

NOTA DE LOS EDITORES

SOBRE LA VIDA DE MARCO AVELLANEDA Y SU DESTACADO TRABAJO EN REMEF



Marco Avellaneda (16 de febrero de 1955 - 11 de junio de 2022) fue un prominente matemático y consultor financiero estadounidense. Lo recordamos como un destacado miembro del Consejo Editorial desde los inicios de la **REMEF**, como un gran merecedor del “FINANCE DIAMOND AWARD” otorgado por la Fundación de Investigación del IMEF y como autor de importantes contribuciones publicadas en la **REMEF**.

Marco fue director de la División de Finanzas Matemáticas del Instituto Courant de la Universidad de Nueva York. Marco estudió en la Universidad de Buenos Aires de 1977 a 1981. Se trasladó a los Estados Unidos en 1981 para realizar un doctorado en matemáticas en la Universidad de Minnesota (Twin Cities) donde se graduó con un Ph.D. en 1985.

Marco comenzó su carrera académica en el Instituto Courant de la Universidad de Nueva York como profesor en 1985 y fue miembro de la facultad desde entonces. Posteriormente, fue nombrado Director de la División de Matemáticas Financieras en 1998. Sus intereses de investigación incluyen la matemática, la física aplicada, las finanzas matemáticas, la econometría, los productos derivados, la teoría de portafolios y la administración de riesgos.

Marco fue profesor invitado en la Ecole Polytechnique de Paris, en la Universidad de Niza y en la Universidad de Minnesota. Asimismo, formó parte del Comité de Política Científica de la American Mathematical Society de 2000 a 2003. Fue consultor en el Banque Indosuez en 1994, en Morgan Stanley en 1996, en el Banque Paribas en 1999, en Gargoyle Strategic Investments en 2004, en el Royal Bank of Canada y en el Nimbus Fund of Capital Fund Management. Y también en 2010, fue reconocido como Quant of the Year por la revista Risk.

Marco, siempre te recordaremos con mucho cariño y gran agradecimiento por todo el trabajo extraordinario que hiciste para **REMEF**. Que en Paz Descanes. Marco, tus aportaciones y enseñanzas nos acompañarán siempre. Muchas gracias por tus consejos, tu optimismo, tu calidad profesional y tu calidez personal.

NOS COMPLACE EN INFORMAR QUE SE INTEGRA COMO EDITORA ADJUNTA DE LA REMEF LA DRA. RITA D'ECCLISIA.



- Fortalece el área de portfolio optimization, pricing financial securities and commodities research.
 - Su adscripción a una destacada universidad en Europa (Sapienza University of Rome, Italy) fortalece la representatividad internacional.
 - Es Profesor de Métodos Cuantitativos en la Universidad Sapienza de Roma.
 - Presidente del Grupo de Trabajo Euro sobre Commodities y Modelado Financiero.
- Director del Programa de Doctorado en Economía y Finanzas en Sapienza.
- Presidente de la Escuela Internacional sobre Medición y Control de Riesgos.
- Miembro del Consejo de Administración del Banco Monte dei Paschi di Siena, el Banco más antiguo del mundo.

INAUGURAMOS LA SECCIÓN “NOTAS, COMENTARIOS Y REFLEXIONES”

Esta nueva sección es dirigida a documentos no arbitrados y que contribuyen a la discusión de temas coyunturales y opinión. En esta nueva sección se publica el documento “En la búsqueda de la inserción de México en la discusión de problemas económicos universales: Los economistas mexicanos (nacidos entre 1950 y 1970)” redactado por nuestro colega el Dr. Fausto Hernández Trillo.



El **Dr. Fausto Hernández** es doctor en economía por la Universidad del Estado de Ohio. Tiene dos licenciaturas, una en Administración por la U. Autónoma Metropolitana y otra en economía por la UNAM. Además es autor de diez libros de asuntos financieros y de numerosos artículos académicos publicados tanto en revistas internacionales como nacionales. Dentro de sus múltiples reconocimientos, destaca que es ganador del Premio de Economía Latinoamericana “Daniel Cosío Villegas” que otorga el Fondo de Cultura Económica.

