un cambio estructural positivo para la industria manufacturera. Un signo negativo expresará una pérdida de peso en la composición del producto.

Los índices y tasas se calcularon para un periodo de tres años, que comenzó en 1993 y terminó en 2016 con cifras deflactadas.

Finalmente, se aplicó el criterio de Rodrik para determinar si la desindustrialización alcanzada fue resultado de un proceso de industrialización madura o prematura. Para ello se calcularon los ingresos reales per cápita entre 1965 y 2016, y se relacionaron con la participación de las manufacturas en el valor agregado (VAM), para así compararla con los parámetros encontrados por Rodrik en economías desarrolladas que transitaron a la terciarización.

Las fuentes de información para calcular los tres indicadores descritos provienen de las bases del Sistema de Cuentas Nacionales y censos económicos 1994, 1999, 2004, 2009, 2014 y 2019 del INEGI, y de los indicadores de desarrollo del Banco Mundial en el periodo 1965 a 2016.

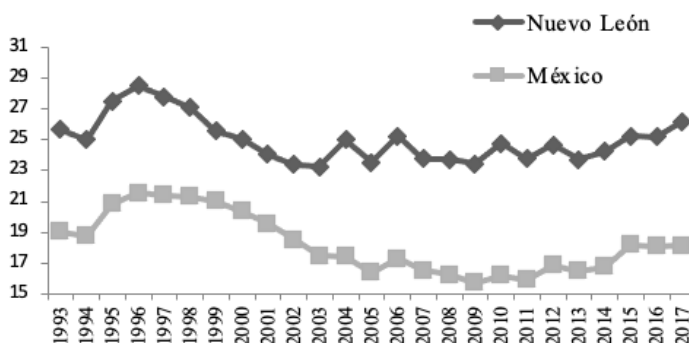
4. RESULTADOS

La desindustrialización es el resultado de una menor participación de las manufacturas en la producción total, lo cual puede ocurrir por diversas razones. Primero, se considera que conforme aumenta el ingreso³ se genera un cambio en las preferencias de los consumidores al reducir la demanda de alimentos y productos básicos, y aumentar la de otros bienes y servicios. Aunque Nuevo León aún mantiene una participación importante de las manufacturas en la economía (en términos de

³ Este fenómeno se atribuye a la ley de Engel que establece que la demanda de alimentos aumenta a menor velocidad que la demanda de consumo total (Chenery, 1982: 9).

empleo y producto), la tendencia, al igual que sucede a nivel nacional, es hacia la baja. En la Figura 2 se presenta la trayectoria de las manufacturas de Nuevo León y de México en términos de su participación en el valor agregado real (VAM) de 1993 a 2017. Resalta el hecho de que las manufacturas en Nuevo León tuvieron una mayor participación en valor agregado estatal en comparación con el promedio nacional. En 1996, la industria regiomontana registró el mayor porcentaje de participación con 28.5% y se mantuvo arriba de 25% después de ese año. Si tomamos en cuenta este indicador, se podría afirmar que la desindustrialización empieza a partir de 1996.

FIGURA 2
TRAYECTORIA DE LA VAM, PRECIOS DE 2013

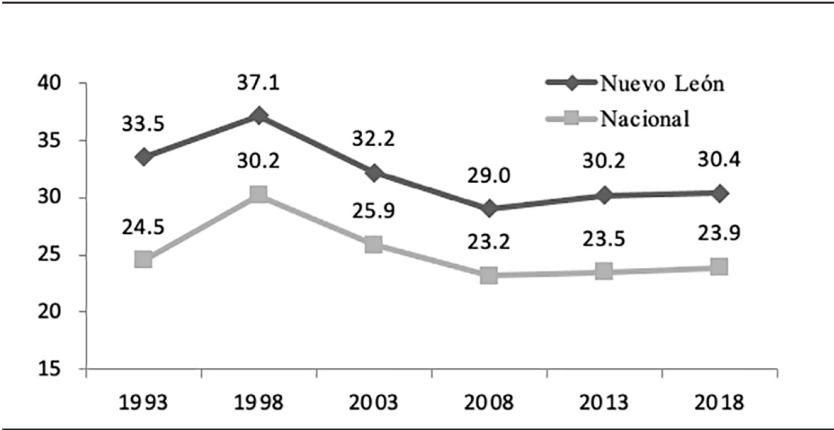


Fuente: elaborada con datos del SCN, INEGI.

En cuanto a la participación de las manufacturas en el empleo, encontramos que en Nuevo León se registró mayor participación que a nivel nacional, que alcanzó una cifra máxima de 37.1% en 1998, y aunque ha perdido importancia en la generación de empleos, de acuerdo con los censos económicos del INEGI, todavía en 2018 representaba arriba de 30 por ciento. En la Figura 3 se muestra que, si tomamos como referencia la participación del empleo manufacturero en el total (EM), entonces la desindustrialización ocurre a partir de 1998. Sobresale el hecho de que, de acuerdo con Rodrik, los países que empiezan a desindustrializarse después de los noventa lo hacen con tasas de participación de las manufacturas en el empleo de 18.9% (2016: 23). Sin embargo,

en el caso de México, la desindustrialización ocurre a partir de una tasa máxima de 30.2% promedio nacional y 37.1% en Nuevo León.

FIGURA 3
TRAYECTORIA DE LA EM



Fuente: elaborada con datos de los censos económicos del INEGI.

En el análisis de la industria de Nuevo León es importante tomar en consideración la heterogeneidad y el desempeño de cada una de las 22 actividades que la integran, pues permite poner en contexto el futuro de esta industria y el riesgo que implica generalizar a partir del comportamiento promedio. En el Cuadro 1 se presenta la trayectoria de las 22 industrias que integran las manufacturas y su participación en el valor agregado real (VAM) (entre 2003 a 2016). Las dos últimas columnas contienen el cambio porcentual entre 2003-2016 en Nuevo León y en México. Lo que encontramos es que, mientras algunas industrias regiomontanas han perdido participación en el valor agregado y en el empleo, y su desaparición debido a la desindustrialización parece inevitable, otras industrias presentaron tasas de crecimiento positivas. Son éstas últimas las industrias que presentan mayor intensidad en el uso de tecnología y que emplean además personal más calificado.

A pesar de la importancia de la industria en la economía de Nuevo León, en general el cambio estructural ha sido más intenso que el promedio nacional. Por ejemplo, entre 2003 y 2016, la industria manufacturera de Nuevo León perdió 3.4 puntos porcentuales en el valor agregado real, cifra superior a la pérdida de la industria nacional, que

fue de 1.29 puntos porcentuales. Las actividades con la mayor pérdida fueron los productos derivados del petróleo y carbón, la industria química y la fabricación de plásticos y hules (324-326), las cuales registraron una caída de 1.68 puntos porcentuales. Otra industria importante fue la de bebidas y tabaco (312), que perdió 0.96 puntos y que incluye a una de las empresas cerveceras más importantes del estado.

CUADRO 1
VAM REAL DE NUEVO LEÓN Y CAMBIO ESTRUCTURAL
PERIODO 2003-2016

Concepto						Cambio 2003-2016	
	2003	2005	2010	2015	2016	Nuevo León	México
Valor agregado bruto (millones pesos, 2013)	803889	885439	1025184	1219287	1238927		
Participación porcentual (%)	100	100	100	100	100	%	%
Industrias manufactureras	26.6	26.2	25.3	23.3	23.2	-3.4	-1.29
311 - Industria alimentaria	3.7	3.5	3.6	3.2	3	-0.65	-0.25
312 - Industria de las bebidas y tabaco	2.8	2.3	1.9	1.6	1.9	-0.96	0.09
313-314 - Fabricación de insumos y textiles	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	-0.15	-0.11
315-316 - Fabricación de prendas de vestir; Curtido y acabado de cuero y piel	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	-0.18	-0.18
321 - Industria de la madera	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	-0.04
322-323 - Industria del papel	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	-0.1	-0.01
324-326 - Productos derivados del petróleo y el carbón; Industria química, del plástico y del hule	4.2	3.6	3.6	2.8	2.5	-1.68	-0.91
327 - Productos a base de minerales no metálicos	1.3	1.4	1.2	1.1	1.1	-0.28	-0.04
331-332 - Industrias metálicas básicas; Fabricación de productos metálicos	4.7	5	4.7	4.4	4.4	-0.29	-0.49
333-336 - Fabricación de maquinaria y equipo; equipo de computación, comunicación, componentes electrónicos; aparatos eléctricos y equipo de energía eléctrica; Fabricación de equipo de transporte.	7.2	7.6	7.9	8.2	8.5	1.32	0.7
337 - Fabricación de muebles	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	-0.16	-0.08
339 - Otras manufactureras	0.7	0.7	0.8	0.4	0.5	-0.27	0.04

Nota: Producto Interno Bruto Trimestral. Precios de 2013.

Fuente: elaborado con datos del INEGI, SCN.

En el Cuadro 1 también es posible identificar las industrias que han mantenido, e incluso aumentado, su participación en el valor agregado real de Nuevo León. Por ejemplo, las agrupadas en la clasificación 333-336: las fábricas de maquinaria y equipo; de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, de componentes y accesorios electrónicos; de accesorios, de aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica; y las de equipo de transporte. Todas ellas generan arriba de 7% del valor agregado total, además de que su participación aumentó 1.3 puntos porcentuales de 2003 a 2016. El

análisis del cambio estructural sugiere que la desindustrialización en Nuevo León ha dado lugar a un reacomodo de las actividades manufactureras, de tal forma que las que son menos intensivas en capital y tecnología (alimentos, muebles, plásticos, productos metálicos y no metálicos) han perdido participación en el valor agregado, mientras que las más competitivas y con mayor poder de adaptación, y que además están orientadas al mercado internacional (maquinaria y equipo, computación, aparatos eléctricos y equipo de transporte), son las que sostienen el crecimiento de la industria regiomontana.

En términos de valor agregado, las industrias más grandes son la fabricación de equipo de transporte (336), productos metálicos (332), industria alimentaria (311), industria metálica (331) e industria de bebidas y tabaco (312). En 2018, juntas generaron más de 60% del valor agregado manufacturero del estado. La industria de equipos de transporte es la más sobresaliente al generar la mayor aportación al valor agregado (25%) y además incrementar su participación a lo largo del periodo. Esta tendencia confirma la hipótesis de que la industria regiomontana se ha reconfigurado a favor de productos de bienes y servicios con un mayor valor agregado y complejidad tecnológica. Esta mentalidad empresarial ha colocado en un segundo plano a la industria tradicional y básica como la del hierro y acero, el cemento, vidrio y bebidas en la región.

A través del cálculo del índice de cambio estructural (ICE) se identificó la velocidad del cambio estructural de las manufacturas a nivel nacional y en Nuevo León, entre 1993 y 2016. El ICE implica obtener tasas de crecimiento en periodos de tres años para ver la evolución de la tasa a lo largo de diferentes periodos. Generalmente se asocia el crecimiento de las manufacturas con el crecimiento de la producción total, por los encadenamientos que genera con otros sectores productivos, por esta razón también se calcularon las tasas de crecimiento del PIB para identificar dicha asociación (Cuadro 2).

CUADRO 2
ÍNDICE DE CAMBIO ESTRUCTURAL (ICE) Y CRECIMIENTO ANUAL DEL PIB NACIONAL
Y NUEVO LEÓN (1993-2016)

Periodo 3 años	Nacional		Nuevo León	
	ICE %	PIB, tasa anual	ICE %	PIB, tasa anual
1993-1995	0.91	-3.6	0.91	-2.4
1996-1998	-0.12	3.9	-0.71	5.1
1999-2001	-0.73	3.4	-0.76	4.5
2002-2004	-0.55	6.4	0.80	10.8
2005-2007	0.07	3.9	0.13	5.4
2008-2010	-0.02	-0.5	0.53	-0.1
2011-2013	0.29	0.9	-0.02	0.9
2014-2016	0.67	2.6	0.47	3.4

Nota: precios de 2013.

Fuente: elaborado con datos del INEGI, SCN.

En general, ni a nivel nacional ni en Nuevo León se distingue una relación clara entre crecimiento del PIB y el índice de cambio estructural (ICE) que nos permita afirmar que los cambios positivos en la participación de las manufacturas están asociados a un mayor crecimiento económico o viceversa. En algunos años, cuando el ICE fue negativo, el crecimiento del PIB fue positivo (por ejemplo, entre 1996-2004 a nivel nacional). Lo que sí muestran los datos es que los cambios estructurales, así como las tasas de crecimiento del PIB fueron más pronunciados durante los primeros cuatro trienios, es decir, entre 1993-2004, tanto a nivel nacional como en Nuevo León. Esto quiere decir que el mayor cambio estructural en las manufacturas se presentó alrededor del 2000.

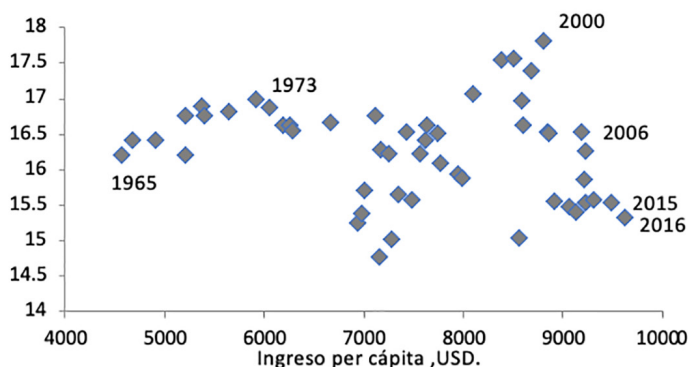
En el trienio 1993-1995, que captura el efecto de la crisis económica desencadenada por la devaluación del peso, el ICE muestra un valor positivo de 0.91, pero el crecimiento del PIB fue negativo para México y Nuevo León, lo cual podría deberse a que la crisis económica generó una contracción en el comercio y los servicios, pero no en las manufacturas. Durante la crisis, las manufacturas aumentaron su participación en la producción quizás como resultado del aumento de su competitividad internacional, ya que la demanda de exportaciones se aceleró por la devaluación del peso ante el dólar estadounidense (Lechuga y Gutiérrez, 2015; Dussel y Ortiz, 2015). Durante el trienio 1999-2001, la industria manufacturera a nivel nacional registró la mayor caída en su tasa de crecimiento (-0.73), lo cual también ocurrió en Nuevo León, incluso con una caída más pronunciada (-0.76). Para el siguiente trienio

(2002-2004) se observó una recuperación rápida de la industria regional, pues el cambio estructural de las manufacturas (0.8) y la tasa de crecimiento anual del PIB (10.8%) fueron positivas.

El cálculo del ICE nos permite comprobar que la desindustrialización de México, y evidentemente en Nuevo León, se profundiza y alcanza su mayor nivel en el trienio 1999-2001. Sin embargo, se puede destacar que el estado mantuvo en promedio índices positivos y cuantitativamente mayores que el promedio nacional, así como también tasas positivas de crecimiento del PIB. La especialización industrial que lo identificó durante décadas como importante proveedor de todo tipo de *commodities* y productos finales para la economía mexicana, desde acero, hasta cemento y polímeros, pasando por motores eléctricos y productos electrónicos, permitió que este estado contara con una base industrial sólida para transitar a una industria moderna y automatizada.

Finalmente, para determinar si la desindustrialización en México, y en específico en Nuevo León, fue prematura o resultado de un proceso de maduración, se relacionó el ingreso per cápita con el porcentaje de participación más alto alcanzado por la industria en el valor agregado real y se comparó con parámetros internacionales. Por ejemplo, Castillo y Martins (2016) estudiaron una muestra de 100 países y encontraron que el ingreso per cápita alcanzado al inicio de la desindustrialización fue de 15 mil 500 dólares (precios de 2015). En este trabajo se consideró el criterio de Rodrik (2016), quien estimó los valores alcanzados por las economías desarrolladas que transitaron a una economía terciaria y cuyo proceso fue resultado de una maduración de la industria. El ingreso per cápita en el punto más alto de participación de las manufacturas en el valor agregado total (24.1%) fue igual a 20 mil 537 dólares (base 1990). Por lo tanto, se calculó el ingreso per cápita real de México y se relacionó con la participación del VAM calculado a nivel nacional (Figura 4). Con datos del Banco Mundial, encontramos que México habría alcanzado su máximo nivel de industrialización en el año 2000 con 18% de participación manufacturera en el valor agregado total y con un ingreso per cápita de 8 mil 806 dólares (base 2010) u 8 mil 702 dólares (base 1990). La contribución de las manufacturas al valor agregado en México se reduce cada vez más, lo que podría ser indicativo de que la industria manufacturera se está especializando en sectores menos productivos o con menor intensidad tecnológica.

FIGURA 4
RELACIÓN ENTRE VAM E INGRESO REAL PER CÁPITA (USD)*
PERIODO 1965-2016



Nota: precios de 2010.

Fuente: elaborada con datos del World Bank (2019).

La evidencia indica que México se enfrenta a un proceso de desindustrialización prematura con participación de las manufacturas e ingreso per cápita menor a los logrados por otros países que ya transitaban a una economía terciaria y cuya desindustrialización fue resultado de un proceso natural de maduración.

Aunque después del año 2000, el ingreso real per cápita se ha incrementado, la participación de las manufacturas en el valor agregado a nivel nacional se está reduciendo. Sin embargo, en el caso de Nuevo León encontramos que, en el año 2000, el porcentaje de participación de las manufacturas en el valor agregado alcanzó 25% y el ingreso per cápita real fue de 12 mil 633 dólares. Esto quiere decir que el pico de industrialización de Nuevo León se ubicó arriba, no sólo del porcentaje de participación nacional (18%), sino del referente mundial calculado por Rodrik (24.1%), lo cual indica que existe un proceso de desindustrialización madura. Se puede afirmar que la terciarización actual de la economía regiomontana se dio después de consolidar una base industrial.

CONCLUSIÓN

En este trabajo encontramos que la desindustrialización en México y en Nuevo León se empieza a gestar a finales de los años noventa, cuando se alcanzan los picos máximos de participación de las manufacturas en el valor agregado real y en la generación de empleos. En general, la caída en la participación de las manufacturas en la economía nacional indica que la desindustrialización de México se presentó sin que se lograra consolidar el desarrollo de la industria manufacturera, que había sido el motor de crecimiento; por lo tanto, la interrupción del desarrollo industrial se puede caracterizar como una desindustrialización prematura. A diferencia de la experiencia nacional, en Nuevo León la desindustrialización ocurre a partir de una mayor participación de la industria manufacturera en la economía estatal y con un ingreso real per cápita más alto. Estas características indican que la desindustrialización en Nuevo León fue resultado de un proceso de maduración en el que las actividades industriales tradicionales (de vidrio, acero y cemento) de la región perdieron participación en el estado, pero cedieron su lugar a industrias más modernas (como la electrónica, eléctrica, autopartes, etc.) que cuentan con alta capacidad para generar valor agregado y empleo.

El análisis de las manufacturas a tres dígitos confirma la contracción del componente industrial en la economía de Nuevo León, sin que esto signifique su desaparición o la tercerización total de la economía. Al contrario, el cambio estructural entre los años 2003-2016 ofrece evidencia de que las actividades tradicionales, intensivas en trabajo y basadas en el uso de recursos naturales de la región han tenido las mayores pérdidas de participación en el producto; sin embargo, las industrias con contenido de tecnología, intensivas en capital y orientadas al mercado externo (industria automotriz) son las que mantienen una participación creciente en la industria manufacturera y, por lo tanto, en la producción total. Estos hallazgos refuerzan los argumentos a favor de la industrialización como origen y destino de la industria regional y apoyan los esfuerzos por introducir la industria 4.0 por autoridades de fomento económico y grupos empresariales.

Se considera que, en el futuro, la desindustrialización va a dar lugar no a una economía terciarizada, sino a una industria adaptada a las nuevas condiciones de competencia a través de la implementación

de nuevos procesos de producción que añadan formas innovadoras de organización, comercialización y producción, con mejores vínculos tecnológicos y de globalización de datos. En esta nueva visión, la producción manufacturera no está limitada al mercado local sino al global, mediante el uso de las redes mundiales de comunicación. En el caso de Nuevo León, desde 2017 se han introducido acciones para fomentar el enfoque multivariado en tecnologías y esquemas de organización para la producción de bienes y servicios. Encabeza la estrategia el Consejo Nuevo León, a través de la Secretaría de Economía y Trabajo, cuyo objetivo general es fomentar e impulsar a múltiples empresas para alcanzar ese nivel de desarrollo industrial 4.0 (Gobierno de Nuevo León, 2017).

REFERENCIAS

- Abasco, Ana Inés, Gustavo Beliz, Diego Coatz y Paula Garnero (2018), *Industria 4.0 Fabricando el Futuro*, Unión Industrial Argentina / BID / INTAL, Buenos Aires.
- Camacho, José Antonio y Alexander Maldonado (2018), “De la desindustrialización madura a la desindustrialización prematura: la dinámica e inflexión del debate teórico”, *Investigación Económica* núm. 303, vol. LXXVII, Ciudad de México.
- Castillo, Mario y Antonio Martins (2016), *Premature deindustrialization in Latin America*, ECLAC / Naciones Unidas / German Cooperation / Deutsche Zusammenarbeit, Santiago.
- Cerutti, Mario (2000), *Propietarios, empresarios y empresas en el norte de México. Monterrey: de 1848 a la globalización*, Siglo XXI, México.
- Cerutti, Mario (2016), “El gran empresariado de Monterrey (1848-2007). Una semblanza histórica”, en J.C. López y Mario Cerutti (eds.), *Historia económica y empresarial. México-Colombia, siglos XIX y XX*, Universidad EAFIT / UANL, Medellín.
- Chenery, Hollins B. (1982), *Industrialization and Growth, the experience of large countries*, Staff Working Papers, num. 539, Washington, DC.
- Corrales, Salvador (2007), “Alianzas, fusiones y adquisiciones en la industria siderúrgica”, *Economía y Sociedad*, vol. XII, núm. 20, Morelia, México.
- Dasgupta, Sukti y Singh, Aijt (2006), “Manufacturing, Services and Premature Deindustrialization in Developing Countries”, Research No. 2006/49, ONU, World Institute for Development Economics, Helsinki, Finland.
- Dussel, Enrique y Samuel Ortiz (2015), *Monitor de la Manufactura Mexicana*, UNAM 10, núm. 11, México. <<https://www.dusselpeters.com/monitor11.pdf>> [4 de marzo de 2017].

- Gobierno de Nuevo León (2017), “Estado Inteligente Nuevo León 4.0”. <http://www.nl.gob.mx/sites/default/files/presentacion_nl40_31_mayo_-_rev_02_2_0.pdf> [5 de marzo de 2017].
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), *Censos Económicos* 1994, 1999, 2004, 2009, 2014 y 2018. <<https://www.inegi.org.mx/datos/default.html#Programas>> [5 de marzo de 2020].
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), *Sistema de Cuentas Nacionales 2003-2016. Estadísticas económicas sobre Nuevo León*. <<https://www.inegi.org.mx/datos/default.html#Programas>> [5 de marzo de 2017].
- Kaldor, Nicholas (1966), *Causes of the Slow Rate of Economic Growth of the United Kingdom: An Inaugural Lecture*, London, Cambridge University Press, 40 p.
- Kaufman, Daniel y Aleksander Kaliberda (1996), *Integrating the unofficial economy into the dynamics of post-socialist economies, a framework of analysis and evidence*, The World Bank, Washington, DC.
- Lawrence, R. Z. y L. Edwards (2013), *US Employment deindustrialization: Insights from history and the international experience*, Washington, DC, Peterson Institute for International Economics, Policy Brief No. PB13-27.
- Lechuga, Jesús y Abdiel Gutiérrez (2015), “La economía mexicana, un lento proceso de reestructuración”, *Economía Informa*, 392, pp. 47-64. <<https://doi.org/10.1016/j.ecin.2015.05.011>>.
- McMillan, Margaret, Dani Rodrik e Inigo Verduzco-Gallo (2014), “Globalization, Structural Change, and productivity Growth with an Update on Africa”, *World Development*, Elsevier, vol. 63.
- Ngai, L. Rachel y Christopher Pissarides (2004), “Structural change in a multi-sector model of growth”, *American Economic Review*, London School of Economics.
- Nuncio, Abraham (1982), *El Grupo Monterrey*, Nueva Imagen, México.
- Palma, José Gabriel (2005), “Four Sources of ‘De-Industrialization’ and a New Concept of the ‘Dutch Disease’” en José Antonio Ocampo (ed.), *Beyond Reforms Structural Dynamics and Macroeconomic Vulnerability*, ECLAC / Stanford University.
- Pozas, María de los Ángeles (2002), *Estrategia internacional de la gran empresa mexicana en la década de los noventa*, El Colegio de México, México.
- Prebisch, Raúl (1986), “El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas”, *Desarrollo Económico*, vol. 26, núm. 103, Santiago.
- Rivera, L. (2014), “Contrabando de productos en México provoca pérdidas de casi 30 mil mdp: SAT”, *La Jornada, México*. <<http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2014/10/08/contrabando-de-productos-en-mexico-provoca-perdidas>> [5 de marzo de 2017].

- Rodrik, Dani (2016), "Premature Deindustrialization", *Journal of Economic Growth*, vol. 21, pp. 1-33. <doi 10.1007/s10887-015-9122-3>.
- Rowthorn, Robert y Ramana Ramaswamy (1997), "Deindustrialization: Its Causes and Implications", *IMF Working Papers* 97(42). <doi 10.5089/9781451975826.001>.
- Schiavo-Campo, S. (1978), *The simple measurement of structural change: a note*, Suva, University of the South Pacific, Fiji.
- Schneider, F., A. Buehn y C. Montenegro (2010), "Shadow economies all over the world, new estimates for 162 countries from 1999 to 2007", *The World Bank*, Washington, DC, <www.gfintegrity.org/storage/gfip/documents/reports/world_bank_shadow_economies_all_over_the_world.pdf> [5 de marzo de 2017].
- Silva-Colmenares, J. (2014), "En torno a la discusión sobre 'desindustrialización', un sucinto análisis respecto a la producción bruta y el producto interno bruto", *Tendencias*, vol. XV. núm. 1, Pasto Nariño, Colombia.
- Tregenna, Fiona (2009), "Characterising deindustrialisation: an analysis of changes in manufacturing employment and output internationally", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 33, núm. 3. pp. 433-466.
- Vázquez, L. (2017), "Revisión del modelo de sustitución de importaciones: vigencia y algunas reconsideraciones", *Economía Informa*, vol. 404, Ciudad de México.
- Vidal, G. (2000), *Grandes Empresas, Economía y Poder en México*, Plaza y Valdés / UAM, México.
- Villarreal, R. y R. De Villarreal (2002), *México Competitivo 2020. Un modelo de competitividad sistémica para el desarrollo*, Océano, México.
- World Bank (2019), "World Development Indicators". <<http://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/themes/economy.html>> [5 de marzo de 2017].

Impacto de la incertidumbre de la política económica y del tipo de cambio en el mercado accionario a nivel internacional (2001-2020): un análisis de causalidad y cointegración de panel

MAGNOLIA MIRIAM SOSA CASTRO* HÉCTOR EDUARDO DÍAZ RODRÍGUEZ Y JORGE EDUARDO CASTRO OLIVARES*****

RESUMEN

Este artículo analiza el impacto que la incertidumbre de la política económica local (EPU) y el tipo de cambio tienen sobre el mercado accionario de 14 países durante el periodo (2001-2020). Se busca analizar si existe un efecto diferenciado de la EPU y del tipo de cambio entre los mercados de países no desarrollados y desarrollados. Para ello se estiman tres modelos de panel cointegrado: uno general, uno para países no desarrollados y otro para desarrollados, y se realizan las pruebas de causalidad de Granger para los tres paneles. Los resultados sugieren que existen relaciones significativas y negativas de la EPU, y en el tipo de cambio hacia la bolsa de valores; los índices bursátiles de países desarrollados son más sensibles a la EPU y tipo de cambio. Se comprueba que existe causalidad unidireccional de la EPU hacia el índice bursátil.

Palabras clave: incertidumbre de la política económica, mercados de valores, tipo de cambio, panel cointegrado, causalidad de Granger.

Clasificación JEL: G1, C01, D81, F31.

* Departamento de Economía, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.
Correo-e: msosac87@hotmail.com

** Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
Correo-e: diazrhe@economia.unam.mx

*** Estudiante del Posgrado Integral en Ciencias Administrativas, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. Correo-e: jorge_castro.o@hotmail.com

ABSTRACT

Economic Policy Uncertainty and Exchange Rate impact on International Stock Markets (2001-2020): Causality and Cointegration Panel Approach

This paper aims to analyze the impact of local Economic Policy Uncertainty (EPU) and the exchange rate on stock markets over the period (2001-2020). To achieve this purpose, three cointegrated panels are estimated: general sample, developed, and non-developed countries. Besides, Granger panel causality is tested to prove the direction of the relationship. Results suggest significant and negative links between EPU and Exchange rate and the capital markets; developed markets are more sensitive to EPU and Exchange rate and; there is unidirectional causality from EPU to the stock index.

Keywords: economic policy uncertainty, stock market, exchange rate, cointegrated panel, granger causality.

JEL Classification: G1, C01, D81, F31.

INTRODUCCIÓN

Los mercados de valores son de gran importancia para la economía porque constituyen espacios que permiten a las empresas ampliar sus oportunidades de inversión productiva y financiera, así como extender su producción. A partir del crecimiento de los mismos, se promueve la demanda de productos intermedios, servicios y la oferta de empleo para dinamizar la actividad económica. Igualmente, las bolsas constituyen un espacio que brinda al público inversionista una gran cantidad de opciones que, dependiendo de la actitud frente al riesgo, dan la oportunidad de incrementar su capital.

En las últimas décadas, particularmente desde los 70, la comunicación e interdependencia económica y financiera internacional se han acentuado, lo que ha traído como resultado un incremento en la sensibilidad de los mercados financieros ante choques exógenos (noticias, expectativas, fenómenos políticos, ambientales y sociales, conflictos militares, etc.), y un aumento en el riesgo sistémico a partir de la transmisión de dichos choques internacionales.

Dada la importancia de los mercados de valores para la economía y los diversos agentes e instituciones financieras, se ha realizado extensa literatura para analizar el impacto de diferentes variables sobre su desempeño y evolución. El mercado cambiario y las bolsas de valores son dos de los más importantes espacios financieros, por ello existen numerosos trabajos que examinan la naturaleza de tal relación. Las bases teóricas de esta relación describen que una depreciación del tipo de cambio impactará el rendimiento de las inversiones en moneda extranjera, por lo que la ganancia asociada a las mismas disminuirá. Así, la relación teóricamente esperada entre ambas variables es de naturaleza negativa.

En general y con base en Rehman y Chisti (2020), la vasta literatura sobre la relación entre el tipo de cambio y la bolsa de valores se puede dividir en dos grandes rubros: aquella que estudia la causalidad y cointegración entre ambas variables (Bhuvaneshwari y Ramya, 2017; Yildirim y Zafar Adali, 2018; Mira Nurmakhanova, 2019) y la que analiza el efecto derrame de la volatilidad (Sahoo, Behera y Trivedi, 2017; Wong, 2018; Baranidharan y Alex, 2020).

Dentro del primer grupo destacan las investigaciones realizadas por Blahun (2019), quien estudia el impacto de variaciones en el tipo de cambio sobre el mercado accionario en Ucrania, que revela una causalidad bilateral entre los mismos. López, Ladrón de Guevara y Madrid (2019) analizan los factores que explican el comportamiento del mercado accionario mexicano para evidenciar que el tipo de cambio y el precio del petróleo son factores que influyen en el comportamiento del índice de la Bolsa Mexicana de Valores. En ese mismo sentido, Singh (2015) analiza la relación entre el tipo de cambio y los precios de las acciones en India, con lo que demuestra que ambas variables están cointegradas, además evidencia de manera significativa al tipo de cambio como determinante del precio de las acciones y viceversa.

En cuanto a la literatura que analiza el efecto derrame en la volatilidad, Hajilee y Al Nasser (2014) demuestran que en China, Pakistán, México y Venezuela la volatilidad del tipo de cambio tiene un efecto negativo sobre el desarrollo del mercado bursátil, mientras que en Filipinas y Sudáfrica el efecto es positivo. Por su parte, Arriaga *et al.* (2020) analizan la incidencia de las variables monetarias clave en la actividad de la Bolsa Mexicana de Valores y manifiestan que el tipo de cambio

influye de forma negativa en la rentabilidad del mercado accionario, tanto en el régimen de alta como de baja volatilidad.

El presente estudio corresponde a la primera categoría que abarca, además del impacto del tipo de cambio, el de la incertidumbre de la política económica (EPU) en la bolsa de valores para una muestra que incluye países desarrollados y no desarrollados.

Los estudios que examinan el vínculo entre el tipo de cambio y la bolsa de valores, y su direccionalidad concluyen que existen relaciones estadísticamente significativas y que, dependiendo del país(es) y periodo, el tipo de cambio causa a la bolsa de valores (Luzarraga-Goitia, Regúlez-Castillo y Rodríguez-Castellanos, 2020; Zarei *et al.*, 2019) o la relación es en ambos sentidos (Hersy y Koy, 2020; Xie *et al.*, 2020).

Los acontecimientos políticos y económicos recientes han generado un creciente interés en el impacto de la incertidumbre de la política económica en diversos mercados; debido a su importancia, el mercado de capitales es uno de ellos. La incertidumbre de la política económica (EPU) es un factor que, por medio de diversos mecanismos, afecta al mercado de valores; hace referencia a la probabilidad de que se generen cambios en las condiciones de política económica; es decir, a mayor incertidumbre, existe una mayor probabilidad, o al menos así se percibe, de que haya modificaciones en las reglas del juego para los agentes económicos (Baker *et al.*, 2016).

Dentro de los mecanismos de afectación de la EPU hacia el mercado de valores se reconoce que una mayor incertidumbre pospone o modifica las decisiones tomadas por las empresas y otros agentes económicos relacionadas con su consumo, inversión y ahorro (Chi y Li, 2017; Jackson y Orr, 2019; Brand *et al.*, 2019; Lee *et al.*, 2020). En segundo lugar, la incertidumbre política puede incrementar los costos de financiamiento, inversión y producción a partir de la afectación de los canales de oferta y demanda, con lo que desincentiva la inversión y se contrae la economía (Sahinoz y Erdogan, 2018; Gholipour, 2019; Jiang *et al.*, 2019). Igualmente, la EPU incrementa el riesgo en los mercados financieros, particularmente en lo relacionado con la menor protección del gobierno a estos mercados (Cai, *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2018). De la misma manera, la EPU impacta otras variables macrofinancieras fundamentales, como el tipo de cambio, la inflación, la tasa de interés y las primas de riesgo (Ponlaem *et al.*, 2020; Shaikh, 2020;

Li y Zhong, 2020). Finalmente, la EPU tiene impacto en el precio de algunos *commodities*, de los cuales se ha comprobado tienen incidencia en los índices bursátiles (Shahzad *et al.*, 2017; Bakas y Triantafyllou, 2018; Zhu *et al.*, 2020).

Dentro de los trabajos íntimamente relacionados con el presente se encuentran los elaborados por Pirgaip (2017), quien estima un modelo de panel para analizar la relación de causalidad entre los mercados de valores y la incertidumbre política. Los hallazgos muestran que para los países de la OCDE, de 2003 a 2016, es negativa y unidireccional del índice accionario a la incertidumbre política. Por su parte, Christou *et al.* (2017) analizan el impacto de la EPU en los rendimientos bursátiles de seis mercados desarrollados; emplean un modelo VAR de panel Bayesiano. Los resultados muestran que el mercado de valores es afectado negativamente por la EPU.

El objetivo del presente estudio es medir el impacto de la incertidumbre de la política económica local (EPU) y el tipo de cambio sobre el mercado accionario de 14 países durante el periodo 2001-2020. Asimismo, se busca analizar si existe un efecto diferenciado de la EPU y del tipo de cambio entre los mercados de países no desarrollados (Brasil, Chile, China, México y Rusia) y desarrollados (Alemania, Canadá, Corea del Sur, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y Reino Unido). Así, la hipótesis a contrastar es que existe una relación significativa y negativa entre la EPU, el tipo de cambio y los índices bursátiles, y que dicha relación es de distinta magnitud para los mercados de países desarrollados y en desarrollo.

Para lograr el objetivo y contrastar la hipótesis, se propone una metodología integral; primero se estima la relación entre la bolsa de valores, el tipo de cambio y la EPU por medio de tres paneles cointegrados, uno general (los 14 países) y dos submuestras: países desarrollados y países en desarrollo. Una vez que se tienen dichos resultados, se analiza la dirección de las relaciones a partir de la causalidad de Granger. Así, se investiga cuáles son las variables que se causan entre sí; esta prueba se realiza igualmente para los tres paneles señalados.

La presente investigación se suma a las previamente citadas con el objetivo de ampliar la literatura sobre el impacto del tipo de cambio y la incertidumbre de la política económica sobre el mercado de valores. Así, la contribución subyace en que la muestra incorpora tanto a países desarrollados como a no desarrollados; la mayoría de los trabajos sola-

mente toman en consideración alguno de estos subgrupos. Además, en este estudio no sólo se realiza un análisis global, sino que la muestra se subdivide para comparar el efecto diferenciado de la EPU y el tipo de cambio en los mercados de valores de países desarrollados y no desarrollados. Finalmente, además de probar la cointegración entre las variables, se analiza la causalidad, por lo que los resultados permiten examinar la naturaleza, magnitud y significancia de las relaciones, así como la dirección.

Los resultados son de suma importancia para las autoridades económicas y para los diversos agentes económicos: empresas, inversionistas, administradores de riesgos y consumidores, dado que aportan elementos de interés para la elaboración de políticas públicas, el desarrollo de estrategias de inversión, la toma de decisiones de producción, ahorro y consumo.

El trabajo se estructura de la siguiente manera, además de la introducción y las conclusiones, en la primera sección se describen los datos y la metodología; en la segunda se presentan y se discuten los resultados.

1. DATOS Y METODOLOGÍA

1.1. Datos

Para realizar la aplicación se emplean datos mensuales durante el periodo junio de 2001 a mayo de 2020. Dentro de las variables explicativas se encuentra el tipo de cambio LCU/USD (moneda local vs. dólar norteamericano), excepto para EE. UU., mercado para el cual la relación es USD/EUR (dólar norteamericano vs. euro). Igualmente, se utilizan los datos del índice de la incertidumbre de la política económica (EPU), tomado de Economic Policy Uncertainty Index.¹ Como variable explicada se propone el índice bursátil de los diversos países no desarrollados: BOVESPA (Brasil), IPSA (Chile), Hang Seng (China), IPC (México) y RTS (Rusia), y de las economías desarrolladas: DAX (Alemania), TSX (Canadá), KOSPI (Corea del Sur), IBEX (España), S&P500 (Estados Unidos), CAC 40 (Francia), FTSEMIB (Italia), NIKKEI (Japón) y FTSE100(Reino Unido); tanto los índices bursátiles como los tipos de cambio se obtuvieron de Bloomberg.²

¹ Véase <https://www.policyuncertainty.com/>

² Véase <https://www.bloomberg.com/markets/stocks>

El índice de incertidumbre de la política económica es un indicador propuesto y publicado por Baker *et al.* (2016) y se estima a partir de las menciones en los encabezados de periódicos de las palabras incorporadas en tres segmentos E (economía), P (regulación), banca central, militar, guerra, reserva federal y todos los conceptos relacionados con figuras e instituciones políticas), y U (incertidumbre/incierto). Ellos utilizan un método de regresión y publican los resultados de las 22 principales economías mundiales con base en su participación en el PIB global. Para este trabajo se consideran los índices de EPU para cada país.

Los países fueron elegidos con base en la disponibilidad de los datos, es decir, aquellos para los que se publica el índice EPU y para los cuales hubiera disponibilidad de información bursátil y cambiaria para el periodo propuesto, considerado idóneo, ya que incorpora periodos de incertidumbre y relativa calma, además de proveer un número de datos suficiente para la estimación

1.2. Metodología

Especificación del modelo de panel cointegrado

Para estimar el impacto del índice de incertidumbre de política económica y el tipo de cambio en el comportamiento del índice se considera la siguiente especificación del modelo:

$$y_{it} = \alpha_i + x_{it}^1 \beta_i + \varepsilon_{it}, i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

donde y_{it} es la variable dependiente, i es la dimensión de la sección transversal para cada una de las muestras, t es la dimensión de la serie temporal de los datos, α_i denota la intersección específica de la submuestra, $\beta_i = (\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{mi})$, $x_{it} = x_{1i,t}, x_{2i,t}, \dots, x_{mi,t}$, donde m es el número de regresores y ε_{it} es el término de error. Para definir m consideramos el índice de incertidumbre de política económica local, el tipo de cambio y su término de interacción. Por lo tanto, con base en la ecuación (1), se estima la ecuación (2):

$$\ln Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln \text{epulocal}_{it} + \beta_2 \ln \text{tipodecambio}_{it} + \beta_3 (\ln \text{epulocal} * \ln \text{tipodecambio})_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

donde Y_{it} es el logaritmo natural del índice bursátil, $lnepulocal_{it}$ es el logaritmo natural del índice de incertidumbre de política económica local, $Intipodecambio_{it}$ es el logaritmo natural del tipo de cambio, $(lnepulocal * Intipodecambio)_{it}$ es el término de interacción entre el índice de incertidumbre de política económica local y el tipo de cambio en términos logarítmicos, α_i y ε_{it} , como se definió previamente, y β_1 a β_3 son los parámetros de interés para ser estimado.

Se aplica un análisis de panel para cada subgrupo panel, según la clasificación realizada previamente, para medir la sensibilidad del índice bursátil a variaciones en el índice de incertidumbre de política económica y del tipo de cambio. Previo a este análisis se aplican pruebas de raíz unitaria y cointegración para determinar el orden de integración de cada variable.

Pruebas de raíces unitarias de panel

Para las pruebas de raíz unitaria, en este artículo se implementan tres: a) prueba de Levin (Levin *et al.*, 2002); b) ADF-Fisher (Dickey Fuller Augmented) basada en ideas germinales de Fisher; y c) PP-Fisher (Phillips Perron) también basada en observaciones hechas por Fisher (1932).

La prueba de Levin se basa en el enfoque intradimensional; estas estadísticas agrupan los coeficientes autorregresivos en diferentes segmentos para las pruebas de raíz unitaria sobre los residuos estimados. Las otras dos pruebas se basan en estimadores que promedian los coeficientes individualmente para cada miembro (Lee, 2005). En otras palabras, la prueba de Levin asume la presencia de una raíz unitaria común dentro de un proceso transversal para un panel de datos analizados; las otras dos pruebas suponen la presencia de un único proceso de raíz unitaria de los datos agrupados.

Las tres pruebas se realizan tanto en niveles como en primeras diferencias. Cabe señalar que las pruebas de raíz unitaria de sección transversal tienen ventajas sobre las pruebas de raíz unitaria para series de tiempo.

Pruebas de cointegración de panel

Para probar la hipótesis nula de no cointegración, Pedroni (1999; 2004) propone siete pruebas de cointegración de dos tipos: cuatro dentro del modelo y tres entre modelos. El primer paso para el cálculo de las siete estadísticas de prueba es la estimación y almacenamiento de los resi-

duos de la ecuación (1). El segundo paso, mediante el uso del estimador de Kernel, es calcular la varianza a largo plazo ($\hat{L}_{11i}^2$) de los residuos ($\hat{\eta}_{it}$) de la regresión diferenciada de la forma $\Delta y_{it} = \sigma_{li} \Delta y_{x_{lit}} + \dots + \sigma_{Mit} \Delta x_{Mit} + \eta_{it}$. Esta variación a largo plazo es necesaria para estimar las estadísticas del panel. En el tercer paso se usan los residuos estimados ($\hat{e}_{it}$) de la ecuación (1) para aplicar los modelos autorregresivos apropiados.

Para los estadísticos no paramétricos se estima $\hat{e}_{it} = \hat{\rho}_i \hat{e}_{i,t-l} + \hat{\phi}_{it}$ y se calcula la varianza a largo plazo ($\hat{\sigma}_i^2$) y la varianza simple ($\hat{S}_i^2$) de los residuos ($\hat{\phi}_{it}$). Entonces, los términos $\hat{\lambda}_i$ y σ^2 se pueden calcular como $\hat{\lambda}_i = 1/2(\sigma_i^2 - \hat{S}_i^2)$ y $\sigma^2 = 1/N \sum_{i=1}^N \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{\sigma}_i^2$, respectivamente. Para los estadísticos paramétricos se estiman $\hat{e}_{it} = \hat{\rho}_i \hat{e}_{i,t-l} + \sum_{k=1}^{K_i} \hat{\rho}_i \Delta \hat{e}_{i,t-k} + \hat{\phi}_{it}^*$ y se calcula la varianza simple ($\hat{S}_i^{*2}$) desde los residuos ($\hat{\phi}_{it}^*$). En esta expresión, K denota que el retardo de truncamiento permitido varía según los países individuales. El término $\hat{S}_i^{*2}$ se calcula como $\hat{S}^{*2} \equiv \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{S}_i^{*2}$.

Posteriormente, se calculan siete estadísticos de panel, expresados en las ecuaciones (3) a (9) con los términos apropiados de ajuste de media y varianza como en Pedroni (1999), para quien el panel heterogéneo y las estadísticas de cointegración del panel medio del grupo heterogéneo se calculan de la siguiente manera (Lee, 2005):

Estadístico	Formula
ν del panel:	$Z_\nu \equiv T^2 N^{\frac{3}{2}} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{e}_{it-1}^2 \right)^{-1} \quad (3)$
ρ del panel	$Z_\rho \equiv T \sqrt{N} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{e}_{it-1}^2 \right)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} (\hat{e}_{it-1} \Delta \hat{e}_{it} - \hat{\lambda}_i) \quad (4)$
PP del panel	$Z_{PP} \equiv \left(\hat{\sigma}^{*2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{e}_{it-1}^2 \right)^{-\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} (\hat{e}_{it-1} \Delta \hat{e}_{it} - \hat{\lambda}_i) \quad (5)$
ADF del panel	$\hat{Z}_t \equiv \left(\hat{S}^{*2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{e}_{it-1}^{*2} \right)^{-\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{L}_{11i}^{-2} \hat{e}_{it-1}^* \Delta \hat{e}_{it}^* \quad (6)$
ρ de grupo	$\hat{Z}_\rho \equiv T N^{-\frac{1}{2}} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{e}_{it-1}^2 \right)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (\hat{e}_{it-1} \Delta \hat{e}_{it} - \hat{\lambda}_i) \quad (7)$
PP de grupo	$\hat{Z}_{PP} \equiv N^{-\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^N \left(\hat{\sigma}^2 \sum_{t=1}^T \hat{e}_{it-1}^2 \right)^{-\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (\hat{e}_{it-1} \Delta \hat{e}_{it} - \hat{\lambda}_i) \quad (8)$

$$\text{ADF de grupo} \quad \hat{Z}_t \equiv N^{-\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T \hat{S}_i^{*2} \hat{e}_{i,t-1}^2 \right)^{-\frac{1}{2}} \sum_{t=1}^T (\hat{e}_{i,t-1} \Delta \hat{e}_{it}) \quad (9)$$

Todos los estadísticos prueban la hipótesis nula de no cointegración contra la hipótesis alternativa de cointegración. La distinción se basa en el tratamiento de ρ_i en la formulación de la hipótesis alternativa. Los estadísticos de cointegración de panel prueban la hipótesis nula de que $\rho_{i=1}$ para todo i , frente a la hipótesis alternativa de que $\rho_i = \rho < 1$ para todo i . Mientras que los estadísticos de cointegración de panel de medias de grupo prueban la hipótesis nula de que $\rho_i = 1$ para todo i , frente a la hipótesis alternativa de que $\rho_i < 1$ para todo i . Por tanto, mientras que bajo la hipótesis alternativa la primera asume un valor común para ρ_i (es decir, $\rho_i = \rho$), el último no lo hace.

El diseño de las siete pruebas de cointegración en sus dos tipos, entre y dentro de los modelos, conlleva cierta solidez en sus resultados debido a que combinan series de tiempo y datos de corte transversal, por lo que obtiene más grados de libertad y mejora las propiedades de los estimadores, además de que corrige heterogeneidades de no observadores (Robledo y Olivares, 2013). Dado su poder y robustez, la técnica de panel cointegrado se utiliza en varios estudios como método principal (Cetin *et al.*, 2014) o de forma complementaria (Adhikari & Chen, 2012; Jebli & Youssef, 2015).

Causalidad de Granger de panel

Granger (1969) presenta la idea de causalidad basada en la asimetría de los esquemas de correlación. En la prueba de causalidad de Granger por pares habitualmente se examinan dos variables con una expectativa de los resultados (causalidad unidireccional, causalidad bidireccional y sin causalidad) (Balacco, 1986).

La causalidad de Granger se calcula al ejecutar regresiones bivariables en un panel de datos que toma la siguiente forma:

$$y_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i}Y_{it-1} + \dots + \alpha_{ki}Y_{it-k} + \beta_{1i}X_{it-1} + \dots + \beta_{ki}X_{it-k} + v_{it} \quad (10)$$

$$X_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i}X_{it-1} + \dots + \alpha_{ki}X_{it-k} + \beta_{1i}Y_{it-1} + \dots + \beta_{ki}Y_{it-k} + v_{it} \quad (11)$$

Donde t denota la dimensión del periodo de tiempo del panel e i denota la dimensión de la sección transversal. Las diferentes formas de prueba de causalidad de panel difieren en los supuestos hechos sobre la homogeneidad de los coeficientes en las secciones transversales (Revathy y Paramasivam, 2018).

Por una parte, las pruebas de causalidad apiladas de Granger (1969) tratan el conjunto de datos de panel como un gran conjunto de datos apilados, sin tomar un valor rezagado de una sección transversal a la siguiente sección transversal. Este enfoque supone que todos los coeficientes son iguales en toda la sección transversal (coeficiente común).

$$\alpha_{0i} = \alpha_{0j}, \alpha_{1i} = \alpha_{1j}, \alpha_{2i} = \alpha_{2j}, \dots, \alpha_{mi} = \alpha_{mj} \forall i, j \quad (12)$$

$$\beta_{0i} = \beta_{0j}, \beta_{1i} = \beta_{1j}, \beta_{2i} = \beta_{2j}, \dots, \beta_{mi} = \beta_{mj} \forall i, j \quad (13)$$

Por otra, las pruebas de causalidad de panel de coeficientes heterogéneos o desiguales se basan en el enfoque dado por Dumitrescu y Hurlin (2012), el cual permite que todos los coeficientes sean diferentes o heterogéneos en la sección transversal. Este enfoque tiene en cuenta dos estadísticas diferentes: la primera, $Wbar$ -statistic, toma el promedio de los estadísticos de prueba, mientras que la segunda, $Zbar$, muestra una distribución normal estándar (asintótica) (López y Weber, 2017).

$$\alpha_{0i} \neq \alpha_{0j}, \alpha_{1i} \neq \alpha_{1j}, \alpha_{2i} \neq \alpha_{2j}, \dots, \alpha_{mi} \neq \alpha_{mj} \forall i, j \quad (14)$$

$$\beta_{0i} \neq \beta_{0j}, \beta_{1i} \neq \beta_{1j}, \beta_{2i} \neq \beta_{2j}, \dots, \beta_{mi} \neq \beta_{mj} \forall i, j \quad (15)$$

En este caso, se utiliza la prueba de causalidad apilada.

2. RESULTADOS

2.1. Análisis preliminar de los datos

El Cuadro 1 muestra el análisis preliminar de los datos. Respecto al índice bursátil (IB) dentro de los países desarrollados, el mercado con mayor valor promedio es Italia (alrededor de \$30 124), mientras que el índice de Corea del Sur es el que presenta el menor valor medio (\$1

124) dentro de este grupo. En cuanto a los países que integran el grupo de los no desarrollados, México presenta el valor promedio más alto (\$2 173), mientras que el índice de Chile (\$5.82) presenta el menor valor promedio.

CUADRO 1
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

País	Variable	Media	Desviación estándar	País	Variable	Media	Desviación estándar
EE.UU.	IB	1623.75	635.88	Alemania	IB	9285.74	3494.1
	EPU	131.81	61.14		EPU	145.08	74.39
	TC	1.23	0.15		TC	0.83	0.11
Francia	IB	5328.77	1162.5	Brasil	IB	1394.7	1013.76
	EPU	192.66	96.79		EPU	159.3	93.41
	TC	0.83	0.11		TC	2.65	0.8
Italia	IB	30123.62	10336.56	Canadá	IB	10418.61	2934.8
	EPU	112.83	39.45		EPU	174.13	107.24
	TC	0.83	0.11		TC	1.21	0.17
Japón	Índice	134.09	37.08	Chile	IB	5.82	2.49
	EPU	106.93	32.84		EPU	111.11	54.16
	TC	106.3	13.37		TC	594.08	87.7
México	IB	2173.08	863.31	China	IB	2586.06	744.62
	EPU	81.14	62.05		EPU	179.37	149.34
	TC	13.67	3.47		TC	7.78	0.03
Reino Unido	IB	9237.19	1667.88	Corea	IB	1.48	0.52
	EPU	221.5	159.61		EPU	140.96	69.23
	TC	0.83	0.11		TC	1124.15	102.9
Rusia	IB	1150.98	502.51	España	IB	12089.26	3633.09
	EPU	150.37	108.47		EPU	112.8	35.37
	TC	39.43	15.66		TC	0.83	0.11

Fuente: elaboración propia.

En lo que concierne al índice de incertidumbre de política económica local (EPU), Reino Unido presenta el mayor valor promedio (221.50), tanto en submuestra como general, mientras que Japón, dentro del grupo de los países desarrollados, es el que presenta el menor valor; dicho comportamiento podría deberse al fenómeno del Brexit, iniciado en 2012 y que sigue en proceso de consolidación. Dentro del grupo de los países no desarrollados, los que presentan el mayor y menor valor promedio del índice de incertidumbre de política económica son China y México, respectivamente; en el caso de China, la guerra comercial,

el crash bursátil durante 2015 y el brote por la Covid-19 son los fenómenos que podrían explicar la presencia de grandes niveles de EPU durante el periodo analizado.

En cuanto a la variable tipo de cambio (TC), los países con mayores fluctuaciones/desviación estándar son Chile (87.7), Rusia (15.6) y Japón (13.37). Los resultados para Chile se podrían deber a la importante depreciación que se ha dado desde mayo de 2008 (\$470 CLP/USD) hasta junio de 2020 (\$865 CLP/USD), por la que casi se ha duplicado el valor del dólar. De manera semejante ocurrió con el rublo, el cual pasó de 26RBL/USD a 70RBL/USD en el mismo periodo. Para el caso de Japón, la amplia variación se podría explicar por la apreciación abrupta del yen, país territorio seguro, especie de salvavidas que atrajo capitales, por lo que la moneda se apreció, sobre todo, en el periodo 2012-2015.

Para analizar la relación entre el índice bursátil de cada país, el índice de incertidumbre de política económica y el tipo de cambio se realizaron tres paneles, dos submuestras, como se identificó previamente (Cuadro 2): desarrollados y no desarrollados, y uno general (Cuadro 1).

CUADRO 2
CLASIFICACIÓN DE LOS PAÍSES POR GRADO DE DESARROLLO (MAYO 2020)

Grado de desarrollo	País	Índice bursátil ³	EPU	Tipo de cambio ⁴
DESARROLLADO	Alemania	12859.09	397.72	0.92
	Canadá	11003.72	678.82	1.4
	Corea del Sur	1.64	252.09	1,228.67
	España	7875.70	261.62	0.92
	Estados Unidos	3044.31	503.96	1.1099 ⁵
	Francia	5211.00	305.84	0.92
	Italia	20195.65	174.28	0.92
	Japón	202.89	204.16	107.29
	Reino Unido	7484.55	291.25	0.92
NO DESARROLLADO	Brasil	4932.00	308.77	5.64
	Chile	4.53	340.64	822.7
	China	2961.97	742.72	7.75
	México	1627.75	137.35	23.6
	Rusia	1219.76	680.48	72.61

Fuente: elaboración propia.

Prueba de raíz unitaria

Primero es necesario probar la existencia de estacionariedad de las variables incluidas en cada panel; se emplean tres pruebas de raíz unitaria para cada uno de ellos. Éstas son las Prueba de Levin, Lin y Chu (2002); Criterios de prueba de Fisher, que incluyen Dickey Fuller; y el Phillips Perron (Maddala y Wu, 1999). Los resultados se muestran en el Cuadro 3. La hipótesis nula sostiene la presencia de raíz unitaria.

³ Valor en dólares.

⁴ Tipo de cambio divisa por dólar.

⁵ Para el caso de Estados Unidos se considera el tipo de cambio euro/dólar.

CUADRO 3
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RAÍZ UNITARIA

			Raíz común LLC			Raíz individual		Fisher-ADF	Raíz individual		Fisher-PP			
Panel	Variable		Level	1st. Diff.		Level	1st. Diff.		Level	1st. Diff.				
General	In IB	Intercepto	-0.51	-59.72	***	29.85	1488.80	***	32.36	1513.25	***			
		Intercepto y tendencia	1.90	-72.18	***	18.82	1493.81	***	24.74	1519.72	***			
		Ninguno	2.11	-52.07	***	9.54	1732.49	***	10.06	1736.51	***			
	In EPU	Intercepto	-5.55	***	-60.37	***	147.80	***	1533.45	***	362.77	***		
		Intercepto y tendencia	-18.12	***	-72.44	***	364.73	***	1561.54	***	526.24	***		
		Ninguno	0.83		-56.66	***	8.87		1860.59	***	5.66		1443.88	***
	In TC	Intercepto	-0.86		-46.18	***	48.28	**	1173.08	***	47.40	**	1151.78	***
		Intercepto y tendencia	-2.18	**	-56.18	***	26.49		1153.57	***	24.46		1126.89	***
		Ninguno	-0.18		-41.44	***	22.93		1321.41	***	22.21		1303.38	***
Países Desarrollados	In IB	Intercepto	0.43		-48.09	***	16.96		952.95	***	20.68		975.98	***
		Intercepto y tendencia	1.37		-57.90	***	13.02		953.12	***	18.58		978.45	***
		Ninguno	1.14		-41.95	***	8.02		1119.02	***	8.37		1121.04	***
	In EPU	Intercepto	-5.46	***	-53.03	***	111.42	***	995.37	***	194.78	***	627.53	***
		Intercepto y tendencia	-11.86	***	-63.83	***	179.73	***	1019.27	***	280.93	***	641.74	***
		Ninguno	0.62		-47.81	***	5.79		1226.60	***	3.28		1127.61	***
	In TC	Intercepto	-3.21	***	-38.13	***	42.03	***	779.57	***	41.16	***	770.62	***
		Intercepto y tendencia	-3.37	***	-46.46	***	20.85		772.43	***	19.10		759.98	***
		Ninguno	-0.53		-34.33	***	20.92		882.31	***	20.41		872.77	***
Países No Desarrollados	In IB	Intercepto	-1.10		-35.40	***	12.88		535.84	***	11.68		537.27	***
		Intercepto y tendencia	1.37		-43.12	***	5.80		540.69	***	6.16		541.27	***
		Ninguno	2.36		-30.85	***	1.52		613.48	***	1.69		615.47	***
	In EPU	Intercepto	-1.79	**	-30.23	***	36.38	***	538.08	***	167.99	***	105.14	***
		Intercepto y tendencia	-14.76	***	-35.89	***	185.00	***	542.27	***	245.31	***	105.28	***
		Ninguno	0.62		-32.47	***	3.09		634.00	***	2.38		316.28	***
	In TC	Intercepto	2.10		-26.07	***	6.24		393.51	***	6.24		381.17	***
		Intercepto y tendencia	1.10		-31.60	***	5.64		381.14	***	5.36		366.92	***
		Ninguno	-0.06		-23.23	***	2.01		439.10	***	1.80		430.61	***

Nota: *** y ** indican significancia estadística de 1 y 5%, respectivamente. Las probabilidades de ADF (Chi-cuadrado de Fisher) y PP (Chi-cuadrado de Fisher) se calculan usando un χ^2 distribución asintótica. Para la prueba de Levin, Lin y Chu se emplea una distribución asintótica normal.

Fuente: elaboración propia.

La evidencia se presenta tanto en niveles como en primeras diferencias. Las pruebas en niveles revelan que, en algunos casos, las series no son estacionarias; sin embargo, considerando las primeras diferencias, los resultados indican que las variables son estacionarias a 1% de confianza, condición esencial para la existencia de relaciones de largo plazo. La evidencia estadística es robusta para todos los casos.

Pruebas de cointegración

Una vez probada la existencia de estacionariedad en las variables de estudio, se realiza la prueba de cointegración para identificar la presencia de combinaciones lineales para cada uno de los paneles, que puede describirse como estacionaria. Se utiliza la prueba de cointegración de Pedroni (1999), técnica análoga a la prueba de series de tiempo de Engle y Granger (1987), es decir, basadas en una regresión de residuos. Se aplican siete pruebas de cointegración a cada panel: cuatro dentro del modelo y tres entre modelos.⁶ Los resultados se muestran en el Cuadro 4.

CUADRO 4
PRUEBA DE COINTEGRACIÓN

	CMA_INF	CA_INF	CM_INF	CB_INF	DEC_INF	VPEE
CMA_EC	0.671	0.043	0.057	0.043	0.186	0.4219
Test	General		Desarrollados		No desarrollados	
Panel v-Statistic	-2.3024		-1.9968		-1.0521	
Panel rho-Statistic	-15.1737	***	-12.6043	***	-8.1266	***
Panel PP-Statistic	-9.2408	***	-7.6486	***	-4.9934	***
Panel ADF-Statistic	-5.6560	***	-5.2271	***	-1.7480	**
Group rho-Statistic	-13.8063	***	-12.8059	***	-5.9215	***
Group PP-Statistic	-8.9984	***	-8.7224	***	-3.3548	***
Group ADF-Statistic	-5.3054	***	-5.7041	***	-1.2248	

Fuente: elaborado con datos de la muestra.

Como se muestra en el Cuadro 4, en 17 de las 21 pruebas no se rechaza la hipótesis nula, es decir, hay cointegración entre las variables seleccionadas, lo que evidencia la existencia de una relación de equilibrio significativa a largo plazo entre dichas variables. Por tanto, la estimación de un modelo que mide el impacto de las variables Índice de incertidumbre de la política economía local y tipo de cambio (divisa/dólar, a excepción de Estados Unidos)⁷ sobre el comportamiento del índice bursátil es posible y los resultados son sólidos. En 16 de 17 casos, el nivel de significancia es 1 por ciento; en los resultados restantes, 5 por ciento.

Los estadísticos de cointegración de panel, basados en un modelo de efectos fijos, muestran que el estadístico panel v acepta la hipótesis nula de no cointegración. Los tres estadísticos restantes (ρ , PP y ADF) coinciden en rechazar la hipótesis nula; es decir, existe evidencia de la relación de cointegración entre las variables.⁸ Asimismo, los tres estadísticos de cointegración de panel de medias de grupo rechazan la hipótesis nula, tanto en el panel general como en el de países desarrollados, mientras que en el panel de países no desarrollados sólo lo hacen dos. Con base en estos resultados se evidencia la existencia de una fuerte integración entre las series.

La existencia de cointegración entre las series de datos de panel da lugar a la estimación del modelo econométrico, por lo tanto, el siguiente paso es estimar un modelo usando mínimos cuadrados ordinarios para cada uno de los tres modelos de panel, como sigue:

$$\ln \text{Índice} = \alpha_{0i} + \beta_{1i} \ln EPULocal + \beta_{2i} \ln Tipodecambio + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

⁶ De las siete pruebas, Pedroni (1999) muestra que las ADF funcionan mejor que otras cuando se aplican a pequeñas muestras.

⁷ Dado que el dólar americano es la moneda de referencia, fue utilizado para todas las economías, excepto para EE. UU., donde se comparó con el euro.

⁸ Para el estadístico v , el valor estimado debe ser positivo y estadísticamente significativo debido a que es una prueba unilateral, mientras que para los estadísticos ρ , pp y adf , los valores calculados deben ser negativos y significativos a 5 o 10% de nivel de significancia para rechazar la hipótesis nula Pedroni (1999; 2004).

CUADRO 5
RESULTADOS DEL MODELO

	Variable	Coficiente	Error estándar	Estadístico-t	Probabilidad
General	C	9.929231	0.16117	61.60913	0.0000
	LNPULOCAL	-0.171999	0.03281	-5.241801	0.0000
	LNTIPODECAMBIO	-1.069499	0.00763	-140.164	0.0000
	R-	0.861492		Est. F	9917.5
	R-cuadrada ajustada	0.861405		Prob (Est. F)	0.0000
Países Desarrollados	C	9.837272	0.17892	54.98002	0.0000
	LNPULOCAL	-0.182817	0.03639	-5.023671	0.0000
	LNTIPODECAMBIO	-1.130386	0.00742	-152.3404	0.0000
	R-cuadrada	0.919195		Est. F	11654.22
	R-cuadrada ajustada	0.919116		Prob (Est. F)	0.0000
Países no Desarrollados	C	9.744296	0.27960	34.85102	0.0000
	LNPULOCAL	-0.043092	0.05642	-0.763767	0.4452
	LNTIPODECAMBIO	-1.077484	0.02002	-53.81817	0.0000
	R-cuadrada	0.719174		Est. F	1455.8840
	R-cuadrada ajustada	0.71868		Prob (Est. F)	0.0000

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de los modelos de panel cointegrado se presentan en el Cuadro 5. De manera consistente con lo esperado por la teoría, el impacto del índice de incertidumbre de política económica y del tipo de cambio es negativo en el comportamiento del índice bursátil. Para la muestra total y para las submuestras, tanto la variable EPU como tipo de cambio son estadísticamente significativas a 10 por ciento.

En relación con la hipótesis, se comprueba que existe un efecto diferenciado para el grupo de las economías desarrolladas y las no desarrolladas. Para el primero de ellos, la sensibilidad del tipo de cambio y del índice EPU es mayor que para las economías no desarrolladas; este resultado se podría explicar a partir de complicaciones derivadas de cuestiones políticas y económicas, como las crisis *dot com*, *subprime*, la deuda soberana y el Brexit. Igualmente, el R cuadrado del panel de

países desarrollados es mayor que el de países en desarrollo, lo cual significa que las variables EPU y tipo de cambio explican en mayor medida el índice bursátil en dichos mercados.

En el caso de la submuestra correspondiente a los países no desarrollados, la sensibilidad del índice bursátil ante el índice EPU es menos significativa y de menor magnitud que para los mercados desarrollados; lo anterior se podría deber a que los mercados de capitales de dichos países se ven afectados, además de por dichas variables, por algunos factores externos, como la EPU de EE. UU., la política monetaria de los países desarrollados y los desequilibrios que se transmiten de los países desarrollados hacia la periferia. Lo anterior se debe a la dependencia económica, financiera y comercial que guardan los países no desarrollados con las economías avanzadas.

Una vez que se comprueba que existe una relación de equilibrio de largo plazo significativa entre la EPU, el tipo de cambio y el índice bursátil, se procede a comprobar la dirección de dicha relación. Así, se estima la causalidad entre los factores.

CUADRO 6
PRUEBA DE CAUSALIDAD DE GRANGER

Hipótesis nula	General	Desarrollados	No desarrollados
LNPULOCAL no causa a LNINDICE	1.0936	2.1510	0.1702
LNINDICE no causa a LNPULOCAL	54.2965 ***	37.3124 ***	16.8914 ***
LNTIPODECAMBIO no causa a LNINDICE	4.3759 **	2.6056 *	3.0937 **
LNINDICE no causa a LNTIPODECAMBIO	141.6660 ***	72.9768 ***	68.0337 ***

Nota: ***, ** y * denotan significancia a 1, 5 y 10%, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

El Cuadro 6 presenta los resultados de la prueba de causalidad de Granger para los tres modelos. En ninguno de los paneles se rechaza la hipótesis de no causalidad entre el índice de incertidumbre de política económica local y el índice bursátil; es decir, no existe evidencia para rechazar la hipótesis nula de no causalidad entre el EPU y el índice bursátil, pero sí existe evidencia de una posible causalidad, en el sentido de Granger, entre el índice bursátil y el EPU. En este sentido, la posible causalidad entre ambas variables sería de tipo unidireccional. Por otra parte, se rechaza la hipótesis nula de no causalidad entre el índice bursátil y

el tipo de cambio en ambos sentidos; esto es, existe evidencia de una posible causalidad de tipo bidireccional entre las variables, aunque es menos significativa la que se presenta entre el tipo de cambio y el índice bursátil en los países desarrollados.

CONCLUSIONES

La literatura reciente ha demostrado que el mercado de valores se ha visto profundamente afectado por la incertidumbre de la política económica, por las variables macroeconómicas y algunos otros factores de riesgo sistemático. Así, tanto el tipo de cambio como la EPU han sido señalados como aspectos que inhiben el buen desempeño de las bolsas, ya que atentan contra el rendimiento real y la relación riesgo/rendimiento de las mismas.

El presente trabajo tuvo por objetivo analizar el impacto de la EPU y el tipo de cambio sobre el mercado de valores de 14 de las 22 economías más representativas a nivel internacional; asimismo, se comparó el efecto de dichas variables en países desarrollados y no desarrollados, y se estimó la causalidad que hay entre dichos factores.

Los resultados apuntan a que existe una relación significativa entre el índice EPU y el tipo de cambio, y la bolsa de valores para la muestra en general y para las submuestras países desarrollados y en desarrollo. La naturaleza de dicha relación es consistente con lo esperado por la teoría, de manera que la EPU y el tipo de cambio afectan negativamente al mercado de valores. Para los países desarrollados, el impacto de ambos factores es mayor que para los mercados de países no desarrollados. Los hallazgos podrían explicarse a partir de los eventos económicos y políticos suscitados en las economías avanzadas: las crisis dotcom, subprime, la Deuda Soberana, los ataques a Iraq en 2003, el Brexit, la guerra comercial, entre algunos otros eventos relevantes.

En cuanto a los resultados de la prueba de causalidad de Granger, la EPU causa al mercado de valores; el resto de las relaciones de causalidad no resultan significativas. Este hallazgo podría indicar que la relación de causalidad entre las otras variables podría no ser lineal o simétrica. Así, la causalidad entre las variables puede ser significativa si se pasa de un cierto nivel o en momentos de calma o incertidumbre.

Los resultados son de suma importancia para los administradores de riesgo y público inversionista, sobre todo en términos de las estrategias

de inversión, con base en los niveles de EPU y apreciación/depreciación del tipo de cambio; así, si dos países, uno desarrollado y otro no desarrollado, presentaran cambios similares en los niveles de EPU, se esperaría un mayor efecto negativo en el primero de ellos. Con base en dichos datos se podrían tomar decisiones para obtener un mejor resultado. De la misma manera, los hallazgos son relevantes para las autoridades económicas, las cuales están interesadas en monitorear los mecanismos de transmisión de sus decisiones en los diversos mercados financieros.

Derivado de lo señalado, dentro de las futuras líneas de investigación se podría comparar el impacto de la EPU local y de la EPU extranjera (EE.UU. y global) en los mercados de valores desarrollados y no desarrollados. Es probable que las bolsas no desarrolladas tengan una mayor sensibilidad a la EPU extranjera dadas las relaciones de dependencia que dichas economías guardan con los países avanzados y por la vulnerabilidad o fragilidad que caracteriza a las economías no desarrolladas ante choques exógenos. Igualmente, sería posible realizar el análisis del impacto de la volatilidad de la EPU y del tipo de cambio para cada mercado a partir de la aplicación de modelos de correlación condicional dinámica.

REFERENCIAS

- Adhikari, D. & Y. Chen (2012), "Energy consumption and economic growth: A panel cointegration analysis for developing countries", *Review of Economics & Finance*, 3(2), pp. 68-80.
- Arriaga, R., M. Castro y A. Rodríguez (2020), "Impactos monetarios sobre la rentabilidad del mercado accionario en México: Un análisis de cambio de régimen Markoviano." *Ensayos. Revista de economía*, 39(2), pp.187-216.
- Bahmani-Oskooee, M. & S. Saha (2019), "On the effects of policy uncertainty on stock prices", *Journal of Economics and Finance*, 43(4), pp. 764-778.
- Bakas, D. & A. Triantafyllou (2018), "The impact of uncertainty shocks on the volatility of commodity prices", *Journal of International Money and Finance*, 87, pp. 96-111.
- Baker, S., N. Bloom y S. Davis (2016), "Measuring economic policy uncertainty", *The quarterly journal of economics*, 131(4), pp.1593-1636.
- Balacco, H. (1986), "Algunas consideraciones sobre la definición de causalidad de Granger en el análisis econométrico", *Económica*, 32(2), pp. 207-255. <<https://revistas.unlp.edu.ar/Economica/article/view/5564>>.
- Baranidharan, S. & A. Alex (2020), "Volatility Spillover of Exchange Rate on Stock Market Evidence from South Africa", *Asian Journal of Economics*,

- Finance and Management, pp. 26-34.
- Bhuvaneshwari D. y K. Ramya (2017), "Cointegration and Causality between Stock Prices and Exchange Rate: Empirical Evidence from India", *SDMI-MD Journal of Management*, vol. 8, Issue 1.
- Blahum, I. I. (2019), "Causal Relationship between the Stock Market and Exchange Rate in Ukraine", *The Problems of Economy*, (1), pp. 199-207. <doi: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2019-1-199-207>>.
- Brand, T., M. Isoré & F. Tripier (2019), "Uncertainty shocks and firm creation: Search and monitoring in the credit market", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 99, pp. 19-53.
- Cai, Y., Y. Tao & Z. Yan (2020), "Stock market trading volumes and economic uncertainty dependence: before and during Sino-US trade friction", *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 33(1), pp. 1711-1728.
- Cetin, M., D. Gunaydin, H. Cavlak & B. Topcu (2014), "Unemployment and its Impact on Economic Growth in the European Union: An Evidence from Panel Data Analysis", *Regional Economic Integration and the Global Financial System*, 12.
- Chi, Q. & W. Li (2017), "Economic policy uncertainty, credit risks and banks' lending decisions: Evidence from Chinese commercial banks", *China journal of accounting research*, 10 (1), pp. 33-50.
- Christou, C., J. Cunado, R. Gupta & C. Hassapis (2017), "Economic policy uncertainty and stock market returns in PacificRim countries: Evidence based on a Bayesian panel VAR model", *Journal of Multinational Financial Management*, 40, pp. 92-102.
- Dumitrescu, E. y C. Hurlin (2012), "Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels", *Economic modelling*, 29(4), pp.1450-1460
- Engle, R. & C. Granger (1987), "Cointegrating and error correction: representation, estimation and testing", *Econometrica* 55, pp. 251-670.
- Fisher, R. A. (1932), *Statistical Methods for Research Workers*. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Gholipour, H. F. (2019), "The effects of economic policy and political uncertainties on economic activities", *Research in International Business and Finance*, 48, pp. 210-218.
- Granger, C. W. (1969), "Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods", *Econometrica: journal of the Econometric Society*, pp. 424-438.
- Hajilee, M. y O. M. Al Nasser (2014), "Exchange rate volatility and stock market development in emerging economies", *Journal of Post Keynesian Economics* 37(1), pp. 163-180. <doi: <https://doi.org/10.2753/PKE0160-3477370110>>.
- Hersi, K. Y. & A. Koy (2020), "The Relationship between Exchange Rates and Stock Markets for the Fragile Five Countries", *Journal of International Trade, Logistics and Law*, 6(1), p. 1.
- Huang, W. L., W. Y. Lin & S. L. Ning (2018), "The effect of economic policy

- uncertainty on China's housing market", *The North American Journal of Economics and Finance*, 100850.
- Jackson, C. & A. Orr (2019), "Investment decision-making under economic policy uncertainty", *Journal of Property Research*, 36(2), pp. 153-185.
- Jebli, M. B. & S. B. Youssef (2015), "Output, renewable and non-renewable energy consumption and international trade: Evidence from a panel of 69 countries", *Renewable Energy*, 83, pp. 799-808.
- Jiang, Y., L. He, J. Meng & H. Nie (2019), "Nonlinear impact of economic policy uncertainty shocks on credit scale: Evidence from China", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 521, pp. 626-634.
- Lee, C. C. (2005), "Energy consumption and GDP in developing countries: a cointegrated panel analysis", *Energy economics*, 27(3), pp. 415-427.
- Lee, K., Y. Jeon & C. Jo (2020), "Chinese economic policy uncertainty and US households' portfolio decisions", *Pacific-Basin Finance Journal*, 64, 101452.
- Levin, A., C. Lin & C. Chu (2002), "Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties", *Journal of Econometrics*, 108, pp.1-24.
- Li, Z. & J. Zhong (2020), "Impact of economic policy uncertainty shocks on China's financial conditions", *Finance Research Letters*, 35, 101303.
- Lopez, L. & S. Weber (2017), "Testing for Granger causality in panel data", *The Stata Journal*, 17(4), pp. 972-984.
- López-Juárez, G.I., R. Ladrón de Guevara-Cortés y R.M. Madrid-Paredones (2019), "Factores que explican el comportamiento del mercado accionario mexicano", *Clío América*, 13(25), pp. 268-278. <doi: <http://dx.doi.org/10.21676/23897848.3025>>.
- Luzarraga-Goitia, J., M. Regúlez-Castillo & A. Rodríguez-Castellanos (2020), "The dynamics between the stock market and exchange rates: Spain 1999-2015", *The European Journal of Finance*, pp. 1-24.
- Maddala, G. & S. Wu (1999), "A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test", *Oxford: Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61.
- Mira, Nurmakhanova (2019), "Exchange Rate and Stock Prices Interactions in Kazakhstan", *Eurasian Journal of Economics and Finance*, 7(2), pp. 19-31.
- Pedroni, P. (1999), "Critical values for cointegration test in heterogeneous panels with multiple regressors", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 61, pp. 653-670.
- Pedroni, P. (2004), "Panel cointegration: Asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis", *Econometric Theory*, vol. 20, pp. 597-625.
- Pirgaip, B. (2017), "The causal relationship between stock markets and policy uncertainty in OECD countries", 5th RSEP International Conferences on Social Issues and Economic Studies, 7-10 de noviembre, Barcelona, pp. 20-29. <doi: [10.19275/RSEP/CONFERENCE105](https://doi.org/10.19275/RSEP/CONFERENCE105)>.
- Ponlaem, K., N. Kaewsompong, P. Maneejuk & J. Siririsakulchai (2020), "Im-

- pect of Economic Policy Uncertainty on Thailand Macroeconomic Variables”, *Behavioral Predictive Modeling in Economics*, Springer, Cham, pp. 437-451.
- Rehman, A. & K.A. Chisti (2020), “Exchange rate movements and stock prices: a review of empirical literature”, *The USV Annals of Economics and Public Administration*, 20 (1 [31]), pp. 162-173.
- Revathy, A. y P. Paramasivam (2018), “Study on Panel Co-integration, Regression and Causality Analysis in Papaya Markets of India”, *Int.J.Curr. Microbiol.App.Sci.* 7(1), pp. 40-49. <doi: <https://doi.org/10.20546/ijemas.2018.701.006>>.
- Robledo, J. C. y W. Olivares (2013), “Relación entre las emisiones de CO2, el consumo de energía y el PIB: el caso de los CIVETS” 47. *Semestre Económico*, vol. 16, núm. 33, pp. 45-66.
- Sahinoz, S. & E. Erdogan Cosar (2018), “Economic policy uncertainty and economic activity in Turkey”, *Applied Economics Letters*, 25(21), pp. 1517-1520.
- Sahoo, S., H. Behera & P. Trivedi (2018), “Volatility spillovers between forex and stock markets in India”, *RBI Occasional Papers*, 38(1 y 2), pp. 33-63.
- Shahzad, S.J.H., N. Raza, M. Balcilar, S. Ali & M. Shahbaz (2017), “Can economic policy uncertainty and investors sentiment predict commodities returns and volatility?”, *Resources Policy*, 53, pp. 208-218.
- Shaikh, I. (2020), “Does policy uncertainty affect equity, commodity, interest rates, and currency markets? Evidence from CBOE’s volatility index”, *Journal of Business Economics and Management*, 21(5), pp. 1350-1374.
- Singh, G. (2015), “The Relationship between Exchange Rate and Stock Price in India: An Empirical Study”, *IUP Journal of Financial Risk Management*, 12(2), pp. 18-29.
- Wong, H.T. (2019), “Volatility spillovers between real exchange rate returns and real stock price returns in Malaysia”, *International Journal of Finance & Economics*, 24(1), pp. 131-149.
- Xie, Z., S.W. Chen & A.C. Wu (2020), “The foreign exchange and stock market nexus: New international evidence”, *International Review of Economics & Finance*, 67, pp. 240-266.
- Yildirim, G. & Z. Adali, (2018), “Linear and Non-Linear Causality Tests of Stock Price and Real Exchange Rate Interactions in Turkey”, *Fiscaeconomia*, vol. 2(1), pp. 99-118
- Zarei, A., M. Ariff & M.I. Bhatti (2019), “The impact of exchange rates on stock market returns: new evidence from seven free-floating currencies”, *The European Journal of Finance*, 25(14), pp. 1277-1288.
- Zhu, H., R. Huang, N. Wang & L. Hau (2020), “Does economic policy uncertainty matter for commodity market in China? Evidence from quantile regression”, *Applied Economics*, 52(21), pp. 2292-2308.

La vinculación para la transferencia de conocimiento, científico, tecnológico e innovación, aplicado al sector mueblero de Jalisco

EVELIO GERÓNIMO BAUTISTA*

RESUMEN

El objetivo del presente artículo es explicar la transferencia de conocimiento científico, tecnológico e innovación en el sector mueblero, vinculado con las universidades y con el gobierno del estado de Jalisco. Los resultados muestran que las empresas se han vinculado informalmente con la UDG, el ITESM y el ITESO. Éstas cuentan con una infraestructura tecnológica adecuada para la transferencia. El 31% de las empresas aprovechan el conocimiento científico tecnológico de las universidades a través de programas de vinculación como consultorías, servicio social, etcétera. La metodología utilizada fue mixta; se encuestaron a 290 empresas, se entrevistaron a siete representantes de universidades y dos representantes de organismos gubernamentales; los resultados obtenidos fueron analizados en dos softwares: SPSS y Atlas TI.

Palabras clave: transferencia, innovación, universidades, organismos gubernamentales y sector mueblero.

Clasificación JEL: I23, L60, O31.

* Profesor-investigador, Universidad del Valle de Atemajac, Guadalajara, México. Correo-e: evelio.geronimo@univa.mx Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6795-0404>

ABSTRACT

The linkage for the transfer of scientific and technological knowledge and innovation, applied to the furniture sector of Jalisco

The objective of this article is to explain the transfer of scientific, technological and innovation knowledge in the furniture sector, linked to universities and the government of the state of Jalisco. The results show that the companies have been informally linked with the UDG, ITESM and ITESO. These have an adequate technological infrastructure for transfer. 31% of companies take advantage of the scientific and technological knowledge that universities have through linkage programs such as consultancies, social service, etc. The methodology used was mixed, 290 companies were surveyed, 7 representatives of universities and two representatives of government agencies were interviewed, analyzed in SPSS and Atlas TI.

Keywords: transfer, innovation, universities, government agencies and the furniture sector.

JEL Classification: I23, L60, O31.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del artículo es explicar la transferencia de conocimiento científico, tecnológico e innovación al sector mueblero, vinculado con las universidades y con el gobierno del estado de Jalisco.

Uno de los factores claves de éxito en una competitividad, desarrollo y cambio regional es la vinculación de varias empresas con la academia, órganos de gobierno y despachos de asesorías, en donde las empresas funcionan como proveedoras en representación de todas aquellas proveedoras y diseñadoras de la academia en diferentes ámbitos. La facilidad de la transferencia de conocimiento científico, tecnológico e innovación tiene que ver con aspectos de trabajo en conjunto a través de convenios de vinculación, gestión de tecnología e innovación de las empresas como componentes claves para su crecimiento y permanencia en el tiempo. Es importante considerar perfiles para la dirección de empresas de cualquier tamaño para realizar actividades operativas, administrativas, directivas y, sobre todo, la gestión del conocimiento

científico, tecnológico e innovación a través de un acuerdo de colaboración y/o vinculación para una exitosa transferencia.

En este trabajo se explican los elementos necesarios para llevar a cabo una transferencia de conocimiento científico, tecnológico e innovación entre las universidades y el gobierno con la industria del mueble. Se toman en cuenta las mejores prácticas de otros países y de México sobre el tema.

La pregunta principal que se plantea en este trabajo es la siguiente: ¿Cómo se aplica la transferencia de conocimiento científico, tecnológico e innovación –implícita en los procesos de vinculación generados por las IES– al sector productivo de muebles de Jalisco? Se responderá esta cuestión al largo del documento.

1. ANTECEDENTE Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación es parte de un proyecto de tesis doctoral en la que se engloban aspectos como formación de talento humano, apoyos económicos y vinculación como plataforma para realizar trabajo de colaboración a través de acuerdos y convenios entre instituciones académicas con empresas y gobierno, con intervención de la sociedad civil. Este trabajo nace de la carencia de información, principalmente de la industria y academia, debido a que es tradicional, aunque se refleja la inversión en tecnología intermedia, misma que se presenta en los resultados de esta investigación, así como en los apoyos recibidos por parte del gobierno federal y estatal.

Es crucial dar a conocer el eje de transferencia de conocimiento científico, tecnológico e innovación para que se trabaje y se fortalezca entre la academia y la industria, dado que otras industrias en desarrollo y desarrolladas que han realizado esta actividad han tenido éxito, debido a que se comparte conocimiento generado desde las universidades para apoyar al desarrollo de la industria.

2. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

2.1. Transferencia de conocimiento científico

El conocimiento se ha convertido en el principal recurso productivo, por lo que las organizaciones han comenzado a valorar su importancia,

ya que en la sociedad representa la etapa más avanzada del proceso de transformaciones significativas impulsadas por la globalización (García, 2004).

La transferencia de conocimiento es inherente a la educación desde su generación, desarrollo, difusión y transferencia (Tourrián, 2019), por eso su importancia. El conocimiento se produce a través de la triple hélice y se transfiere por cuarta y quinta hélice (Bautista, 2015), lo que significa que esta transferencia tiene sus etapas; primero se vinculan universidad-industria-gobierno a través de convenios de colaboración patentes y licencias, proyectos de financiación y desarrollo empresarial. Al respecto, Tourrián (2019) muestra en su investigación los resultados que genera la transferencia de conocimiento, como empresas de nueva creación, nuevos contratos de investigación, acuerdos sobre licencias, mejora de emprendimiento, mejora de formación y de la investigación colaborativa. Ante los cambios vertiginosos de la globalización, obliga a las instituciones a gestionar la capitalización del conocimiento (Viale y Etzkowitz, 2010), toda vez que la inserción eficiente de la institución universitaria en la sociedad del conocimiento requiere un cambio en la concepción tradicional de la organización, que implica su participación directa en el desarrollo regional y nacional como un ente social en el ecosistema emprendedor de las empresas (Guerrero y Santamaría, 2020). Desde hace más de 15 años, García (2004) propone algunos objetivos para una estructura organizacional que facilite la gestión del conocimiento y la actuación de una universidad emprendedora:

- Desarrollar un plan de educación activa.
- Instrumentar un enfoque académico exigente, estimulante y dinámico.
- Crear un ambiente institucional adecuado para la realización de actividades de innovación y desarrollo tecnológico.

Estos objetivos están orientados a integrar las actividades universitarias al sector productivo; funciona como transferencia y aplicación de conocimiento, además de permitir vincular sus demás funciones sustantivas como universidad comprometida con las necesidades y requerimientos de innovación e investigación y desarrollo tecnológico con los sectores productivos.

De acuerdo con Arechavala (2010), la universidad emprendedora se da principalmente en países europeos. En México, en cambio, las autoridades universitarias y el sistema de educación superior todavía

están lejos de entenderlo; debe haber un equipo directivo capaz de articular un programa efectivo para desarrollar capacidades específicas en la sociedad del conocimiento para el fomento de la innovación y la transferencia.

Al respecto, Arechavala propone algunos elementos para la gestión de la capitalización del conocimiento en la era de la sociedad del conocimiento:

- a. Capacidad para vincularse con la industria y de responder a sus necesidades en tiempos relevantes.
- b. Capacidad legal para procesar convenios de transferencia y comercialización de conocimiento.
- c. Capacidad para gestionar eficientemente y con visión de largo plazo derechos de propiedad intelectual en contratos de licenciamiento de tecnología que resulten en las mayores ganancias para todas las partes involucradas.
- d. Capacidad de incentivar entre sus investigadores y estudiantes el contacto con empresas y el trabajo de investigación aplicada e incluso de aplicación industrial
- e. Capacidad de identificar, formar y organizar talento empresarial y de negocios para la explotación de tecnologías desarrolladas en la universidad.
- f. Capacidad para organizar y apoyar con recursos suficientes la operación de una oficina de transferencia de tecnología.
- g. Capacidad de movilizar el conocimiento de los profesores y estudiantes en labores de apoyo a la industria, a organizaciones no gubernamentales y organizaciones públicas (2010: 10).

Estos elementos se aplican de acuerdo al compromiso de la universidad en su contexto social y económico, en la medida que ésta defina con claridad los mercados de conocimiento en los que quiera participar; lo más importante es que se tenga la capacidad para realizar este tipo de actividades para poder medir y capitalizar el conocimiento.

Según investigaciones de Viale y Etzkowitz (2010), la capitalización del conocimiento ocurre cuando éste genera una economía de valor añadido; la generación puede ser “directa”, cuando se vende el conocimiento, o “indirecta”, cuando permite la producción de algunos bienes materiales o servicios que se venden en el mercado; es decir, el valor añadido directo se vende y el valor añadido indirecto juega en el mercado tipo bienes y servicios. En otras palabras, el modo directo

comprende la venta del *know-how*, esto es, la venta de la propiedad intelectual, como en el caso de las patentes, derechos de autor o de enseñanza. El modo indirecto comprende las formas en que la organización y el conocimiento se materializan en bienes o servicios.

Por eso, no es fácil identificar la transferencia de la capitalización del conocimiento, pero viene de la interacción entre el ámbito académico y el empresarial, donde son más débiles cuando trabajan solos; cuando interviene el gobierno, ya sea regional o estatal, es posible que el desarrollo económico sea eficientemente más efectivo. El gobierno juega un papel importante al aportar capital de riesgo para las industrias y ofrecer incentivos a través de becas. No se puede dejar de percibir la triple hélice, en donde parece ser el jugador de un anticíclico de innovación o co-evolutivo que Geels (2006) refiere en su texto sobre los sistemas de aviación, al referirse a un modelo que garantiza el nivel óptimo entre la interacción universidad-empresa a través de la intervención del gobierno para generar una transferencia exitosa y, en consecuencia, políticas públicas (Viale y Etzkowitz, 2010).

2.2. *Transferencia tecnológica*

La transferencia de tecnología es una actividad crucial para las universidades y para la agenda de los gobiernos como política pública hacia la industria, con la finalidad de fortalecer las economías locales (Debackere y Veugelers, 2005), actividades de las que pueden resultar incentivos y conocimientos nuevos. La globalización e internacionalización exige a las universidades e instituciones de educación superior transferir los conocimientos científicos, tecnológicos y de innovación que se generan en sus instalaciones a los sectores productivos, sociales y públicos. En el caso de Estados Unidos se creó la ley Bayh Dole Act, nacida en los años 80, que fundamenta la transferencia de tecnología. La literatura especializada se refiere a ella como ejemplo para explicar y aplicar la transferencia de tecnología entre universidades e industria; por ello se toma como referencia en este trabajo para explicar la transferencia de conocimiento CTI.

Es importante mencionar que existen muchas partes interesadas en realizar y aplicar la transferencia de tecnología, desde los investigadores, los famosos Technology Transfer Offices (TTO), instituciones privadas, entre otras (Anderson *et al.*, 2007). En este sentido, para la economía de EE.UU. ha sido prioritaria la transferencia de tecnología

porque fortalece las empresas locales, que incluyen servicios de ingeniería, reingeniería, entre otras. Por otro lado, en EE.UU. han sido criticadas muchas universidades porque les resultó difícil generar y transferir la tecnología suficiente hacia la industria; no obstante, la ley Bayh Dole Act ha sido una plataforma para que las universidades norteamericanas se vinculen con el sector productivo y transfieran las tecnologías que requiere el sector para el desarrollo de sus productos, procesos, entre otros. Esta práctica se ha llevado a cabo en muchas universidades –MIT, Stanford y Harvard– las cuales han creado centros de transferencias de tecnologías para difundir licencias o patentes a la industria (Siegel *et al.*, 2003).

En este tenor, Lai (2011) documentó que en Taiwán la comercialización de la tecnología y la distribución de las licencias de las tecnologías juegan el rol más importante en la transferencia desde la universidades. En este país asiático se toman en cuenta las capacidades de los profesores que generan tecnología, por lo que se llega a la conclusión de que los profesores reciben más incentivos que otros por los avances tecnológicos.

El rol de los profesores, incluso en las agendas de los gobiernos en Europa, para la transferencia de tecnología es clave para que las empresas se conviertan en competitivas tanto local como regional e internacionalmente. De esta manera, el Kid, conocido también como Know How, sólo transporta al profesor-investigador y lo transfiere hacia la industria. Debackere & Veugelers (2005) afirman que la transferencia científica y tecnológica han sido prioritarias en las agendas políticas para generar actividad económica; puntualizan que las oficinas de transferencia de tecnología (OTT) son una organización descentralizada que involucra grupos de investigadores que generan desde patentes hasta creación de *spin off*, es decir, “empresas de nueva creación”.

En este sentido, Wright *et al.* (2008) explican que existen universidades enfocadas en la clase media, que contribuyen a cambios sustanciales en la industria a través de conocimiento tácito y codificado, es decir, generan empresas de nuevas licencias, patentes, asesorías y consultorías. Estas universidades tratan de transferir conocimiento científico y tecnológico a la economía local, porque para las empresas es más importante tener cerca una institución que solucione sus problemas, toda vez que es más difícil que una universidad de clase mundial aterrice las micro, pequeñas y medianas empresas.

Estos claros ejemplos se pueden tomar en cuenta para la realización de transferencia de tecnología en regiones como México. Otro de los puntos importantes que hay que considerar sobre la transferencia de tecnología es que muchas veces se da formal e informalmente, hecho que ha documentado Siegel *et al.* (2003) y Lai (2011), quienes regularmente se han basado en una ley; no obstante, autores como D'Este y Patel (2005); D'Este y Iammarino (2009) y D'Este *et al.* (2014) se enfocan en documentar las transferencias informales, en las que no se utiliza ningún contrato para realizar este tipo de actividades, es decir, el involucramiento de científicos y tecnólogos en la industria se da bajo ninguna restricción de una ley.

Por consiguiente, la transferencia de tecnología y del conocimiento en general, ya sea que se haya adquirido o transferido formal e informalmente, se capitaliza hasta convertirse en un producto o servicio a través de la innovación. Incluso la transferencia de tecnología tiene que ver con la difusión de conocimiento por medio del desarrollo productivo y la innovación (Montiel *et al.*, 2020).

De acuerdo con las investigaciones de Londoño *et al.* (2018), existen varios modelos que se pueden utilizar para la transferencia de conocimiento CTI, como modelos de apropiabilidad, modelo de difusión, modelo de utilización del conocimiento, modelo lineal, modelo no línea de la triple hélice, modelo dinámico y modelo latinoamericano; todos ellos tienen que ver con un proceso de innovación.

2.3. Innovación

La Real Academia Española (2020) define la innovación como “mudar o alterar algo, introduciendo novedades”; este concepto introduce una novedad por medio de elementos y/o procedimientos precisos y objetivos especializados en el mueble, donde participan actores clave que trabajan como sistema. Aproximadamente hace cuatro décadas, Lundvall (1992) y Nelson (1993) desarrollaron el concepto de Sistema Nacional de Innovación, evidentemente institucional, que ha jugado un papel crucial en la teorización del proceso tecnológico, toda vez que los cambios tecnológicos y organizacionales están descritos, por lo que las instituciones juegan un papel importante en el desarrollo económico como un sistema. Por ello, el concepto habla de la integración de múltiples actores para el desarrollo y flujo de circulación del conocimiento, así como las instituciones, ya que la articulación de múltiples actores

resuelve problemas al poner en acción los agentes y los efectos en la interacción del aprendizaje. La innovación no depende de un solo actor sino de un sistema de actores que trabajan bajo una red de colaboración desde las dimensiones macro, meso y microeconómicas para la generación de aprendizajes conjuntos organizacionales, sociales y territoriales; esto es lo que ha funcionado en el desarrollo de las economías de países emergentes.

El concepto de Sistema Nacional de Innovación será útil para evaluar la densidad de vínculos y su continuidad nacional en el sector mueblero. La estructura institucional del Consejo Mexicano del Mueble y Decoración contribuye a desarrollar políticas públicas para regular el desarrollo económico de la industria mueblera y el involucramiento de otras instituciones (universidades, centros públicos de investigación, ONG, etc.)

Los sistemas de “innovación” han traído nuevos puntos de vista a la escena, pero a partir de los años 90, con las aportaciones de los autores referidos, se crea la Triple Hélice de Etzkowitz y Leydesdorff (1995), modelo innovador en países desarrollados y recientemente en países de América Latina, donde la innovación es resultado de la participación de la universidad-empresa-gobierno. Expertos como Rickne *et al.* (2013) definen la innovación como un “sistema regional de innovación en donde surge de la complejidad de los procesos de conocimiento en la interacción social y los contactos personales que son importantes en los procesos de aprendizaje y por lo tanto la proximidad geográfica es tomada en cuenta dentro de una región que ofrece el mecanismo óptico para la transferencia e intercambio de conocimientos”.

En este sentido, la innovación se puede dar en los ámbitos global, empresarial e institucional, susceptibles de por sí a ser innovadores. Las fortalezas se dan a través de sistemas de innovación; es decir, por medio de la participación de la universidad y las empresas ubicadas en una región geográfica. Se considera la participación del gobierno local como apoyo a estas instituciones para poder dar un paso hacia el crecimiento y el desarrollo regional, ya que aporta recursos financieros para la compra de tecnología de punta, pilar en la generación de la innovación. La reflexión sobre los procesos de innovación se puede implementar en la industria mueblera de Jalisco con acciones innovadoras y resultados exitosos en otras naciones, que en la actualidad son de las más competitivas comercialmente en el mundo.

Al respecto de las instituciones dedicadas a la generación de conocimiento, Ahonen y Hämäläinen señalan: “no son los únicos generadores de conocimiento. Muchas grandes compañías internacionales mantienen grandes departamentos de I + D, poseen un gran número de patentes y son a menudo capaces de contratar a los mejores cerebros de una generación con incentivos financieros más altas que las universidades públicas. El sector público en su conjunto está sufriendo de cortes financieras continuas y la disminución de los recursos humanos. No puede absorber innovaciones producidas por muchas razones, una de ellas es el sistema muy rígido de la contratación pública, que originalmente significaba para hacer el uso del dinero de los contribuyentes más transparente y sus usuarios una mejor rendición de cuentas, un buen objetivo que llevó a una raza no deseado, si se nos permite decirlo” (2012: 17).

No obstante lo anterior, en México hay más Pymes que compañías grandes, por lo que lo afirmado por Ahonen y Hämäläinen no es posible. Empero, subrayan que la innovación está en discusión; por ejemplo, la triple hélice es incapaz de incorporar una cantidad de innovadores o de igualdad en el sistema; sin embargo, es la base para la generación de innovación, aunque Ahonen y Hämäläinen mencionan que se necesita algo diferente, como la “cuádruple hélice”, establecida a partir de la suposición de que una Asociación Civil (AC) es el elemento faltante para la innovación, o bien, la incorporación de otros actores heterogéneos.

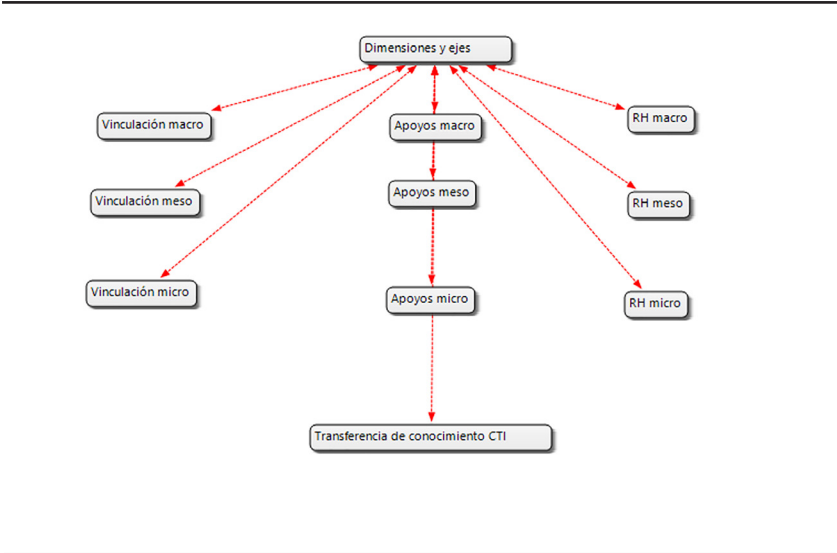
3. METODOLOGÍA

La estrategia utilizada es de tipo exploratoria, con enfoque mixto; además, es una investigación aplicada como lo señala el Conacyt en su página web. Por otro lado, Creswell (2014) y Hernández *et al.* (2010) afirman que hay tres tipos de métodos de investigación académica en la educación superior: cuantitativa, cualitativa y enfoque mixto, utilizada en esta investigación. El método mixto es utilizado desde 1959 por Campbell y Fiske, quienes lo denominaron Matriz multimétodo, para revisar múltiples enfoques en la obtención de datos en un estudio (Creswell, 2014). Se encuestaron 290 empresas, incluyendo organismos empresariales, siete universidades y dos organismos gubernamentales;

los resultados obtenidos fueron analizados en dos softwares: SPSS y Atlas TI.

La investigación se explica a través del procesamiento y análisis de la información mediante instrumentos de acopio, como encuestas y entrevistas semi-estructuradas, aplicadas a diferentes expertos en instituciones de educación superior, empresas muebleras y organismos empresariales, y organismos gubernamentales. Con base en teorías y mejores prácticas, se analizaron las dimensiones y los ejes estratégicos, y se hizo hincapié en la transferencia de conocimiento científico, tecnológico y de innovación.

FIGURA 1
DIMENSIONES Y EJES ESTRATÉGICOS



Fuente: elaboración propia.

Las empresas muebleras participantes en este estudio fueron analizadas como micro, pequeñas, medianas, así como instituciones de educación superior de Jalisco y organismos gubernamentales (Tabla 1).

TABLA 1
TAMAÑO DE EMPRESA

Tamaño de empresa	Frecuencia	Porcentaje
Micro	123	42%
Pequeña	120	41%
Mediana	34	12%
Grande	13	4%
Total	290	100%

Fuente: elaboración propia.

Las empresas muebleras representan una muestra importante de participación en los procesos de vinculación para la transferencia de conocimiento científico, tecnológico e innovación a través de los académicos y organismos gubernamentales. Se observa que el sector industrial mueblero está compuesto por 42% empresas micro, 41%, pequeñas, 12%, medianas y sólo 4% son grandes empresas muebleras.

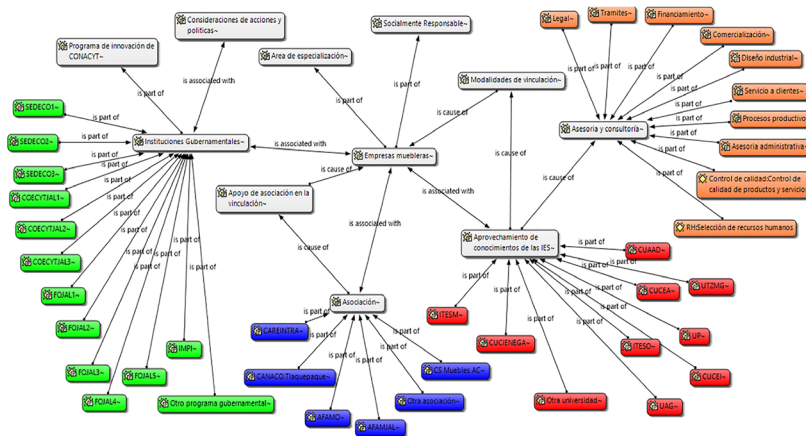
4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los esquemas de colaboración entre público-privadas han sido y siguen siendo importantes para el avance del crecimiento económico de un país, tal como lo mencionan autores internacionales. En Jalisco existe un avance de colaboración y vinculación entre las empresas muebleras del estado, las universidades y los organismos gubernamentales, donde básicamente el avance de vínculos ocurre a nivel meso y micro. No se ha logrado tener una vinculación a nivel macro, debido a la falta de políticas de CTI, que aún están en construcción.

En la Figura 2 se pueden apreciar los vínculos y las redes de colaboración con las asociaciones y cámaras empresariales (Afamo, Afamjal, Careintra, Canaco Tlaquepaque, CS Muebles AC, Canacintra de México), consecuentemente se vinculan algunas universidades, como CUAAD, CUCEA, CUCEI, CUCIENEGA; UP, UTZMG, UAG, ITESM e ITESO, y otras como UVM, UNIVER, UNIVA, Tecnológico de Ocotlán y CETI Ocotlán y, desde luego, algunos organismos gubernamentales (Coecytjal, Fojal, Impi y Conacyt). Estos vínculos han permitido la realización de acciones en conjunto; los apoyos han

facilitado las asociaciones entre las empresas muebleras, asesorías y consultorías sobre las áreas básicas, incluso legales, ofrecidas por las universidades, así como programas de crédito o financiamiento de los organismos gubernamentales.

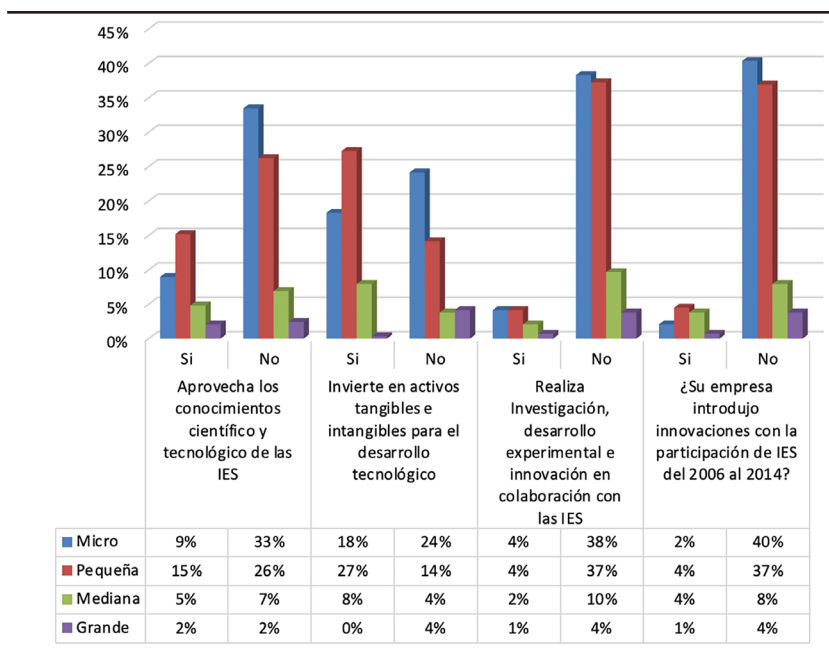
FIGURA 2
RED DE COLABORACIÓN ENTRE EMPRESAS MUEBLERAS CON LAS UNIVERSIDADES Y LOS
ORGANISMOS GUBERNAMENTALES



Fuente: elaboración propia.

La transferencia de conocimiento científico, tecnológico e innovación constituye entre los agentes heterogéneos, ya que demuestra la cantidad de conocimiento aplicado en las empresas muebleras. En este caso se puede apreciar el fortalecimiento de las empresas a través de esta transferencia.

GRÁFICA 1
FORTALECIMIENTO DE LAS EMPRESAS CON LAS IES



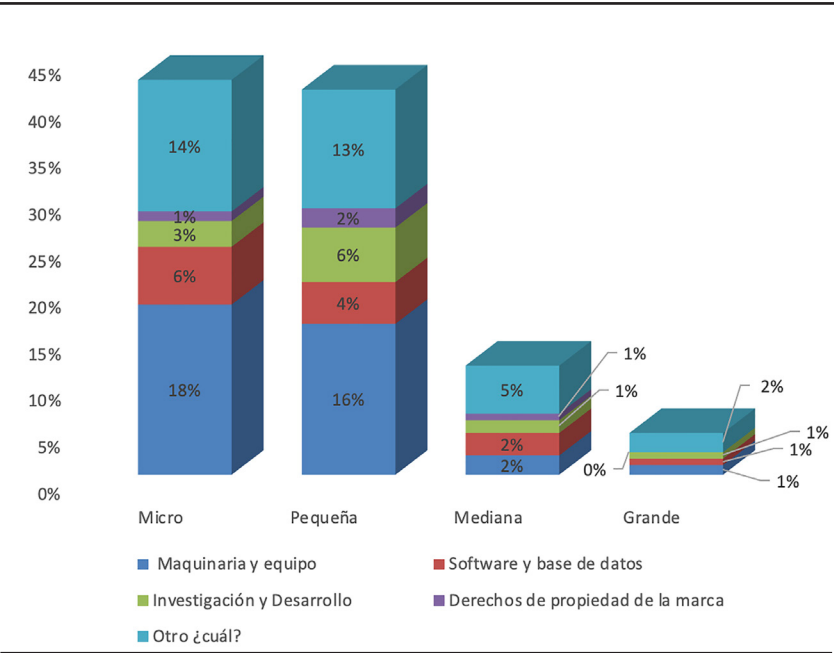
Fuente: elaboración propia.

El aprovechamiento del conocimiento científico y tecnológico en las empresas madereras representa 31%; asimismo, 53% representa los activos tangibles e intangibles en la inversión, como maquinaria o patentes; 11% realiza alguna investigación o desarrollo experimental e innovación en colaboración con las universidades; por último, se solicitó información sobre la introducción de innovaciones con la participación de las universidades durante el periodo 2006-2014, área que representa sólo 7%, esto quiere decir que durante ocho años no se generaron innovaciones en las empresas madereras en conjunto con las universidades.

Asimismo, a través de las empresas se obtuvo información sobre la inversión en activos, productos tangibles e intangibles, detonantes de la transferencia de conocimiento científico y, consecuentemente, la generación de innovación. La inversión en maquinaria y equipo en las microempresas tiene un activo básico para su operación que representa 18%, 6% en software y base de datos, 16% de inversión en maquinaria y equipo, 6% en investigación y desarrollo, y 4% en uso de software y

base de datos; respecto a las medianas y grandes empresas casi no se han reflejado grandes cantidades de inversión en sus instalaciones. Es importante resaltar que el uso de derechos de propiedad de la marca refleja 4% en todos los tamaños de las empresas, lo que significa que tiene pocas actividades de inversión en el registro de sus productos.

GRÁFICA 2
INVERSIÓN EN ACTIVOS

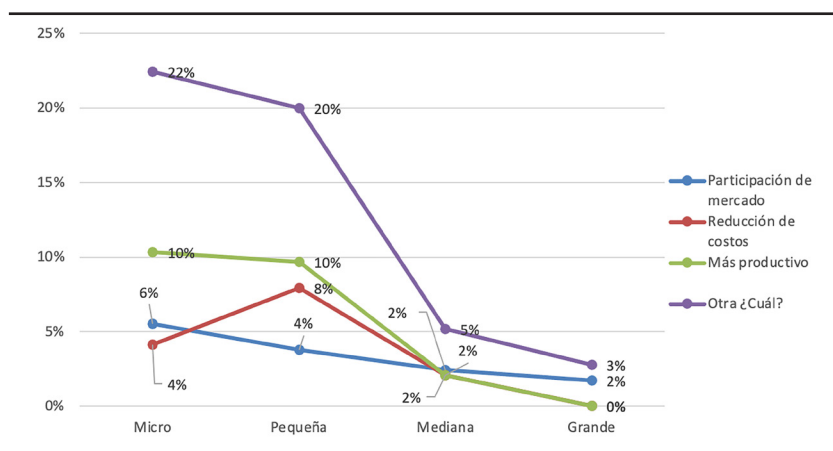


Fuente: elaboración propia.

Unas de las preguntas que se realizó a las empresas fue qué tipo de innovación habían consolidado con las universidades; 72% corresponden al rubro “Otro ¿Cuál?”, es decir, no ha habido innovaciones; únicamente 3% de las micros, 3% de las pequeñas y 1% de las medianas realizaron innovación organizacional o mercadotecnia; otros 3% de las micros y 3% de las pequeñas realizaron innovación organizacional o en mercadotecnia e innovación de productos y procesos. Por otro lado, en lo que corresponde a innovación únicamente de productos o procesos, las micro representaron 2%, las pequeñas, 6%, y las medianas, 3 por ciento.

En cuanto al tipo de colaboradores con los que cuentan las empresas, base para generar innovaciones, 52% cuenta con enfoque de innovación; 6% corresponde a innovadores informales que colaboran en las micros; 9% en las pequeñas y 2% en las medianas. En las empresas grandes, los informales colaboradores no se reflejan casi nada: micro, 6%, pequeñas, 5%, mediana, 2% y grande, 1 por ciento.

GRÁFICA 3
RESULTADOS DE LA INVERSIÓN EN INNOVACIÓN EN LAS EMPRESAS MUEBLERAS



Fuente: elaboración propia.

Se evidencia una tendencia respecto al rubro “Más productivo” en los resultados de inversión en innovación: 10% en las microempresas; 10% en las pequeñas, sólo 2% en las medianas; la “Participación de mercado” representa 6% en las micros, 4% en las pequeñas y 2% en las medianas. Por otro lado, la inversión en innovación ayudó a las empresas a reducir costos, sobre todo en las pequeñas empresas con 8%, mientras que en las micro sólo 4 por ciento. Por último, 50% no han realizado inversión para la innovación.

Algunas de las universidades de Jalisco con las que se han vinculado las empresas muebleras, en términos de aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos, han logrado dos patentes, que se encuentran en trámite para su aprobación. Todos los derechos se ceden a las empresas beneficiadas, además de que se ofrecen capacitaciones para la protección de marcas hasta su registro. Lamentablemente no todas las universidades cuentan con una adecuada estructura –tanto

administrativa como de infraestructura— para la transferencia de conocimiento científico y tecnológico, aunque ya se cuenta con el centro de diseño, que alberga equipamiento para transferencia.

Respecto a las actividades de transferencia en algunas universidades privadas, la investigación es aplicada por declaración y naturaleza para crear un impacto positivo en el corto y mediano plazo, para finalmente llegar a ser un producto o un servicio para apoyar a la creación de una empresa como estrategia de innovación. Cuentan con oficinas de transferencia tecnológica (OTT) para gestionar la investigación producida en la institución, así como la gestión de protección de los productos para transferirlos a las empresas; es decir, la OTT detona proyectos que pueden ser desarrollados por los centros o los grupos de investigación, con fondos del gobierno u otros. Asimismo, estas universidades cuentan con estructura administrativa y personal especializada; por ello las aportaciones de conocimiento científico y tecnológico son de investigación aplicada, nuevos procesos de innovaciones, algunos instalados en las empresas y otros comercializados y publicados.

Muchas instituciones de educación superior están a la vanguardia por las plataformas educativas, redes sociales, etc., que constituyen una forma de transmisión de conocimiento en el proceso de enseñanza. Continuamente las universidades desarrollan infraestructura tecnológica, misma que aplican en las aulas, a través de redes internas, sistemas y servicios, recursos con los que cuentan. Por otro lado, están en constante formación para adquirir conocimientos mediante educación continua, diplomados, talleres, entre otras actividades, que se realizan para el sector productivo o público. Es una manera de aplicar sus conocimientos y fortalecer la relación entre gobierno, universidad y el sector empresarial.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la Universidad de Guadalajara se encuentra el departamento de Madera, celulosa y papel, que durante un tiempo estuvo apoyando a la cadena mueblera; no obstante, debido a la poca respuesta de la industria mueblera y a la demanda por parte de los empresarios, el departamento se replegó a otras actividades de celulosa y papel. Es importante explicar que es difícil que los investigadores de cualquier universidad

puedan realizar actividades de desarrollo para la cadena productiva o de procesos tecnológicos.

En términos generales, las principales instituciones que cuentan con infraestructura adecuada para la transferencia de conocimiento científico y tecnológico, públicas o privadas, son la UDG, Tecnológico de Monterrey, UP, ITESO, UNIVA y la UAG. En el caso de la UDG, se ha invertido en sus diferentes centros para construir laboratorios y espacios; la Universidad Panamericana, por su parte, cuenta con áreas de muebles, para las que adquirió equipos y maquinaria operados por ingenieros para desarrollar prototipos. Asimismo, el TEC de Monterrey tiene laboratorios y centro de diseño, mientras que el ITESO cuenta con centro de diseño y aulas equipadas para ofrecer capacitaciones al sector empresarial.

De acuerdo con lo anterior, se han hecho propuestas para el mejoramiento de las TIC a través de programas como ERP, sistema de software para control que engloba áreas básicas como manufactura, finanzas, contabilidad y producción, administrativas y de comercialización, así como proyectos estratégicos como parques industriales, creados a través de lay out completo, y manufactura esbelta *ad hoc*, así como gestiones de la innovación y programas de diseño en la empresa.

Las aportaciones de conocimiento científico, tecnológico e innovación para contribuir a la competitividad, aplicadas en muy pocas empresas, son: mejoras de procesos y estudios de mercados; no obstante, no se han implementado proyectos de desarrollo tecnológico que hayan beneficiado a la industria mueblera. Los estudios de mercado realizados por la Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana de Guadalajara (UTZMG), en conjunto con las empresas muebleras y gobierno se enfocaron en la generación de sistemas de control de costos, nóminas, sistemas simplificados, control de inventarios, relaciones con clientes para la exportación.

Desde el punto de vista gubernamental, no cabe duda que las universidades generan conocimiento científico y tecnológico, pero se quedan con él, pocas veces lo transmiten y aplican a la industria mueblera. Por ejemplo, se ha generado conocimiento CTI en CUCIENEGA, ubicado en Ocotlán, Jalisco, región Ciénega, pero lamentablemente su implementación salió mal, ya que el compromiso de cada actor no se dio de la mejor forma; esto es, se se salió del control de los académicos que lo dirigían. Por lo tanto, el empresario no quedó contento. Otro de

los casos fue entre empresas que fabrican equipales en conjunto con el centro universitario del sur de la Universidad de Guadalajara. Las empresas optimizaron 20% de tiempo al fabricar una parte del mueble equipal (“la barita que sostiene el equipal que va cruzada y que se llama estaca; a esa estaca se le hace un tipo punta como un cuello, que es justamente en donde va agarrar el hilo o cuero con lo que se marra la base del equipal”). La universidad participó con el desarrollo de una máquina para que los equipaleros siguieran su proceso artesanal.

Por otro lado, existen organismos gubernamentales que financian recursos económicos para el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades productivas de las empresas, pero lamentablemente desconocen que las universidades generan y aplican conocimiento, además de que cuentan con estructura adecuada para la transferencia de conocimiento científico y tecnológico para fortalecer los procesos de innovación en la industria mueblera de Jalisco.

Tampoco se conoce algún investigador que haya proporcionado desarrollo específico a la cadena productiva. El mayor logro conseguido fue la unión de los diferentes organismos durante casi 8 años; lamentablemente es un sector desarticulado, debido a que hay varias cámaras o asociaciones empresariales que lo representan. Lo ideal es conjuntarlo para que trabajen por un único objetivo; para ello se han hecho varios talleres, como planeación estratégica, para detonar proyectos enfocados a la comercialización, tanto local como internacional.

En términos generales, la transferencia de conocimiento científico, tecnológico e innovación es escasa. De acuerdo con los resultados, muchas universidades sí cuentan con infraestructura, pero no lo aplican o muchas empresas no se acercan a las instituciones para buscar la manera de apoyarse con sus instalaciones

CONCLUSIONES

La industria manufacturera de muebles ha vivido procesos de transformación de empresarios con un perfil más tradicional, con conocimientos de manufactura poco actualizados y tecnificados, como los implementados en países considerados muy competitivos a nivel mundial. Por ello, la inversión en este rubro y una mayor participación en proyectos conjuntos entre los sectores productivos y académicos es imperativa, así como el apoyo del gobierno para la asignación de fondos públicos

para el fortalecimiento de la planta productiva con fines de innovación y competitividad.

Se concluye que sí existe infraestructura tecnológica en las universidades e IES públicas y privadas para la transferencia de conocimiento CTI; sin embargo, los retos y desafíos de la vinculación universidad-empresa-gobierno para el presente milenio son enormes, considerando la fragilidad o volatilidad de las finanzas de las empresas, instituciones u organismos.

Dentro de los procesos de vinculación para la innovación entre los agentes heterogéneos que fortalecen al sector mueblero del estado de Jalisco, se puede afirmar que sí existen avances de vinculación entre las universidades (UDG, ITESM, ITESO) con los organismos empresariales del mueble (Afamo, Afamjal, Careintra y Canaco Tlaquepaque), incluso con algunas empresas muebleras directamente. El problema es que esta vinculación ha sido informalmente; es decir, los académicos y estudiantes provenientes de las universidades buscan la manera de vincularse con el sector a través de algún proyecto de diseño o de consultorías universitarias financiadas por fondos de organismos gubernamentales, como Fondo Jalisco (Fojal); otras veces los estudiantes son obligados a realizar su servicio social o prácticas profesionales, aunque para esto último se firma un convenio marco que establece puntos principales para ambos.

Sobre la transferencia de conocimiento CTI hace falta mucho trabajo por hacer. Según los resultados, una buena parte del conocimiento se queda en las universidades y no se transfiere, por lo que se requiere impulsar este tipo de actividades para promover la industria mueblera jalisciense en mercados competitivos, con nuevos diseños, nuevas tecnologías, nueva infraestructura tecnológica de comercialización y nuevos perfiles de capital humano.

Los nuevos retos y desafíos de investigación son el involucramiento de organismos gubernamentales y organismos empresariales, así como las universidades para fortalecer la triple, cuádruple y quintuple hélice con el sector industrial mueblero y transferir conocimiento científico, tecnológico y de innovación.

La siguiente línea de investigación es la transferencia de conocimiento CTI tomando en cuenta los indicadores internacionales de vinculación e innovación entre la academia y el sector mueblero sobre

la realidad aumentada, nuevos recubrimientos, estructura multifuncionales y la ergonomía que se compite cada vez en países desarrollados.

REFERENCIAS

- Ahonen, L. y T. Härmäläinen (2012), "CLIQ: A Practical Approach to the Quadruple Helix", en S. MacGregor & T. Carleton, *Sustaining Innovation; Collaboration Models for a Complex World*. p. 191. London, Springer. <doi https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2077-4_2>.
- Anderson, T.R., T.U. Daim & F.F. Lavoie (2007). "Measuring the efficiency of university technology transfer", *Science Direct: Technovation* 27, pp. 306-318. <doi <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2006.10.003>>.
- Arechavala, V.R. (2010), "Innovación Educativa, ¿en las universidades?", Concyteg, 20. <<http://www.concyteg.gob.mx>>.
- Bautista, E.G. (2014), "La importancia de la vinculación universidad-empresa-gobierno en México", *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* 7467, pp. 1-21. <<https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/issue/view/1>>.
- Bautista, E.G. (2015), "La vinculación entre agentes heterogéneos para la producción de conocimiento e innovación", *Centro de Estudios e Investigación para el Desarrollo Docente AC*, 24, 7467. <<https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/issue/view/1>>.
- Creswell, J.W. (2014), *Research design; Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. EE.UU., SAGE.
- D'Este, P. y S. Iammarino (2009), "The spatial profile of university-business research partnerships", *Intangible Assets and Regional Economic Growth*, pp. 1-30. <doi <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2010.00292.x>>.
- D'Este, P. y P. Patel (2005), "University - Industry linkages in the UK: what are the factors determining the variety of university researchers' interactions with industry?", *The DRUID Tenth Anniversary Summer Conference*, pp. 1-29. <doi <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.05.002>>.
- D'Este, P., M.E. Castro y G.J. Molas (2014), *Manual de Indicadores de Vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico*. Valencia, Ingenio. <<http://www.rieyt.org/2017/06/manual-de-indicadores-de-vinculacion-de-la-universidad-con-el-entorno-socioeconomico-manual-de-valencia/>>.
- Debackere, K. y R. Veugelers (2005), "The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links", *Research Policy*, pp. 321-342. <doi <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.12.003>>.
- Drucker, E.P. (1986), *Innovation and Entre-prenurship; practice and principles*. EE.UU., Harper. <https://books.google.com.mx/books?id=M1NsLlsR3hgC&hl=es&source=gbs_book_other_versions>.
- Etzkowitz, H. y L. Leydesdorff (1995), "The Triple Helix. University-Indus-

- try-Government Relations: A Laboratory for Knowledge-Based Economic Development", *EASST Review*, 14, pp. 14-19. <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2480085>.
- García, L. L. (2004), "Estrategias de gestión para la capitalización del conocimiento en el contexto de la relación universidad. Sector productivo", *Educere: Revista Venezolana de Educación*, (27), pp. 507-516. <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1148907>>
- Geels, F.W. (2006), "Co-evolutionary and multi-level dynamics in transitions: The transformation of aviation systems and the shift from propeller to turbojet (1930-1970)", *Technovation*, 29(9) pp. 999-1016. <<https://doi.org/10.1016/j.2005.08.010>>.
- Guerrero, M. y C. Santamaría (2020), "Ecosistema y actividad emprendedora en México: un análisis exploratorio", *Perfiles Latinoamericanos*, pp. 227-252. <[doi 10.18504/PL2855-009-2020](https://doi.org/10.18504/PL2855-009-2020)>.
- Hernández Sampieri, R., C. Fernández Collado y L. Baptista (2010), *Metodología de la Investigación*. México DF: McGraw Hill
- Lai, W.H. (2011), "Willingness-to-engage in technology transfer in industry–university collaborations", *Journal of Business Research in Elsevier*, pp. 1218-1223. <[doi https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2011.06.026](https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2011.06.026)>.
- Londoño, G.J., R.S. Velásquez, R.M. Villa, C.F. Franco y R.N. Viana (2018), "Identificación de tipos, modelos y mecanismos de transferencia tecnológica que apalancan la innovación", *Revista CINTEX*, 23 (2), pp. 13-23. <[doi https://doi.org/10.33131/24222208.314](https://doi.org/10.33131/24222208.314)>.
- Lundvall, B.A. (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of innovation and interactive learning*. London, Pinter. <[doi https://doi.org/10.1080/08109029308629360](https://doi.org/10.1080/08109029308629360)>.
- Montiel, L.Y., B.J. Escobar, É.L. Castillo y C.A. González (2020), "El papel de la transferencia internacional de tecnología en los sistemas nacionales de innovación de los países en desarrollo", *Revista científica ECOCIENCIA*, pp. 1-32. <<http://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/296>>.
- Nelson, R.R. (1993), *National Innovation Systems: A comparative Study*. Oxford, Oxford University Press. <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1496195>.
- Penprase, B.E. (2018), "The Fourth Industrial Revolution and Higher Education", en N.W. Gleason, *Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution* (1,) 238. Singapore, Yale-NUS College. <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-981-13-0194-0.pdf>>.
- Rickne, A., S. Laestadius y H. Etzkowitz (2013), "Innovation Governance in an Open Economy, Routledge: EE.UU.", *Routledge*. <[doi https://doi.org/10.4324/9780203121306](https://doi.org/10.4324/9780203121306)>.
- Siegel, D., D. Waldman y A. Link (2003), "Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology

- transfer offices: an exploratory study", *Research Policy*, pp. 27-48. <doi 10.1016/S0048-7333(01)00196-2>.
- Touriñán, L.J. (2019), "La transferencia de conocimiento como proceso: de la universidad al sector educativa. una mirada desde la pedagogía", *Revista boletín REDIPE*, pp. 20-65. <<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/695>>.
- Viale, R. y H. Etzkowitz (2010), *The Capitalization of Knowledge; A Triple Helix of University-Industry-Government*. Cheltenham, UK / Northampton, MA, USA, Edward Elgar Publishing Limited. <<https://www.worldcat.org/title/capitalization-of-knowledge-a-triple-helix-of-university-industry-government/oclc/1028008879?referer=di&ht=edition>>.
- Wright, M., B. Clarysse, A. Lockett y M. Knockaert (2008), "Mid-range universities' linkages with industry: Knowledge types and the role of intermediaries", *Research Policy* 37, pp. 1205-1223. <doi <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.04.021>>.



Observatorio Económico del Estado de México

El objetivo del observatorio económico del Estado de México (OEEM) es hacer un seguimiento de los principales indicadores de coyuntura de la actividad económica estatal con el fin de contribuir a la toma de decisiones de los diferentes actores sociales con base en mayor información. A través de un análisis conciso, objetivo y oportuno, los investigadores del OEEM dan cuenta de la realidad económica estatal y del comportamiento esperado de los indicadores de coyuntura.



<https://oeemcice.wixsite.com/ciceuaemex>

Cambio tecnológico, migración de talento y habilidades de la fuerza laboral en el sector manufacturero en México y el mundo (2015-2019)

MARIO ALBERTO MORALES SÁNCHEZ*

Partiendo del marco teórico de la economía evolutiva, en este trabajo se realiza un análisis sobre la migración de talento laboral entre las distintas subramas de la industria manufacturera y las habilidades laborales que requiere el mercado en cada una de ellas. Se realiza una comparación del caso mexicano con el mundo, para determinar cuáles son las principales ramas atractoras y expulsoras de trabajo, así como las habilidades laborales más demandadas en cada rama. Para ello se utilizan datos proporcionados por el Banco Mundial en alianza con LinkedIn, Digital Data for Development, y se emplea la teoría de grafos como metodología para el análisis de estos. La principal aportación radica en establecer cuáles son las ramas manufactureras atractoras de empleo en México y a nivel mundial, y cuáles aquellas que han tenido una pérdida neta en los últimos 5 años. En términos prospectivos este análisis puede contribuir al desarrollo de políticas industriales enfocadas a las ramas dinámicas de la economía mundial.

Palabras clave: innovación tecnológica; capital humano; migración de talento; política industrial.

Clasificación JEL: 015, 025, O30.

* Profesor de tiempo completo, Facultad de Economía, UNAM, México.
Correo-e: almoralesanchez@gmail.com

ABSTRACT

Technological change, migration of talent and skills of the workforce in the manufacturing sector in Mexico and the world (2015-2019)

Based on the theoretical framework of the evolutionary economy, this work presents an analysis on the migration of work talent between the different branches of the manufacturing industry, and the main skills demanded. A comparison of the Mexican case is made with respect to the world to determine which are the main industries of attraction and expulsion of work. This is done using data provided by the World Bank in partnership with LinkedIn, Digital Data for Development, using graph theory as a methodology for the analysis. The main contribution lies in establishing which are the manufacturing branches that are attracting employment in Mexico and globally, and those that have had a net loss in the last 5 years. In prospective, this analysis could contribute to the development of industrial policies focused on the dynamic industries of the world economy.

Keywords: Technological innovation, Human capital, Talent migration, Industrial policy.

JEL Classification: 015, 025, O30.

INTRODUCCIÓN

La reconfiguración económica ocurrida en los últimos 20 años a partir de la propagación de los cambios tecnológicos relacionados con las tecnologías de la información y comunicación ha cambiado los patrones de especialización de las economías y las habilidades requeridas por parte de los trabajadores para desempeñar actividades tanto tradicionales como las de reciente aparición.

El presente trabajo analiza precisamente los cambios en los patrones de especialización laboral, medida a través de la migración de talento dentro del sector manufacturero y hacia afuera del mismo, así como las habilidades laborales requeridas actualmente en cada una de las ramas de dicho sector. Esta comparación se enfoca en México a partir de las principales tendencias mundiales.

Este estudio permite tener un panorama general de cómo los cambios tecnológicos recientes han impactado tanto la dinámica de

crecimiento de las ramas de la industria manufactura, como las habilidades de la fuerza de trabajo para colocarse en actividades dentro o fuera de las manufacturas.

Para ello se utilizan datos de la alianza entre el Banco Mundial y LinkedIn, Digital Data for Development, que analizan la información de millones de suscriptores a LinkedIn para arrojar información relativa a la migración de talento entre países y sectores económicos, además de proveer información relacionada con la acelerada modificación de las habilidades de trabajo que las economías demandan. Estos datos son analizados con la metodología de teoría de grafos.

El análisis de la información permite observar patrones que muy probablemente reflejen tendencias de largo plazo en los mercados laborales, como la migración de talento de alta y mediana especialización de las economías de ingresos medios y bajos hacia economías desarrolladas. Ello tiene importantes implicaciones para las políticas de inversión en formación de capital humano en virtud de que, en una proporción creciente, el gasto en la etapa formativa de los futuros trabajadores se realiza en las economías en desarrollo, pero, ante la falta de dinamismo de los mercados laborales en estos países, se producen efectos de expulsión de talento hacia economías con mercados de trabajo de mayor dinamismo y mejores salarios.

De acuerdo con los datos de LinkedIn, en los últimos 5 años la mayoría de los países en desarrollo perdió talento neto que migró hacia países de altos ingresos. De las 20 naciones que más talento atrajeron, 14 eran de ingreso medio y alto, particularmente en sectores transables.

En parte, ello se debe al mayor dinamismo de los sectores tradicionales en los países de altos ingresos, pero también al mayor desarrollo en sectores de reciente creación y muy alto crecimiento, como los basados en conocimiento y con un estrecho vínculo con la actividad científica y tecnológica, como la nano y biotecnología, la robótica, la inteligencia artificial, etc.

Pero no sólo existe migración de talento entre países, sino que también el cambio tecnológico ha generado una reconfiguración de los flujos de talento al interior de las industrias en un mismo país. Los datos muestran que hay actividades económicas que en los últimos 5 años han expulsado talento hacia otras industrias, lo que, a su vez, ha incentivado una reconfiguración de las habilidades tecnológicas, cada vez más altas

y especializadas, que la fuerza de trabajo requiere para desempeñarse exitosamente en las actividades hacia las que migran.

De esta forma, el estudio muestra el flujo de trabajadores entre las ramas de la manufactura, tanto en tendencias mundiales como en la forma que éstas adoptan, en el caso específico de México. Al respecto, las teorías de las capacidades o competencias (Hodgson, 2007), concretamente las vinculadas con la teoría evolutiva (Nelson y Winter, 1982; Antonelli, 2014; Harper, 2018) muestran, en última instancia, que son las capacidades y habilidades de la fuerza laboral las que moldean ambientes propicios para la capacidad innovadora en las economías.

Como es sabido, en las últimas décadas el sector manufacturero mexicano ha sido un enclave de generación de empleos, inversión y exportaciones principalmente. Sin embargo, trabajos previos que estudian la estratificación de la industria en México con base en teoría de grafos y análisis de matriz-insumo- producto, como el que presentan Fuentes y García (2009) y García, Morillas y Ramos (2005), encuentran que el sector manufacturero ha dejado de ser clave en la articulación del sistema económico si se consideran las relaciones de causalidad basadas en las interrelaciones productivas internas y globales, así como de la centralidad en el sistema. Una de las explicaciones posibles de esta pérdida de centralidad de la manufactura en el sistema económico es la falta de adaptación de las habilidades laborales a las nuevas condiciones tecnológicas presentes en el mercado mundial. En este sentido, el presente trabajo es complementario con los hallazgos presentados en los trabajos referidos.

Otra variable que puede ayudar a comprender la migración de talento es el nivel salarial. Mientras el promedio mensual de los salarios en América Latina en 2020 es de 443.33 dólares, el promedio salarial de los 20 países con mayores retribuciones salariales es de 338.05 dólares por mes. México se encuentra por encima de la media latinoamericana con 467 dólares.¹ Por ejemplo, trabajos como el que presentan Patt *et al.* (2020) concluyen que las habilidades de los migrantes mexicanos en Estados Unidos representan una variable fundamental para determinar diferencias en términos salariales. Plantean que las habilidades ocupacionales proveen información muy parecida a la que se obtiene

¹ Organización Internacional del Trabajo (2021) <<https://ilostat.ilo.org>>.

del análisis con base en salarios, aunque esta última variable resulta una mejor aproximación para explicar la capacidad productiva de los trabajadores migrantes. Aunque la disparidad salarial contribuye con la migración de talento entre países, y resulta de interés desarrollar líneas de investigación que vinculen la migración laboral con el salarial, la base de datos utilizada para realizar esta investigación no permite establecer dicha relación, por lo que se concentra en la identificación de habilidades.

Este trabajo se divide de la siguiente manera: en la sección segunda se muestra el marco teórico relativo a la importancia de las capacidades y habilidades como factores de crecimiento económico. En la sección tres se muestran las características de los datos y la metodología que sirve como base del desarrollo de los elementos de análisis, concretamente, la teoría de grafos. En la sección cuarta se muestran los resultados y la interpretación de estos, para finalizar con las conclusiones y opciones de política industrial.

1. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

En términos generales, la teoría económica concibe la innovación tecnológica como conocimiento acumulado por las empresas en un contexto de competencia, que permite la creación de nuevas soluciones técnicas (nuevos productos, servicios, procesos, etc.), las cuales generan ganancias extraordinarias en el largo plazo. Sin embargo, una diferencia importante entre distintas teorías se relaciona con quiénes son los portadores de ese conocimiento o, en otros términos, ¿el proceso de aprendizaje y conformación de capacidades ocurre en las organizaciones o en los individuos? Esta pregunta ha sido respondida dentro de la literatura especializada en al menos dos sentidos: en primer lugar, la llamada teoría económica evolutiva ha postulado mayoritariamente que los procesos de aprendizaje, creación retención y replicación de conocimiento ocurren dentro de las empresas como organización; en segundo lugar, otros autores han establecido que tales procesos ocurren prioritariamente a través de la interacción de los individuos.

Desde el punto de vista de la teoría económica, y en particular de la perspectiva de la teoría económica evolutiva, el aprendizaje ocurre a nivel de las empresas, por lo que es la estrategia más importante para la generación de nuevas combinaciones productivas que desencadenen

procesos de innovación (Marengo y Pasquali, 2008). El aprendizaje genera la conformación de capacidades organizacionales que se utilizan no sólo para combinar de manera óptima los factores de la producción requeridos, sino principalmente para experimentar con nuevos insumos y procesos productivos que dinamizan y mejoran la producción. Si bien una empresa puede desarrollar un conjunto amplio de capacidades productivas, existe un subconjunto de ellas asociado directamente con el aprendizaje para la innovación. Las diversas teorías del cambio tecnológico basadas en esta concepción proponen que la generación de mejores combinaciones ocurre mediante un proceso de acumulación y combinación de conocimiento al interior de las empresas, expresado en la obtención sistemática de capacidades empresariales (Dosi *et al.*, 2000).

Dicho conocimiento se produce a partir de la mejora continua de las prácticas productivas (Nelson y Winter, 1982), y la absorción de nuevo conocimiento generado por otras organizaciones (Cohen y Levinthal, 1990), sean estas otras empresas centros de innovación y desarrollo, etc. Todo este proceso de creación y absorción de conocimiento depende de lo que se ha llamado aprendizaje organizacional; es decir, el proceso mediante el cual los sujetos dentro de una organización adquieren y transforman la información interna y externa para generar patrones comunes de comportamiento y acción que se difunden y generalizan en toda la organización (Dosi *et al.*, 2003).

Nelson y Winter (1982) proponen un énfasis especial en la importancia del conocimiento organizacional, como un atributo de la “empresa como un todo”, el cual no se constituye como una suma o agregación simple del conocimiento de los agentes individuales, sino que representa un conocimiento distinto e identificable de manera independiente. Debido a que un sólo agente es incapaz de conocer todas las tareas que se realizan al interior de una empresa, la organización como un ente unificado “sabe” más que cualquier agente individual. Estos mismos autores establecen que el conocimiento adquirido por una organización puede ser modificado de manera deliberada por medio de esfuerzos conscientes dirigidos a alcanzar algún fin particular, aunque también es posible que se modifique por hechos no deliberativos, resultado de la acción automática de los agentes, o por factores azarosos que incluyen todo tipo de contingencias operacionales o medioambientales. Una de las aportaciones más importantes de la teoría evolutiva es haber

reintroducido en el debate económico el concepto de rutinas organizacionales como una forma de explicar el funcionamiento de la empresa. Las rutinas son entendidas como habilidades cognitivas organizacionales que tienen la característica de ser programáticas, no deliberativas y automáticas.

Por otra parte, Cañibano y Potts (2019) establecen que es necesario reconstituir los fundamentos conceptuales de la teoría económica evolutiva al trasladar los fundamentos de la generación colectiva de conocimiento (en las empresas primordialmente) hacia una epistemología del agente individual que genera y utiliza el conocimiento en una estructura organizacional determinada. En el mismo sentido, Foss (2006) establece que la empresa, al igual que cualquier otra organización, se encuentra definida por la interacción de agentes individuales dentro de una unidad colectiva, la cual se sitúa en dos niveles distintos de agregación: el colectivo, que se expresa en las características derivadas de los fenómenos sociales; y el individual, definido por las acciones emprendidas por los agentes al interior de la empresa. Son precisamente estos agentes individuales los que tienen la capacidad biológica de aprendizaje mediante la creación, selección y retención de conocimiento. Por su parte, Vromen (2006a) establece que puede ser un error intentar reducir el conocimiento sólo a lo que ocurre dentro de la cabeza de los individuos: los aspectos sociales y culturales tienen una importancia decisiva en el proceso cognitivo. El problema es que la teoría económica evolutiva, al parecer, sólo reconoce un tipo de conocimiento social y tácito, que es automático y que aparentemente no tiene su origen en la consciencia individual de los agentes. Para estos autores resulta más conveniente recurrir a una concepción de agente empresarial que tome en cuenta la capacidad de los individuos para realizar acciones conscientes y deliberadas, como una manera de superar los problemas impuestos por la incertidumbre del ambiente. No obstante, esto no descarta que también pueda existir algún tipo de comportamiento no deliberativo y rutinario en ciertos procedimientos internos de la empresa.

Al respecto, Vromen (2006b) plantea que la deliberación consciente también presupone ciertas “habilidades” para su ejecución, que no todos los individuos poseen, por lo que el campo del comportamiento con base en habilidades no se encuentra restringido a un modo particular de comportamiento, más bien comprende todo el desempeño exitoso dentro de las empresas. Una regla que puede ayudar a enfrentar la incer-

tidumbre es, por ejemplo: *si ocurren situaciones del tipo X, entonces hacer Y*; esto implica una elección consciente. No todas las elecciones conscientes se conducen de este modo; existen algunos casos en que los agentes se sienten suficientemente confiados para solucionar un problema sólo mediante la concentración en ese problema específico, y prefiguran su solución sin recurrir a reglas de deliberación consciente que hayan funcionado bien en situaciones previas (Vromen, 2006b).

La acción individual dentro de las organizaciones no debe interpretarse únicamente como una especie de reglas inconscientes que determinan la acción (rutinas), sino también como “pistas” o “claves” que desencadenan en el agente un proceso consciente de transformación de la información en decisiones que le permiten actuar en situaciones novedosas. El punto central es que existe una “coexistencia” permanente al interior del individuo entre las acciones derivadas de su elección consciente y las que son inconscientes o rutinarias; es decir, en algunas ocasiones las actividades automáticas se encuentran precedidas de una elección consciente.

No obstante, debe notarse que desde ambas perspectivas las habilidades o capacidades individuales anteceden la acción colectiva. Si bien para la teoría económica evolutiva las habilidades individuales no se explican sin situarse o contextualizarse dentro de un conjunto de acciones colectivas convertidas en rutinas, debe entenderse que la base del funcionamiento organizacional son precisamente dichas habilidades que el funcionamiento colectivo logra armonizar con las estrategias y objetivos de la empresa. Respecto a las habilidades individuales requeridas para el funcionamiento de las rutinas, si bien pueden adquirirse previamente, para la teoría económica evolutiva son más importantes para el funcionamiento de la organización aquellas que se conforman en los centros directos de actividad. Autores como los citados han flexibilizado los supuestos de la conducta no deliberativa y rutinaria presentes en la teoría económica evolutiva; han puesto mayor énfasis en el aprendizaje individual y en la obtención consciente de habilidades que ayuden a la solución de los problemas colectivos. En todo caso, la adquisición de habilidades individuales y colectivas se sitúa en el centro de la discusión relacionada con los factores que inciden en la emergencia de la innovación tecnológica, por lo que la adquisición y mejoramiento de dichas habilidades reviste una importancia de primer orden.

Una posible solución a la discusión de la posición de las habilidades individuales en la dinámica y estructura de las organizaciones se encuentra en la síntesis propuesta por algunos autores al intentar responder la siguiente pregunta: ¿Cuál es la relación entre procesos cognitivos individuales y generación de reglas sociales? Dichos autores proponen un proceso evolutivo de generación de reglas que parte de lo individual y llega a lo social, como un proceso de construcción de modelos mentales colectivos con características emergentes. Esta propuesta se explica a continuación.

El planteamiento anterior concuerda con la explicación ofrecida por Dopfer y Potts (2008) sobre el fundamento del cambio organizacional evolutivo, al hacer explícito un elemento importante que consiste en proponer un proceso evolutivo capaz de explicar la emergencia de nuevas reglas en los agentes individuales y su adopción por la comunidad. Las reglas de segundo orden, o reglas diseñadas para generar nuevas reglas (las cuales son el fundamento evolutivo del cambio organizacional), tienen un proceso que comienza cuando un agente “inventa”² una nueva forma de resolver un problema. Posteriormente, continúa con su adopción individual, cuando el agente logra constatar que dicha regla le permite una mejor solución al problema que enfrenta, y encuentra conveniente su utilización futura. El proceso finaliza con la retención de la regla a partir de su utilización reiterada en un conjunto de problemas específicos.

Sin embargo, para lograr que una o varias reglas individuales se consoliden y pueda generarse a partir de ellas una trayectoria organizacional específica es necesario que se generalicen en una población de carácter meso-económico, por lo que la fase de adopción individual, marcada como el momento en el que la nueva regla aparece ante la percepción de los demás agentes, se convierte en la fase de origen de una nueva regla social. Posteriormente, una vez que la nueva regla comienza a ser parte de la información disponible para los demás agentes, ocurre un proceso de replicación donde aquellas reglas que resulten exitosas serán adoptadas por cada vez más agentes como parte

² La emergencia de una nueva regla obedece al proceso cognitivo en el cual el agente individual procesa cierta información procedente del medio ambiente y altera los esquemas mentales que ha logrado construir previamente, al corregir, reforzar o desaprender parte del conocimiento previo. Lo que aquí se propone es que, de esa combinación de información nueva con información pasada, surgen nuevas reglas de acción con distintas potencialidades de generalización.

de sus acciones corrientes. Finalmente aparece también un proceso de retención donde lo que otrora fue una novedad “ideada” por un agente particular se institucionaliza y se convierte en una práctica socialmente aceptada. Este es un enfoque evolutivo del avance del conocimiento a través de la evolución de las reglas (Dopfer y Potts, 2008; Dopfer *et al.*, 2004; Dopfer, 2005). En términos de la discusión que se ha dado hasta aquí puede afirmarse que la replicación de las reglas ocurre mediante la interacción de los agentes que participan en un contexto organizacional, por lo que su institucionalización como práctica recurrente es una manera de asegurar su autoejecución. La fase de institucionalización representa también una manera de concreción de nuevas expectativas entre los agentes, las cuales sustituyen dominios de interacción específicos.

En términos generales puede resumirse que el fundamento evolutivo del cambio en una organización se encuentra en el agente individual con capacidades cognitivas y de procesamiento de la información que le permiten transformar la información recabada del ambiente en nuevas reglas de acción que determinan su praxis cotidiana. Dichas reglas son de alguna manera validadas por la estructura social particular en la que el agente se desenvuelve, y su propagación depende de las interacciones que dinamizan a la población. En términos de la estructura empresarial, la adopción de nuevas reglas depende de la división cognitiva interna del trabajo y de las formas de gobierno que prevalezcan en un momento determinado; habrá estructuras de gobierno más inclinadas a la exploración del medio ambiente, por lo que su propensión al cambio será mayor que aquellas empresas poco expuestas a los parámetros externos. La adopción social de nuevas reglas de acción se erige como una concreción institucional, un patrón emergente de comportamiento con características propias. Esta nueva forma organizacional representa un parámetro agregado de estabilidad cognitiva e institucional, que condiciona las expectativas de los agentes individuales.

2. DATOS Y METODOLOGÍA

2.1. Datos

Como se ha dicho, para este trabajo se utilizan datos provenientes de la colaboración entre el Banco Mundial (BM) y la empresa LinkedIn, Digital Data for Development. Esta alianza dio como resultado la recopilación de información de más de 100 países con al menos 100 000 miembros de LinkedIn cada uno, distribuidos en 148 industrias y 50 000 categorías de habilidades, lo cual representa una muestra no probabilística de al menos 10 millones de observaciones. Esta base de datos presenta importantes ventajas en relación con otras fuentes de información, dado que capta la dinámica constante en el cambio de habilidades, que muchas ocasiones las encuestas gubernamentales tradicionales no capturan (Zhu *et al.*, 2018).

Se utilizan las bases de migración de talento entre industrias³ y de habilidades requeridas por la industria⁴ de los años 2015 a 2019 como insumos para el uso de las metodologías que se describen a continuación.

La utilización de este tipo de bases de información presenta la ventaja de captar en tiempo real la migración de talento entre las distintas ramas de la industria manufacturera en las áreas que conforman la base, en función de las habilidades requeridas por la industria, por lo que representan un indicador dinámico de las modificaciones impuestas por el cambio tecnológico en la composición de la fuerza laboral y de los polos de atracción de la misma. La desventaja evidente es que los datos no provienen de un muestreo probabilístico, por lo que la generalización de los resultados puede estar sujeta a cuestionamientos. No obstante, debido a que el número de observaciones es muy grande, que cada vez son más los usuarios que utilizan este tipo de plataformas digitales para colocarse en un puesto de trabajo y que la fuente de información

³ Migración de habilidades: habilidades ganadas y perdidas. Según las habilidades asociadas con el perfil de un miembro en el momento de la migración. La ganancia o pérdida neta de miembros de otro país con una habilidad determinada dividida por la cantidad de miembros de LinkedIn con esa habilidad en el país objetivo (o seleccionado), multiplicado por 10 000.

⁴ La métrica de habilidades requeridas por la industria captura qué habilidades tienen más probabilidades de agregarse al perfil de un miembro en una industria en comparación con otras industrias. Se calcula utilizando una versión adaptada de una técnica de minería de texto llamada Frecuencia de términos. Este método da más peso a una habilidad para una industria si más miembros de la industria enumeran la habilidad en sus perfiles y la habilidad es más exclusiva de la industria. Las habilidades incluidas son las que se agregan mientras un miembro tiene una ocupación particular (es decir, el enfoque de flujo de habilidades).

permite realizar comparaciones internacionales, es posible conferir una validez analítica a este trabajo.

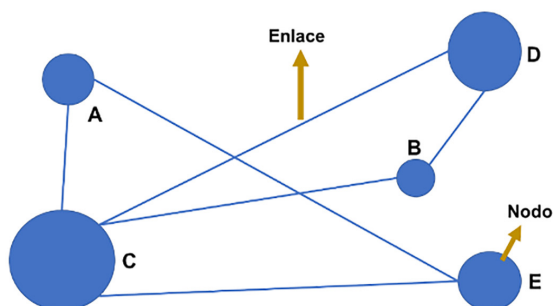
2.2. Teoría de grafos

En las últimas décadas la aplicación de la teoría de redes o grafos en las ciencias sociales ha cobrado gran importancia debido a que con ella se pueden analizar relaciones e interdependencias existentes entre conjuntos de datos, por ejemplo, países, individuos, empresas, sectores económicos, campos semánticos, etc. El comportamiento agregado de una economía no puede analizarse a partir de la interacción de individuos aislados, como propone la teoría neoclásica. Debido a que existe una interacción constante entre los agentes que conforman el sistema económico y que las acciones individuales tienen repercusión en el conjunto de los demás agentes, es posible representar el sistema en su conjunto como una red que evoluciona constantemente.

La evolución de las redes es un fenómeno endógeno, resultado de la interacción de los agentes con sus vecinos cercanos con base en la experiencia, lo que les permite aprender y adaptarse, por lo que se modifica la estructura de la red (Michel y Battiston, 2009). El análisis de redes en la ciencia económica ha sido poco explorado; sin embargo, recientemente ha tenido un importante auge debido a que este tipo de análisis cualitativo permite visualizar de manera sencilla estructuras complejas, como, por ejemplo, el diseño institucional y funcional de un sector o de una economía. En el análisis de una red se considera la estructura de las relaciones en las que cada actor (nodo) se encuentra involucrado; estos actores o nodos se describen a través de sus conexiones, las cuales si son relevantes para la estructura de los nodos, se visualizan en función de dicha relevancia (García, Morillas y Ramos, 2005).

Así, el análisis en red o grafos se centra en las relaciones entre entidades y no en las entidades por sí mismas. De forma sintética, una red es un conjunto de puntos que unidos mediante enlaces (líneas o aristas) o partir de una regla de asociación, que indica cómo se relacionan los nodos (Michael y Battiston, 2009).

FIGURA 1
DIAGRAMA GENERAL DE RED



Fuente: elaborada con base en Newman, 2010.

Una red se puede denotar de manera estándar de la forma:

$$G = (N, E) \quad (1)$$

Donde N es el conjunto de nodos y E es el conjunto de enlaces. Por lo tanto, la Figura 1 está compuesta por 5 nodos y 6 enlaces que pueden ser expresados como:

$$N = \{A, B, C, D, E\} \quad (2)$$

$$E = \{(A, C), (B, C), (C, D), (C, E), (D, B), (E, A)\} \quad (3)$$

Una manera alternativa de representar la relación descrita en la red de la Figura 1 es con una matriz W , conocida como matriz de adyacencia o binaria. En esta matriz W se representan los nodos en las filas y columnas. Si el elemento i está enlazado al elemento j , entonces los elementos w_{ij} y w_{ji} tendrán el valor de 1. En caso contrario, si el vínculo es inexistente, el componente de la matriz tendrá un valor de cero; lo anterior tiene la implicación inmediata de que la matriz de adyacencia es simétrica; tiene el mismo número de filas que de columnas.

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si } i, j \text{ están enlazados} \\ 0, & \text{si } i, j \text{ no están enlazados} \end{cases} \quad (4)$$

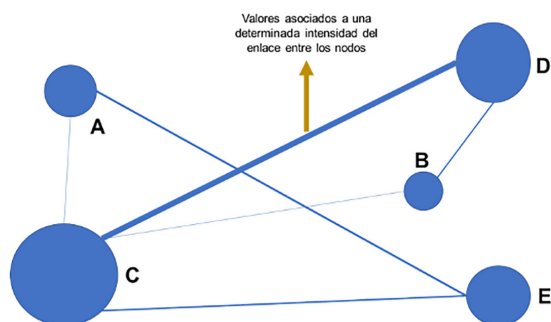
$$i, j = 1, \dots, n$$

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$W_{ij} = W_{ji} \quad (6)$$

Un tipo distinto de análisis de redes puede establecerse mediante las redes o grafos ponderados, el cual muestra los enlaces de manera valuada o ponderada (Newman, 2010). Dichos enlaces se encuentran asociados a una intensidad, representada por un valor numérico; entre mayor es la intensidad de la asociación, mayor será también la representación, medida en anchura del vínculo entre los nodos. Una representación de lo anterior se muestra en la Figura 2 (Díaz, Morales y Cabrera, 2019).

FIGURA 2
REPRESENTACIÓN DE NODOS Y ENLACES



Fuente: elaborada con base en Mitchell (2009).

El grosor de los enlaces de la Figura 2 muestra la intensidad de la relación existente entre dos nodos. La representación matricial de la red anterior es:

$$Z = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 6 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & 1 & 5 & 0 \\ 6 & 1 & 0 & 4 & 2 \\ 0 & 5 & 4 & 0 & 0 \\ 10 & 0 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$D_c = \sum_{j=1}^n x_{ij} = \sum_{i=1}^n x_{ji} \quad (8)$$

Para conocer la importancia del nodo en relación con otros, se calcula el volumen de asociación a partir del número de enlaces; a este cálculo se le conoce como centralidad de grado. Esta medida es la más simple y mide el número de conexiones que un nodo tiene con otros. Al nodo que tiene la mayor cantidad de vecinos se le conoce como “hub”. La centralidad de grado es un indicador local y estático, que sólo considera a los vecinos directos de un nodo.

De esta forma, para establecer la medida de centralidad de grado se calcula la matriz de adyacencia mostrada en la ecuación 8 (Wasserman y Faust, 1994).

Como se ha dicho, el grado de centralidad de un nodo i representa el número de vínculos que mantiene. La centralidad de cada agente depende del tamaño de la red, donde la centralidad máxima se encuentra determinada por $n-1$ (Michael y Battiston, 2009).

3. RESULTADOS

El primer paso de la exploración metodológica consiste en analizar las grandes tendencias de crecimiento del empleo manufacturero a nivel mundial.

El Cuadro 1 muestra una comparativa del crecimiento del empleo a nivel de gran sector ISIC. Se observa una ralentización de la totalidad de las actividades económicas, misma que anticipaba una potencial crisis económica, incluso antes de la pandemia de 2020.

A pesar de ese menor dinamismo, hay actividades que crecen más que el resto, como las financieras y de seguros, mientras que las que sufren una mayor pérdida de dinamismo son las manufacturas. El análisis de los datos muestra algunas tendencias generales que es necesario entender. La primera de ellas es una pronunciada disminución en

la capacidad de las economías para generar empleos. La tasa de crecimiento del empleo en el mundo se redujo de 0.7%, en 2015, a 0.2%, en 2019. Existen algunas actividades en las que esa disminución es aún más pronunciada, como en el caso de las manufacturas. Esa reducción es un síntoma inequívoco de la desaceleración en la economía mundial que se venía gestando antes de la crisis generada por la Covid-19.

CUADRO 1
CRECIMIENTO DEL EMPLEO MUNDIAL POR ACTIVIDAD ISIC, 2015-2019

Gran Actividad ISIC	Crecimiento 2015	Crecimiento 2019
Actividades financieras y de seguros	1.4%	0.7%
Arte, entretenimiento y recreación	0.8%	0.4%
Minas y canteras	0.0%	0.3%
Información y comunicación	0.7%	0.2%
Manufactura	1.2%	0.2%
Act. Profesionales científicas y técnicas	0.2%	-0.1%
Total general	0.7%	0.2%

Fuente: elaborado con datos del Banco Mundial y LinkedIn, Digital Data for Development.

No obstante, si se desea observar la modificación en los patrones de crecimiento generados por un mayor dinamismo laboral, y las modificaciones que ello crea en la migración del empleo, conviene desagregar las actividades para analizar la migración de talento intrasectorial.

Como se puede apreciar en el Cuadro 2, hay una tendencia generalizada de disminución del crecimiento del empleo que ha provocado de manera directa al menos dos fenómenos; por un lado, un cambio en la composición del empleo entre sectores, por lo que aquellos de mayor dinamismo se convirtieron en polos atractores del empleo expulsado por aquellos de mayor ralentización. Por el otro, una redistribución del empleo entre las ramas que componen los sectores.

Al interior del sector manufacturero se puede apreciar una considerable disminución del empleo en términos agregados, que incluso llega a ser negativa para el caso de actividades como la automotriz, los textiles, la manufactura eléctrica y electrónica, y la impresión, lo que en otros términos implica que esas actividades representan polos expulsos de empleo dentro del sector manufacturero.

CUADRO 2
MANUFACTURA

Industria	Crecimiento 2015	Crecimiento 2019
Energía renovable y medio ambiente	3.3%	1.8%
Fabricación de ferrocarriles	1.6%	0.9%
Aviación y aeroespacial	3.5%	0.7%
Automatización industrial	1.6%	0.6%
Empaques y contenedores	0.6%	0.4%
Farmacéuticos	1.5%	0.3%
Productos de papel y forestales	-0.1%	0.2%
Producción de alimentos	1.8%	0.2%
Maquinaria	1.2%	0.2%
Construcción naval	0.4%	0.0%
Químicos	1.0%	0.0%
Vidrio, cerámica y hormigón	0.5%	0.0%
Plásticos	1.1%	-0.1%
Automotriz	0.6%	-0.2%
Textiles	1.1%	-0.2%
Manufactura eléctrica y electrónica	-0.5%	-0.5%
Impresión	0.1%	-0.7%
Total general	1.2%	0.2%

Fuente: elaborado con datos del Banco Mundial y LinkedIn, Digital Data for Development.

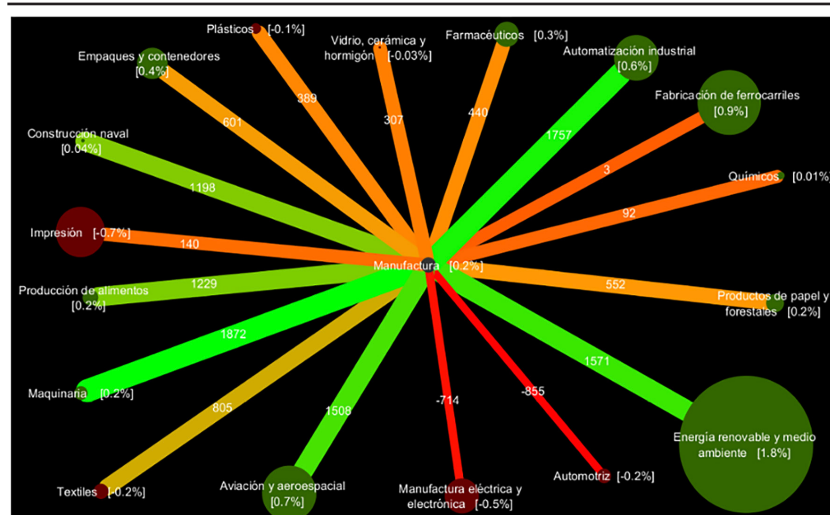
Para comprender las tendencias generadas no sólo a partir del crecimiento del empleo, sino también la migración inter e intra sectorial que se produce como resultado del cambio tecnológico, es necesario incorporar la variable de migración de talento. El segundo paso de la aplicación metodológica consiste en el uso de teoría de grafos a los datos a través del software Sytoscage. Ello permite analizar las grandes tendencias de los flujos de talento al interior y exterior de la industria manufacturera y responder a las preguntas: ¿hacia qué ramas de a manufactura se está moviendo el talento? ¿Es el crecimiento del empleo el que determina los flujos de migración de talento, o más bien es la prevalencia de habilidades la que influye en esa migración?

El grafo de la Figura 3 muestra los flujos de migración de talento en la manufactura mundial y mide las siguientes dimensiones: la primera se encuentra constituida por los nodos, que representan la rama de la manufactura hacia la cual se mueven los flujos de talento. El tamaño del

nodo o círculo mide la tasa de crecimiento del empleo de esa actividad en los últimos 5 años. El color del nodo indica si el crecimiento fue positivo o negativo. Por ejemplo, en el caso de la rama Impresión, el color rojo del nodo indica una tasa de crecimiento promedio del empleo de 2015 a 2019 de -0.7 por ciento. El color verde del nodo de la industria farmacéutica indica que su crecimiento durante el mismo periodo fue positivo, y su tamaño muestra una tasa de crecimiento promedio de 0.3 por ciento.

La segunda dimensión se constituye por los enlaces, que miden la migración de talento de cada una de las ramas. El grosor del enlace indica la magnitud del flujo, mientras que la tonalidad del enlace es indicador de la dirección del flujo, es decir, si es positivo en términos netos, o negativo. Por ejemplo, el enlace de la rama de Energías renovables y medio ambiente indica que un flujo importante de talento de la manufactura se mueve hacia esa rama y su color verde indica que ese flujo es positivo; el grosor del enlace indica la magnitud del flujo, que en ese caso es de 1 571.000 trabajadores (las cifras se encuentran en miles). Por su parte, el enlace de la rama Automotriz muestra que el sector fue expulsor neto de talento en el mismo periodo, con una cantidad de 855 000 trabajadores.

FIGURA 3
GRAFO DE LA MIGRACIÓN DE TALENTO EN LA MANUFACTURA MUNDIAL, 2015-2019



Fuente: elaborada con datos de Banco Mundial y LinkedIn, Digital Data for Development.

De esta forma, el grafo sintetiza una gran cantidad de información, tanto de las tasas de crecimiento del empleo en la industria, como de los flujos de talento de las ramas que la componen.

Dos tendencias importantes se muestran en el grafo 3. Por un lado, un conjunto de ramas de la manufactura que no presentan crecimiento del empleo en los últimos 5 años, hecho que indica una tendencia de estancamiento de esas actividades industriales. Este grupo se encuentra constituido por las ramas: industria automotriz, manufactura eléctrica y electrónica, textiles e impresión.

En el extremo opuesto se muestran las ramas más dinámicas de la industria, buena parte de ellas muy alineadas con dos tendencias mundiales recientes; por un lado, la del cuidado del medio ambiente y, por el otro, procesos de automatización ligados a la industria 4.0. Estas ramas de alto crecimiento del empleo en el último quinquenio son: energías renovables y medio ambiente, empaques y contenedores, fármacos, fabricación de ferrocarriles, automatización industrial y aviación y aeroespacial.

En medio de estos dos grupos se encuentran ramas manufactureras con crecimientos anuales que alternan entre positivos y negativos, pero que en promedio oscilan en torno a valores muy cercanos a cero, por lo que se puede hablar de una suerte de estado estacionario en estas actividades. Este grupo se encuentra constituido por las ramas: productos de papel, químicos, vidrio y cerámica, plásticos, construcción naval y maquinaria.

Sin embargo, para tener un panorama mucho más certero de las tendencias de largo plazo, es necesario incluir la migración de talento entre las ramas. Ello permite analizar no sólo las de alto crecimiento del empleo, sino también hacia dónde se está moviendo el talento en la manufactura mundial.

Cuando se analiza de esta manera se observan tres grandes ramas que dirigen la tendencia en la manufactura mundial; la primera es la de Energía renovable y medio ambiente, que no sólo es la rama de mayor crecimiento, sino también la de mayor atracción de talento en la manufactura mundial, como muestra el grosor de su enlace; anualmente, poco más de 1,500.000 trabajadores migran hacia esa actividad.

El segundo gran polo de atracción se encuentra constituido por la Automatización industrial, que muestra no sólo elevadas tasas de

crecimiento del empleo, sino que anualmente incorpora poco más de 1,700.000 nuevos talentos. Esta rama se encuentra estrechamente relacionada con la industria 4.0.

Por último, el tercer gran polo de crecimiento y atracción de talento dentro de la manufactura es la industria de Aviación y aeroespacial. Y es probable que esta tendencia continúe, ya que existen razones que fundamentan una perspectiva de crecimiento importante de esta industria durante los próximos años, como el crecimiento de las megaciudades, el crecimiento de la clase media global y la mayor carga tecnológica y de servicios digitales de entretenimiento que se incorporan cada vez en mayor proporción en las aeronaves (Airbus, 2018).

En síntesis, el análisis de grafos muestra dos grandes actividades atractoras netas de talento y que no sólo han marcado la tendencia de la manufactura mundial en los últimos 5 años, sino que se espera que continúen dirigiendo el talento en los próximos años y, por lo tanto, las habilidades requeridas en el futuro. Estas actividades son el cuidado del medio ambiente y los procesos de automatización industrial (industria 4.0).

Es de interés de este artículo comparar las tendencias en la manufactura mundial con lo ocurrido en el mismo sector en México. Ello permitirá, en principio, arrojar luz sobre las tendencias que presenta la manufactura en México y hasta qué punto éstas se corresponden con las analizadas a nivel mundial.

La Figura 4 muestra la red de migración de talento en la industria manufacturera en México. En ella se pueden observar algunas tendencias que contrastan con lo ocurrido a nivel mundial; por un lado, prácticamente la totalidad de las ramas industriales en México muestran un crecimiento negativo en el volumen de empleo y una importante migración de talento. Por otro lado, la pérdida de empleo del sector manufacturero en México es, por mucho, más pronunciada que en el caso de la industria mundial.

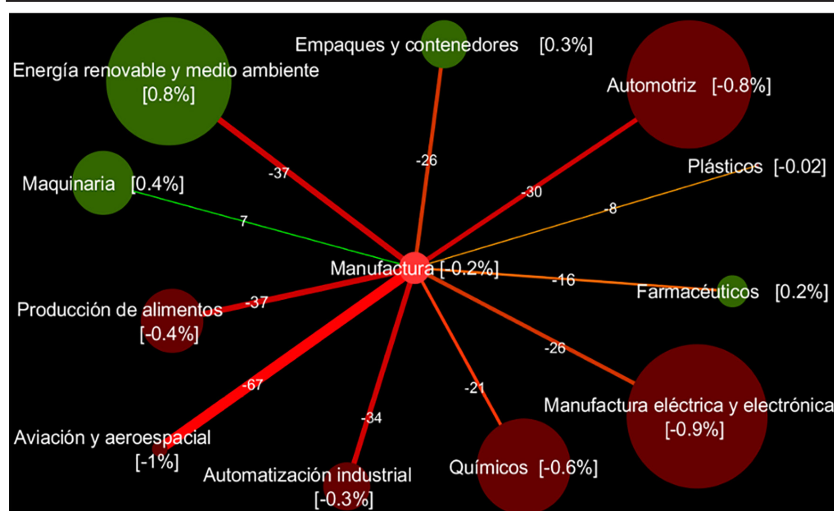
De manera específica, son las ramas del sector automotriz, la manufactura electrónica, los químicos, la producción de alimentos y la automatización industrial las que sufren la mayor pérdida de empleo en los últimos 5 años. Sin embargo, dentro de estos sectores, el de Automatización industrial y las actividades vinculadas a la industria 4.0 siguen patrones diferentes en México y en el mundo. Mientras que para el

primer caso es una industria expulsora de empleo, en el mundo muestra un dinamismo muy importante.

Cabe señalar que durante el periodo de estudio las ramas de la industria automotriz, manufactura eléctrica y electrónica muestran una gran pérdida de empleo y flujos negativos de talento que son expulsados hacia otras actividades, tanto a otras ramas al interior de las manufacturas como fuera de ellas.

FIGURA 4

GRAFO DE LA MIGRACIÓN DE TALENTO EN LA MANUFACTURA EN MÉXICO, 2015-2019



Fuente: elaborado con datos del Banco Mundial y LinkedIn, Digital Data for Development.

Por su parte, una tendencia que se valida tanto en el mundo como en México es el alto crecimiento de las actividades vinculadas con la preservación del medio ambiente y el cuidado del planeta; ello se observa en el alto crecimiento relativo de las ramas Energías renovables y medio ambiente, y Embalajes y contenedores. Sin embargo, los enlaces en ambos casos muestran que, a pesar del alto crecimiento, hay una salida neta de talento del orden de 37 000 y 26 000 trabajadores, respectivamente, en el periodo 2015-2019.⁵ Lo anterior indica que, a pesar del dinamismo de esas ramas, no logran retener talento.

La única rama que muestra un crecimiento moderado y que en términos netos es atractora de talento es la de Maquinaria.

⁵ ILOS (221). <<https://ilostat.ilo.org/>>.

Lo anterior muestra un hecho relevante, y a la vez preocupante, que quizá contribuya a explicar el muy bajo crecimiento de la economía mexicana durante el periodo de estudio, y es que por 5 años consecutivos el sector manufacturero⁶ en México ha experimentado un decrecimiento del empleo y una expulsión neta de talento, como se aprecia en el color rojo (deficitario de talento en términos netos) en 10 de sus 11 enlaces. Ello implica no sólo la incapacidad del sector en este periodo para generar empleos, sino también, y quizá más preocupante por sus implicaciones de largo plazo, una migración neta de talento hacia otras actividades económicas, quizá mejor remuneradas. Esto ocurre tanto en las ramas manufactureras de mayor tradición en México –la industria Automotriz– como en aquellas relativamente más jóvenes y de mayor empuje –el sector de Aviación y aeroespacial– y en aquellas que en el mundo representan la promesa de crecimiento de las manufacturas –la Automatización industrial y la manufactura eléctrica y electrónica–.

Por otra parte, al medir la centralidad de grado de las industrias manufactureras a nivel internacional y de las habilidades laborales requeridas, se obtienen los resultados resumidos en el Cuadro 3. Las medidas de centralidad de grado permiten entender cuáles son las actividades que requieren una mayor cantidad de habilidades por parte de los trabajadores para desempeñarse en ellas (grado de salida o Outdegree), así como las principales habilidades demandadas por parte de las ramas (grado de entrada o Indegree).

Un número mayor de enlaces de salida indica las ramas dentro de la manufactura que requieren una mayor cantidad de habilidades para desempeñarse en ellas, mientras que un número mayor de enlaces de entrada, indica las habilidades más requeridas o demandas para trabajar dentro de la industria manufacturera en su conjunto.

⁶ Huelga decir que, en términos generales, las manufacturas constituyen el sector con la mayor capacidad de arrastre y encadenamientos productivos hacia atrás y hacia adelante.

CUADRO 3
CENTRALIDAD DE GRADO DEL SECTOR MANUFACTURERO A NIVEL MUNDIAL

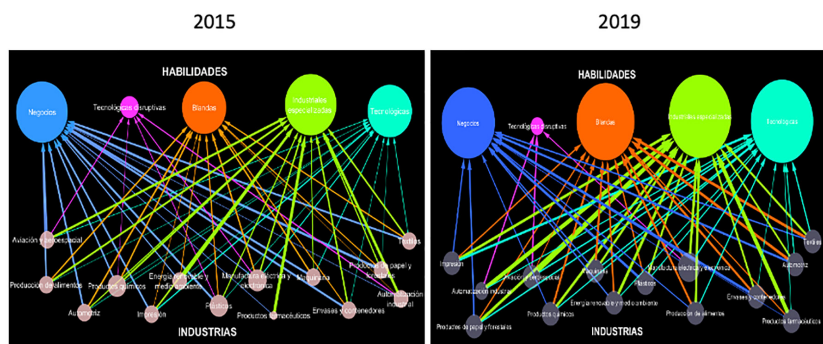
	2015	2019		2015	2019
Industrias	Grado de Salida (Outdegree)	Grado de Salida (Outdegree)	Habilidades	Grado de Entrada (Indegree)	Grado de Entrada (Indegree)
Automotriz	4	4	Negocios	14	12
Aviación y aeroespacial	4	4	Tecnológicas disruptivas	5	3
Productos químicos	5	4	Blandas	12	13
Manufactura eléctrica y electrónica	5	5	Industriales especializadas	14	14
Producción de alimentos	4	4	Tecnológicas	12	14
Automatización industrial	4	3	Nodos disponibles	14	14
Maquinaria	4	4			
Envases y contenedores	4	4			
Productos de papel y forestales	4	4			
Productos farmacéuticos	2	4			
Plásticos	5	4			
Impresión	4	4			
Energía renovable y medio ambiente	4	4			
Textiles	4	4			
Nodos disponibles	5	5			

Fuente: elaborado con datos del Banco Mundial y LinkedIn, Digital Data for Development.

Se observa que a nivel mundial no varía mucho la centralidad de grado respecto a las distintas industrias que conforman el sector manufacturero, con excepción de la elaboración de productos farmacéuticos, donde ha aumentado el número de habilidades para desempeñarse en ello. En cuanto a las habilidades requeridas por los trabajadores, ha disminuido la centralidad de las habilidades en negocios y en tecnologías disruptivas, mientras que aumentó en habilidades blandas y habilidades tecnológicas. Al presentar la información contenida en el Cuadro 3 en forma de grafos, se observa de manera más clara la evolución de las habilidades requeridas a nivel internacional en 2019 respecto a 2015.

FIGURA 5

GRAFO DE LA MIGRACIÓN DE TALENTO EN LA MANUFACTURA EN MÉXICO, 2015-2019



Fuente: elaborado con datos del Banco Mundial y LinkedIn, Digital Data for Development.

Esta información permite establecer un mapeo de las capacidades requeridas por parte del capital humano para desempeñarse dentro de la industria manufacturera, pero también, y quizá aún más importante, desde el punto de vista de la política pública ofrece la posibilidad de establecer un mapeo de las capacidades endógenas requeridas (en términos de programas de capacitación, oferta de carreras, planes de estudio, etc.) para “crear” y desarrollar los segmentos o ramas de la manufactura en las cuales México tiene una ventana de oportunidad para la inserción en las industrias que muestran un amplio dinamismo en términos de crecimiento y creación de empleo a nivel internacional, atractores netos de talento a nivel mundial.

Representa también un insumo para la toma de decisiones en torno a cuáles debieran ser los sectores prioritarios de desarrollo en función del crecimiento de habilidades a nivel internacional. Desde esta perspectiva, el mayor dinamismo representa una mayor oportunidad de negocios, así como una mayor probabilidad de obtener un empleo bien remunerado.

CONCLUSIONES

Este trabajo muestra la dinámica de migración laboral y atracción/expulsión de talento en las manufacturas en el mundo y en México a partir de las habilidades requeridas por las distintas industrias a nivel

mundial. Se observa una pérdida importante y constante del crecimiento del empleo en el mundo entre 2015 y 2019; sin embargo, esta tendencia es aún mayor en el caso de México.

Si bien hay un menor dinamismo manufacturero, también se observa una importante migración de talento de las actividades manufactureras tradicionales (sector automotriz, textiles e impresión) hacia actividades de más reciente aparición, como Energías renovables y medio ambiente, y Automatización industrial (industria 4.0).

Un hecho preocupante que revela esta investigación es que dicha migración al interior de las manufacturas a nivel mundial hacia actividades más rentables y de mayor futuro no existe en México, lo que comprueba indirectamente la pérdida de centralidad del sector en el sistema económico. Se verifica una pérdida generalizada del empleo industrial, con una salida de talento en 10 de las 11 actividades analizadas para la manufactura mexicana.

En el caso de México las actividades dinámicas y de muy alta atracción de talento en otras latitudes muestran salidas netas de talento durante el periodo de estudio, por lo que no se observan actividades que puedan representar polos visibles de recuperación de la dinámica industrial y, por lo tanto, de la totalidad de la actividad económica en México.

Lo anterior, sin duda alguna, es resultado y síntoma de la falta de una política industrial que oriente el quehacer de la actividad manufacturera en México hacia donde se anticipen resultados favorables. Mientras México pierde talento en estos sectores, otras economías lo están generando, y ello tendrá repercusiones en el mediano plazo, cuando otros países cuenten con sectores amplios de energías renovables e industrias automatizadas, y México quede rezagado para continuar las tendencias mostradas en este estudio.

Futuras líneas de investigación pueden analizar hacia dónde (qué sectores) y qué tipo de capacidades (habilidades de la fuerza laboral) son las que se expulsan del sector manufacturero en México.

REFERENCIAS

- AirBus (2018), *Global market Forecast: Global Networks, Global Citizens*, France.
- Antonelli, C. (2008), *Localized technological change. Towards the economics of complexity*, Londres, Routledge.

- Barro, R. y J. Lee (1993), "International comparisons of educational attainment", *Journal of monetary economics*, 32(3), pp. 363-394.
- Becker, G. (1994), *Human capital revisited. In Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*, 3.^a ed., EE. UU., The University of Chicago Press, pp. 15-28.
- Cañibano, C. y J. Potts (2019) "Toward an evolutionary theory of human capital", *Journal of Evolutionary Economics*, núm. 29, pp. 1017-1035.
- Cohen, M.D. y D.A. Levinthal (1990), "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, núm. 35, pp. 128-152.
- Díaz, H., M. Morales y S. Cabrera (2019), "Dinámica de la cadena global aeroespacial: un análisis de teoría de grafos", *Contaduría y Administración*, 65 (4), pp. 1-24.
- Dopfer K., J. Foster y J. Potts (2004), "Micro-meso-macro", *Journal of Evolutionary Economics*, núm. 14, pp. 263-279.
- Dopfer, K. (2005), *Evolutionary Foundations of Economics*, New York, Cambridge University Press.
- Dopfer, K. y J. Potts (2008), *The General Theory of Economic Evolution*, Londres y New York, Routledge.
- Dosi, G., R.R. Nelson y S.G. Winter (eds.) (2000), *The Nature and Dynamics of Organizational Capabilities*, New York, Oxford University Press.
- Dosi, G. y M. Cimoli (1994), "De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación", *Comercio exterior*, 44(8), pp. 669-82.
- Dosi, G., M. Faillo y L. Marengo (2003), "Organizational Capabilities, Patterns of Knowledge Accumulation and Governance Structures in Business Firms. An Introduction", *LEM, Working Paper Series*, num 11, Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa.
- Foss, N. (2006), "The Emerging Knowledge Governance Approach: Challenges and Characteristics", *Working Paper, Danish Research Unit for Industrial Dynamics*, núm. 06-10.
- Fuentes, N. y A. García (2009), "Jerarquización sectorial de la economía mexicana: un enfoque de teoría de grafos", *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 40(158), pp. 137-159.
- García, A., A. Morillas y C. Ramos (2005), "Relaciones interindustriales y difusión de la innovación. Una aproximación desde la teoría de redes", *Estadística española*, 47 (160), pp. 475-499.
- Harper, D. A. (2018), "Innovation and institutions from the bottom up: an introduction", *Journal of Institutional Economics*, Vol. 14, Edición especial 6, pp. 975-1001.
- Hodgson, G.M. (2007), "Teorías evolucionistas de la empresa basadas en las competencias", en G.M. Hodgson, *Economía institucional y evolutiva contemporánea*, México, UAM, pp. 207-249.

- Marengo, L. y C. Pasquali (2008). "El mercado, la empresa y la primacía del conocimiento", en R. Viale (comp.), *Las nuevas economías. De la economía evolucionista a la economía cognitiva: más allá de las fallas de la teoría neoclásica*, México, FLACSO, pp. 65-78.
- Michael D.K. y S. Battiston (2009), "From Graph Theory to Models of Economic Networks. A Tutorial", en A.K. Naimzada, S. Stefani y A. Torriero (eds.), *Networks, Topology and Dynamics. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol. 613, Springer, Berlin, Heidelberg, pp 23-63.
- Nelson, R., G. Dossi, y C. Helfat (2018), *Modern evolutionary economics: An overview*, Cambridge University Press
- Nelson, R. y S. Winter (1982), *An evolutionary theory of economic change*, EE. UU., Harvard University Press.
- Newman, Mark (2010), *Networks: an introduction*. Oxford: University Press.
- Patt, A., J. Ruhose, S. Wiederhold y M. Flores (2020), "International Emigrant Selection on Occupational Skills", *Journal of the European Economic Association*. Discussion Paper 10837. Bonn, IZA.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box*, Inglaterra, Cambridge University Press.
- Vromen, J. (2006a), "Organizational Routines and Individual Skills. Beyond Analogy", *Erasmus Institute for Philosophy and Economics Working Papers*.
- Vromen, J. (2006b). "Routines, Genes and Program-Based Behavior", *Journal of Evolutionary Economics*, núm. 16, pp. 543-560.
- Wasserman, S. y L. Faust (1994), *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge: University Press."
- Zhu, T.J., A. Fritzler, J.A.K. Orlowski (2018), "Data Insights: Jobs, Skills and Migration trends Methodology and Validation Results", *World Bank Group*. <<http://documents1.worldbank.org/curated/en/827991542143093021/pdf/World-Bank-Group-LinkedIn-Data-Insights-Jobs-Skills-and-Migration-Trends-Methodology-and-Validation-Results.pdf>>.

Centro de Investigación en Ciencias Económicas

(CICE) Forma parte de la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma del Estado de México. Tiene como objetivo analizar los impactos sectoriales y regionales de la apertura y liberación comercial y financiera en México y en el Estado de México.



 Centro de Investigación
en Ciencias Económicas



<http://web.uaemex.mx/feconomia/CICE/index.html>



Price-Level-Convergence of Food Baskets in Mexican Cities: Inflation-Targeting and PPP

ALFONSO MENDOZA-VELÁZQUEZ* Y ALEJANDRO RONDERO-GARCIA**

ABSTRACT

We investigate relative price convergence under Inflation Targeting in Mexico from January 2010 to March 2018. A panel of 46 rural and urban cities shows half-lives ranging from 0.70 to 3.10 months. We find an increase in the speed of convergence during the period of U.S. monetary normalization. We also find a positive response of price variation to measures of distance and a slower speed of adjustment between cities of greater distance, suggesting that transportation costs are not necessarily a barrier to arbitrage opportunities. While univariate tests suggest that not all cities converge to the same long-run trend, panel unit root tests accounting for cross-sectional dependence favor the relative convergence of food prices. Beta convergence estimates suggest disparities in the cost of food baskets.

Keywords: PPP, baskets of food, monetary policy, inflation targeting.

JEL Classification: E31, E52, E58, F31.

RESUMEN

Convergencia de precios y niveles de las canastas de alimentos en las ciudades mexicanas: fijación de metas de inflación y PPP

Se investigó la convergencia de precios relativos bajo metas inflacionarias en México desde enero de 2010 hasta marzo de 2018. Un panel de 46 ciudades rurales y urbanas muestra vidas medias que van de 0.70 a

* Center for Research and Economic Intelligence (CIE)-UPAEP, Mexico. Email: alfonso.mendoza@upaep.mx.

** Center for Research and Economic Intelligence (CIE)-UPAEP, México. Email: alejandro.rondero1995@gmail.com.

3.10 meses. Se encontró un aumento en la velocidad de convergencia durante el periodo de normalización monetaria de EE. UU. También se encontró una respuesta positiva de la variación de precios a las medidas de distancia y una menor velocidad de ajuste entre las ciudades con mayor distancia, lo que sugiere que los costos de transporte no son necesariamente una barrera para las oportunidades de arbitraje. Si bien las pruebas univariadas sugieren que no todas las ciudades convergen en la misma tendencia a largo plazo, las pruebas panel de raíz unitaria que tienen en cuenta la dependencia transversal favorecen la convergencia relativa de los precios de los alimentos. Las estimaciones de convergencia beta sugieren disparidades en el costo de las canastas de alimentos

Palabras claves: paridad poder de compra, canastas de alimentos, política monetaria, metas inflacionarias.

Clasificación JEL: E31, E52, E58, F31.

INTRODUCTION

While there is ample evidence of long-run Purchasing Power Parity (PPP) in countries that follow an Inflation Targeting (IT) monetary regime (Ding and Kim, 2012; Lothian, 1998; Papell, 2002; Taylor, 2003; Taylor and Taylor, 2004), few studies in emerging countries examine the relationship between the monetary regime and convergence of prices. Several authors argue that IT regimes provide higher levels of accountability and transparency of monetary policy that limits the variability of inflation and real exchange rates in the long run (Ding and Kim, 2012; Svensson, 2000; Mishkin and Schmidt-Hebbel, 2007).

There is also scarce evidence of long-run PPP in middle-income countries under Inflation Targeting framework. Some recent exceptions are Yazgan and Yilmazkuday (2016), who investigated the monetary regime and price level convergence across regions in Turkey finding slower price convergence during the low-inflation-IT-period. García-Cintado *et al.* (2016) identify a sound IT monetary policy and the process of globalization as the main factors explaining inflation convergence in Spain. Alin *et al.*, (2017) studied Romania and reported a positive long-term relationship between interest and exchange rates under inflation targeting. These authors argue that raises in the price levels

due to greater interest rates and reduced money demand can affect real exchange rates in the long term when prices are fully flexible, which is consistent with the PPP theory.

Fullerton and Varella Mullick (2013) noted that transitory disturbances could explain deviations from PPP, such as financial and monetary shocks (see also Rogoff, 1996). Taylor (2000) also noted that the effect of exchange rates to price movements under a given monetary regime depends on the persistence of inflation rates: the more persistent inflation is, the less exchange rate movements are perceived as transitory by agents and the more firms might respond adjusting prices (Ca'Zorzi, Hahn and Sánchez, 2007). Some authors have suggested that incomplete exchange rate pass-through to prices may prevent PPP from holding (Ca'Zorzi, Hahn and Sánchez, 2007). In turn, Dornbusch (1987) argued that incomplete pass-through could be the result of firms operating in non-competitive markets and their lack of price adjustment.

While PPP is compatible with pronounced short-term volatility in real exchange rates, it also implies that deviations should be transitory during periods when wages and prices are sticky (Fullerton and Varella Mullick, 2013). Monetary shocks put pressure on nominal exchange rates and may induce real exchange rate variability under nominal price stickiness.

Despite the relevance of the monetary policy regime on price convergence, the possible association between the monetary regime, interest rates and price formation at the regional level has not attracted sufficient attention in the literature. This paper investigates the relationship between monetary policy regime and interest rate targets with regional price-level convergence in Mexico from 2010 to 2018. Our sample begins in 2010, in the aftermath of the financial crisis, when the U.S. monetary stance affected the policy reactions of central banks towards monetary easing. This is a period in Mexico when the IT regime is already fully operational under floating exchange rates and with credible central bank autonomy. Interest rate targets not only signal monetary policy stances to the market but also shift the whole interest rate term structure (Aportela, Ardavín, and Cruz, 2001), affecting aggregate demand and hence prices (Taylor, 1995).

We examine two sub-periods of monetary stances adopted by the Banco de México reacting to U.S. monetary policy and exchange rate changes: decreasing interest rate targets, from the beginning of the sample to

the end of 2014 and, increasing interest rate targets, adopted in anticipation of the monetary policy normalization in the U.S to the end of 2018. Decreasing (increasing) interest rate targets during the first period depreciated (appreciated) the local currency (Mexican Peso), lowering-down (pushing-up) aggregate supply and finally affecting local prices (Copelman and Werner, 1995; Baqueiro, Díaz de León and Torres, 2003; Calvo and Reinhart, 2002). Hence, while interest rates changes have surely affected prices effectively, it is worthwhile asking whether such interest rate decreases and increases, as well as the actual monetary stances by Banxico, could have affected inflation rates and also price convergence, and persistence at the city level.

In addition to providing evidence on whether the monetary stance can affect the convergence of prices and persistence at the regional level in middle-income economies, this paper contributes to the literature by investigating convergence in a panel data framework allowing for the possibility of cross-sectional dependence. As a by product to analysts of food poverty, we provide the costs of basic baskets of food by cities in Mexico. The costs of basic baskets of food in this study are fully consistent with the method employed by the CONEVAL (National Council for the Evaluation of Social Development Policy). We calculate the price of rural and urban baskets of foods for a sample of the 46 cities in Mexico with information on prices as collected by the National Institute of Geography (INEGI). Using food basket prices, instead of the Consumer Price Index (CPI) to investigate price convergence, as other studies propose, can be useful to inform on whether cities in Mexico really share a common poverty line and whether they do converge (see Fullerton and Varella-Mollick, 2013; Vargas-Tellez, 2008; Robertson *et al.*, 2009). Deviations from price convergence may indicate that poverty thresholds wander off, and the fight on poverty should take into account specific regional and location features. Food is a good with a high level of homogeneity and tradability. Therefore we should also expect a relatively fast rate of convergence.

We divide the rest of the article into four sections. Section 2 presents the literature review on the convergence of prices at the city level under inflation targeting. Section 3 describes the prices employed at the city level for the construction of baskets of food following the methodology by CONEVAL, as well as presenting the results on convergence and the speed of convergence, distinguishing the two periods of mone-

tary stance in the aftermath of the financial crisis of 2008. The results include univariate tests, panel data techniques and the speed of convergence. The last section presents a discussion and a conclusion.

1. BRIEF LITERATURE REVIEW

There is some evidence favoring long-run Purchasing Power Parity (PPP) in countries that follow an Inflation Targeting (IT) monetary regime (Ding and Kim, 2012; Lothian, 1998; Papell, 2002; Taylor, 2003; Taylor and Taylor, 2004). IT regimes provide high levels of accountability and transparency of monetary policy that limit the variability of inflation and real exchange rates in the long run and could affect the finding of convergence (Ding and Kim, 2012; Svensson, 2000; Mishkin and Schmidt-Hebbel, 2007).

However, the literature barely explores the relationship between the convergence of prices and monetary policy regimes in emerging markets. Some recent exceptions are the works by Yazgan and Yilmazkuday (2016), who investigated the monetary regime and price level convergence across regions in Turkey and find slower price convergence during the low-inflation-IT-period, combined with faster convergence in inflation rates. Alin *et al.* (2017) also reported a positive long-term relationship between interest and exchange rates under Inflation Targeting in Romania. These authors argue that raises in the price levels due to greater interest rates and reduced money demand can affect real exchange rates in the long term, when prices are fully flexible, which is consistent with the PPP theory. Winkelried and Gutierrez (2015) investigate the dynamic relation among regional inflations in Peru and test the relative version of PPP convergence.

In Latin America Arruda *et al.* (2018) have recently studied price convergence in the cities of Brazil, and find slow speed of convergence due to trade and bureaucratic barriers, market failures, and changes in the composition of price indexes. These authors also report differences of speed between tradable and non-tradable goods. González (2020) studies regional price dynamics in Argentina and reports evidence in favor of price convergence employing a basket of food and price indexes. The use of a total basket of food is an attempt to approximate the cost of living that reflects disparities in regional poverty. Iregui and Otero (2011) test the Law of One Price in Colombia, a country

with high regional heterogeneity often associated with the geographic characteristics of the country. These authors find that food markets are integrated in the main cities, while a weaker is found analyzing smaller and less populated cities.

Recent research has questioned the feasibility of adopting inflation targets to curbing inflation in developing countries, where the contribution of food prices to headline inflation is generally higher than in advanced economies (Surya, 2017). Coleman (2010) noted that different rates of food price convergence (persistence) could imply sub-optimality of certain monetary policies, including inflation targeting; not all regions can experience the same policy effect. For instance, García-Hiernaux and Guerrero (2015) find that European monetary policy does not affect price level trends of tradable and non-tradable goods equally for all EMU members. Nagayasu (2011) found that in a monetary union not only the average inflation differs significantly across regions, but regional inflation also responds differently to common economic and monetary factors; these authors report some evidence of convergence by subgroups of regions. In contrast, Seongman (2017) suggests that monetary policy shocks should be common to all regions within a country, irrespective of the base region.

Convergence and greater market integration stated by PPP should enhance the ability of locations to cope with monetary shocks in nominal prices and the price levels (García and Guerrero, 2015). However, the response of price levels to economic shocks is usually far from homogeneous, weakening the effectiveness of monetary policy to affect regional price levels. The multiplicity of prices within a country could prevent PPP from holding and from reaching the targets of inflation. Regional inflation persistence gaps could cause long-run real interest rate differentials, leading to losses of relative competitiveness under targeting framework. Taylor (2000) finds that the effect of floating exchange rates under IT to price movements depends on the persistence of inflation rates: the more persistent inflation is, the less exchange rate movements are perceived as transitory by agents and the more firms might respond adjusting prices (Ca'Zorzi, Hahn and Sánchez, 2007).

The prediction of PPP that price levels of an identical basket of goods measured in a common currency should be equal among regions or economic areas depends on the type of monetary regime. Economic policy actions condition the evidence in favor of PPP, which is proof

of high trade and integration of markets (Tasic, 2007; Cecchetti, Mark and Sonora, 2002; Gómez, and Rodríguez, 2011, 2012 and Nenna, 2001). For instance, Gómez and Rodríguez (2011; 2012; 2013) argue that monetary policy can create an inefficient distribution of productive resources when deviations of PPP are present (Hernández, López and Rodríguez, 2015). Deviations from PPP and slow price convergence could come from trade inefficiencies, artificial and non-artificial barriers and also form economic policy (Monge and Winkleried, 2008; González and Rivadeneyra, 2004; Tasic, 2007). Monge and Winkleried (2008) identify monetary, fiscal and exchange rate policy stances as significant factors for price adjustment that can also affect PPP from holding in the long run, affecting the degrees of market integration. García-Cintado *et al.* (2016) study the process of inflation convergence in Spain under Inflation Targeting. These authors suggest that the success of this regime also relies on a strong fiscal policy that is able to provide support to IT under cyclical fluctuations. Overall, these authors identify the globalization and a sound monetary policy as the main causes of convergence in Spain.

Several studies that have focused on exploring price convergence at the city level have reported a high degree of price convergence mainly due to greater homogeneity (among them Cecchetti, Mark, and Sonora, 2002; Gómez and Rodríguez, 2011, 2013; Hernández, López and Rodríguez, 2015). While the effects of the nominal exchange rate, trade, and non-trade barriers are attenuated completely at the regional level, transportation costs, non-tradable goods, and differences in productivities could cause of PPP deviations (Cecchetti, Mark, and Sonora, 2002). Winkelried and Gutierrez (2015) argue that the notion of price level differentials is more consistent with the weak version of PPP, that states that once the effects of transitory regional shocks fade away, the inflation in two cities should converge to an equilibrium rate, regardless of whether the shocks exert permanent discrepancies on the price levels.

Using panel unit-root tests on Mexican cities over the period 1982-2000 Sonora (2005) found evidence in favor of regional prices stationarity and price convergence. Gómez and Rodríguez (2013) examined 35 cities in Mexico for the period 1982-2012 and found evidence of convergence with a half-life of 5 to 6 years (depending on the type of good). These authors report a half-life of 5.6 years for the group of food, drinks, and tobacco. An earlier study by Gómez and Rodríguez (2011) for the cities in Mexico

found that cities converge within their own regions (Northern border, Northeast and Northwest), except for the cities in the south region of the country. They suggest that cities in Mexico share common regional features and price convergence in the long run.

The latest study by Gómez and Rodríguez (2013) considers other forms of stationarity accounting for structural breaks, time trends and random walks. The authors conclude that cities converge to a common price with a half-life of 6 years, a much lower process of adjustment that they found before accounting for breaks, trends and unit roots. Hernández, López and Rodríguez (2015) examine price converge of 15 cities relative to Mexico City from 1979 to 2011 and find evidence in favor of the PPP. Such finding however does not hold when the structural breaks are accounted for.

There are several studies on price convergence of food, among them González and Rivadeneyra (2004) and Monge and Winkleried (2008). For some, food is a highly tradable and homogenous good that shows a faster rate of price convergence than any other good (Haidar, 2011; Monge and Winkleried, 2008; De Masi and Koen, 1996), while for others, such as Tasic (2007), who explores convergence of food in Balkan countries, food price convergence is slow. But despite the various studies on price convergence of food at the city or regional level, in our view there is no sufficient research investigating the price convergence of baskets of foods. A couple of contributions are Gluschenko (2011), who estimates very high speed of convergence with an average half-life of 2 months for the cost of a basket of food in Russia, and Massi and Koen (1996), who employed a basket of 19 Russian staples, considered a minimum food consumption standard in and compare it with a similar basket in the U.S. and France.

At the same time, very few studies have considered the role of the monetary policy framework, such as Inflation Targeting, particularly in studies of food regional price convergence (Winkleried and Gutierrez, 2015 analyzed IT and the impact of monetary shock in Peru). At the regional level there are few studies investigating the relation between the monetary regime and convergence in middle income economies. We aim to fill this gap in the literature of price convergence of food at the city level and investigate the role of monetary stances for a middle income country under Inflation Targeting monetary framework. This assessment becomes highly relevant for policy analysis due to the crucial

role these baskets of food play in Mexico as a threshold in the definition and measurement of poverty. Assessing city price convergence for baskets of food might help distinguish whether regions in Mexico really share a common poverty line. Deviations from price convergence may not only indicate that markets are not fully integrated, but also that poverty thresholds wander off and hence the fight to end poverty should instead be designed to take into account specific regional and location features.

2. ESTIMATION MODELS

In order to investigate long run price convergence among Mexican cities, we now test whether real exchange rates are stationary, first, following a standard Dickey-Fuller framework (Cecchetti *et al.*, 2002; González and Rivadeneyra, 2004), and then, using standard panel data approaches to increase the power of the stationarity tests (Gómez and Rodríguez, 2011). Demeaning the relative price series might not be enough to ensure cross-sectional independence, hence we implement also the unit root test by Pesaran (2007) to test for cross sectional dependence, which augments Dickey-Fuller regressions with cross section averages of lagged levels and first-differences of the individual relative price series.

2.1. Univariate approach to unit-root testing

We test for unit roots in the baskets of foods for each of the 45 cities in Mexico, setting the Metropolitan Area of Mexico City (MAMC) as the numeraire city. The log real exchange rate between city i and MAMC in time t is defined as $q_{it} = \ln(P_{it}/P_{0t})$, where P_{it} is the price of the basket of foods. The Augmented Dickey-Fuller (ADF) underlying model is

$$\Delta q_{it} = \alpha_i + \beta_i q_{it-1} + \theta t + \sum_{j=1}^{k_1-1} \delta_{ij} \Delta q_{it-j} + u_{it} \quad (1)$$

Under the null of unit-root ($H_0: \beta_i = 0$) the prices of basic baskets of foods between city i and the numeraire city are divergent. Nenna (2001) argues that these tests depend to a large extent on the specification of the model, the selection of lags and the inclusion of a deterministic trend. However, Cecchetti, Mark, and Sonora (2002) argue that PPP

theory does not include a deterministic trend, while Monge and Winkelried (2008) consider a linear trend would incorporate the differences in the quality of products between cities and differences in the levels of productivity between tradable and non-tradable sectors.

2.2. Unit roots with Panel data

Some authors have found a high sensitivity of results to the choice of the numeraire city, *e.g.*, Chmelarova and Nath (2010) in her study of price convergence U.S. cities. Choosing a numeraire city becomes irrelevant in a panel data set. Using panel data eliminates the disadvantages associated with choosing a numeraire city in univariate analysis.

To overcome the lack of power shown by univariate unit-root tests, we first employ the panel procedure of Levin, Lin, and Chun (2002) regarded in the literature as a natural extension of the Dickey-Fuller (1981) test (Bornhorst, 2003). The LLC test considers pooling cross-section time-series data for testing the unit root hypothesis. A second approach to test unit roots in panel data is proposed by Pesaran (2007), who augments the basic ADF framework with cross-section averages of lagged levels and first differences of time series. This test acknowledges that cross-sectional independence is not warranted by merely demeaning the series before application of the unit root tests. Pesaran (2007) also argues that panel unit root tests can spuriously favor the PPP hypothesis when there is significant cross-section dependence.

The underlying model by Pesaran is:

$$y_{it} = (1 - \varphi_i)\mu_i + \varphi_i y_{i,t-1} + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (2)$$

where $y_{i,0}$ has a given density function with a finite mean and variance. The error term is

$$u_{i,t} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

in which f_t is an unobserved common effect and i, t is an individual-specific (idiosyncratic) error. Pesaran (2007) proxies the common factor f_t by the cross-section mean of $y_{i,t}$, *i.e.*, $\bar{y}_t$, and its lagged values $\bar{y}_{t-1}, \bar{y}_{t-2}, \dots$ for N sufficiently large, in which case $u_{i,t}$ is serially uncorrelated and sufficient to filter out the effects of the unobserved common

factor f_i . The Cross-sectionally augmented DF regression proposed by Pesaran is the following:

$$\Delta y_{i,t} = a_i + b_i y_{i,t-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + d_i \Delta \bar{y}_t + e_{i,t} \quad (4)$$

Pesaran provides asymptotic cross-sectional ADF and Im, Pesaran and Shin (2003), (IPS) test statistics and critical values for specifications including intercepts, trends, individual-specific intercepts and models with incidental linear trends.

2.3. Modeling convergence

We complement the analysis with a Barro type model to investigate Price relative convergence further employing the following specification:

$$\ln\left(\frac{P_{it}}{P_{i,t-1}}\right) = \alpha + \beta \ln(P_{i,t-1}) + \rho_i + \sigma_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Where $\ln(P_{it})$ is the natural logarithm of the cost of the rural or urban basket, in the city i in the period t , α is the intercept, ρ_i are the city fixed effects, σ_t are the time fixed effects and ε_{it} is the error term. Ultimately, if the price convergence exists, it is expected to get a negative β . This type of convergence informs whether Mexican cities with lower prices present greater price increments. Fixed effects (ρ_i and σ_t) control for unobserved heterogeneity and point to a relative rather than absolute convergence of basic food baskets prices.

3. DATA AND ESTIMATION RESULTS

We calculate the cost of the basket of food of a representative consumer for each city in Mexico following the methodology employed for the national basket of food by the National Council for the Evaluation of Public Policy (CONEVAL). We employ the same food components and consumption quantities as the national basket but attaching the specific food prices adjusted monthly for each City using specific Consumer Price Indexes published by the National Institute for Geography and Statistics (INEGI) in Mexico. The dynamics of individual prices in each city drive the differences in the cost of the basic basket of food for each city and not the differences in consumption (for which there is no publicly available information for the period under analysis). As

in CONEVAL, we also make a distinction between rural and urban areas to acknowledge the differences in population size, lifestyle, and income between both areas. We calculate the cost of rural and urban food baskets for each city.

INEGI publishes monthly price indexes for specific foods for each of the main 46 Cities in Mexico. CONEVAL provides the initial consumption weights obtained from the National Income and Expenditure Survey (ENIGH). CONEVAL is an independent institution in charge of measuring poverty in Mexico and employs the cost of a national average basket of food, together with other social constraints, as a threshold to distinguish people living in poverty condition. People whose wages are below this threshold (known as poverty line) live in food poverty, and those who also face two or more social constraints (education, health, etc.), are identified as living in extreme poverty. CONEVAL calculates the average price of food baskets in Mexico, only at the national level. There is no calculation of the costs for baskets of food at the city or state levels, nor at the urban or rural levels. In this study, we fill this gap by providing calculations of baskets of food at the city level following the methodology by CONEVAL very closely.

The calculation of rural and urban baskets of food at the City level has many advantages: 1) food baskets are composed of highly homogeneous and tradable goods; 2) the analysis at the city level eliminates the barriers present in international comparisons; 3) the distinction between rural and urban baskets allows us to investigate whether price convergence in both areas also have common economic, social and political factors (Tasic, 2007).

Table 1 presents the maximum and minimum annualized growth rates of prices for baskets of food at the city level per year. The first panel (rural cities) shows that during 2010 Tlaxcala's price growth rate was the highest reaching 6.83%, while Huatabampo's growth rate was the lowest, experiencing a deflation of -0.49%, a range of 7.32%. The second panel of the table (urban cities) also shows that, again, Tlaxcala's growth rate was the highest in 2010 with an annualized rate of 12.54%, compared with the lowest rate in Iguala (-0.58%), a difference of 13.12% in that year. The costs of food baskets are highly volatile as shown by the last column in the table with ranges going from 5.39% in León Guanajuato to 23.95% in San Andrés Tuxtla, Veracruz.

The behavior of relative prices by the city reveals different patterns of convergence. While some cities show negative or positive trends, as well as different degrees of non-stationarity (Cuernavaca, Cd. Jiménez and Mexicali, among others); the majority of cities show patterns consistent with stationarity and possibly structural breaks (graphs available from authors, not included to save space). The convergence properties of the series will be studied further in the following sections.

TABLE 1
RURAL AND URBAN BASKETS OF FOOD, ANNUAL INFLATION RATES

Period	Maximum	City	Minimum	City	Range
Rural					
Jan-Dec, 2010	6.83%	Tlaxcala	-0.49%	Huatabampo	7.32%
Jan-Dec, 2011	15.09%	Iguala	-0.64%	San Andrés Tuxtla	15.73%
Jan-Dec, 2012	11.19%	Tehuantepec	0.84%	Tijuana	10.35%
Jan-Dec, 2013	9.26%	Matamoros	-0.70%	Tijuana	9.96%
Jan-Dec, 2014	8.65%	Tijuana	2.22%	Ciudad Jiménez	6.43%
Jan-Dec, 2015	8.75%	Tepatitlán	0.38%	Ciudad Juárez	8.37%
Jan-Dec, 2016	9.77%	Tepatitlán	-1.29%	Villahermosa	11.06%
Jan-Dec, 2017	12.78%	Matamoros	5.33%	Ciudad Jiménez	7.46%
Jan-Mar, 2018	1.92%	Campeche	-4.61%	León	6.53%
Urban					
Jan-Dec, 2010	12.54%	Tlaxcala	-0.58%	Iguala	13.12%
Jan-Dec, 2011	21.86%	Iguala	-2.09%	San Andrés Tuxtla	23.95%
Jan-Dec, 2012	13.04%	Tehuantepec	0.33%	Tijuana	12.71%
Jan-Dec, 2013	8.42%	Matamoros	0.97%	Tijuana	7.44%
Jan-Dec, 2014	10.82%	Tehuantepec	1.08%	Tulancingo	9.75%
Jan-Dec, 2015	7.33%	Iguala	-2.48%	La Paz	9.80%
Jan-Dec, 2016	7.99%	Tepatitlán	-0.89%	Iguala	8.89%
Jan-Dec, 2017	14.50%	Matamoros	2.05%	Ciudad Jiménez	12.45%
Jan-Mar, 2018	1.69%	Campeche	-3.70%	León	5.39%

Source: own elaboration.

3.2 SOURCE ESTIMATION RESULTS

3.2.1. Convergence and persistence: Univariate Unit Root Tests

Table A.1 shows the estimations statistics for studentized coefficients from univariate ADF tests for both rural and urban baskets of food,

respectively. The test statistics reject the null hypothesis of unit roots in 25 of the 45 rural cities considered at 90% level (from Ciudad Jimenez to Chihuahua); in 21 cities at the 95% level (from Ciudad Jimenez to Villa Hermosa) and in 13 cities at the 99% level (from Ciudad Jimenez to Monclova). In contrast, the unit root hypothesis is rejected in 18 urban cities at the 90% (second plot from Ciudad Jimenez to Durango), 12 cities at 95% (from Ciudad Jimenez to Querétaro) and six cities at the 99% level (from Ciudad Jimenez to Acapulco). These results reveal evidence of stationarity in the cost of basic baskets of food in both rural and urban for some cities at high levels of confidence.

These unit-root tests yield approximate measures of persistence in relative price movements which are computable from the quantity $\rho_i = \beta_i + 1$ (Cecchetti, Mark, and Sonora, 1998). We use Kendall's formula (1954) to adjust these unit root values for rural and urban food baskets, respectively. The majority of the point estimates in both rural and urban cases are $\rho_i > 0.60$. The average $\bar{\rho}$ of the rural food basket is $\bar{\rho} = 0.769$ and for the urban food $\bar{\rho} = 0.816$. Hence, while deviations from PPP across cities for the rural basket of food are relatively less persistent than the urban basket of food, deviations from PPP across cities in Mexico are not too large implying low persistence: the half-live of a disturbance for the rural food basket is $h = 2.639$ months, while the half-live of urban food baskets is $h = 3.409$ months, respectively. We investigate next whether changes in the monetary policy stance in Mexico affect the rates of convergence.

The monetary stance of Banco de México and price convergence

The U.S. output contraction in 2008 and the financial crisis spread to Mexico in 2009. This has been the biggest fall of U.S. GDP in more than six decades (2.6%) and the contagion to the Mexican economy had a negative impact, similar to the one experienced during the Tequila crisis in 1995 (8.9% in annual terms), although this time the crisis to Mexico was driven by the contraction of Mexican exports. The MXN Peso/USD exchange rate devalued from MXN 10.00/USD to more than MXN 15.00/USD at the beginning of August 2008.

During the first semester of 2009, Banco de México faced the prospects of contraction adopting a rather steep reduction of interest rates, from 8.25% in January to 4.5% in July. The new rate remained in that level until March 2013, when Banxico cut interest rates even more,

first in March by 50 basis points (from 4.50% to 4.00%) and then in September by 25 basis points more. Another 25 basis points were cut in October, reducing interest rates at 3.5% in 2013 (Carstens, 2015; Rojas and Rodriguez, 2017). It was until June 2014 that Banco de México cut interest rates from 3.50% to 3.00%, despite the increased public investments and the clear signs that the Fed was preparing to normalize its monetary policy (Rojas, 2015). The Mexican economy remained weak after the crisis, but interest rates remained low until the end of 2015, after when they started to rise once more following the normalization of the U.S. monetary policy.

The ease of monetary policy in Mexico during the first part of the sample (2009-2015) was also encouraged by the steep Quantitative Easing in the U.S. To cope with the crisis; the Fed kept interest rates at 0.00% between 2009 and 2015, the lowest funds rate possible. The Fed increased the fund rate 50 basis points on December 17, 2015, and 15 basis points more a year after, on December 15, 2016. The Fed rate increased three times during 2017, and four times during 2018, up until the fund rate reached 2.50%, coinciding with a steady U.S. growth expectation. The prospect of higher Fed fund rates was in part the reason for the reversal of monetary policy stance by Banco de Mexico from the beginning of 2016. The continuous interest rate increases announcements and actual raises by the Federal Reserve System anticipated the steep increases in the funding rate in Mexico.

Monetary policy stance changes and unit roots

In this work, we investigate whether changes in the monetary stance by the Banco de México, *i.e.*, monetary easing vs. tightening, have affected the convergence of prices and the speed of convergence. Formal structural break tests indicate a significant breakpoint in December 2014 in both the funding rate by Banco de México and the MXN/USD exchange rate. This coincidence of structural break dates between the exchange rate and the funding rate is not surprising. Target interest rates respond to fed moves and capital outflows, not only to contain potential inflationary pressures but also to revert Peso depreciation (Banco de México, 2014). Hence, to investigate the behavior of convergence before and after the structural break, we decided to divide the study into two sub-periods: from January 2010 to November 2014 (Period 1) and from December 2014 to March 2018 (Period 2). With this approach, we aim

to examine the effect of the change in monetary policy stance, before and after the break date, on the price convergence of baskets of food among Mexican cities.

Figure 1 shows studentized coefficients for (A) rural and (B) urban baskets of food for the full sample (continuous line) and the two sub-periods: monetary easing (squares) and monetary tightening (triangle). In the case of the rural (urban) basket of foods, during the monetary easing period (see squares), 19 (15) out of 45 cities reject the unit-root hypothesis at a confidence level of 90%; 14 (8) out of 45 cities reject the null at a 95% confidence level, and only 5 (3) of the 45 cities can reject the unit root with a 99% confidence level. On the other hand, during the monetary tightening period (see triangles), 21 rural (13 urban) of 45 cities reject the null hypothesis of unit root at a confidence level of 90%, 13 (8) of 45 cities reject unit root at 95% and 5 (2) of the 45 at 99% of confidence. The analysis by sub-periods for rural (urban) cities presents slightly more cases of cities with unit roots, *i.e.*, divergence, than when we consider the whole sample. It is also interesting to observe more cities with divergent behavior in the monetary tightening period, *i.e.*, a lower number of cities showing a rejection of the unit root, suggesting that the new monetary tightening environment of rising interest rates is associated with greater price divergence.

Our estimations (Table A.2 in the appendix) show that the average rho during the monetary easing period was $\bar{\rho}=0.711$ (urban $\bar{\rho}=0.763$), with a half-life of $h=2.965$ ($h=4.268$) months. The average persistence is lower in the monetary tightening period $\bar{\rho}=0.616$ ($\bar{\rho}=0.671$) with a half-life of $h=2.335$ (2.634) months. We observe a faster rate of convergence of shocks in the second period, when funding rates started to increase, compared to the monetary easing period. Tests for the difference of γ 's between period 1 and 2 show a significant reduction of persistence (faster rate of convergence) in 9 out of 45 rural cities, while one city (Villahermosa), shows a significant increase of persistence. In other words, the change of monetary policy stance by Banco de México seems positively associated with a greater speed of convergence.

All in all, as indicated by univariate Augmented Dickey-Fuller tests, the monetary policy change (tightened stance from December 2014) affected convergence in two ways: first, the number of divergent cases increased and, second, the speed of convergence increased compared

to the monetary easing period. Divergent cases would play in favor of adopting baskets of foods that are specific to every city, as their costs would tend to differ from the average cost of a common basket in the long term. In turn, the fast mean rate of convergence could imply that prices are somewhat flexible and sensitive to monetary policy shocks in the short run.

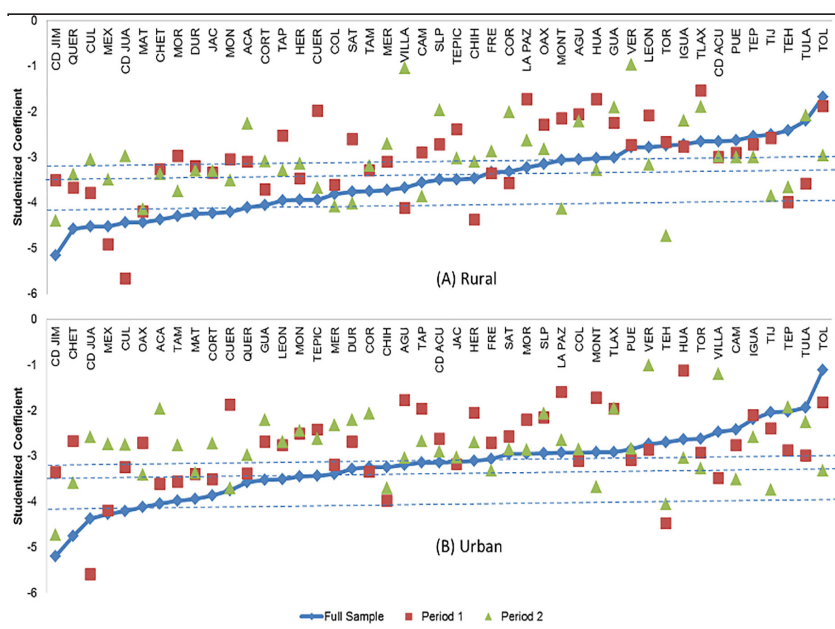
3.2.2. Relative Price Convergence: Unit Roots Tests with Panel data

Table 2 below shows panel unit root estimations employing the test by Levin, Lin and Chun (2002) (LLC) described in equation (4) for both urban and rural baskets of food for the whole sample period, as well as for the periods before and after the change in the monetary stance of December 2014. While univariate tests provide some evidence in favor of stationarity, using panel data tests, we can reject the hypothesis of divergence for the whole period and also for both sub-periods of monetary stance. The high speed of convergence measured by ρ is confirmed; the half-life in all scenarios is between 2 and five months approximately. The monetary tightening stance period presents a higher speed of convergence than the monetary easing period, particularly for the rural basket.

Our panel results reject the hypothesis of unit root for all real exchange rates among Mexican cities overall and by sub-periods. Relative prices in the whole sample are not persistent showing half-lives of less than 3.65 months; the costs of baskets of food in individual cities converge back to the national average cost of food baskets at a fast rate.

The fast rates of convergence in the food reported our study is not rare. Blanco, González, and Fullerton (2006) find, for instance, quick adjustments for relative prices for eight separate menu items with half-lives varying between 0.7 and 3.1 months. A more extensive sample in Fullerton *et al.* (2009) with 32 goods confirms these findings. During the Mexican Peso crisis, Robertson *et al.* (2009) estimated lower half-lives under flexible than under fixed exchange rates and found a rapid convergence. Some cities that are closer together such as Chihuahua and Ciudad Juárez present some of the fastest rates of convergence,

FIGURE 1
STUDENTIZED COEFFICIENTS (T-RATIOS) FOR RURAL FOOD BASKET



Source: own elaboration.

but it doesn't seem to be a pattern related to closeness as described by Cecchetti *et al.* (2002).

Now, to account for the possibility of cross-sectional dependence and to avoid spuriously favoring the PPP, we employ the test for cross-sectional dependence by Pesaran (2004) to find whether cross-sectional units are independent. Results in table 3 indicate rejection of the null of independence in both rural and urban prices whole samples with average absolute values of correlations $\hat{\rho}=0.643$ and $\hat{\rho}=0.501$, very high values, also found on the subsamples. After confirming the high level of cross-section dependence, we test for unit roots following the approach by Pesaran (2007) described in section 2.2 above. Table 4 below shows that when accounting for cross-sectional dependence in all samples and subsamples, with and without trends, the tests reject the hypothesis of unit roots in favor of relative price convergence. While most of the tests did not reject the null of unit roots without deterministic trends (see left panel of the table), Pesaran (2007) test did reject divergence in favor of

relative price convergence. Several authors have noted that a deterministic trend is inconsistent with PPP; a significant deterministic trend would negate the theory. Excluding a linear deterministic trend is also consistent with unit root testing (Amara and Papell, 2006; and Canarella *et al.*, 2014). Nonetheless, we also run panel unit root tests with a deterministic trend with a battery of tools and found a clear rejection of divergence in favor of relative PPP. Hence, overall, we find a clear

TABLE 2
LLC TEST*, RURAL AND URBAN BASKETS

	τ	p-value	$\rho=\beta+1$	Adjusted ρ	Adjusted Half-life
Rural Basket					
Full^a	-10.957	0.000	0.775	0.809	3.262
Period 1^b	-8.159	0.000	0.734	0.788	2.913
Period 2^c	-5.223	0.000	0.668	0.743	2.329
Urban Basket					
Full^a	-8.709	0.000	0.827	0.827	3.654
Period 1^b	-10.036	0.000	0.724	0.724	2.143
Period 2^c	-4.368	0.000	0.719	0.720	2.106

Notes: * Levin, Lin, and Chun (2002) test. a. Full period: 2010:01-2018:03. b. Period 1: 2010:01-2014:11; c. Period 2: 2014:12-2018:03

TABLE 3
PESARAN TEST OF CROSS-SECTION DEPENDENCE

	Rural Food Basket				Urban Food Basket			
	With trend and autoregressive terms		Without trend and no autoregressive terms		With trend and autoregressive terms		Without trend and no autoregressive terms	
	Pesaran	Average	Pesaran	Average	Pesaran	Average	Pesaran	Average
Full ^a	162.93***	0.543	301.83***	0.942	128.10***	0.427	297.34***	0.929
Period 1 ^b	121.66***	0.552	237.62***	0.952	95.79***	0.435	236.21***	0.956
Period 2 ^c	106.54***	0.524	126.68***	0.623	82.191***	0.405	94.34***	0.464

*, ***, denote rejection at the 0.01 and 0.10 significance levels respectively. a. Full period: 2010:01-2018:03. b. Period 1: 2010:01-2014:11; c. Period 2: 2014:12-2018:03. d. Pesaran (2004) test. e. Average rho.

TABLE 4
PANEL UNIT ROOT TESTS

Sample	Without trend					With trend				
	LLC ^d	IPS ^e	ADF Fisher ^f	PP Fisher ^f	Pesaran ^g	LLC ^d	IPS ^e	ADF Fisher ^f	PP Fisher ^f	Pesaran ^g
<i>Rural Basket Food</i>										
Full ^a	2.26	9.68	12.16	6.84	-3.67*	-10.96*	-13.25*	74.61	231.78*	-3.75*
Period 1 ^b	-0.49	8.10	41.09	7.22	-3.18*	-8.16*	-8.87*	40.52	111.24***	-3.26*
Period 2 ^c	3.45	8.95	1.96	5.10	-3.03*	-5.22*	-6.54*	30.31	174.35*	-3.32*
<i>Urban Basket Food</i>										
Full ^a	2.47	10.61	14.90	9.57	-3.33*	-8.71*	-9.26*	65.04	170.21*	-3.39*
Period 1 ^b	0.72	9.31	27.55	9.55	-3.93*	-10.04*	-8.85*	75.32	104.37	-3.11*
Period 2 ^c	5.70	10.61	6.40	5.22	-2.76*	-4.37*	-0.05*	32.14	193.23*	-3.09*

*, ***, denote rejection at the 0.01 and 0.10 significance levels respectively. a. Full period: 2010:01-2018:03. b. Period 1: 2010:01-2014:11; c. Period 2: 2014:12-2018:03. d. Levin, Lin, and Chun (2002) test. LM, Pesaran, and Chin (2003) test. f. Choi (2007) Fisher tests. g. Pesaran (2007) test.

rejection of divergence in favor of relative PPP when accounting for cross-sectional dependence.

As an additional test to rule out the possibility of our convergence conclusions be due to structural changes, we include in this study Bai and Carrion-i-Silvestre (2009) tests. Such test employs an iterative procedure that allows to test mean shifts, trend shifts and also constant and trend. Such shifts can occur in different dates and cities for different magnitudes. The factor approach employed by this method permits a differential impact in each city. Table 5 below presents the results on the three versions of this test: constant and trend; mean shifts and

trend shifts. We confirm the rejection of unit roots in favor of H1: $|\rho| < 0$ which adds to the evidence of convergence found so far. The estimation algorithm did not detect any structural change. The next section explores whether distance can explain the rates of convergence.

TABLE 5
PANEL UNIT ROOT TEST STATISTICS WITH STRUCTURAL BREAKS AND CROSS-SECTION
DEPENDENCE

Model	Basket	Test	Value
Mean shift	Rural	Z	-1.532
		P_m	5.596
		P	170.731
	Urban	Z	-1.733
		P_m	3.497
		P	141.947
Trend shift	Rural	Z	-5.667
		P_m	17.215
		P	330.037
	Urban	Z	-4.414
		P_m	9.957
		P	230.523

Notes: The 1%, 5% and 10% critical values for the standard normal distributed Z and P_m statistics are 2.326, 1.645 and 1.282, while the critical values for the chi-squared distributed P statistic are 71.201, 62.830 and 58.641, respectively.

3.2.3. The determinants of cost convergence

One goal of this study is to explain the relatively fast rates of convergence reported in the previous section. We follow the standard approach of investigating whether transportation costs, usually approximated by distance, are determinants of exchange rate convergence between cities (Engle, 1993; Engel and Rogers, 1997; Parsely and Wei, 1996). Table 6 presents the estimations of the average impact to convergence measures from changes in the $\ln$ and double $\ln$ of distance (second panel), between a given city ' i ' and the Metropolitan Area of Mexico City (numeraire) for rural cities. The volatility of log exchange rate is measured by the standard deviation of $SD(q_{it})$ in the first row of each panel and by the variance of $V(q_{it})$ in the second row of each panel in the table. We also employ the range $R(q_{it})$ and the variation coefficient $VC(q_{it})$ as measures of volatility. All these cases confirm that, albeit the weak response, rural cities farther apart show higher volatility of rela-

tive prices: a percentage increase of real distance is weakly associated with greater relative price variation —see $SD(\Delta q_{it})$ and $V(\Delta q_{it})$. Urban cities show some evidence that distance is related to the lower volatility of relative prices, as indicated by $V(qit)$ in ln and double ln.

Table 6 also shows estimates of the association between ρ , τ ratios and *half-lives* with relative distances. All these measures suggest that the speed of adjustment in both rural and urban cities is slower among cities of greater distance. The responses in the two exercises and the fast rate of adjustment may suggest that transportation costs in rural cities are not necessarily a barrier to arbitrage opportunities across cities in Mexico.

By sub-periods of monetary policy stance we confirm significant and positive effects of real distance with the measures of price variation in rural cities, but only during the first period of monetary easing (not shown to save space): rural cities farther apart show a higher volatility of relative prices. We also find that the speed of adjustment of the prices of baskets of food in rural cities was slower between cities of greater distance.

3.2.4. Relative Beta Price Convergence

The estimation results from equation (6) are presented in table 7 below. All the estimated β 's are negative and significant indicating that price convergence is present in all cases, *i.e.*, cities with low costs show greater price increments. Rural baskets present relatively higher speed of convergence than urban baskets. Urban baskets in the sub-period of December 2014-March 2018 show positive but non-significant estimates. Rural and urban baskets show that fixed effects are important features in the process of convergence. The highest rates of convergence are shown during the period January 2010-November 2014, while time fixed effects are less relevant during January 2010-November 2014 and more relevant during the second part of the sample, December 2014 - March 2018.

TABLE 6
DISTANCE AS A REGRESSOR OF CONVERGENCE VOLATILITY, 2010-2018

Dependent variables	Independent variable			
	ln(real distance)	Adjusted R ²	ln(road distance)	Adjusted R ²
$SD(q)$	6.94×10^{-4}	-0.012	7.95×10^{-4}	-0.009
$V(q)$	2.43×10^{-5}	-0.016	2.91×10^{-5}	-0.012
$R(q)$	0.007	0.03	0.008	0.036
$CV(q)$	-88.014	-0.001	-91.469	-0.007
$\hat{\rho}$	-0.029*	0.058	-0.031**	0.066
τ	-0.289**	0.100	-0.311**	0.113
h	-0.730**	0.098	-0.792**	0.113
$SD(\Delta q)$	0.001**	0.087	0.001**	0.093
$V(\Delta q)$	$2.11 \times 10^{-5**}$	0.069	$2.25 \times 10^{-5**}$	0.077
$R(\Delta q)$	0.007	0.026	0.007	0.034
$CV(\Delta q)$	199.645	-0.023	411.704	-0.022
Double ln's				
$SD(q)$	0.002	-0.020	0.003	-0.017
$V(q)$	7.05×10^{-5}	-0.021	1.10×10^{-4}	-0.019
$R(q)$	0.039	0.018	0.044	0.024
$CV(q)$	-468.049	-0.005	-497.261	-0.005
$\hat{\rho}$	-0.175*	0.063	-0.199**	0.075
τ	-1.719**	0.107	-1.948***	0.125
h	-4.517**	0.116	-5.149***	0.136
$SD(\Delta q)$	0.005**	0.074	0.006**	0.080
$V(\Delta q)$	$1.14 \times 10^{-4*}$	0.058	$1.27 \times 10^{-4**}$	0.065
$R(\Delta q)$	0.037	0.018	0.044	0.026
$CV(\Delta q)$	1080.977	-0.023	2471.4	-0.023

Notes: *, ** and *** denote significance at the 1, 5, and 10% levels respectively. $SD(q)$ and $V(q)$ are standard deviation and variance of monthly percent changes in log real exchange rates (q). $R(q)$ is the range and $CV(q)$ the coefficient of variation. Univariate ADF regressions provide the estimates of ρ , τ , and half-life.

Overall, the result of regional conditional convergence in Mexico is consistent with the findings of González (2020) who studied price convergence of total basic baskets in the provinces of Argentina and also found evidence of disparities at the regional level. As with their results, we also find that not including fixed time effects the rate of convergence slows down significantly. The impact revealed by half-lives is evident.

TABLE 7
RELATIVE BETA PRICE CONVERGENCE

Rural Basket			Urban Basket		
January 2010 March 2018					
β^a	-0.061***	-0.225***	β	-0.064***	-0.200***
City fe ^b	Yes	Yes	City fe	Yes	Yes
Time fe ^b	No	Yes	Time fe	No	Yes
Half-life ^c	11.013	2.719	Half-life	10.480	3.106
January 2010 - November 2014					
β^a	-0.265***	-0.272***	β	-0.259***	-0.264***
City fe ^b	Yes	Yes	City fe	Yes	Yes
Time fe ^b	No	Yes	Time fe	No	Yes
Half-life ^c	2.251	2.183	Half-life	2.312	2.261
December 2014 March 2018					
β^a	-0.020***	-0.275***	β	-0.009	-0.213***
City fe ^b	Yes	Yes	City fe	Yes	Yes
Time fe ^b	No	Yes	Time fe	No	Yes
Half-life ^c	34.310	2.155	Half-life	76.669	2.894

*** Significant at the 99% level. a. Estimate from equation (6). b. fe=fixed effects. c. Half-Life= $-\ln(0.5)/\ln(1+\beta)$.

Vaschuck (2013) argue that the lack of evidence in favor of the Law of One Price implies the presence of regional imbalances, a bad resources allocation and differences in the cost of living, which should be accounted for in the assignment of federal transfers aiming to compensate for the levels of poverty. As with the case of Argentina we also believe that regional disparities reflect themselves on price differences and the cost of living in the cities of Mexico.

4. DISCUSSION

This paper investigates the relationship between monetary policy stance changes and regional price-level convergence of baskets of food at the city level in Mexico from 2010 to 2018. The sample covers a phase of consolidation of Inflation Targeting that is further divided into two sub-periods: declines of interest rates targets from January 2010 to December 2014 and increases of interest rates targets from January 2015 to March 2018, respectively. We investigate whether deviations from PPP and changes in persistence can be attributed to monetary

policy shocks (Rogoff, 1996; Taylor, 2000). Dornbusch (1976) assumes price stickiness of goods in the short-run, but the flexibility of prices in the long-term, allowing prices to adjust towards a new equilibrium. Mishkin (2007) also foresees that greater interest rates would devalue investment portfolios for households, which in turn can constrain wealth, consumption, aggregate demand, and price formation. We have searched for evidence on the effect of monetary policy on price convergence and the rate of convergence.

This study contribution to the literature on convergence is twofold: first, we investigate the costs of food in middle-income countries under IT framework to examine the sensitivity of food prices to monetary policy and, second, the ample testing of convergence takes into account the possibility of cross-sectional dependence allowing for unknown mean and trend shifts. With respect to the first the IT framework, the results are clearly showing that interest rates have effective control of inflation and this is reflected in the time evolution of food costs both rural and urban.

Our work investigates the case of a middle-income economy in the wake of the financial crisis of 2008. We focus on a particular basket of food widely employed as a benchmark to measure poverty in Mexico. The study employs data on the cost of baskets of food as nationally provided by the National Council for the Evaluation of Social Development Policy (CONEVAL). In our study, the cost is calculated at the city level which makes it more relevant to monetary policymakers that monitor the behavior of aggregate inflation, but also to other branches of government aiming to fight poverty (Ceccetti, Mark and Sonora, 2002).

The univariate tests provide mixed results. Several prices of baskets of food do not reject the unit root hypothesis, while some others converge at relatively fast rates. From the estimations, we obtain a fast rate of convergence of baskets of food between 3 to 5 months for both rural and urban cities in Mexico. The change of monetary stance from reducing target rates to increasing target rates raised the number of divergent cases and also increased the rate of convergence. We believe that more divergent cases would indicate that the adoption of individual baskets of food by the city would be more realistic to measure poverty than following the average national basket of food. However, panel unit root tests accounting for the strong cross-section dependence can

reject unit roots in favor of price convergence. The fast rate or reversion (between 0.7 and 3.1 months) suggests that food prices, and baskets of food, in particular, are not sticky but somewhat more flexible and sensitive to monetary policy shocks in the short run. This result supports the idea that food is good with a high level of homogeneity and tradability, hence the relatively fast rate of converge while Obstfeld and Roggoff (2000) find that PPP half-life deviations in industrial economies last longer (three to five years), Cheung and Lai (2000) report half-lives less than three years in developing countries.

Some authors find stronger support for long-run PPP in data samples dominated by monetary shocks than in samples dominated by real shocks such as discoveries of natural resources (Cheun and Lai, 2000). Other studies also find high rates of convergence, very similar to our estimates. González and Rivadeneyra (2004) have shown that agriculture prices and food present stronger rates of price convergence (of about 3.3 months or less); Fullerton et al. (2009) reports deviations from the law of one price for low and high volatility panels of cities between 3 and 4 months, while Robertson *et al.* (2009) reported 6 to 7 months for general US-Mexico goods. Gluschenko (2006) estimates an average half-life of 2 months for the cost of a basket of food in Russia; Monge and Winkered (2008) tested the PPP in baskets where food is an important factor in a sample of 25 Peruvian cities and found relatively high price convergence, with a convergence speed of less than a year in a period from 1996 to 2003. Using index prices, Gómez and Rodríguez (2012) report that 23 cities do not converge to the numeraire cities in Mexico for a sample period before Inflation Targeting was fully-fledged.

We find that the speed of adjustment of the prices of baskets of food in rural cities was slower between cities of greater distance, particularly during the first period of monetary easing stance in rural cities. An additional analysis of conditional beta convergence shows price convergence is present in all cases, *i.e.*, cities with low costs show greater costs increments. Rural baskets present relatively higher speed of convergence than urban baskets. These results reveal evidence of disparities at the regional level, which policy makers should take care to avoid adverse effects on food security and local levels of poverty. This type of convergence suggests that food costs may increase faster than the implementation of policies to fight food poverty.

Contrary to González (2020) and Vaschuck (2013) who find lack of evidence in favor of the Law of One Price, convergence in this study implies a degree of balance in the costs of food across cities, similar costs of living overall and certain degree of resource allocation. Differences in the cost of living tend to close and the assignment of federal transfers, aiming to compensate for the levels of poverty, can help to speed up such process. As with the case of Argentina (González, 2020) we also believe that regional disparities reflect themselves on price differences and the cost of living in the cities of Mexico. However, there may be other factors such as food systems and macroeconomic variables explaining the convergence of costs in addition to social inequalities. This study suggest that monetary policy stances have promoted the convergence of costs.

Our work has some limitations. As it happens with other studies, *i.e.*, Ceccetti et al. (2002), we did not examine the effect of real wage productivity differentials due to lack of data available at the city level. There can also be other factors that explain the convergence and the speed of convergence in Mexico that is related to the monetary policy stance, such exchange rates. Fullerton and Varella Mollick (2013) consider that the principal source of price divergence is likely to come from the monetary policy framework and in particular from currency fluctuations.

Future work could emphasize the impact of social and cultural factors that affect the price convergence directly (Monge and Winkeried, 2008; Tasic, 2007). For instance, criminal activity, robbery and insecurity might delay the process of adjustment of real exchange rates because delinquency creates income differences and hence, differences of inflations (Monge and Winkeried, 2008). Some other cultural determinants that could be explored are bureaucratic difficulties and corruption (Tasic, 2007), that might discourage international trade and negatively impact the reversion of prices. Finally, we have tested the possibility of structural breaks in the level and trend of relative prices and the results confirm convergence. This last result can motivate the study of particular forms of non-stationarity, including catching-up or lagging behind processes, as proposed by Gómez-Saldivar and Ventosa-Santaulària (2012).

CONCLUSION

The study of convergence in food baskets at the regional level for middle-income countries has relevant policy implications that range from the conduct of monetary policy to the fight against extreme poverty. Food costs in Mexico converge rapidly and are sensitive to monetary policy shocks in the short run. Food costs show a high level of homogeneity and tradability, yet the convergence in rural areas is slower. Accounting for cross sectional dependence, regional income disparities may underlie this finding. The fight against food poverty should take into account these salient features in the design of federal transfers, implementation of social programs and to plan the food system.

REFERENCES

- Alin, Andrieş & Căpraru, Bogdan & Ihnatov, Iulian & Tiwari, Aviral Kumar (2017), "The relationship between exchange rates and interest rates in a small open emerging economy: The case of Romania", *Economic Modelling*, Elsevier, vol. 67(C), p.p. 261-274.
- Amara J, Papell DH (2006). "Testing for purchasing power parity using stationary covariates", *Appl Financ Econ* 16:29–39.
- Aportela, Ardaín and Cruz (2001), "Comportamiento histórico de las tasas de interés reales en México, 1995-2001". *Documento de investigación*, 2001-05, Dirección General de Investigación Económica, Banco de México.
- Arruda, EF., Castelar, I., Barboza, D., Barbosa, R. (2018), "Price convergence, reversal speed and purchasing power parity: Stylized facts for Brazilian cities", *Economía*, 19(2), 219-235.
- Bai, J., & Carrion-I-Silvestre, J. L. (2009), "Structural Changes, Common Stochastic Trends, and Unit Roots in Panel Data", *Review of Economic Studies* 76, 471-501.
- Baqueiro, A., Díaz de León, A. & Torres, G. (2003), "Temor a la flotación o a la inflación. La importancia del «traspaso» del tipo de cambio a los precios". *Documento de Investigación*, No. 2003-02, Dirección General de Investigación Económica, Banco de Mexico.
- Bernard, A.B. & S. N. Durlauf (1995). "Convergence in international output", *J Appl Econom*, 10 (2): 97-108. 10.1002/jae.3950100202.
- Bernard, A.B. & S. N. Durlauf (1996), "Interpreting tests of the convergence hypothesis", *J Econom*. 71 (1): 161-173. 10.1016/0304-4076(94)01699-2.
- Bornhorst, F. (2003), "On the Use of Panel Unit Root Tests on Cross-Sectionally Dependent Data: an Application to PPP", *EUI Working Paper*, ECO/2003/24.
- Blanco-González, L., and Fullerton Jr, T. M. (2006). "Borderplex menu eviden-

- ce for the law of one price”, *Economics Letters*, 90, 28–33.
- Ca' Zorzi, Michele, and Hahn, Elke, and Sanchez, Marcelo (2007), “Exchange Rate Pass-Through in Emerging Markets”, *ECB Working Paper*, No. 739.
- Calvo, G. & Reinhart, C. (2002), “Fear of Floating”, *Quarterly Journal of Economics*, 117(2), pp. 379-408.
- Canarella, Giorgio & Stephen Miller & Stephen Pollard (2014), “Purchasing Power Parity Between the UK and Germany: The Euro Era”, *Open Economies Review*, Springer, vol. 25(4), pages 677-699, September.
- Carstens, A. (March, 2015). La banca preparada ante una gran oportunidad de desarrollo. En S. R. Ortega (Chairman), 78 *Convención Bancaria*. Conference held in the Asociación de Bancos en México, Acapulco, México.
- Cecchetti, S., Mark, N., & Sonora, R. (2002), “Price Index Convergence Among United State Cities”, *International Economic Review* Vol.43, 1081-1099.
- Cheung Y-W, Lai KS (2000), “On cross-country differences in the persistence of real exchange rates”, *Journal of International Economics*, 50(2):375–397.
- Chmelarova, V., & Nath, H. (2010), “Relative price convergence among US cities: Does the choice of numeraire city matter?”, *Journal of Macroeconomics*, Vol. 32, 405–414.
- Choi, I. (2001), “Unit root tests for panel data”, *Journal of International Money and Finance* 20: 249-272.
- CONEVAL (2012). Construcción de la Líneas de Bienestar Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. *Documento metodológico*, México, D.F. CONEVAL, 2012.
- Copelman, M. & Werner, A. M. (1995), The monetary transmission mechanism in Mexico. *International Finance. Discussion Papers*, No. 521. Board of Governors of the Federal Reserve System.
- De Masi, P., & Koen, V. (1996), “Relative Price Convergence in Russia”, *Staff Papers - International Monetary Fund*, Vol. 43, No. 1, 97-122.
- Ding, Hui & Kim, Jaebeom (2012). “Does inflation targeting matter for PPP? An empirical investigation”, *Applied Economics Letters*, vol. 19(18), pages 1777-1780.
- Dornbusch, R. (1976), “Expectations and exchange rate dynamics”, *Journal of Political Economy*. 84(6), pp. 1161-1176.
- Dornbusch, Rüdiger, (1987), “Exchange Rates and Prices”, *American Economic Review*, 77, issue 1, p. 93-106
- Engel, C. (1993), “Real Exchange Rates and Relative Prices? An Empirical Investigation”, *Journal of Monetary Economy*, vol. 32, num. 1, pp. 35-50.
- Engel, C.; Hendrickson, M.; Rogers, J. (1997), “Intranational, Intracontinental, and Interplanetary PPP”, *Journal of the Japanese and International Economies*, 11, pp. 480-501.
- Evans P, Karras G. (1996). “Convergence revisited”, *J Monet Econ.*; 37: 249-265.10.1016/S0304-3932(96)90036-7.
- Fullerton Jr, T. M., Fierro, K. P. and Villalobos, E. (2009). “Cross-border restaurant price and exchange rate interactions”, *North American Journal of*

- Economics and Finance*, 20, 281–8.
- Fullerton, T.M., Varella-Mollick (2013), “Border region panel evidence on PPP deviations”, *Applied Economics* 45, 2175–2182.
- García-Hiernaux, Alfredo y Guerrero, David E. (2015), “Price-Level Convergence in the Eurozone”, *Working Paper* 1505, Instituto Complutense de Análisis Económico, Universidad Complutense de Madrid
- García-Cintado, A.C., Romero-Ávila, D. & Usabiaga, C. (2016), “The economic integration of Spain: a change in the inflation pattern”, *Lat Am Econ Rev* 25, 1.
- Gluschenko, C. (2011), “Price convergence and market integration in Russia”, *Regional Science and Urban Economics*, 21, pp. 160–172.
- Gómez, M. (2009), “La Paridad del Poder de Compra: Una Revisión Crítica”, *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, Vol. IV, 89–112.
- Gómez, M., & Rodríguez, J. (2011), “Convergencia de Precios al Interior de las Regiones de México”, *INCEPTUM*, Vol. VI, No. 11, 413 - 423.
- Gómez, M., & Rodríguez, J. (2012), “Convergencia de Precios en las Ciudades de México: Una aplicación con pruebas de raíz unitaria que toman en cuenta cambios estructurales”, *INCEPTUM*, Vol. VII, No. 13, 127–154.
- Gómez Aguirre, M., & Rodríguez Chávez, J. C. (2013). “Cambio estructural y convergencia de precios entre las principales ciudades de México”, *Econo-Quantum*, 10(1), 59–75. <https://doi.org/10.18381/eq.v10i1.157>.
- Gómez-Zaldívar, M. and Ventosa-Santaulària, D. (2012), “Regional output convergence in México”, *Latin american journal of economics*, 49(2), pp. 217–236.
- González, M., & Rivadeneyra, F. (2004), “La ley de un solo precio en México: un análisis empírico”, *Gaceta de Economía*, Vol. 10, Núm. 19, 91–115.
- González, FA. (2020), “Regional price dynamics in Argentina (2016–2019)”, *Regional Statistics*, 10(2), 83–94.
- Haidar, J. (2011). “Currency Valuation and Purchasing Power Parity”, *World Economics*, Vol. 12, No. 3, 1–12.
- Harrod, R. (1933). *International Economics*, Londres: Nisbet y Cambridge University Press.
- Hernández, I., López, F., & Rodríguez, D. (2015), “El Principio de Paridad del Poder de Compra en el nivel de ciudades en México”, *Análisis Económico*, Vol. XXX, 75, 8–28.
- Im K, Pesaran H, Shin Y. (2003), “Testing for unit roots in heterogeneous panels”, *Journal of Econometrics* 115: 53–74.
- Iregui, A., Otero, J. (2011), “Testing the law of one price in food markets: evidence for Colombia using disaggregated data”, *Empirical Economics*, 40, 269–284.
- Kendall M. G. (1954), “Note on the Bias in the Estimation of Autocorrelation”, *Biometrika*, 41, 403–404.
- Levin, A., C.-F. Lin y C.-S. J. Chu (2002), “Unit Root Test in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties”, *Journal of Econometrics*, 108 (1), 1–24.

- Lothian, J. R., and Taylor, M. P. (1997), "Real exchange rate behavior", *Journal of International Money and Finance*, 16, 945–54.
- Masi, Paula and Koen, Vincent (1996), "Relative price convergence in Russia", *IMF Staff papers*, 43(1), pp. 97-122.
- Medina, L., & Noriega, A. (2001), "Evidencia Empírica sobre la Paridad del Poder Adquisitivo en México", *Acta Universitaria*, Vol. 11, No. 3, 33-38.
- Mishkin, F. S., and Schmidt-Hebbel, K. (2007), "Does inflation targeting make a difference?", *NBER Working Paper*, No. 12876, NBER, Cambridge, MA.
- Monge, Á., & Winkelried, D. (2008). PPC y Convergencia de Precios: Un Análisis para las ciudades de Perú. *Ensayos sobre Política Económica*, Vol. 27, No. 58, 56-104.
- Nagayasu, Jun (2011). "Heterogeneity and convergence of regional inflation (prices)", *Journal of Macroeconomics*, 33(4), pp.711-723
- Nenna, M. (2001), "Price Level Convergence among Italian Cities: Any Role for the Harrod-Balassa-Samuelson Hypothesis?", *Working Paper*, No. 64, 1-24.
- Obstfeld, Maurice, and Kenneth Rogoff (2000). The Six Major Puzzles in International Macroeconomics: Is There a Common Cause? *NBER Working Papers*, 7777, National Bureau of Economic Research.
- Papell, D. (2006), "The panel purchasing power parity puzzle", *Journal of Money, Credit, and Banking*, 38, 447–67.
- Parsley, D.; Wei, S. (1996), "Convergence to the Law of One Price without Trade Barriers or Currency Fluctuations", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 111, num. 4, pp. 1211-1236, 1996.
- Pesaran, M. H. (2004), "General diagnostic tests for cross-section dependence in panels. The University of Cambridge, Faculty of Economics", *Cambridge Working Papers in Economics* No. 0435.
- Pesaran, M. H. (2007), "A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence", *Journal of Applied Econometrics*, 22: 265-312.
- Quah D. (1993), "Galton's fallacy and tests of the convergence hypothesis", *Scand J Econ.*; 95:427-443.10.2307/3440905
- Robertson, R., Kumar, A. and Dutkowsky, D. (2009), "Purchasing power parity and aggregation bias for a developing country: the case of Mexico", *Journal of Development Economics*, 90, 237–43.
- Rogoff, K. (1996), "The purchasing-power-parity puzzle", *Journal of Economic Literature*, 34, 647–68.
- Rojas, M. (2015b), "El debate de las causas de la crisis financiera de Estados Unidos del 2008 ¿Fue adecuada la respuesta del FED?", *Perspectivas*, 9(1), pp. 29-53.
- Rojas-Miranda, M. and Rodríguez-Medina, O. (2017), "Two cycles of monetary easing in Mexico: 2009 and 2013-2014", *Clío América*, 11(22), pp. 205-218
- Roos, M. (2003), "Regional price levels in Germany", *European Regional Science Association*, 1-27.
- Samuelson, P. (1964), "Theoretical Notes on Trade Problems", *Review of Economics and Statistics*, 46, 145-154.

- Seongman, Mon (2017), "Inter region Relative Price Convergence in Korea", *East Asian Economic Review*, 21(2), pp.123-46
- Sonora, Robert J. (2005), "City CPI Convergence in Mexico", *Review of Development Economics*, 9(3), pp. 359-367.
- Surya, A. M. (2017). "The impact of inflation targeting framework on food price inflation: evidence from developing economies", *Journal of Governance & Regulation*, 6(4), 53-60
- Svensson, L. E. O. (2000), "Open economy inflation targeting," *Journal of International Economics*, 50, 155-83.
- Tasic, N. (2007), "Food Price Convergence and Trade in the Balkans", *Eastern European Economics*, Vol. 45, No. 2, 6-22.
- Taylor, J. (1995), "The monetary transmission mechanism: an empirical framework", *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), pp. 11-26.
- Taylor, J. (2000), "Using monetary policy rules in emerging market economies", in G. Ortiz (Gobernador), *Stabilization and Monetary Policy: The International Experience*. Conference held in Banco de Mexico, Mexico City.
- Taylor, Mark Peter (2003), "Purchasing Power Parity", *Review of International Economics*, Vol. 11, pp. 436-452.
- Taylor, A. M. and Taylor, M. P. (2004), "The purchasing power parity debate", *Journal of Economic Perspectives*, 18, 135-58
- Vargas-Téllez (2008), "Purchasing power parity across Mexican cities: a panel data analysis", *Applied Economics*, 40:22, 2891-2899.
- Yazgan, M.E., and Yilmazkuday, H. (2016), "High versus low inflation: implications for price-level convergence", *Empirical Economics*, 50, pp. 1526-1563.
- Yilmazkuday, Hakan (2013), "Inflation targeting, flexible exchange rates, and inflation convergence", *Applied Economic*, 45 pp. 593-603.
- Winkelried, Diego & José Enrique Gutierrez (2015), "Regional inflation dynamics and inflation targeting. The case of Peru", *Journal of Applied Economics*, *Universidad del CEMA*, vol. 18, pages 199-224.

TABLE A.1
AUGMENTED DICKEY-FULLER ESTIMATIONS: RURAL AND URBAN BASKETS.

City	Rural Food Basket					Urban Food Basket						
	β_0	t	Trend	Lag	Adjusted p^*	Half-Life ²	β_0	t	Trend	Lag	Adjusted p^*	Half-Life ²
Acapulco	0.369***	-4.10	-0.0005**	-0.157	0.660	1.670	-0.305***	-4.05	-0.0008***	-0.161	0.726	2.166
Aguascalientes	0.182***	-3.04	-0.0007**	0.047	0.853	4.356	-0.187***	-3.20	-0.0001***	-0.071	0.948	4.196
Campeche	0.354***	-3.55	-0.0001*	0.220**	0.676	1.768	0.133***	-2.42	-0.0002	0.012	0.803	6.821
Ciudad Acuña	0.169***	-2.65	-0.0001	-0.154	0.866	4.829	-0.183***	-3.14	-0.0002	0.034	0.852	4.323
Ciudad Jiménez	0.446***	-5.15	-0.0003***	0.146	0.581	1.276	-0.049***	-5.20	-0.0003***	0.084	0.578	1.264
Ciudad Juárez	0.377***	-4.43	-0.0001	0.124	0.652	1.620	-0.171***	-4.38	-0.0001***	0.120	0.658	1.657
Colima	0.278***	-3.81	-0.00001	0.105	0.754	2.455	-0.169***	-2.92	-0.0003	0.056	0.866	4.829
Córdoba	0.217***	-3.31	-0.0008**	0.038	0.817	3.426	-0.206***	-3.25	-0.0007	0.034	0.828	3.676
Cortazar	0.316***	-4.05	-0.0001**	-0.054	0.715	2.065	-0.307***	-3.87	-0.0009*	-0.064	0.724	2.147
Cuernavaca	0.369***	-3.93	-0.0003***	-0.063	0.725	2.157	-0.255***	-3.75	-0.0003***	-0.008	0.778	2.757
Culiacán	0.369***	-4.52	-0.0009**	0.135	0.660	1.670	-0.356***	-4.22	-0.0001***	0.064	0.674	1.754
Chetumal	0.379***	-4.36	-0.0008	-0.131	0.650	1.609	-0.365***	-4.75	-0.0001**	-0.250**	0.664	1.695
Chihuahua	0.236***	-3.47	-0.0001**	0.075	0.797	3.059	-0.217***	-3.25	-0.0002***	0.044	0.817	3.426
Durango	0.346***	-4.24	-0.0001***	0.105	0.684	1.824	-0.214***	-3.29	-0.0001***	0.080	0.820	3.491
Ensenada	0.267***	-3.32	-0.0005	-0.091	0.765	2.591	-0.246***	-3.07	-0.0008*	-0.151	0.787	2.893
Guadalajara	0.289***	-3.01	-0.0006**	-0.019	0.834	3.827	-0.253***	-3.53	-0.0001**	0.064	0.780	2.786
Hermosillo	0.289***	-3.94	-0.0009**	0.113	0.743	2.330	-0.207***	-3.11	-0.0007*	-0.074	0.827	3.652
Huatabampo	0.184***	-3.02	-0.0007	0.024	0.851	4.291	-0.146***	-2.64	-0.0001*	-0.010	0.890	5.947
Iguala	0.166***	-2.72	-0.0004	0.025	0.869	4.952	-0.102**	-2.19	-0.0002	0.055	0.935	10.365
Jacón	0.376***	-4.23	-0.0001**	0.068	0.653	1.626	-0.186***	-3.13	-0.0005*	0.184*	0.849	4.227
La Paz	0.192***	-3.22	-0.0009*	0.137	0.843	4.047	-0.138***	-2.93	-0.0009	0.261**	0.898	6.458
León	0.167***	-2.77	-0.0004	-0.015	0.868	4.910	-0.244***	-3.51	-0.0006	0.077	0.789	2.925
Mérida	0.358***	-4.43	-0.0001***	0.130	0.672	1.741	-0.288***	-3.95	-0.0001**	0.122	0.744	2.341
Mexicali	0.320***	-3.72	-0.0001***	-0.001	0.711	2.030	-0.354***	-3.40	-0.0001**	0.047	0.779	2.771
Mora	0.355***	-4.52	-0.0002***	0.177*	0.675	1.761	-0.343***	-4.27	-0.0002***	0.122	0.687	1.846
Monclova	0.337***	-4.20	-0.00006	0.089	0.693	1.892	-0.249***	-3.45	-0.0003	-0.018	0.784	2.846
Monterrey	0.186***	-3.05	-0.0002	0.05	0.849	4.227	-0.158***	-2.92	-0.0001	0.077	0.787	5.310
Mucila	0.394***	-4.29	-0.0001***	-0.027	0.634	1.523	-0.204***	-2.95	-0.0001**	0.074	0.830	3.725
Oaxaca	0.213***	-3.14	-0.0008**	-0.06	0.821	3.513	-0.324***	-4.12	-0.0002***	0.103	0.707	1.996
Puebla	0.164***	-2.62	-0.0007**	-0.151	0.871	5.037	-0.184***	-2.85	-0.0001***	-0.116	0.851	4.291
Querétaro	0.396***	-4.57	-0.0006*	-0.044	0.632	1.513	-0.228***	-3.57	-0.0006	0.043	0.805	3.205
San Andrés Tuxtla	0.301***	-3.75	-0.0006*	-0.023	0.730	2.205	-0.195***	-2.96	-0.0005	0.022	0.839	3.962
San Luis Potosí	0.261***	-3.49	-0.0008**	-0.022	0.771	2.672	-0.180***	-2.94	-0.0008*	-0.032	0.855	4.423
Tampico	0.269***	-3.74	-0.0001**	0.104	0.763	2.566	-0.313***	-3.99	-0.0001**	0.105	0.718	2.092
Tehuacan	0.373***	-3.94	-0.0001**	-0.083	0.656	1.645	-0.224***	-3.15	-0.0006	-0.004	0.810	3.282
Tehuantepec	0.149***	-2.41	-0.0003	-0.135	0.887	5.775	-0.181***	-2.70	-0.0004	-0.109	0.854	4.389
Tehuacán	0.118***	-2.53	-0.0001*	0.203**	0.919	8.188	-0.084***	-2.03	-0.0009**	0.184*	0.954	14.673
Tijuana	0.243***	-3.49	-0.0006	0.065	0.790	2.941	-0.225***	-3.44	-0.0006**	0.125	0.809	3.262
Tlaxcala	0.133***	-2.5	-0.0004	-0.004	0.903	6.821	-0.085***	-2.04	-0.0001	-0.008	0.953	14.345
Toluca	0.148***	-2.65	-0.0001	-0.332***	0.888	5.831	-0.171***	-2.91	-0.0001*	-0.316***	0.864	4.750
Torresón	0.106*	-1.67	0.000001	-0.413***	0.931	9.723	-0.052	-1.11	0.0001	-0.444***	0.987	52.277
Tulancingo	0.174***	-2.74	-0.0009*	-0.04	0.861	4.636	-0.152***	-2.62	-0.0008	-0.053	0.884	5.611
Tulancingo	0.133***	-2.20	-0.0007	0.017	0.903	6.821	-0.111**	-1.93	-0.0001	-0.011	0.923	8.645
Veracruz	0.190***	-2.77	-0.0005	-0.144	0.845	4.105	-0.183***	-2.74	-0.0006	-0.104	0.852	4.323
Villahermosa	0.329***	-3.68	-0.0006*	0.006	0.701	1.955	-0.168***	-2.47	-0.0002	-0.09	0.867	4.869

*We reject the null hypothesis at 10%. **We reject the null hypothesis at 5%. ***We reject the null hypothesis at 1%.

1 We use Kendall's formula (1954) for adjustment:

2 The half-life is:

TABLE A.2

AUGMENTED DICKEY-FULLER ESTIMATIONS RURAL BASKETS BY SUBPERIOD.

Table A.2 Augmented Dickey-Fuller estimations rural baskets by subperiod.

City	Subperiod (Jan 2010-Nov 2014)					Subperiod (Dic 2014-Mar 2018)						
	V_i	t	Trend	Lag	Adjusted p^*	Half-Life ²	V_i	t	Trend	Lag	Adjusted p^*	Half-Life ²
Acapulco	0.378***	-3.09	-0.00005	-0.179	0.671	1.735	-0.368**	-2.26	-0.00007	-0.083	0.704	1.978
Aguascalientes	-0.174**	-2.05	-0.00007	-0.081	0.885	5.671	-0.218**	-2.20	-0.00001	0.199	0.866	4.804
Campeche	0.324***	-2.89	-0.0002**	-0.047	0.727	2.177	0.857***	-3.86	0.0005*	-0.035	0.179	4.043
Ciudad Acaña	0.342***	-3.00	-0.00006	-0.142	0.708	2.011	0.292***	-2.98	0.0004**	-0.03	0.786	2.880
Ciudad Juárez	0.398***	-3.50	-0.0002**	0.049	0.650	1.607	0.646***	-4.39	0.00002*	0.361**	0.406	0.768
Ciudad Juárez	0.801***	-5.66	-0.0004***	0.338**	0.226	0.466	-0.335***	-2.97	0.00002	0.062	0.740	2.301
Colima	0.473***	-3.60	0.0001***	0.063	0.571	1.236	0.473***	-4.08	-0.00004	0.463***	0.592	1.320
Córdoba	0.447***	-3.57	0.00007	0.115	0.598	1.348	-0.224*	-2.00	-0.00005	0.14	0.859	4.568
Cortazar	0.470***	-3.70	-0.00001	0.028	0.574	1.248	0.471***	-3.08	-0.00005	0.594	1.329	4.359
Cuernavaca	-0.169*	-1.98	-0.0002**	-0.316**	0.890	5.960	-0.698***	-3.67	-0.0005***	0.256	0.350	0.660
Culiacán	0.423***	-3.78	-0.00009	0.183	0.623	1.466	-0.434***	-3.04	0.00001	0.121	0.633	1.518
Chetumal	0.386***	-3.26	-0.0002*	0.035	0.662	1.681	-0.467***	-3.36	-0.00007	0.329**	0.598	1.348
Chihuahua	0.581***	-4.36	-0.0008***	0.183	0.457	0.886	0.406***	-3.09	-0.0002	0.262	0.664	1.690
Durango	0.318***	-3.20	-0.0002**	0.179	0.734	2.238	-0.535***	-2.87	-0.0002	0.111	0.525	1.075
Fresnillo	0.425***	-3.35	-0.0002**	0.032	0.621	1.456	-0.419***	-3.29	0.0002**	-0.094	0.650	1.607
Guadalajara	-0.205**	-2.24	-0.00005	0.02	0.852	4.339	-0.207*	-1.90	-0.00008	-0.012	0.877	5.303
Hermosillo	0.424***	-3.46	-0.0002**	0.113	0.622	1.461	-0.455***	-3.13	0.0001	0.310*	0.611	1.406
Huachinango	-0.184*	-1.72	-0.0001	-0.083	0.874	5.166	-0.397***	-3.27	-0.0001	-0.066	0.673	1.752
Huatabampo	-0.274***	-2.77	0.0003*	0.092	0.780	2.788	-0.222**	-2.19	-0.0003**	-0.064	0.861	4.644
Iguala	-0.443***	-3.34	-0.0002**	-0.062	0.602	1.367	-0.435***	-3.30	-0.00001	0.315*	0.632	1.513
Jacona	-0.128*	-1.72	-0.0000001	-0.003	0.933	10.040	-0.269**	-2.62	-0.0001	0.251	0.811	3.305
La Paz	-0.166**	-2.08	-0.0001	-0.024	0.893	6.147	-0.509**	-3.16	0.0001	0.152	0.553	1.169
León	0.519***	-4.19	0.0002**	0.184	0.522	1.068	-0.527***	-4.14	0.0007***	0.267*	0.533	1.103
Mameros	0.363***	-3.10	-0.0002**	-0.063	0.686	1.842	-0.380***	-2.70	0.00002	0.104	0.692	1.879
Mexicali	-0.644***	-4.91	-0.0008***	0.332**	0.391	0.738	-0.538***	-3.49	-0.0004	0.256	0.522	1.065
Morelos	0.338***	-3.05	-0.00007	0.104	0.713	2.046	-0.498***	-3.50	0.0003*	0.137	0.565	1.213
Monclova	-0.207**	-2.14	-0.0001	0.049	0.850	4.273	-0.530***	-4.13	0.0002**	0.259*	0.530	1.093
Morelia	0.328***	-2.97	-0.00009	-0.019	0.723	2.138	-0.723***	-3.74	-0.0002**	0.066	0.323	0.613
Oaxaca	-0.215**	-2.28	-0.0001	-0.084	0.842	4.027	-0.409***	-2.82	-0.0003	0.052	0.660	1.670
Puebla	-0.264***	-2.90	-0.0002**	-0.182	0.790	2.946	-0.480***	-2.99	0.00002	-0.085	0.584	1.289
Querétaro	0.324***	-3.67	-0.00006	0.125	0.727	2.177	-0.656***	-3.37	-0.0003	-0.010	0.395	0.746
San Andrés Tuxtla	-0.239**	-2.60	-0.00004	0.060	0.817	3.422	-0.790**	-4.01	-0.0000008	0.144	0.251	0.501
San Luis Potosí	0.258***	-2.71	-0.00009	-0.014	0.797	3.049	-0.300*	-1.96	-0.00004	-0.042	0.778	2.754
Tampico	-0.370***	-3.28	-0.0003**	0.142	0.679	1.790	-0.491***	-3.18	0.00006	0.249	0.572	1.242
Tapachula	-0.294**	-2.52	-0.0001	-0.185	0.759	2.512	-0.574***	-3.28	-0.00007	0.090	0.483	0.952
Tehuantepec	-0.581***	-3.98	-0.0007***	0.048	0.457	0.886	-0.632***	-3.66	0.0008***	0.421	0.660	1.670
Tepatlán	-0.205***	-2.71	-0.00009	0.236*	0.852	4.339	-0.362***	-3.00	0.0008***	0.340**	0.711	2.031
Tepic	-0.194**	-2.38	-0.00006	0.128	0.864	4.739	-0.420***	-3.02	-0.0001	-0.022	0.649	1.600
Tijuana	-0.222**	-2.57	-0.0004**	0.087	0.835	3.831	-0.501***	-3.85	-0.0001	-0.070	0.561	1.201
Tlaxcala	-0.115	-1.53	-0.00005	-0.389***	0.947	12.716	-0.261*	-1.89	-0.0001	-0.257	0.819	3.480
Toluca	-0.218*	-1.87	-0.0001	-0.378***	0.839	3.941	-0.583***	-2.96	0.0002**	-0.108	0.473	0.927
Torón	-0.268***	-2.66	-0.0003**	0.124	0.786	2.881	-0.764***	-4.72	0.0004***	0.088	0.279	0.543
Tulancingo	-0.427***	-3.58	-0.0004***	0.145	0.619	1.446	-0.239**	-2.08	0.0001	0.051	0.843	4.061
Venustiano	-0.262**	-2.73	-0.0002	-0.038	0.792	2.980	-0.151	-0.96	0.0000001	-0.368**	0.938	16.194
Villahermosa	-0.501***	-4.11	-0.0001	0.222	0.541	1.129	-0.132	-1.04	0.00007	-0.353**	0.958	16.771

*We reject the null hypothesis at 10%. **We reject the null hypothesis at 5%. ***We reject the null hypothesis at 1%.

1 We use Kendall's formula (1954) for adjustment:

2 The half-life is:

Desarrollo matemático de la frontera eficiente de portafolio y diversificación de cultivos hortícolas en México

ANTONIO KIDO-CRUZ* Y MA. TERESA KIDO-CRUZ**

RESUMEN

La solución de problemas de optimización cuadrática suele ser una tarea difícil y cuando se utilizan series históricas sobre rendimientos agrícolas es poco frecuente que los porcentajes asignados sean no-negativos. En finanzas, la explicación de este evento se resuelve con las ventas en corto; sin embargo, para otros tipos de activos reales como la generación de electricidad o la agricultura, la explicación no es del todo satisfactoria. Este artículo estima el potencial de diversificación hortícola en México del modelo matemático de Markowitz. Los resultados muestran que usando todos los cultivos seleccionados no es posible encontrar porcentajes positivos, por lo que la interpretación de los resultados resulta inapropiada en este contexto. Cuando la cantidad de cultivos se restringe en función de una matriz de correlación débil entre las rentabilidades de los cultivos seleccionados, se encuentra una región donde los pesos de todos los cultivos son positivos, pero teóricamente resulta insuficiente.

Palabras clave: cultivos hortícolas, teoría óptima, frontera eficiente.

Clasificación JEL: C; C6; C65.

* Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. Correo-e: akido42@hotmail.com.

** Universidad del Papaloapan, Oaxaca, México. Correo-e: terekido@hotmail.com.

ABSTRACT

Mathematical development of the efficient portfolio frontier and diversification of agricultural crops in Mexico

The resolution of problems of optimization of the efficient frontier is usually a difficult task and when using historical series on crop yields it is rare that the percentages assigned are non-negative. In finance, the explanation of this event is resolved with short sales, however, for other types of real assets such as those related to energy or agriculture the explanation is not entirely satisfactory. The main objective of this research is to estimate the potential for horticultural diversification in Mexico using a Markowitz's mathematical model. The results show that, using only the optimal portfolio theory, it is not possible to find positive percentages for all the crops incorporated in the study. When the quantity of crops is restricted based on a weak correlation matrix among selected crop yields, it is possible to find a region where the weights of all the crops are positive but results are theoretically incomplete.

Keywords: electricity generation, optimal theory, efficient frontier.

JEL Classification: C; C6; C65.

INTRODUCCIÓN

Es posible justificar que, en un gran número de países, los sistemas agrícolas actuales han logrado proporcionar una cantidad suficiente de alimentos para una demanda creciente. También es pertinente señalar que la variación en un número importante de factores que inciden en las actividades agropecuarias, como las condiciones climáticas, la creciente demanda social de una agricultura de bajos insumos y la corresponsabilidad ambiental generan que la agricultura sea cada vez más sensible al riesgo y la incertidumbre (OCDE, 2011). A esta variabilidad es importante agregar que la volatilidad de precios ha creado, desde siempre, un nivel adicional de riesgo en los ingresos de los agricultores (Kimura *et al.*, 2010). Estos problemas son particularmente severos en los sistemas agrícolas industriales que principalmente dependen del monocultivo y de un alto nivel de insumos sintéticos (Paut *et al.*, 2019).

En el caso particular de México, debemos agregar que el patrón de cultivos ha evolucionado por las características propias de la actividad y las condiciones climatológicas que determinan en gran medida

los volúmenes anuales de producción, afectados directamente por las variaciones en la superficie sembrada y cosechada, así como los rendimientos unitarios. En épocas más recientes, la producción agropecuaria ha respondido a la demanda derivada de la apertura comercial del país, acentuada con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte en 1994 (Cruz-Delgado *et al.*, 2013). Uno de los aspectos positivos del potencial nuevo tratado comercial entre México, Canadá y Estados Unidos (T-MEC) es el hecho de que no presenta cambios importantes en el comercio agrícola.

Las exportaciones agrícolas de Estados Unidos a México tienen un valor aproximado de 19 mil millones de dólares anuales e incluyen productos como trigo, lúpulo, maíz, soya y otros granos, carne de vaca, partes de pollo y cerdo. Las importaciones agrícolas desde México hacia Estados Unidos totalizaron 25 mil millones de dólares en 2017; incluyeron verduras y frutas frescas, pero también vino y cerveza, alimentos procesados, y frutas y verduras procesadas. Por lo tanto, parece claro que México seguirá importando productos agrícolas con un alto nivel de mecanización y procesamiento, mientras que las exportaciones de México seguirán estando representadas, principalmente, por frutas y verduras que requieren mucha mano de obra (Gantz, 2019). El objetivo de este trabajo de investigación es estimar la relación riesgo-rendimiento para la determinación de la frontera eficiente para cultivos hortofrutícolas en México. Es importante destacar que el análisis considera el supuesto de que existe la posibilidad, en términos de la actividad hortofrutícola, de ser reasignada en forma flexible.

El siguiente artículo considera las siguientes secciones: en el primer apartado aparece la introducción; en el apartado dos se presenta una breve revisión de literatura; la sección tres desarrolla los materiales y métodos; en la sección cuatro se describen las fuentes de información, y finalmente los resultados son presentados en la sección cinco.

1. ESTADO DEL ARTE

La diversificación en la agricultura puede significar cualquiera de las tres situaciones: (i) un cambio de las actividades agrícolas a las no agrícolas, (ii) un cambio de un cultivo (o empresa) menos rentable a un cultivo (o empresa) más rentable, (iii) uso de recursos en actividades diversas pero complementarias (Vyas, 1996). La justificación para la diversifica-

ción de cultivos agrícolas proviene de las oportunidades que ofrece para reducir los riesgos de producción y precio (Deshpande *et al.*, 2007). La teoría moderna de portafolio se desarrolló en el contexto de los activos financieros, pero el concepto puede aplicarse a una amplia variedad de entornos bajo incertidumbre y toma de decisiones asociadas con el riesgo, incluso en el caso de la selección de cultivos (Barkley *et al.*, 2010).

Para el caso de México, los trabajos de Avilés-Cano *et al.* (2006), Díaz-Carreño *et al.* (2007), De Jesús-Uribe *et al.*, (2009) y León-Herrera *et al.* (2015) utilizan el método propuesto por Markowitz en la elección de un portafolio de inversión para productos agrícolas, hortícolas y/o pecuarios. En este sentido, podemos referir los siguientes trabajos aplicados a otros activos reales, como el caso de la generación de electricidad por tipo de tecnología (Gómez-Ríos *et al.*, 2018; Awerbuch y Spencer, 2006); a bienes raíces (Benjamin *et al.*, 2001; Buetov y Jhonson, 2001); a pensiones (Brinson *et al.*, 1986).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Dado que la incertidumbre implica, implícitamente, un riesgo para evaluar la incertidumbre, debemos tener una medida del riesgo. Al medir el riesgo, es importante evaluar la variabilidad de un evento incierto en relación con su valor esperado. El coeficiente de variación, que es la relación entre la desviación estándar y la media, proporciona una unidad conveniente para medir la relación entre la variabilidad de los rendimientos y el rendimiento esperado. El cálculo del coeficiente de variación para diferentes cultivos indica al agricultor la cantidad relativa de incertidumbre asociada con cada cultivo (Mukherjee, 2010).

2.1. Conjunto de cartera eficiente cuando todos los valores corren riesgo

En el formalismo de la teoría de optimización de portafolios de Markowitz (1959) tenemos como ingredientes principales un conjunto de m activos. De cada uno de ellos se desprende una serie en el tiempo de T datos (medido en unidades de inversión); en el caso de portafolios de inversión, corresponden a los precios de cierre de los activos, de donde obtenemos $T-1$ retornos, siguiendo la ecuación

$$r_t = (P_t - P_{t-1})/P_{t-1} \quad (\text{adimensional}).$$

Estos T-1 retornos forman una serie en el tiempo que tiene ese mismo número de elementos.

Retorno Esperado (Media del Activo j/Retorno Esperado de cada Activo j):

Para cada uno de los m activos podemos calcular su media (o promedio) haciendo uso de la siguiente fórmula

$$\mu_j = \frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^{T-1} r_{ij}, j = 1, \dots, m.$$

2.2. Desviación estándar (riesgo de cada activo j):

Es posible calcular una medida de dispersión alrededor de media de cada activo j haciendo uso de la ecuación de la desviación estándar:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^{T-1} (r_{ij} - \mu_j)^2}, j = 1, \dots, m.$$

Para m activos tenemos que el valor del riesgo para cada uno de los activos está dado. Sin embargo, Markowitz (1959) resuelve esta limitante con un procedimiento para la diversificación: calcula una combinación lineal de ellos bajo el supuesto de que se tiene un presupuesto inicial x_o (unidades de inversión) para distribuir de forma inteligente a manera de inversión entre ellos y se pregunta ¿cuál podría ser una forma más eficiente de invertir x_o unidades de forma diferenciada entre los m activos? Lo primero que debe hacer es respetar la restricción dada por el presupuesto. De aquí obtenemos que si f_j [unidades de inversión] = $x_o x_j$ [adimensional], donde $x_o = \sum_{i=1}^m f_j = x_o \sum_{i=1}^m x_j$. Así, tenemos que al dividir entre x_o a la izquierda y a la derecha obtenemos:

$$1 = \sum_{i=1}^m x_j.$$

Nótese que x_j es adimensional, así que solamente representa el porcentaje asignado a cada activo en una inversión ($0 < x_j < 1$, para todo $j=1, \dots, m$).

2.3. Portafolio de inversión con m activos

Si tenemos m activos (con riesgo) podemos definir un portafolio de inversión mediante un conjunto ordenado de porcentajes $(x_1, \dots, x_m)$ $p = x_p$. Cada variación de los valores de cada componente x_j da como resultado un portafolio diferente.

En el contexto original de la teoría de portafolios existe una explicación posible y razonable para $x_j < 0$, por lo que se podía relajar esta restricción suponiendo que existe la venta en corto; sin embargo, no es usual encontrar explicaciones convincentes en este tipo de transacción en el ámbito del sector agropecuario.

2.4. Retorno esperado de un portafolio de inversión

Dado un portafolio de inversión, el valor esperado del retorno, en función de x_p , se puede definir como:

$$E(x_p) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i \mu_i,$$

Obsérvese que i es un índice que recorre todos los posibles activos, x_i son los porcentajes asignados a cada uno de los m activos, μ_i son las medias de cada uno de los activos que han sido calculados con antelación.

2.5. Riesgo de un portafolio de inversión

El riesgo del portafolio queda definido por la varianza, que se puede escribir como:

$$\sigma(x_p) = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_i x_j \sigma_{ij} \right)},$$

Donde σ_{ij} son las componentes de la matriz de varianza-covarianza, la cual es una matriz cuadrada de $m \times m$ dimensiones, que en su diagonal

está constituida por un vector de m dimensiones $(\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{33}, \dots, \sigma_{mm})$, cuyos elementos son la varianza (desviación estándar al cuadrado de cada activo). El elemento fuera de la diagonal σ_{ij} es la covarianza entre los activos i y j , que viene dado por:

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{T-1} \sum_{l=1}^{T-1} (r_l - \mu_i)(r_l - \mu_j)$$

Donde l es un índice de suma que recorre todos los $T-1$ datos históricos, y los índices i y j se refieren a los activos en cuestión.

2.6. La función objetivo

Para un conjunto de m activos y una combinación lineal de éstos dada por los componentes del vector de pesos x_p , es posible definir una función que devuelve un escalar:

$$F: (x_p) \rightarrow R$$

$$x_p \rightarrow F(x_p) = \frac{1}{2} \sigma^2(x_p),$$

Donde F es la función objetivo definida como la mitad de la desviación estándar elevada al cuadrado. Cada valor de una n -tupla de pesos de un portafolio, $F(x_p)$ da, por lo general, un valor diferente.

2.7. Problema de optimización de portafolios

El acierto de Markowitz fue relacionar la desviación estándar con el riesgo, la cual tiene la tarea de asignar una medida cuantitativa. El problema de reducir el riesgo de un portafolio, dado un valor de retorno esperado, se puede escribir de forma matemática como un problema de optimización con restricciones m -dimensional, que viene dado por:

$$\begin{aligned} \min_{x_p} F(x_p), \\ \text{s. a. } E(x_p) = E_p, \end{aligned}$$

$$\sum_{i=1}^m x_i = 1.$$

La solución a este problema es x_p^* , tal que cumple con ser el mínimo de todos los valores de la función objetivo F y además con las restricciones que $E(x_p^*) = E_p$ y $\sum_{i=1}^m x_i^* = 1$.

Podemos cambiar el problema de optimización con restricciones *m-dimensional* por un problema sin restricciones *m+2-dimensional* haciendo uso de los multiplicadores de Lagrange:

$$\min_{(\underline{x}_p, \lambda_1, \lambda_2)} L := F(\underline{x}_p) - \gamma_1 g_1(\underline{x}_p) - \gamma_2 g_2(\underline{x}_p), \quad (1)$$

Donde g_1 y g_2 se definen usando las restricciones del problema

$$g_1(\underline{x}_p) := E(\underline{x}_p) - E_p,$$

$$g_2(\underline{x}_p) := \sum_{i=1}^m (x_p)_i - 1.$$

2.8. Resolviendo el problema sin restricciones

Las condiciones necesarias para encontrar un punto estacionario para el problema sin restricciones vienen dadas por:

$$\nabla_{(\underline{x}, \lambda_1, \lambda_2)} L = 0 \quad (2)$$

El operador $\nabla_{(\underline{x}, \lambda_1, \lambda_2)}$ significa que realizaremos $m+2$ derivadas parciales de L ; las acomodaremos como los componentes de un vector columna y las igualamos a un vector columna con ceros como componentes:

$\frac{\partial}{\partial x_1} L=0,$	...	$\frac{\partial}{\partial x_m} L=0$	$\frac{\partial}{\partial \lambda_1} L=0$	$\frac{\partial}{\partial \lambda_2} L=0$
--------------------------------------	-----	-------------------------------------	---	---

Para encontrar el punto estacionario $(\underline{x}_p^*, \lambda_1^*, \lambda_2^*)$ es necesario resolver el sistema de ecuaciones algebraicas resultante de la solución de las derivadas parciales anteriores, que se puede escribir de forma explícita de la siguiente forma:

$$0 = \sum_{j=1}^m x_j \sigma_{ij} - \gamma_1 E_i - \gamma_2 \cdot 1, i = 1, \dots, m, \quad (3a)$$

$$0 = E - \sum_1^m x_i E_i \quad (3b)$$

$$0 = 1 - \sum_1^m x_i \quad (3c)$$

Nótese que hemos obviado las barras y los asteriscos de nuestra notación anterior, de tal manera que $(x_p^*)_j = x_j$, $\gamma_1^* = \gamma_1$ y $\gamma_2^* = \gamma_2$.

Aquí podemos observar que hay $m+2$ ecuaciones con $m+2$ incógnitas en lugar de un sistema de ecuaciones diferenciales parciales. Por comodidad pasaremos a la forma matricial del problema:

$$(\sigma \underline{x}^T)_i - (\gamma_1 \underline{E})_i - (\gamma_2 \underline{1})_i = 0, i = 1, \dots, m, \quad (3a')$$

$$0 = E - \underline{x}^T \underline{E}, \quad (3b')$$

$$0 = 1 - \underline{1}^T \underline{x} \quad (3c')$$

El vector de pesos (columna) $\underline{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ es el que contiene los porcentajes (que serán parte principal de la solución del problema de optimización junto con los multiplicadores de Lagrange λ_1 y λ_2). Especificamos también que $\underline{x}^T = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ es un vector fila o renglón de m entradas con los mismas componentes que $\underline{x}$. Aquí $\underline{E} = (\mu_1, \dots, \mu_m)^T$ es el vector columna que contiene los promedios o medias de los datos históricos. Por otra parte, $\underline{1} = (1, \dots, 1)^T$ es el vector que columna de m componentes, que tiene solamente entradas con valor 1.

Podemos destacar algunas operaciones matriciales que aparecen en el sistema (3'):

El componente de un vector se destaca con un subíndice, j por ejemplo, donde en la ecuación (3a') aparece en tres ocasiones señalando que es el componente j -ésima de una entidad vectorial.

El producto de un vector fila $\underline{v}^T = (v_1, \dots, v_m)^T$ por un vector columna $\underline{w}^T = (w_1, \dots, w_m)$, como en el caso de (3b') y (3c'), representa el producto escalar entre dos vectores se define como

$$\underline{v}^T \underline{w} = \sum_{l=1}^m v_l w_l.$$

Haremos uso de la notación matricial para encontrar la solución al sistema (3'). Comenzamos con la ecuación (3a')

$$\sigma \underline{x} - \gamma_1 \underline{E} - \gamma_2 \underline{1} = \underline{0},$$

Donde $\underline{0}^T = (0, \dots, 0)^T$ es un vector columna con ceros en todas sus entradas (componentes). Definimos la matriz inversa de σ como aquella que tiene los componentes v_{ij}

$$[\sigma^{-1}]_{ij} := v_{ij}.$$

Analíticamente hablando (es decir, fuera del ámbito de los ordenadores) para que exista la matriz inversa de σ , la condición suficiente que se tienen que cumplir es que $|\sigma| = \det(\sigma) \neq 0$. Por tanto, al multiplicar la primera ecuación por la matriz inversa tenemos:

$$\sigma^{-1} \sigma \underline{x} - \gamma_1 \sigma^{-1} \underline{E} - \gamma_2 \sigma^{-1} \underline{1} = \sigma^{-1} \underline{0},$$

Nótese que $\sigma^{(-1)} \sigma = I_{(m \times m)}$, donde $I_{(m \times m)}$ es la matriz identidad que tiene unos en la diagonal y ceros en todas las demás entradas. Al multiplicar la matriz inversa por un vector obtenemos otro vector de la misma dimensión que el inicial. Por último, observamos la sencilla multiplicación $\sigma^{(-1)} \underline{0} = \underline{0}$ del lado derecho de la ecuación.

Finalmente, el resultado de la ecuación anterior es:

$$\underline{x} - \gamma_1 \sigma^{-1} \underline{E} - \gamma_2 \sigma^{-1} \underline{1} = \underline{0}, \quad (4)$$

Obsérvese que si γ_1 y γ_2 fueran conocidos, inmediatamente tendríamos los valores solución, ya que el vector $\underline{E}$ y la matriz $\sigma^{(-1)}$ son conocidos o calculables de los datos del problema. Por tanto, nuestra tarea de aquí en adelante es encontrar γ_1 y γ_2 .

Podemos escribir para la componente k-ésima de la ecuación (4) como

$$x_k = \gamma_1 \sum_{j=1}^m v_{kj} E_j + \gamma_2 \sum_{j=1}^m v_{kj}, k = 1, \dots, m.$$

Al multiplicar la ecuación anterior por E_k y sumar sobre k tenemos:

$$\sum_1^m x_k E_k = \gamma_1 \sum_1^m \sum_1^m v_{kj} E_j E_k + \gamma_2 \sum_1^m \sum_1^m v_{kj} E_k,$$

En notación matricial se obtiene:

$$\underline{x}^T \underline{E} = \gamma_1 \underline{E}^T \sigma^{-1} \underline{E} + \gamma_2 \underline{1}^T \sigma^{-1} \underline{E}, \quad (5)$$

En el lado derecho de esta ecuación usaremos la definición del valor esperado del retorno de un portafolio en su forma matricial, $x^T \underline{E} =: \underline{E}_p$, donde E_p es un dato del problema, así:

$$E_p = \gamma_1 A + \gamma_2 B, \quad (6)$$

Donde se han definido dos de los tres escalares de Merton (1972: 1853):

$$A =: \underline{E}^T \sigma^{-1} \underline{E}; \quad B =: \underline{1}^T \sigma^{-1} \underline{E}, \quad (7)$$

Que se pueden calcular a partir de la matriz inversa de varianza-covarianza y del vector de medias; por lo tanto, son valores que se pueden considerar datos del problema. Por otra parte, si hacemos la operación de contracción, que es la suma de todas las componentes del vector x_k , obtenemos:

$$\sum_1^m x_k = \gamma_1 \sum_1^m \sum_1^m v_{kj} E_j + \gamma_2 \sum_1^m \sum_1^m v_{kj},$$

Esto también tiene su forma matricial, representada por:

$$\underline{1}^T \underline{x} = \gamma_1 B + \gamma_2 C.$$

Donde podemos ver que el tercer escalar obtenido de Merton (1972) es:

$$C \equiv \sum_1^m \sum_1^m v_{kj} . \quad (8)$$

El lado izquierdo de esta ecuación es igual a 1 por ser la restricción presupuestaria a la que está sujeto el problema y, por lo tanto:

$$1 = \gamma_1 B + \gamma_2 C \quad (9)$$

Así, (6) y (9) forman un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas (γ_1, γ_2) , que tiene como solución:

$$\gamma_1 = \frac{(EC - B)}{D}, \gamma_2 = \frac{(A - EB)}{D},$$

Esta solución se puede ver de forma inmediata si usamos la fórmula de Kramer y si, además, para que exista dicha solución pedimos que el discriminante $BC - A^2 = D \neq 0$.

Una vez obtenido (γ_1, γ_2) , sustituimos en (5) o en su forma desarrollada para obtener la solución para los porcentajes de un portafolio eficiente:

$$x_k = \frac{E \sum_1^m v_{kj} (CE_j - A) + \sum_1^m v_{kj} (B - AE_j)}{D}, k = 1, \dots, m. \quad (10)$$

2.9. Frontera eficiente

De forma gráfica, la frontera eficiente está descrita por todos aquellos puntos en el plano σ - E en los que para un cierto valor dado de E_p encontramos el σ_p , mínimo que una combinación lineal con pesos x_p puede dar.

Para obtener el lugar geométrico en R^2 con el eje de las abscisas igual al riesgo σ y el eje de las ordenadas igual al retorno del portafolio E_p , construimos una expresión que relacione estas dos cantidades al multiplicar (3a) por x_i y sumar de $i=1, \dots, m$:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_i x_j \sigma_{ij} = \gamma_1 \sum_1^m x_i E_i + \gamma_2 \sum_1^m x_i . \quad (11)$$

El lado izquierdo de esta expresión es la definición de la varianza del portafolio, es decir, $\sigma^2(x_p)$, mientras que del lado derecho multiplicamos a γ' al valor esperado del retorno del portafolio E_p , y a γ^2 la ecuación de presupuestos que es 1, obtenemos:

$$\sigma^2(x_p) - \frac{1}{c} = \frac{c}{D} \left(E_p - \frac{A}{c} \right)^2 \quad (12)$$

Si C y D son mayores que cero, entonces el lado derecho de (12) siempre será positiva, ya que está escrito en términos de $(E_p - \frac{A}{c})^2 \geq 0$. Cuando $E_p = \frac{A}{c}$, este término será cero y por lo tanto $\sigma^2(x_p) = \frac{1}{c}$.

Definimos $\underline{E} \equiv \frac{A}{c}$ como el valor esperado mínimo de un portafolio que tiene la varianza mínima $\underline{\sigma}^2 \equiv \frac{1}{c}$ (Merton, 1972: 1854).

Definimos x_k para que sea la proporción del portafolio de varianza mínima invertida en el activo k_{th} , entonces de (9),

$$\underline{x}_k = \frac{\sum_1^m v_{kj}}{c}, k = 1, \dots, m \quad (13)$$

Sin embargo, es habitual presentar la frontera en el plano de desviación estándar de la media en lugar del plano de la media-varianza, por lo que su representación geométrica quedaría como:

$$\frac{\sigma^2}{\frac{1}{c}} - \frac{\left(E - \frac{A}{c} \right)^2}{\frac{D}{c}} = 1 \quad (14)$$

Esta ecuación representa, según la geometría analítica, una hipérbola que cumple y confirma las condiciones de un portafolio eficiente con mínima varianza en $\underline{E} \equiv \frac{A}{c}$ y una mínima varianza de $\underline{\sigma}^2 \equiv \frac{1}{c}$.

2.10. Pesos no negativos

De acuerdo con Best y Grauer (1992), tanto en el modelo de la teoría óptima como el modelo de precios de activos de capital (Sharpe, 1970; Lintner, 1965), los portafolios generados con porcentajes de inversión positivos tendrán la característica de ser eficientes dentro de la relación de media-varianza. Sin embargo, este tipo de portafolios (aquel en donde

todos los pesos son positivos) no son tan comunes, sobre todo si se usan datos de series históricas de los activos. Sus resultados indican que, en el mejor de los escenarios, sólo es posible identificar un segmento de la frontera eficiente donde todos los pesos son no negativos.

Escrito de forma paramétrica, Markowitz se puede escribir de la siguiente forma:

$$\max \left\{ tE'x - \frac{1}{2}x'\sigma x \mid 1'x = 1 \right\} \quad (15)$$

Donde t es un parámetro escalar, x es el n -vector de pesos de portafolio, y $1'x=1$ es la restricción de presupuesto. La solución para este problema en términos del parámetro t para x y t es:

$$x(t) = \frac{\sigma^{-1}1}{C} + t \left[\sigma^{-1} \left(E_p - \frac{1A}{C} \right) \right]$$

$$\lambda(t) = -1/C + tA/C$$

Donde A, B y C son los escalares de Merton de la sección previa. Definamos ahora

$$h_0 = \sigma^{-1}1/C$$

$$h_1 = \sigma^{-1}(E_p - 1A/C)$$

Con lo que se pueden expresar los pesos del portafolio como:

$$x(t) = h_0 + th_1 \quad (16)$$

En esta ecuación se ve claramente, si observamos componente a componente,

$$x_i(t) = (h_0)_i + t(h_1)_i, \text{ con } i = 1, \dots, m,$$

Que si $h_l > 0$, entonces $x_i(t)$ se incrementa conforme t aumenta y será positivo dado que $t \geq (h_0)_i / (h_l)_i$.

Es posible determinar una cota máxima y una cota mínima para los valores de t , de tal forma que podamos garantizar la existencia de pesos positivos:

$$t_l = \max\{-(h_0)_i / (h_1)_i \mid \text{para todo } i \text{ con } (h_1)_i > 0\}$$

$$t_u = \min\{-(h_0)_i / (h_1)_i \mid \text{para todo } i \text{ con } (h_1)_i < 0\}$$

De donde no es difícil deducir que

$$x_i(t) \geq 0 \text{ para todo } i \text{ con } (h_1)_i > 0 \text{ y para todo } t \geq t_l,$$

$$x_i(t) \geq 0 \text{ para todo } i \text{ con } (h_1)_i < 0 \text{ y para todo } t \leq t_u.$$

Notemos que para que $x(t)$ sea positivo en todas sus componentes para algún t se necesita que

$$(h_0)_i \geq 0 \text{ para todo } i \text{ tal que } (h_1)_i = 0. \quad (17)$$

Esto implica que $x(t) > 0$ sólo y si $t_l \leq t \leq t_u$ y se satisface la restricción de arriba (Best y Grauer, 1992: 519). De aquí es fácil obtener una fuerte conclusión que dice que si $t_l > t_u$, no existen componentes positivas de $x(t)$.

3. INFORMACIÓN UTILIZADA

Para este caso se analizó, en una primera etapa, la rentabilidad de 14 cultivos hortícolas: arroz palay, brócoli, calabacita, cebolla, chile verde, elote, frijol, maíz grano, papa, pepino, sorgo, grano, tomate rojo (jitomate), tomate verde y zanahoria, que de acuerdo con las estadísticas oficiales representan más de 95% del valor de la producción y alrededor de 90% de la superficie cosechada. El periodo de análisis abarcó del año 1980 a 2018 y la información se obtuvo del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (Siacon, 2018).

4. RESULTADOS UTILIZANDO 14 CULTIVOS HORTÍCOLAS

4.1 Resultados del desarrollo teórico del caso práctico patrón de cultivos hortícolas en México

Es importante recordar que el criterio para encontrar todos los pesos positivos se cumple cuando $t_l > t_u$. En el caso del rango de la muestra analizada, el resultado fue que $t_l < t_u$ (1.3984 no es menor que 0.61), por lo que no es posible encontrar un portafolio eficiente que sólo tenga valores no negativos. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 1
CRITERIO PARA ENCONTRAR PESOS POSITIVOS EN EL MODELO CON CATORCE CULTIVOS
RIESGOSOS PARA OBTENER EL VALOR MAX (MÁXIMO) Y MIN (MÍNIMO) DE FORMA
CORRECTA

ho	h1	Xt=ho+t*h1	ho/h1	(-) ho/h1	Tlower	Tupper
0,0267	-0,043	0,0180	-0,6175	0,6175	NA	0,617
0,3367	-0,354	0,265	-0,9507	0,9507	NA	0,9507
0,108	-0,088	0,0912	-1,235	1,235	NA	1,235
-0,097	0,109	-0,075	-0,888	0,888	0,888	NA
0,0366	-0,046	0,027	-0,796	0,796	NA	0,796
0,2849	-0,304	0,224	-0,936	0,936	NA	0,936
0,0363	-0,013	0,0336	-2,730	2,730	NA	2,730
-0,292	0,2094	-0,251	-1,398	1,398	1,398	NA
0,0287	-0,017	0,0253	-1,675	1,675	NA	1,675
0,0541	-0,0405	0,0459	-1,332	1,332	NA	1,332
0,2432	-0,179231	0,2073	-1,357	1,357	NA	1,357
0,129	-0,114565	0,106	-1,126	1,126	NA	11,262
0,0540	-0,0761	0,0388	-0,7105	0,7105	NA	0,7105
0,05059	-0,0373	0,0431	-1,356	13,561	NA	1,356
					1.397	0.617

Fuente: elaboración propia.

Una vez convencidos de que con el simple hecho de usar la Teoría de Markowitz no es posible obtener todos los valores positivos, procedemos con el cálculo de la frontera eficiente, de donde obtenemos que el portafolio presenta el mínimo riesgo cuando $E=0.8\%$ y el riesgo es de $\sigma=5.5\%$. Asimismo, obtenemos que el vector x para este retorno y riesgo tiene los pesos:

$$x=(2.6\%; 33.6\%; 10.8\%; -9.7\%; 3.6\%; 28.4\%; 3.6\%; -29.2\%; 2.8\%; 5.4\%; 2.4\%, 12.9\%; 5.4\%)$$

Una interpretación bajo este contexto sería dejar de sembrar 29.2% maíz de grano y 9.7% de cebolla, lo que no suena del todo lógico. Otra alternativa es considerar sólo aquellos cultivos que presenten una correlación débil entre ellos, entendida como el hecho de que los elementos fuera de la diagonal de la matriz son pequeños en relación con los elementos diagonales de unos de la matriz (Best y Grauer, 1992). Cuando se impone esta restricción, los cultivos que sobreviven son: tomate rojo, papa, frijol, zanahoria y maíz grano. Sin embargo, esta solución debilita todo el embalaje teórico de la propuesta de frontera eficiente.

CUADRO 2
MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE CINCO CULTIVOS HORTÍCOLAS:
TOMATE ROJO, PAPA, FRIJOL, ZANAHORIA Y MAÍZ GRANO

	R Tomate rojo (jitomate)	R Papa	R Frijol	Zanahoria	R Maíz grano
R Tomate rojo (jitomate)	1				
R Papa	0,02725	1			
R Frijol	0,10294	-0,36340	1		
Zanahoria	-0,20958	0,30980	-0,05013	1	
R Maíz grano	0,08828	-0,11529	0,25579	-0,082843	1

Fuente: elaboración propia.

4.2 Resultados para cinco cultivos agrícolas débilmente correlacionados

El criterio para encontrar todos los pesos positivos se cumple cuando $t_l > t_u$. En el caso del rango de la muestra analizada, el resultado fue que $t_l < t_u$ (0.0 es menor que 0.101), por lo que es posible encontrar un portafolio eficiente que sólo tenga valores positivos. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 3
CRITERIO PARA ENCONTRAR PESOS POSITIVOS EN EL MODELO CON CINCO CULTIVOS
RIESGOSOS PARA OBTENER EL VALOR MAX (MÁXIMO) Y MIN (MÍNIMO) DE FORMA
CORRECTA

h_0	h_1	$X_t = h_0 + t \cdot h_1$	h_0/h_1	$(-) h_0/h_1$	Tlower	Tupper
0,212	-1,702	-0,127	-0,125	0,125	NA	0,125
0,205	-1,650	-0,124	-0,124	0,124	NA	0,124
0,156	-1,221	-0,087	-0,128	0,128	NA	0,128
0,155	-1,052	-0,054	-0,147	0,147	NA	0,147
0,269	-2,643	-0,259	-0,101	0,101	NA	0,101
					0	0.101

Fuente: elaboración propia

Los resultados del Cuadro 3 indican que existe una región donde la tecnología libre de riesgo toma valores de la desviación estándar entre 0.02 y 0.09, y los pesos de inversión son todos positivos. Para el resto del espectro existe cuando menos un valor negativo en la serie del vector X. En la región de valores todos positivos para el vector X destacamos cuando se toma el valor de 0.03. En este escenario, al cultivo de jitomate rojo le corresponde una participación de 16%; papa, 16%; frijol, 9.9%; zanahoria, 3.3%, y maíz, 56.7% aproximadamente.

Este enfoque puede ser utilizado para arrojar nueva luz sobre el enfoque tradicional y métodos previamente propuestos. En particular, los resultados no concuerdan con los encontrados por Áviles *et al.* (2006), quienes determinan un portafolio óptimo conformado por ajo, brócoli, calabacita, chile verde, coliflor, frijol, garbanzo, lechuga, maíz, tomate y zanahoria. Cabe señalar que la afirmación de Estrada (2008) de que este método genera una cartera más eficiente no fue posible corroborarla en este análisis.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se obtuvieron series históricas de los rendimientos para 14 cultivos hortícolas de mayor participación en superficie sembrada y cosechada en el país de 1980 a 2018. Tras aplicar programación cuadrática para encontrar el patrón de cultivos óptimos, se obtuvo que las participaciones de dos cultivos fueron negativas. El análisis se

circunscribió a cinco cultivos bajo el supuesto de correlaciones débiles entre ellos. Se encontró una región donde todos los cultivos tienen participación positiva. La aplicación de la frontera eficiente a diferentes activos reales, como los de la agricultura, resulta compleja y es posible que muchos de los resultados encontrados en la revisión de literatura para México carezcan de una interpretación real en el contexto de la agricultura mexicana.

REFERENCIAS

- Avilés-Cano, M., A. González-Estrada y M. Martínez-Damián (2006), "Análisis de riesgo, portafolios óptimos y diversificación en la agricultura", *Agrociencia*, 40(3), pp. 409-417. <<http://www.colpos.mx/agrociencia/Bimestral/2006/may-jun/art-13.pdf>>.
- Awerbuch, S. y S. Yang (2006), "Portfolio-based electricity generation planning: policy implications for renewables and energy security", *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 11 (3), pp. 693-710, <doi: 10.1007/s11027-006-4754-4>.
- Barkley, A., H. Peterson y J. Shroyer (2010), "Wheat Variety Selection to Maximize Returns and Minimize Risk: An Application of Portfolio Theory", *American Journal of Agricultural Economics* (42), pp. 39-55.
- Benjamin, J.D., G.S. Sirmans y E.N. Zietz (2001), "Returns and Risk on Real Estate and Other Investments: More Evidence", *Journal of Real Estate Portfolio Management* 7, pp. 183-214.
- Best, M. y R. Grauer (1992), "Positively Weighted Minimum-Variance Portfolios and the Structure of Asset Expected Returns", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 27(4), pp. 513-537. <doi:10.2307/2331138>.
- Brinson, G.P., J.J. Diermeier y G.G. Schlarbaum (1986), "A Composite Portfolio Benchmark for Pension Plans", *Financial Analysts Journal* 42, pp. 15-24.
- Buetow, G.W. Jr. y R.R. Johnson (2001), "The Real Estate Asset Allocation Decision: Monetary Policy Implications", *Journal of Real Estate Portfolio Management* 7, pp. 215-223.
- Cruz-Delgado, D., J. Leos-Rodríguez y R. Altamirano-Cárdenas (2013), "México: factores explicativos de la producción de frutas y hortalizas ante la apertura comercial", *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 19 (3), pp. 267-278.
- De Jesús-Uribe L., M. Martínez-Damián y G. Ramírez-Valverde (2009), "Método de semivarianza y varianza para la selección de un portafolio óptimo", *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales* 2(1), pp. 103-113. <<http://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/remecaren2840.pdf>>.
- Deshpande, R., P. Mehta y S. Khalil (2007), "Crop Diversification and Agricultural Labour in India", *Indian Journal of Labour Economics*, 50(4), pp. 597-610.
- Díaz-Carreño, M., R. Juárez-Toledo y C. Gómez-Chagoya (2007), "Conformación de una cartera de inversión óptima de cultivos agrícolas para Mé-

- xico”, *Revista Economía, Sociedad y Territorio*, 7(25), pp. 49-63. <<http://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/231/237>>.
- Estrada, J. (2008), “Mean-semivariance optimization: A heuristic approach”, *Journal of Applied Finance*, 18(1), pp. 157-172. doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1028206>.
- Gómez-Ríos, M.C. y D. Juárez-Luna (2018), “Costo de generación eléctrica incorporando externalidades ambientales: Mezcla óptima de tecnologías de carga base”, *Munich Personal RePEc Archive*. <<https://mpira.ub.uni-muenchen.de/89717/>>.
- Gantz, D. (2019), “The U.S.-Mexico Trade Relationship under AMLO: Challenges and Opportunities”, *Arizona Legal Studies Discussion Paper* núm. 19-06. EE.UU.
- Kimura, S., J. Antón y C. Lethi (2010), “Farm Level Analysis of Risk and Risk Management Strategies and Policies: Cross Country Analysis”, OECD Food, Agriculture and Fisheries, Working Papers. <<https://doi.org/10.1787/5kmd6b5rl5kd-en>>.
- León-Herrera, A., M. Martínez-Damián y L. Garza-Bueno (2015), “Comparación de los enfoques media-varianza y media-semivarianza para elegir un portafolio agrícola”, *Revista Chapingo, serie horticultura* (1), pp. 71-80.
- Lintner, J. (1965), “The valuation of risk assets on the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets”, *Review of Economics and Statistics* 47(1) pp. 13-37.
- Markowitz, H. (1959), *Portfolio selection: efficient diversification of investments*, vol. 16, EE.UU., Yale University Press.
- Merton, R. (1972), “Analytic derivation of the efficient portfolio frontier”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, pp. 1851-1872.
- Mukherjee, S. (2010), “Crop diversification and risk: an empirical analysis of Indian states”, *Munich Personal RePEc Archive*, paper no. 35947. <<https://mpira.ub.uni-muenchen.de/35947/>>.
- Paut, R., R. Sabatier y M. Tchamitchian (2019), “Reducing risks through crop diversification: an application of portfolio theory to diversified horticultural systems”, *Agricultural Systems*, 168, pp. 123-130.
- Sharpe, W. (1970), *Portfolio theory and capital markets*, Inglaterra, McGraw-Hill College / Sharpe.
- Siacon (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta) (2018), “Sistema Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable”, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobierno de México. <<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>>.
- Vyas, S. (1996), “Diversification in Agriculture: Concept, Rationale and Approaches”, *Indian Journal of Agricultural Economics*, 51(4), pp. 636-643.

Territorial governance agreements for agri-food system's innovation. An approach from "Amaranth" in Mexico City

LAURA ELENA MARTÍNEZ-SALVADOR¹

ABSTRACT

Collaborative process among stakeholders, through governance agreements, may foster innovation in a territory. These territorial governance agreements (TGAs) could be held between Productive Units (PUs) and stakeholders from scientific-technological (S&T), industrial-productive (P&I) and government-institutional (G&I) structures. Considering this, the main objective of this paper is to analyze the effects of the TGAs on the level of innovation of PUs in the agri-food system of amaranth in Mexico City. To do this, a mixed methodology was used based on case study, semi-structured interviews and a survey applied to each PU's owners. The information was analyzed using statistical methods and a qualitative analysis was performed considering each PU's type of innovations. It is concluded that if the level of TGAs within stakeholders increase, so does the innovation level in the PUs in the amaranth agri-food system.

Keywords: territorial governance agreements, innovation, agri-food system.

JEL Clasificación: O31; O13.

* Investigadora Asociada en el Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Correo: laura.martinez@sociales.unam.mx.

RESUMEN

Acuerdos de gobernanza territorial para la innovación de sistemas agroalimentarios. Un acercamiento desde el “Amaranto” en la Ciudad de México

La colaboración entre *stakeholders* (actores relevantes), a través de acuerdos de gobernanza, puede fomentar la innovación en un territorio. Estos acuerdos de gobernanza territorial (AGT) podrían celebrarse entre Unidades Productivas (UP) y actores de las estructuras científico-tecnológica (CyT), industrial-productiva (IyP) y gobierno-institucional (GyI). Teniendo esto en cuenta, el objetivo principal de este trabajo fue analizar los efectos de los AGT en el nivel de innovación de las UP en el sistema agroalimentario de amaranto en la Ciudad de México. En este sentido, se utilizó una metodología mixta basada en estudio de casos, la aplicación de entrevistas semi-estructuradas y encuestas a los dueños de las UP. La información se analizó mediante métodos estadísticos y se realizó un análisis cualitativo considerando el tipo de innovaciones de cada UP. Se concluye que, si aumenta el nivel de AGT entre stakeholders el nivel de innovación en las UP del sistema agroalimentario del amaranto también presenta un incremento.

Palabras clave: acuerdos de gobernanza territorial, innovación, sistema agroalimentario.

JEL Classification: O31; O13.

INTRODUCTION

Agri-food systems, especially agro-industrial units or enterprises, require continuous innovations to meet food-market demands at both local and global level, and to address pressures and trade-offs resulting from macroeconomic impacts, multi-structural problems, and increasingly information asymmetries (Rama, 2017). These innovations must be supported by the articulation of different forms of governance (Contini *et al.*, 2020). Innovation, as the development of a new or significantly improved product, process, organizational process or marketing methods (OECD, 2005), is a collaborative activity (Laursen and Salter,

2006) based on human relationships, negotiating schemes, coordinating efforts, articulation, and learning (De los Ríos *et al.*, 2011).

This perspective of innovation diverges from the linear model of innovation that has characterized hegemonic economic theories, which describes it as a one-way isolated process. Under this new interactive vision, innovation is built on collaboration between actors, exchange of technological, tacit, and explicit knowledge, and the existence of learning processes within organizations (Morgan, 1997).

Interactive models consider innovation as the product of linking activities within a production chain in the form of feedback circuits, which pursue common objectives. In these models, innovation is originated by the identification of commercial opportunities where the creation of knowledge and learning are given as part of the same process, and where collective actions and personal and institutional networks result in comprehensive developments of invention, innovation, and dissemination (Morales, 2004).

However, given the heterogeneity of the stakeholders (which are actors -or a group of individuals- that can affect or could be affected by the fulfillment of defined objectives, and whose participation is vital to achieve those goals [Fontaine *et al.*, 2006]) who carry out innovation activities, there is a need for a theoretical approach that integrates a variety of factors, from the level of innovation within the organizations up to the collective agreements built (or governance agreements in the territory), which could be formal or informal, among stakeholders of the system, to promote innovation for the sustainable management of territorial resources. This approach build upon the idea that the territories are those socio-cultural spaces built beyond geographical spatiality, where innovation is being germinated. In this sense, the objective of this research was to analyze the Territorial Governance Agreements (TGAs onwards), under a comparative perspective approach created between Productive Units (PUs) and stakeholders from scientific-technological (S&T), industrial-productive (P&I) and government-institutional (G&I) structures, along with the effects of these agreements onto the degree of innovation of selected PUs in the agri-food system of amaranth (*Amaranthus hypochondriacs*), which is a Mesoamerican native crop, mainly produced and transformed in Mexico City, with great importance in the territory.

1. THEORETICAL BACKGROUND

1.1 Innovative environments. The role of the territory in innovation

Considering an interactive vision of innovation, an innovative environments might be described as "the set of relationships [and subjects] that integrate a local production system and an industrial culture [to generate] a localized dynamic process of collective learning" (Camagni, 2003: 40). These innovative environments become spaces that encourage geographical and sociocultural proximity of organizations and stakeholders, proximity that is based on the existence of a set of rules, value scales, trust bonds, patterns of shared behavior and feelings of identity and belonging to the territory, elements that condition the effectiveness of economic activities and innovation processes (Poméon and Fraire, 2011). This territorial proximity promotes building competencies and capacities that encourage the reduction of uncertainty, the creation of networks that support the credibility of organizations in the environment, and the coordination of collective actions and learning processes, which favors the existence of innovative processes (Camagni, 2003).

For Méndez (2006) the spatial agglomerations found around productive chains generate tactical technological knowledge which encourages collective learning processes increasing the rate of innovation and economic performance, especially since the links and arrangements between stakeholders create organizational sets and cooperation relationships under a territorial logic. Under this territorial logic, collaborative relationships are generated based on specific rules and community knowledge that fosters the learning process and territorializes innovation (Méndez, 2006). This learning process, and the consequent innovation, requires a wide range of negotiations and coordination arrangements between multiple stakeholders, which implies a series of governance processes in those spaces where territorial peculiarities converge.

1.2. Territorial governance arrangements and stakeholders for agri-food innovation

The new role of the territory on innovation implies that institutional arrangements, negotiation processes and social networks must be considered. In this sense, governance strongly emerges as a construct that drives territorial resources management, thus facilitating innovation

(Davoudi *et al.*, 2008) and allowing to reflect on the territorial nature and multi-actor dialogue that gives way to innovation (Salcido *et al.*, 2016). This governance is built by the presence of new collective actors, who emerge under different societal contexts (Aguilar, 2006) in order to achieve public-private agreements focused on solving problems of common interest (Kooiman, 2003). Governance is based on co-management of the territorial planning decisions and the human connection towards natural resources (Valverde, 2016). Also, governance is traditionally observed as a set of normative principles, elements of social participation and collective decision-making to carry out the direction or coordination of society and it is a concept that, in the light of collectivity and territorial build-ups, has required a reconsideration in its definition (Rosales and Brenner, 2015; Zubriggen and Milanese, 2008).

The contribution of the present paper relies upon the discernment of governance, especially territorial governance (Torre and Traversac, 2011) not only from its role in territorial resource management processes but also, by considering the socio-economic characteristics, local knowledge, and context of the stakeholders of a territory, and the role of these elements in the construction of formal and informal arrangements. In this sense, we propose that territorial governance needs to be understood as those collective agreements built, formally or informally, among stakeholders of a system, aimed to building capabilities, as well as the formation of institutions, and the coordination of socio-economic processes that allows the sustainable use of tangible and intangible territory resources.

Nonetheless, for territorial governance to exist there is a need for a geographic, organizational and institutional proximity between local agents as well as a spatial concentration of similar and specialized business (Sanz & Moragues, 2016). Also, for Davoudi and others (Davoudi *et al.*, 2008), territorial governance is a model of the organization of collective actions, based on principles of coordination, transparency, and trust (Nooteboom, 1999) among actors whose interests are oriented towards a common objective of territorial development.

So, this research's perspective relays on understanding TGAs and all those links, formal and informal, based on the physical and sociocultural proximity between different stakeholders of a system.

Within the innovative territories, TGAs can articulate resources for learning processes, accumulation of technological capacities, and

can act as drivers of the level of innovation, through multi-stakeholder collaboration. The participating stakeholders on TGAs are part of different structures that could be described considering the original approach of the Relationship Triangle (Sabato and Botana, 2011) and from the evolutionary perspective of the Triple Helix (Etzkowitz and Leydesdorff, 2000). These stakeholders' structures are: (i) scientific-technological (S&T onwards), (ii) productive-industrial (P&I) and (iii) government-institutional (G&I) structure.

The S&T structure comprehends all organizations that belong to the education system, such as scientists, institutes, and research centers (Sabato and Botana, 2011). Organizations of the S&T structure are promoters and transformers of scientific and technological knowledge that can be materialized into innovations, to address demands of a market or a system.

Another structure that integrates stakeholders whose agreements are necessary for innovative development is the P&I, which integrates those organizations that demand technological knowledge. These organizations are transformers and makers of innovation (Sabato and Botana, 2011) and it comprehends all companies, industrial groups, chambers of commerce as well as non-governmental organizations or civil associations to support productive activities, suppliers of input materials, equipment, machinery or other technical services, consultancies or knowledge transfer agencies.

On the other hand, the G&I structure envisages all those institutions that design and implement public policies aimed at the development of innovation, and whose mobilization of resources for this matter, are directly pointed at P&I through direct stimulus, innovation subsidies, tax condonations, and indirectly to the S&T through projects and innovation scholarships. This resource mobilization is carried out through administrative processes (Sabato and Botana, 1986).

The interrelationship between stakeholders of each structure (S&T, P&I and G&I) for the development of innovation depends extensively on the ability of these structures to use their knowledge, and incorporate it into their strategies, as well as to unify efforts and lead actions towards common goals. This linkage is a condition that, for it to be implemented, requires consideration of the cultural systems, values, attitudes, and beliefs that motivate the behavior of subjects (Sabato and Botana, 1986), which is possible through a territorial approach.

Therefore, TGAs, for the development of innovation, are grounded on the idea that PUs are the knowledge transformers and architects of innovation, greatly linked to the S&T and G&I structure.

(i) Between P&I - P&I. This inter-firm linkage can be considered more beneficial for innovation when presented between PUs with differentiated products or in different markets (Nooteboom, 1999) where competition does not become a cooperation barrier. However, a TGA can generate collaboration at different levels to drive PUs innovation like through the purchase of input materials between stakeholders which are relevant for technological innovation (Roseboom, 2003); the purchase or temporary use of equipment or machinery owned by other companies. These activities can have a normal level of contribution to innovation. TGAs whose cooperation involves the synergy of resources, human capital, sensitive knowledge around processes, collaborative design of technology, and acquired risk-sharing, would involve a high level of contribution towards innovation.

(ii) Between the R&P-S&T. S&T organizations create frontier knowledge and play an important role in innovation systems through the transference of their expertise and technologies (Filippetti and Savona, 2017) towards P&I. Nonetheless, and despite the role that P&I-S&T linkages have to foster innovation (Perkmann *et al.*, 2013), the nature of agreements does define their effects on the level of PUs innovation. In this sense, a medium contribution to innovation comes when universities or research centers carry out activities that involve human resources development, such as student agreements for their professional development, fieldwork, thesis research, or technical reports. On the other hand, a high level of cooperation, where TGAs could have a high impact on the level of PUs innovation, is presented when unifying resources from both the S&T and PUs structures for supplies improvement, such as the design, development, or implementation of machinery and technological equipment for production systems. In the agri-food sector, this could mean the use of improving seeds, the design of a new irrigation equipment, the development of novel harvesting methods, the use of information technologies and agronomic management techniques and quality assurance systems, and the collaboration in specialized research for product transformation, such as bromatological studies for nutraceutical improvement.

(iii) Between P&I-G&I. Support from G&I structure towards innovation has been increasing in the last decades, especially concerning the use of public policy instruments such as government financial resources, direct and indirect financial instruments (tax incentive or tax-cuts) promotion programs and technology transference programs (PWC, 2020; Solleiro and González, 2002). In this scenario, strategies that may have a medium level of impact of TGAs on PUs innovation levels would involve receiving and exercising financial supports or stimuli, whether in the form of direct or indirect transfers; support for the acquisition of equipment; in-kind supports or technological training to improve productive process. However, although these actions may affect the innovative behavior of the PUs, the highest level of articulation is presented when resources from G&I structure are directed to the design of specialized equipment or machinery for production processes or transformation through a synergy with local stakeholders.

2. CONTEXTUAL BACKGROUND

2.1. *The case of the amaranth agri-food system in Mexico City*

Amaranth (by its scientific name *Amaranthus hypochondriacus* L.) is an ancestral crop of Mesoamerican origin, whose first archaeobotanical registers can be located just over 4 thousand years ago (Martínez and Alvarado, 2019). Although little information exists regarding global amaranth production, it is possible to find extensive literature on the exceeding food properties of amaranth and its possibilities to tackle complex problems, such as malnutrition (Espitia *et al.*, 2010; Santiago *et al.*, 2014).

In Mexico amaranth can be found in at least 18 of the 32 federal entities; however, by 2018, most production came from the state of Puebla, followed by Tlaxcala, State of Mexico, and Mexico City, with a maximum of 5,125 tons in the case of Puebla, and a minimum of 152 tons for Mexico City (SAGARPA, 2020) therefore mayor production is concentrated in central Mexico.

Mexico City, one of the most densely populated cities in the country, concentrates the largest number of amaranth agro-industrial productive units, especially in the town hall of Xochimilco. In this town, those units have made the production, transformation, and marketing of amaranth

its main economic activity, which means that they invested efforts into rescuing the cultural, agronomic, and nutritional value of the seed, while adding up value into their food products. These amaranth agro-industrial units require an enormous amount of amaranth seed as it is a primary raw material. Therefore, Mexico City has become an anchor for the amaranth agri-food system in the country's central region.

The town hall of Xochimilco in Mexico City is considered as "[the] traditional [region] of amaranth production" (Ramírez *et al.*, 2010: 64) where the tradition, the tangible and intangible knowledge, and the know-how around amaranth- activities in this region have been inherited from parents and grandparents (Manzo and Ornelas, 2011). For Ramírez and collaborators (Ramírez *et al.*, 2010), the amaranth producers of Xochimilco have managed to preserve the cultivation of amaranth, and its genetic diversity, due to a vision of collective identity and common roots. The innovation around amaranth crop in the region has also taken place through a series of (organizational) innovations aimed at the rescue of natural areas and landscapes (Escalante, 2010) and environmental restoration. Product and process innovations can be materialized through the generation of new foods with high nutritional content and quality standards; and finally, marketing innovations using social media to improve sales numbers. Some of these innovations have been carried out in the 500 mini-workshop units localized in the town hall of Xochimilco (INEGI, 2019).

3. MATERIALS AND METHODS

3.1. Study area

The study site is within the town hall of Xochimilco, in the south-east of Mexico City. Xochimilco has an area of 12,517 ha, from which 15.5% is destined for conservation soil while around 79.9% is cultivated (SEDEMA, 2016). The main reasons for selecting Xochimilco town hall as the study area for this research were: (i) in this town hall, a significant percentage of the local population is engaged in amaranth productive activities and some other agricultural process performed under traditional forms. Those activities are especially important for local culture and the economy of the territory. In fact, since 1987, Xochimilco was recognized as cultural heritage of humanity by the United Nations Education Organization, Science and Culture (UNESCO) (SEDEMA,

2016: 57); (ii) also, already stated, Xochimilco is the main amaranth's productive region in Mexico City and where most amaranth-added-valued activities take place, mainly because there is a (iii) high concentration of amaranth agro-industrial units that makes Xochimilco a local cluster of amaranth crop, having great relevance for the amaranth seed's closer producers states (Puebla, Tlaxcala, State of Mexico, Morelos and Hidalgo), that deliver a significant amount of their production towards Xochimilco agribusinesses. Besides, (iv) Xochimilco has a longline tradition a cultural relation to amaranth; for instance, in 2016 the Alegría (traditional sweet made out of nuts, amaranth, and honey bee) received the Intangible Heritage appointment given by the Ministry of Culture of Mexico City.

3.2. Data Collection and Sampling Methods

To analyze the existing TGA among amaranth PUs and stakeholders in the amaranth agri-food system, a case study methodology, under a comparative perspective analysis, was used, where various amaranth PUs were observed to identify their relationships, convergences, and discrepancies (Piovani and Krawczyk, 2017), which broaden the known information of that social phenomena and how social actors unify efforts to achieve objectives (Bartlett and Vavrus, 2017; Yin, 2009). This approach also helped to learn how TGAs influence the level of PUs innovation.

To gather specific information on single subjects, a semi-structured interviews and a survey was applied to the owners of seven amaranth's PUs. The interviewed and surveyed stakeholders are currently localized in Mexico City, and the selection of the PUs was made from a non-probabilistic snowball sampling. To be able to do that kind of sampling, the first contact was made with one of the most recognized amaranth organizations within the study area: the Sistema Producto Amarantho A.C (civil association Amaranth Productive System, APS onwards) in Mexico City.

3.3. Conceptual structure and methodology for estimation

For collecting information, a semi-structured interview and a semi-open survey was designed and applied to owners of each agri-food PU during 2018 and 2019.

The questions aimed to gather general information of the PUs innovative behavior in the last three years, which could have been developed in terms of the types of innovation (product, process, organization, and marketing). Other questions focused on identifying the unit's ability to create links, at different levels, and create formal and informal TGAs with other stakeholders in the amaranth agri-food system, to exchange knowledge and information, and whose articulations might have effects on the innovation level. This part analyzed the specific ways in which the agreements, if any, were presented between each classification of stakeholders.

The interviews were transcribed and information was thematically selected; also, the survey's results were systematized using MS Excel® program, so it was possible to the imbedded statistical methods to obtain correlation coefficient, multiple linear regression coefficient of determination, and a Chi-square test.

To prove that TGAs can influence the level of innovation of PUs, the starting point is the premise that the variable of interest (dependent variable) or 'innovation level (INNO_L onwards)' is a linear function of other independent (behavioral or independent) variables such as agreements with the P&I structure (LINK_PROD onwards), the S&T structure (LINK_SCIEN onwards); and the agreements with the G&I structure (LINK_GOV onwards).

So, the previous conceptualization of the relationship among variables leads to the following equation, which is a vector of independent variables (X_n):

$$Y_i = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \mu_i \quad (1)$$

Where Y_i , implies the innovation level as a summon of the four types of innovation in each PU. On the other hand, b_1 , b_2 , b_3 , are the parameters to be estimated with μ as a symbol of the error or residual of the linear regression model. It is important to note that the dependent variable (INNO_L) was obtained by adding up the individual observations corresponding to the level of innovation, for each type of traditional innovation (product, process, organizations, and marketing), carried out in each PU. Also, independent variables (LINK_PROD; LINK_SCIEN; LINK_GOV) were obtained from the survey applied to the PUs, adding

up individual observations on the agreement levels with each stakeholder, focusing on activities that could lead to innovation. These levels of agreement and innovation levels ranged from 0 to 3 values depen-

TABLE 1
DESCRIPTION OF CATEGORIES, VALUES, AND QUALITATIVE MEANING, OF BOTH LEVEL OF INNOVATION AND TGAS

<i>Level of innovation</i>	Value	$X_t = h_0 + t \cdot h_1$
No	0	No mutual knowledge existed
We are assessing to implement some innovation procedures but had not done it yet	1	recognition of part of the unit around the activities of the other actors, but no linkage had been established
The development of some type of innovation is in process	2	agreements had been created, formal and informal, to collaborate sporadically, albeit without compromising or exchanging resources
Yes	3	Resources, efforts, and knowledge had been constantly integrated to solve problems and achieve mutual objectives.

Source: Own elaboration based on author's methodological approach.

ding on the deepening of the agreement and the intensity of the innovation level. This is summarized in Table 1.

Consequently, to understand the effect of independent variables in the level of innovation, statistical methods were used to analyze the results of surveys from a quantitative perspective. These statistical methods were: (i) determination of the correlation coefficient between variables, which helps to identify the relationship (linear association) between two variables, and the degree of linkage between those variables; (ii) multiple correlation coefficient; (iii) coefficient of determination (R^2) of the regression; (iv) calculus of the value of the coefficients (b_1 , b_2 , b_3); (v) definition of the best adjustment line; (vi) significance of regression or value 'F' statistic, which was tested at 95% reliability with an α : 0.05. It is important to notice that the value of the F parameter in a Variance Analysis is commonly used to reject the null hypothesis that regression is not significant. The results were obtained from performing a multiple linear logistic regression model. This method is relevant for assessing the effect of independent variables on the dependent variable, especially when both are discrete, as is the case of this research, whose

variables are presented as the summation of each category of agreement per stakeholder, and the same as the summation of the level of innovation for each type of innovation (product, process, organizations, marketing). The final statistical methods that were used, (vi) Chi-square test, is particularly significant in this research given the size of the sampled units ($N=7$), to prove if the null hypothesis is true (that is if variables are independent among each other's) considering high, medium, and low levels of innovation as (i-columns) and high, medium, low levels of linkage governance agreements (j-row).

4. RESULTS

4.1. Statistical estimation and simple linear regression model

TABLE 2
DESCRIPTIVE STATISTICS OF DEPENDENT AND BEHAVIORAL VARIABLES

	Mean	Min	Max	SD ₁	Skewness	Kurtosis
INNO_L	6.57	3.00	11.00	2.76	-0.37	0.43
LINK_PROD	9.86	7.00	15.00	2.73	1.57	1.03
LINK_SCIEN	4.43	2.00	6.00	1.40	0.17	-1.08
LINK_GOV	2.57	2.00	3.00	0.53	-2.80	-0.37

Source: own elaboration based on model calculations. ¹ SD= Standard Deviation

Considering the methodological steps mentioned above, the descriptive statistic corresponding to the data collected is presented in Table 2: It is possible to identify in Table 3 whether the variable 'innovation level (INNO_L)' (displayed as a dependent variable) presents some

TABLE 3
CORRELATION BETWEEN DEPENDENT AND BEHAVIORAL VARIABLES

	INNO_L	LINK_PROD	LINK_SCIEN	LINK_GOV
INNO_L	1.00	-	-	-
LINK_PROD	0.76	1.00	-	-
LINK_SCIEN	0.88	0.59	1.00	-
LINK_GOV	0.53	0.41	0.29	1.00

¹ Source: own elaboration based on model calculations.

level of correlation with the level of linkage for each classification of stakeholders in the system.

The results of Table 3 indicate that all independent variables, individually, have a positive moderate correlation with innovation, so that, when one of the variables increases, so does the dependent variable, as

TABLE 4
STATISTICAL RESULTS (COEFFICIENTS AND REGRESSION)

(ii) Multiple correlation coefficient	0.95		
(iii) Determination of R2 coefficient	0.91		
Typical error			
1.19	0.88		
Number of observations	7		
Variables	(iv) Value of coefficients	Typical error	
LINK_PROD	0.30	0.23	
LINK_SCIEN	1.26	0.43	
LINK_GOV	1.18	1.00	
(vi) Variance analysis		Estimated value of F	Critical value of F
Regression significance		9.75	0.05

Source: authors calculations. Estimations were made considering a 95% confidence level, with an alpha error $\alpha = 0.05$ and a constant $\neq 0$.

direct positive correlation is expected to behave. On Table 4 the statistical results of the regression are displayed.

Considering the value, in descending succession, of the coefficients of the variables, the equation of the best-adjusted regression is displayed as follows:

$$(v) Y = 1.26 \text{ LINK_SCIEN} + 1.18 \text{ LINK_GOV} + 0.30 \text{ LINK_PROD} \quad (2)$$

The values of the coefficients indicate that, in the face of a change in one unit of each of the independent variables, the level of innovation would change 1.26 units when changes occur in LINK_SCIENCE variable, 1.18 for the LINK_GOV, and 0.30 for the LINK_PROD variables. Also, the (vii) Chi-square test resulted in a value of 9.80 (for a significance level of α : 0.05, a level of trust of 95%, and 4 degrees of freedom with a chi-square value from tables of 9.48). Therefore, it is possible to reject the null hypothesis ($9.80 > 9.48$), which means that variables are not independent of each other, so significant information is generated by the variables considered in this case. The empirical results and discussions on this matter are further detailed in the next section.

5. DISCUSSION

5.1. Territorial governance agreements for innovation in amaranth agri-food system

The analysis of each of the PUs (Table 5) allows us to identify their particularities, and to understand the relationship that each one of them has between the TGAs and their level of innovation.

In the first place, PU1 is a small Cooperative Society that started operations in 2005, and is considered a family-based PU; this implies that it was formed only by family members, although it currently has 9 employees. This PU is considered dynamically productive due to the inclusion of new products in its production line, although its owner recognizes that it still requires great efforts to increase productivity, as well as financial support to reduce the risk for innovation. The TGA's with other stakeholders are of relevance for this PU, but it's still having some resistance to share information related to new products (*PU1 Owner. Personal communication, Mexico City, April 2019*).

PU2 is a Rural Production Society launched in 2004; it has more than 21 employees and operates with two industrial buildings. This PU was formed as a family business, but currently has stakeholders-partners. In recent years it has shown growth which has allowed them

to invest in machinery and equipment to expand production capacity, they have also managed to incorporate different organizational strategies into their productive dynamics. Also, PU2 participates in all of the amaranth chain value and has shown great collaborative activity in the territory (TGA's). It is also considered a pioneer PU in the amaranth transforming process in the region (*PU2 Owner. Personal communication, México City, April 2019*).

PU3, founded in 2006 with 7 employees, is an organization under the tax regime Person with Economic Activities (PEA). This company has shown great changes and TGA's transformations in the last decade when it joined the APS in 2005 to create commercial and productive alliances, and this PU recognizes that much of its productive growth and recent innovations are the result of close bonds with other stakeholders in the town. It is worthy to mention that the recent internal administrative changes of PU3 have affected its innovation capabilities; however, this unit shows a business model focused on sales mostly out of the territory, which has favored its sale's growth (*PU3 Owner. Personal communication, Mexico City, May 2019*).

PU4 is a cooperative society that was established in 2005 and has 17 employees to date. The PU has expanded its production capacity in recent years, which has to generate technological development and process improvements, although the owner of PU4 acknowledges that they are reluctant to incorporate new productive and organizational processes, therefore its level of innovation is limited. It is worth mentioning that PU4 is a company that joined and helped APS in its origins, so it has been an active participant in its evolution and has shown great ability to link with other stakeholders in the region such as universities or other producers (*PU4 Owner. Personal communication, México City, May 2019*).

On the other hand, PU5 is an organization founded by a female amaranth producer under the PEA tax regime. This unit was established in 2014, with a family base of 7 people. PU5 founders belonged to a larger Cooperative Society, but in 2013 the breakdown of personal relationships forced PU5 creation, which was boosted thanks to founder's TGA's already formed in the territory with other stakeholders. These internal changes have limited PU5's capacity for innovation; although these changes have been the generators of organizational innovation (*PU5 Owner. Personal communication, México City, May 2019*).

PU6 is a unit that started operations in 2012 and is closely linked to PU2. This PU has only three employees, all family members. PU6's production model has leaned towards specialization through the amaranth popping stage, which is why this unit has become the main popped amaranth's supplier for PU2. This has increased PU6's sales volume, but has limited its searching neither for innovation nor the real added value of amaranth; this specialization model is what has also limited PU6's TGA's (*PU6 Owner: Personal communication, Mexico City, June 2019*).

TABLE 5
AMARANTH PUS INNOVATION (PRODUCT, PROCESS, ORGANIZATION AND MARKETING INNOVATION)

	Product innovation	Process innovation	Organizational innovation	Marketing innovation
U1	Incremental innovation (form modifications and ingredients addition).	-	Creation of a Cooperative's Union	Use of social media advertising
U2	New products with high nutrient value. (protein concentrates aimed to sport's market)	Magnetic traps to remove impurities. Process changes base on standardization manifests such as Official Mexican Standards	Member of Mexico's National Crusade against Hunger	Use of social media advertising. Guided tours and promotion strategies.
U3	Incremental innovation (changes in product ingredients and sizes).	-	Formal integration to the ASP	-
U4	Incremental innovations for the local market (size modifications and ingredients addition).	Improvement in administrative strategies (analysis of processes, flows and times) for the optimization of resources. These processes were learned in courses taken at the Postgraduate College.	-	Use of social media advertising
U5	Incremental innovations for the local market (modifications ingredients content to increase nutrient value).	-	Formal integration to the ASP	-
U6	Creation of products with low glycemic index, creation of a new line of products (aimed to Arab's food market).	-	-	International Strategic Alliances and use of social media advertising
U7	Incremental innovation (changes in product ingredients and sizes).	Registration on the local Tax Administration System	-	Use of social media advertising

Source: authors elaboration based on the designed and applied survey. Prod stands for product; Pros stands for process; Org: stands for organizational; Mkt: stands for marketing.

Lastly, PU7 is an organization conformed only by two amaranth producers under the PEA tax regime; it began operations in 2014 and has been linked to ASP for 4 years. Its owner recognizes that TGA's especially those built on with APS have created commercial alliances; which has been of true necessity because PU7 has been in the market for a very short time, which has also generated a limited level of innovation due to its learning curve. PU7 has benefited itself from TGA's, which has translated into the invitation to participate in socio-cultural and academic events organized by APS (*PU7 Owner: Personal communication, Mexico City, June 2019*).

TABLE 6
OVERVIEW OF THE PUS OF THE AGRI-FOOD AMARANTH SYSTEM IN MEXICO CITY

UNIT	TGAs with other stakeholders	Innovation Levels	Most relevant types of innovation	Innovation level tendencies within the last 3 years			
				PI	PrI	IO	MktI
PU1	14	7	Prod- Pros	↗	≠	↗	→
PU2	24	11	Prod- Pros- Org- Mkt	↗	↗	↗	↗
PU3	16	6	Prod - Org	↗	≠	↗	≠
PU4	19	9	Prod- Pros- Mkt	↗	↗	≠	↗
PU5	17	6	Prod- Org	↗	≠	↗	≠
PU6	11	3	Prod- Mkt	→	≠	≠	→
PU7	16	4	Prod- Pros- Mkt	→	→	≠	→

Source: authors elaboration based on the designed and applied survey. PI stands for Product innovation; PrI: Process Innovation; IO: Innovation within the organization and MktI: Marketing Innovation. Finally, the symbology stands for: ↗ increase, ↗ Ongoing and ≠ No changes.

Also, as mentioned in Section 3 (Materials and methods), information on the case studies that were analyzed and compared, based on the designed interviews and survey, have been summarized in Table 6, which synthesized the results of the answers given by the PUs.

As it can be seen in Table 6, those PUs with higher levels of TGAs such as PU2 and PU4 showed an increasing trend in the level of innovation in the last 3 years, especially in product and process innovation. On the other hand, the PU with the lowest levels of TGAs, PU6, has also showed the lowest level of innovation and reflects a deficient trend in this area in the last 3 years. This confirms that the TGAs with different stakeholders could favor the development of innovations in the PUs. However, as it can be appreciated in the equation of the best-adjusted

multiple linear regression model presented (eq. 2), the TGAs do not have the same effect on the level of innovation. Given the fact that the effects of the TGAs with other stakeholders are different, it is necessary to analyze the nature of the TGAs themselves. Therefore, in the following sections, we would attempt to understand the impact of the TGAs within the innovation levels of the PUs, by type of innovations per structure and with each stakeholder.

5.2. *Process innovation, TGAs and PUs*

First, it is worthy to mention that process innovation within UP has been presented in 42% (3 out of 7) of cases. This process innovation is based on changes made to address quality regulations, mainly those established by the Ministry of Health (SS, Secretaría de Salud, by its acronym in Spanish), such as national standards and methods for determining the presence of salmonella and optimal yeast levels in food, or those related to the treatment of heat-trapped amaranth for processing. Other changes in production processes incorporate strategic and administrative planning knowledge to improve production times and optimize work efforts.

In these process innovations, it is possible to identify TGAs between PUs and stakeholders of the S&T structure such as the one formed between all PUs with the Colegio de Posgraduados (COLPOS, Graduated College) for the development of socio-economic research related to the production of amaranth and the development of workshops, courses and diplomas focused on the improvement of the social organization. Besides, the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, National Institute for Agricultural and Livestock Forestry Research) developed, in collaboration with these agro-industrial units, a guide to technology transferences and good practices in the production of amaranth. This included protocols around the proper management and control of plant diseases and harvesting techniques as well as amaranth threshing (Tavitas *et al.*, 2012). Also, the Universidad Autónoma Metropolitana (UAM, Metropolitan Autonomous University) designed and installed 'pilot' plots where innovations at the first stage of amaranth production were tested, such as the preparation of vermicompost and compost, accompanied by the weeding process for disease control of the amaranth plant. The implementation of a 'pilot unit' of amaranth production was carried with three

other surveyed agro-industry (P1-P3), allowing these same actors to learn from the innovations during the process. Also, units PU1 to PU3, and PU5 collaborated with the Universidad Autónoma de Chapingo (UACH, Chapingo Autonomous University) to design amaranth grain trapping machines.

TGAs between the PUs with the G&I structure has been of particular importance. In 86% of cases surveyed, the resources requested by the PUs have been used for investment in machinery and production or plant equipment. These TGAs have been between PU3 and the Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA, National Commission of Arid Zones) through a national program aimed to support small producers for the development of arid zones (Programa de Apoyo a Pequeños Productores para el Desarrollo de las Zonas Áridas), especially for the acquisition of threshing machines for production processes.

In the same sense, it is important to mention that, through the APS social association, as an intermediary, all agro-industrial PUs generated formal TGAs with the Secretaría de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades (SEDEREC, Secretariat of Rural Development and Equity for Communities), these agreements aimed at the development of machinery and technological equipment, as well as for the refurbishment of production plants and the purchase of supplies for primary production. Other necessary TGAs were also achieved between PU1 and PU2 and the Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, National Seed Inspection, and Certification Service) for the registration of native amaranth varieties.

Between actors in the P&I structure with PUs, TGAs it is important to mention that all PUs surveyed, retain a sense of identity and common roots that greatly influences their productive decisions, especially during the partnership with other actors in the same area (P&I). This has some dichotomic results; on one hand, it lowers transaction costs as confidence increases, but at the same time creates barriers to the entry of new non-local actors (Nooteboom, 2000), which could halt exogenous innovation processes. But for local actors who manage to establish TGAs, formal and informal, these agreements materialize into the exchange of ideas, the resolution of common conflicts. Nonetheless, most of these linkages revolve around the flow of raw materials between producers and transformers, and it is common to see collaborative efforts to meet market demands. In terms of activities to drive

process innovation, it is important to emphasize that the acquisition, improvement, or adaptation of machinery and equipment, is carried out by all PUs, although only 57% (4 out of 7) of these PUs have relied on local suppliers, or others PUs, for the design or development of specialized equipment for the amaranth industrialization process. This is due to the high level of distrust, disinterest, and non-collaborative competition dynamics existing between PUs within the agri-food system.

5.3. Product innovation, TGAs, and PUs

Regarding product innovation, the survey results showed that PU product innovations materialize in different practices, such as: (i) productive diversification: the creation of new products based on amaranth, modifying size and shape, flavor, ingredients; (ii) incorporation of products with low glycemic indexes, to target the diabetics' market; (iii) creation of products of high nutritional value such as protein concentrates, concentrated flours, designed for athletes, seniors, and children; (iv) obtaining amaranth protein concentrate with protein levels greater than 30%.

In this matter, the introduction of new products over the past three years has been carried out in only 57% (4 out of 7) of PUs; a remaining 28% (2 out of 7) of the agro-industrial PUs are in the process of implementing or planning the incorporation of new products into their production strategies. Besides, industrial property protection practices are not significantly present in the PUs, as only 50% (2 of the 4 that have incorporated new products) registered their new products, brands or have used any form of institutional protection into their novelties through trademarks.

In this sense, for product innovations, TGAs with the S&T structure materialized in the collaboration that PU1, PU2, and PU3 developed with the Instituto Nacional de Ciencias Médicas Salvador Zubirán (INCMNSZ, National Institute of Medical Sciences and Nutrition) to identify the nutritional content of amaranth and the performance of bromatological studies, which is the first step to know the nutritional contributions of amaranth food and, a step needed, to be able to develop food improvements. Also, collaboration with INCMNSZ also contributed to producing higher nutritional content foods, such as protein flours, pasta, or snacks, all based on amaranth flour and maize.

In this same product innovation matter, TGAs between G&I and PUs (all of them) have had a broad impact on the level innovation;

results showed that for 83% of the PUs, the resources requested for productive activities have resulted in changes and improvements in packaging, which also led to an increase product quality.

On the other hand, TGAs between the PUs and stakeholders of the P&I structure was formalized when collective marks were achieved. The registration of this kind of institutional protections is an important activity in the development of agri-food products, although this has been done by only one of the interviewed units (PU1). It obtained the collective mark, through formal TGAs with the APS, along with the Central de Organizaciones Campesinas y Populares (COCYP, Central of Peasant and Popular Organizations); hence becoming the first collective brand of the region, called Don Quiri®. Also, PU7 and primary producers of the area established some other linkages to perform some experiments aimed at the improvement of amaranth seed, generating varieties of a new not registered creole seed, designed to endure planting in hillside spaces, which characterize the production area of Mexico City.

5.4. Marketing innovation, TGAs, and PUs

In terms of the implementation of new forms of marketing (innovation in marketing and commercialization), the trend and behavior of PU are highly contrasting. Only 28% (2 out of 7) of PUs have fully implemented some new form of marketing in the last 3 years; 14% (1 out of 7) is in the process of being implemented and 28% (2 out of 7) deny having generated any new marketing process whatsoever. Innovation strategies in the PUs surveyed, could materialize in actions such as: (i) promotion through social media and digital platforms; (ii) marketing in cultural spaces such as food fairs and bazaars; (iii) partnerships between micro-enterprises for collective brands use; (iv) PU's amaranth products positioning into self-service markets, naturist shops, shops specializing in artisanal, organic, and gourmet products.

In the field of marketing innovations, and as far as TGAs are done with the S&T structure, some examples are important to highlight. For instance, unit PU1, in accompaniment to the Instituto Politécnico Nacional (IPN, National Polytechnic Institute) formalized a collectively-based- company to boost the marketing of products in local markets, a novel marketing organization for PU1. Besides, a series of TGAs between the APS, including PU1 to PU7 and the UAM, the Instituto

Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala (ITAT, Technological Institute of Tlaxcala), UACH, COLPOS, SEDEREC and the Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH, National Institute of Anthropology) signed as part of the "Algería of Santiago Tulyehualco, Xochimilco as Intangible Heritage of Mexico City" appointment in 2016. This formal and institutionalized recognition of the cultural, productive, agronomic, and social value of amaranth grain could contribute to the revalorization of amaranth grain in added value and specialized food markets.

Else ways, TGAs with the G&I structure have been done for developing marketing innovations; for example, 33% of PUs created new marketing channels, expanded the current market by 83%, or accessed accreditations or certifications by 17%, which provide certificates to dabble into the food market. On this matter, it is noteworthy that the management of spaces for the sales of their products, has been done within the framework of farmers' fairs, bazaars, artisan markets, local popular fairs, 'health weeks' and other public events, which constitutes a new form of marketing, for the PUs. For example, PU5 has generated collaboration agreements with some private organizations such as Fundación Santander to manage new artisan markets; and for PU1 to PU4, TGAs of a similar nature have been signed with SEDEREC for farmer's fairs. Also, with all PUs surveyed, TGAs for this type of innovation have been formalized, and institutionally recognized, through the installation of amaranth sales spaces during the 'National Amaranth Day', a commemoration celebrated each Oct 10th that, from 2016 to 2019, was carried out on the esplanade of Plaza de la República in Mexico City, a space of great importance for Mexican history and culture.

Finally, TGAs for marketing innovation, among stakeholders of the P&I structure, can be described as follows: in 70% of cases, the PUs surveyed have collaborated with other companies to create strategic marketing alliances, but especially with those stakeholders that do not manufacture the same amaranth products, and that do not represent direct competition for the PUs. These trade alliances, or formal governance agreements, are presented especially between PU2 and PU6, which have formed a productive link being PU2 the leader and main transformer of amaranth, and where PU6 has become the main supplier of amaranth as a commodity.

5.5. Organizational innovation. TGAs and PUs

Organizational innovations, the last type, acts as the main factor in adapting the organization to transformations and changes of the environment and, therefore, tending towards their sustainability; although it requires a binding component, it is a mostly endogenous process. Therefore, the appropriation and adoption of organizational innovations in companies are widely related to the transfer of information within the organization (Navarro *et al.*, 2018).

In this sense, for the PUs surveyed, concerning the incorporation into the company of some method of management of internal practices, work areas, business practices, and external relations of the company, only 42% (3 of 7) of the PUs have incorporated some new form of organization in the last 3 years. The organizational innovations of the surveyed PUs materialize in: (i) integration of PUs with civil associations such as the APS; and (ii) conformation of eco-guard groups formed by producers from the village area to implement conservation and care strategies for protected green areas dedicated to amaranth (Ramírez *et al.*, 2010).

These organizational innovations are presented, in the cases through the buildup of informal TGAs, especially with actors from the S&T and G&I structure through knowledge transfer processes, such as courses and training workshops around good manufacturing and food management practices, cost control, logistical and operational management, which ultimately could impact on the organizational structure of the PUs by creating new areas of marketing, delivery, social networks and sales, among others.

It is important to mention that, in all the forms of innovation observed (product, process, marketing and organizational), it highlights the absence of participation of consultancies or knowledge transfer agencies, which have not been able to penetrate the amaranth agri-food system and have not showed any interaction with the PUs; this mainly due to the reluctance of PUs to actively cooperate with outlander stakeholders.

CONCLUSIONS

Considering that stakeholders are vital actors in the territory that promote change and innovation in PUs, there is no doubt that agreements among these actors in any agri-food system are of great matter. This is explained because innovation is a complex, open, and interactive process, with a strong social component that requires collective actions. These formal and informal agreements put in place ever-changing cycles of knowledge and learning, allowing them to face changing and uncertain environments.

The case studies reveal that, although the level of product innovation in PUs is present in all cases, it is usually incremental innovation; and it mainly enhances due to the learning process that exists between the PUs, which have had to collaborate sometimes -by being part of the APS-, and to solve production issues such as supplies shortage or to solve some specific needs on the territory. Also, organizational innovations are presented to a lesser extent in the PUs mostly because they are considered as an internal change, so they do not completely depend on the TGAs, although it is precisely the breaking of some links with other stakeholders -as we could see in the descriptions of the case studies- that has precisely driven internal organizational transformations. On the other hand, process innovations could also be considered an element of internal change; however, they have been influenced by the existence of TGAs, especially because the knowledge to do so has been obtained from other actors -such as universities, research centers, or public institutions- which have provided tools for the change and improvement of processes. Lastly, market innovations are also linked to the knowledge obtained by TGAs, either with other companies or with the S&T structure, which have identified marketing strategies -such as the use of social networks-, while government institutions (G&I) have promoted the participation in local cultural and tourist events to promote local gastronomic heritage; which has ultimately driven market innovations in these PUs.

Also, this research, and the regression model estimated with the gathered data, have shown that has highlighted the fact that the TGAs that could have a higher effect on the level of innovation that occurs within PUs are those generated between them and the P&I and S&T structures. This is particularly because research centers, academic

bodies, and working groups have showed in the last decade an increasing interest around the study of Mesoamerican grains and cereals such as amaranth. This can be particularly linked to the recognition given to amaranth grain, by the United States Academy of Sciences and FAO in the 1980s, as one of the best plant-based foods used for human consumption and with the greatest potential for large-scale economic and nutritional exploitation (SADER, 2020).

Also, TGAs between the S&T structure and the PUs has materialized through the development of innovation projects where primary producers, and other stakeholders of the agri-food amaranth system, especially in the studied area, have carried out fieldwork, professional practices, sampling studies, knowledge exchange and recovery of know-how to of the amaranth-based-food cuisine. These interactions have sensitized the S&T structure to understand the real needs of productive stakeholders and have sometimes generated trusted links that transcend initial research projects, giving way to more synergistic collaborations with more homogeneous languages, which in return, enriches innovation. Besides, companies, agribusinesses, or producers perceived that the gap with the S&T structure has significantly narrowed down, so allowing both parties to learn from each other while developing accompanying schemes.

The linkage with the G&I structure, while showing a contribution to the level of innovation, usually has been restricted to one-way collaboration. This means that, since relationships have been limited to the application and formalization of agreements for obtaining financial resources, this have not always been precursors to innovation processes, especially since G&I resources have usually been used just for the purchase of some productive supplies; consequently, such agreements, while necessary, do not always drive sustainable innovative behavior, as it does not generate profound transformations in stakeholders' learning processes. Besides, the continuity of this kind of TGAs between PUs and G&I, depends on the permanence of public policy instruments and the continuity of financial programs aimed on this matter. Which in Mexico, it is already an enormous challenge because public policies in sectors such as science, technology, and innovation, are broadly subjected to administrative, regulatory, and budgetary changes, and currently rely on political swings, which in return creates institutional uncertainty.

Regarding inter-PU linkages (or P&I and P&I), it is important to highlight the relevant role that APS has had for the strengthening of the TGAs in the amaranth agri-food system because it has become a conciliatory and unifying figure, that all the surveyed PUs have benefited from just by being a member of it, as stated above. The APS has an important degree of legitimacy and convening power, important elements for the sustainability of TGAs created within the system. This binding actor, and its participation as a promoter of TGAs agreements for agri-food innovation, require further analysis and it is a promising future line of inquiry and research. In conclusion, the quantitative and qualitative analysis performed showed that the higher the levels of TGAs, the PUs showed an increasing level of innovation, especially product and process innovation, which leads to the conclusion that TGAs within stakeholders could foster innovations in the PUs of the amaranth agri-food system.

This work provides an innovative vision, from the perspective of TGAs between stakeholders and the role they play in the innovation of the PUs, since it allows us to glimpse a part of the agri-food amaranth system of Mexico City, an issue that has not been sufficiently explored. Likewise, there is a large window of opportunity to expand this study and integrate more productive units into the analysis, and even to glimpse the relation between TGAs and innovation behavior or tendencies in other agri-food systems.

REFERENCES

- Aguilar -Villanueva, Luis (2006), *Gobernanza y gestión pública, Fondo de Cultura Económica*, México.
- Bartlett, Lesley and Frances Vavrus (2017), *Rethinking Case Study Research: A Comparative Approach*, Routledge- Taylor & Francis, London.
- Camagni, Roberto (2003), "Incertidumbre, capital social y desarrollo local: enseñanzas para una gobernabilidad sostenible del territorio". *Investigaciones Regionales*, 2-Spring, pp. 31-57.
- Contini, Caterina, Giuseppe Marotta and Biancamaria Torquati (2020), "Multi-actor approaches to implement cooperative strategies and value chains based on sustainability", *Agricultural and Food Economics*, 8(1), pp. 1-4.
- Davoudi, Simin., Neil Evans, Francesca Governa and Marco Santangelo (2008), "Territorial governance in the making. Approaches, methodologies, practices", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* (46),

pp. 33–52.

- De los Ríos, Ignacio., José María Díaz-Puente, Jorge Cadena-Iñiguez (2011), “La iniciativa LEADER como modelo de desarrollo rural: aplicación a algunos territorios de México”, *Agrociencia*, 45, pp. 609-624.
- Escalante-Escoffí, Martha Cristina (2010), *Rescate y revalorización del cultivo del amaranto*, 1st.ed., Fundación Grupo Produce de la Ciudad de México, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), México.
- Espitia-Rangel, Eduardo., Cristina Mapes Sánchez, Diana Escobedo López, Micaela De la O Olán, Patricia Rivas Valencia, Guillermina Martínez Trejo, Lorena Cortés Espinoza, Juan Manuel Hernández Casillas (2010), *Conservación y uso de los recursos genéticos de amaranto en México*, 1st. ed., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, Centro de Investigación Regional Centro, Celaya, México.
- Etzkowit, Henry and Loet Leydesdorff (2000), “The dynamics of innovation: from National Systems and ‘Mode 2’ to a Triple Helix of university–industry–government relations”, *Research Policy*, 29(2), pp.109-123.
- Filippetti, Andrea and Maria Savona (2017), “University–industry linkages and academic engagements: individual behavior’s and firms barriers”, *Journal of Technology Transfer*, 42(4), pp. 719–729.
- Fontaine, Charles., Antoine Haarman and Stefan Schmid, (2006), The stakeholder theory. *Research Paper*. Bordeaux France: Edalys Développement Durable et Responsabilité d’ Entreprise.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2019), “*Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas* <<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>> [September 19th, 2020].
- Kooiman, Jan (2003), “Societal Governance: Levels, models, and order of socio-political governance” in I. Katenhusen y L. Wolfram (Eds.), *Demokratien in Europa*. Wiesbaden:VS Verlag für Sozialwissenschaften, pp. 229–250.
- Laursen, Keld and Ammon Salter (2006), “Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms”, *Strategic Management Journal*, 27(2), pp. 131–150.
- Manzo-Ramos, Fernando and Gabriela López Ornelas (2011), “El sistema alimentario regional del amaranto. Participación para la autonomía de los productores agroindustriales en una comunidad de Xochimilco, México”, *Revista de Agroecología*, September, pp. 14-15.
- Martínez-Salvador, Laura and David Alvarado-Ramírez (2019), “Protección institucional de la agrobiodiversidad. Un análisis desde los Sistemas Agroalimentarios Localizados de quínoa boliviana y amaranto mexicano”, in Marie Renard and Jessica Tolentino Martínez, (coords.), *Red SIAL México*. Diez años de contribución a los estudios de los Sistemas Agroalimentarios Localizados, IICA-CONACYT-RedSIAL, Mexico, pp. 165–183.

- Méndez, Ricardo (2006), "Difusión de innovaciones en sistemas productivos locales y desarrollo territorial", in *Memorias del III Congreso Internacional de la Red SIAL "Alimentación y Territorios, ALTER*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, IEG, Madrid, pp. 29.
- Morgan, Kevin (1997), "The learning region: institutions, innovation, and regional renewal", *Regional Studies*, 31.5, pp. 491-503.
- Navarro-Alvarado, Alberto, Rosario Cota-Yáñez, Cynthia González-Moreno (2018), "Conceptos para entender la innovación organizacional", *Revista de Comunicación de La SEECI*, 22(45), pp.87.
- Nooteboom, Bart (1999), "Innovation and inter-firm linkages: New implications for policy", *Research Policy*, 28(8), pp. 793-805.
- Nooteboom, Bart (2000), "Trust as a governance device" in M.C. Casson, A. Godley (eds.) *Cultural factors in economic growth*, 1st.ed Springer, New York, US.
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, (OECD) (2005), *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*, 3rd.ed., Grupo Tragsa: Madrid.
- Perkmann, Markus., Valentina Tartari, Maureen McKelvey, Erkkö Autio, Anders Broström, Pablo D'Este, Riccardo Fini, Aldo Geuna, Rosa Grimaldi, Alan Hughes, Stefan Krabel, Michael Kitson, Patrick Llerena, Francesco Lissoni, Ammon Salter, Maurizio Sobrero (2013), "Academic engagement and commercialization: A review of the literature on university-industry relations", *Research Policy*, 42 (2), pp. 423-442.
- Piovani, Juan Ignacio and Nora Krawczyk (2017), "Los Estudios Comparativos: algunas notas históricas, epistemológicas y metodológicas", *Educação & Realidade*, 42(3), pp. 821-840.
- Poméon, Thomas and José Fraire (2011), "SIAL: un enfoque para el desarrollo territorial" in *Proyecto FONCICYT*, 1st.Ed. Red Científica en Sistemas Agroalimentarios Localizados, México City.
- Price Water House Coopers, (PWC) (2020), Innovation: Government's Many Roles in Fostering Innovation. <www.pwc.com/gx/en/technology/pdf/how-governments-foster-innovation-2010.pdf> [October 24 , 2020].
- Rama, Ruth (2017), "Innovation and the strategies of food and beverage multinational enterprises: A survey", *Systèmes alimentaires / Food Systems*, (2), pp. 31-48.
- Ramírez-Meza, Beatriz., Guillermo Torres Carral, Pedro Muro Bowling, José Muruaga Martínez, David López Monroy (2010), "Los productores de amaranto en la Zona de Conservación Ecológica Teuhtli", *Revista de Geografía Agrícola*, 44, pp. 47-69.
- Rosales-Ortega, Rocío and Ludger Brenner (2015), *Geografía de la gobernanza: Dinámicas multiescales de los procesos económicos-ambientales*, 1st.Ed, Siglo XXI Editores, México City.
- Roseboom, Johannes (2003), "The contribution of agricultural input industries

- to agricultural innovation”, *International Journal of Agricultural Resources Governances and Ecology*, 2 N° ¾, pp. 295-311.
- Sabato, Jorge y Natalio Botana (1986), “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina”. *Integración*, 3, pp. 2-11.
- Sabato, Jorge and Natalio Botana (2011), “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina” in Sabato, J. (comp.) *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, 1st.Ed., Ediciones Biblioteca Nacional, Buenos Aires, pp. 215-231
- Sanz Cañada, Javier and Ana Moragues Faus (2016), *Gobernanza territorial y redes de difusión de innovaciones y conocimientos en las denominaciones de origen de aceite de oliva andaluzas*. XII Congreso Español de Sociología, 1–17. Gijón: Asociación Latinoamericana de Investigadores en Campañas Electorales.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, (SADER) (2020), *Amaranto, el mejor alimento de origen vegetal*. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) <<https://www.gob.mx/siap/articulos/amaranto-el-mejor-alimento-de-origen-vegetal>> [October 28, 2020].
- Salcido-Torres, Gerardo., David Morales-Córdova and Víctor Velázquez Durán (2016), “Gobernanza territorial e innovación social en las áreas rurales. Dos estudios de caso”, in A Sánchez Albarrán (ed.) *México rural ante los retos del Siglo XXI*. Mercados agrícolas globalizados. Tomo VI. Primera. AMER, 1st.ed. Universidad Autónoma de Nayarit, Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México City, pp. 97-116.
- Santiago, Priscila, Klaus Tenbergen, Elier Vélez Jiménez, María Anaberta Cardador-Martínez (2014), “Functional Attributes of Amaranth”, *Austin Journal Nutrition Food Sciences*, 2 (1), pp. 1-6.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, (SAGARPA) (2020), *Amaranto, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIACON*. <<https://www.gob.mx/siap/prensa/sistema-de-informacion-agroalimentaria-de-consulta-siacon>> [October, 14th 2020].
- Secretaría de Medio Ambiente, (SEDEM) (2016), *Programa de acción climática, Xochimilco 2016-2020* <www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/PACdel_Xochimilco.pdf> [February 12, 2020].
- Solleiro, José Luis and Albertina González (2002), *Políticas de Innovación: Concepto y experiencias internacionales*, 1st.ed., COMECYT, Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología, México.
- Tavitas-Fuentes, Leticia., Leonardo Hernández Aragón, Maribel Valle Veleros (2012), *Paquete Tecnológico para el cultivo de amaranto en el Oriente del Estado de México*, (No. 62) 1st.ed. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Secretaria de Agricultura, Ga-

- nadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) and Fundación Grupo Produce, México.
- Torre, Andre and Jean Baptiste Traversac (2011), *Territorial Governance. Local development, rural areas and agrifood systems*, 1st. ed., Springer Physica Verlag, Heidelberg.
- Valverde, Álvaro (2016), “La gobernanza ambiental como enfoque para la co-gestión adaptativa”, *Revista Integra Educativa*, 9(1), pp. 159–168.
- Yin, Robert (2009), *Case study research. Design and methods*, 3rd. ed., SAGE Editors, New York.
- Zubriggen, Cristina and Alejandro Milanesi (2008), “La gobernanza territorial: la brecha entre paradigmas y realidades”, in CLAD (Eds.) *XIII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública*. Buenos Aires, pp. 4–7.



Instrucciones para colaboradores

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>

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 serán objeto de una evaluación preliminar por el comité editorial y el editor; quienes determinarán la pertinencia para continuar con el proceso de arbitraje. No se aceptarán trabajos que no consideren explícitamente como componente relevante la economía regional y sectorial. El artículo que cumpla con los requisitos temáticos, además de los requisitos formales, será enviado de manera anónima a dos árbitros para su dictamen. En caso de discrepancia entre ambos dictámenes, el artículo será enviado a un tercer árbitro, cuya decisión definirá su publicación. Los resultados del proceso de dictamen académico serán inapelables en todos los casos.

1. El envío del artículo supone la obligación del autor de no someterlo simultáneamente a la consideración de otras publicaciones. Se deberá adjuntar una carta dirigida al editor de *Paradigma Económico* en la que se proponga el artículo para su publicación y se declare que es inédito y que no está siendo presentado en otro medio.
2. La colaboración debe ajustarse a las siguientes normas. De no cumplirse con ellas no se considerará para su publicación.
 - a. Incluir la siguiente información: i) Título del trabajo de preferencia breve, sin sacrificio de la claridad; ii) Un resumen de su contenido en español e inglés de 40 a 80 palabras o 10 líneas aproximadamente, la clasificación JEL y de tres a cinco palabras clave; iii) Nombre e institución a la que pertenece el autor, con un breve currículum académico profesional; iv) Domicilio, teléfono, correo electrónico u otros datos que permitan la comunicación con el autor.
 - b. Presentarse en archivos de texto en Word par Windows en letra Times New Roman, tamaño 12, a doble espacio. Los cuadros y gráficas en Excel para Windows indicando el espacio donde se insertarán así como el nombre de cada uno (un archivo por cada cuadro o gráfica).
 - c. Extensión máxima de 35 cuartillas, incluyendo cuadros, gráficas y otros apoyos.
 - d. Se debe proporcionar, la primera vez que se citen, la equivalencia completa de las siglas empleadas en el texto.
 - e. Se admitirán trabajos en español o inglés.
 - f. Deberán hacerse siempre las referencias bibliográficas que correspondan al texto. De no ser así e incurrirse en plagio intelectual o de cualquier índole, *Paradigma Económico* no asumirá ninguna responsabilidad y, por lo tanto, el autor tendrá que hacer frente a las leyes correspondientes.
 - g. Los trabajos deberán redactarse cuidando las normas de ortografía, redacción, y cumpliendo con las siguientes características generales:
 - Las notas a pie de página deberán utilizarse sólo si es absolutamente necesario y con interlineado sencillo.
 - Para las referencias dentro del texto se usará la notación Harvard.
 - Las referencias bibliográficas se ordenarán alfabéticamente al final del texto, con todos los elementos de una ficha de la siguiente forma: i) Apellido y nombre del autor ii) Título del artículo (entrecomillado) y título de la revista o libro donde apareció (en cursivas) o título del libro (en cursivas); iii) Editorial; iv) Ciudad; v) Año de edición del libro o volumen, número y fecha de la revista; vi) número de páginas o páginas de referencia.
 - Para los sitios web se incluirá la ruta completa de trabajo indicando la fecha de consulta, por ejemplo: Pérez, A. (2004), "Un modelo pronóstico de la formación brutal de capital privado en México", Documento de investigación, No. 2004-4. Banco de México, México, <[http://www.banxico.gob.mx/gPublicaciones/Documentos Investigación/docinves/doc2004-4/doc2004-4.pdf](http://www.banxico.gob.mx/gPublicaciones/Documentos%20Investigacion/docinves/doc2004-4/doc2004-4.pdf)> (17 e noviembre de 2004).
- 3) En el caso de los trabajos aceptados para publicarse, la revista se reserva el derecho de editarlos, imprimirlos, reimprimirlos y difundirlos en versión impresa, electrónica y en medios magnéticos.
- 4) Paradigma Económico se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales que considere convenientes.

Instructions for Contributors



Revista *Paradigma Económico*
Facultad de Economía. UAEMex
Corro 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>

Works submitted to *Paradigma Económico* must refer to a theoretical or empirical topic related to sector and regional economics. Different methodologies and approaches are well received. All works, will be subject to pre evaluation by the Editorial Board, who will determine the relevance to continue with the publication process. Works that do not consider the relevancy of sector and regional economics will not be accepted.

If the article meets the topic and formal requirements, it will be sent anonymously to two different referees for its evaluation. In case of discrepancy between the two opinions, the article will be sent to a third referee who will determine define its publication. In all cases, the results of the referee's opinions will be final.

1. All works submitted in *Paradigma Económico* should not be simultaneously submitted in other publications, a letter to the editor that provides the originality of the topic should be attached.
2. Contributions must suit the following rules, otherwise will not be considered for publication:
 - a. Works must include the following information: i) A short and understandable title. ii) An abstract in Spanish and English between 40 and 80 words and approximately 10 lines, JEL classification and 3 to 5 keywords. iii) Author's working place and a brief academic and professional curriculum vitae. iv) Contact information that allows *Paradigma Económico* easy access to the author (address, telephone number; fax; postal and e-mail address).
 - b. All articles must be sent files in Word for Windows, in Times New Roman 12-point font and double spaced (2.0). Charts, and graphs must be attached in Excel for Windows indicating where they must be placed.
 - c. Must not exceed 35 pages including charts and graphs.
 - d. Acronyms must be defined at least the first time they were mentioned.
 - e. Articles written in Spanish and English are accepted.
 - f. References must match with the text, otherwise in case of plagiarism *Paradigma Económico* will not assume any responsibility.
- Articles must be written following the spelling and writing rules and general characteristics such as:
 - Use footnotes only if necessary and using single space.
 - For references appearing in the text itself, the Harvard notation system will be used.
 - References must be ordered alphabetically at the end of the text with the following data: i) Author's surname and first name, ii) Year of publication (in parentheses), iii) Title of the article (in quotation marks), iv) Name of the journal or book (in italics), v) Editor, vi) Date number and volume, vii) City and country where published.
 - For web sites, the full internet direction and the consultation date must be specified. For example: Pérez, A. (2004). "Un modelo de pronóstico de la formación bruta de capital privado de México", Documento de investigación. No. 2004-4. Banco de México, México. <http://www.banxico.gob.mx/gPublicaciones/DocumentosInvestigacion/docinves/doc2004-4/doc2004-4.pdf> (17 de noviembre de 2004).
 - In case of magazine articles, book chapters, etc., consulted on the internet, they must be referred as normally including the full internet direction and the consultation date.
- 3) For articles accepted, *Paradigma Económico* reserves the right to edit, print and reprint the articles in paper, electronic and magnetic version.
- 4) *Paradigma Económico* reserves the right to make editorial and editing corrections if necessary.

El objetivo del observatorio económico del Estado de México (OEEM) es hacer un seguimiento de los principales indicadores de coyuntura de la actividad económica estatal con el fin de contribuir a la toma de decisiones de los diferentes actores sociales con base en mayor información. A través de un análisis conciso, objetivo y oportuno, los investigadores del OEEM dan cuenta de la realidad económica estatal y del comportamiento esperado de los indicadores de coyuntura.



Contenido/ Contents

Inmigración ilegal y actividad económica agregada en Estados Unidos: un análisis de series de tiempo/ *Illegal Immigration and Aggregate Economic Activity in the United States: A Time Series Analysis*

Carlos Heriberto Flores Orona, Ramón A. Castillo Ponce y María de Lourdes Rodríguez Espinosa

¿Desindustrialización prematura? El caso de Nuevo León, México/ *Premature deindustrialization? The case of Nuevo Leon, Mexico*

Belem Iliana Vásquez Galán y Salvador Corrales Corrales

Impacto de la incertidumbre de la política económica y del tipo de cambio en el mercado accionario a nivel internacional (2001-2020): un análisis de causalidad y cointegración de panel/ *Economic Policy Uncertainty and Exchange Rate impact on International Stock Markets (2001-2020): Causality and Cointegration Panel Approach*

Magnolia Miriam Sosa Castro, Héctor Eduardo Díaz Rodríguez y Jorge Eduardo Castro Olivares

La vinculación para la transferencia de conocimiento, científico, tecnológico e innovación, aplicado al sector mueblero de Jalisco/ *The linkage for the transfer of scientific and technological knowledge and innovation, applied to the furniture sector of Jalisco*

Evelio Gerónimo Bautista

Cambio tecnológico, migración de talento y habilidades de la fuerza laboral en el sector manufacturero en México y el mundo (2015-2019)/ *Technological change, migration of talent and skills of the workforce in the manufacturing sector in Mexico and the world (2015-2019)*

Mario Alberto Morales Sánchez

Price-Level-Convergence of Food Baskets in Mexican Cities: Inflation-Targeting and PPP/ *Convergencia de precios y niveles de las canastas de alimentos en las ciudades mexicanas: fijación de metas de inflación y PPP*

Alfonso Mendoza-Velázquez y Alejandro Rondero-García

Desarrollo matemático de la frontera eficiente de portafolio y diversificación de cultivos hortícolas en México/ *Mathematical development of the efficient portfolio frontier and diversification of agricultural crops in Mexico*

Antonio Kido-Cruz y Ma. Teresa Kido-Cruz

Territorial governance agreements for agri-food system's innovation. An approach from "Amaranth" in Mexico City/ *Acuerdos de gobernanza territorial para la innovación de sistemas agroalimentarios. Un acercamiento desde el "Amaranto" en la Ciudad de México*

Laura Elena Martínez-Salvador