Ha sido consultor del Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, la CEPAL y de los gobiernos mexicano y guatemalteco, así como de distintas empresas mexicanas como Cemex e IXE Banco. Además, fue investigador en la Bolsa Mexicana de Valores y Director General Adjunto de Presupuesto en la SHCP. Es investigador nacional, nivel III, del Sistema Nacional de Investigadores.

Asimismo, ha sido listado en la prestigiosa publicación WHO’S WHO IN SCIENCE. Fue director de la División de Economía del CIDE y director de la prestigiosa revista El Trimestre Económico que edita el Fondo de Cultura Económica.

Los invitamos a enviar sus artículos al número especial “FISCAL SUSTAINABILITY AND FINANCIAL STABILITY” editado por los distinguidos investigadores Dr. René Cabral (EGADE Business School, México), Dr. Fausto Hernández Trillo (CIDE, México) y Dr. Peter Karlström (CEMLA, México).

Los artículos que se publican en este número 17(3) se mencionan a continuación:

El primer artículo se titula “Análisis del riesgo de quiebra de instituciones financieras peruanas, 2015-2021” de los autores Ricardo Gabriel Rossi Ortiz y Ricardo Manuel Rossi Valverde. La presente investigación pretende ser un nuevo aporte en el tema, ya que se analizó a 26 instituciones financieras activas con el objetivo de evaluar el riesgo de quiebra. Entre las conclusiones a destacar: se encuentra que, el modelo Z de Altman es eficaz en la predicción del riesgo de quiebra de instituciones financieras.

El segundo artículo se titula “Teorías del crecimiento cara a cara (Englobamiento estadístico: hacia una especificación general)” del autor Carlos Guerrero de Lizardi. El objetivo de la investigación es integrar en una especificación general tres restricciones al crecimiento económico que actualmente enfrenta la economía mexicana, entre otras. Para lograrlo aplicamos el principio de “adecuación estadística”, la metodología “de lo general a lo particular”, y los criterios de “selección de modelos”. Nuestra principal aportación radica en que adicionamos, a los determinantes sugeridos por las teorías neoclásica y postkeynesiana de tercera generación, la restricción ligada a la huella ecológica.

El tercer artículo se titula “Impact of the Covid19 Pandemic on Remittances to Mexico” de los autores Alfredo Cuecuecha Mendoza y Miguel Cruz. Este artículo busca mostrar el impacto de la pandemia COVID-19 sobre las remesas enviadas de Estados Unidos a México. Durante el COVID 19, hay evidencia de que el envío de remesas se convirtió en una necesidad, reduciéndose el espacio para el envío de remesas por motivos de inversión o el espacio para las preferencias de los hogares que envían remesas, y aumentando el rol de los motivos de administración del riesgo.

El cuarto artículo de titula “El sistema financiero para los receptores de remesas en México” de los autores Martha Alicia Rios Obregón y Blanca Delia Vázquez Delgado. El objetivo de este artículo es mostrar el nivel de inclusión financiera (IF) de los hogares receptores de remesas en México y reflexionar sobre el papel de las instituciones para la inserción de la población al sistema financiero a través de acciones en conjunto.

El quinto artículo se titula “Stock Market Synchronization and Stock Volatility: The Case of an Emerging Market” de los autores Nicolás Magner Pulgar, Esteban José Antonio Terán Sánchez, Vicente Alfonso Guzmán Muñoz. El propósito de este trabajo es estudiar el efecto de la sincronización bursátil sobre la volatilidad de sus activos componentes. Los principales resultados muestran que un aumento en la sincronización provoca un aumento en la volatilidad realizada de los activos financieros en el mes siguiente. Este estudio ofrece un nuevo enfoque para estudiar la volatilidad del mercado de valores.

El sexto artículo se titula “El uso de productos financieros en la demanda de seguros en México” de los autores Ignacio Ibarra López y Juan Antonio Tapia Cortés. En el siguiente trabajo se utilizan datos de la ENIGH (2010, 2012, 2014, 2016) para conocer cuáles son los principales factores que inciden en la tenencia de un seguro. La principal conclusión es que la inclusión financiera puede llevar al desarrollo de heurísticas en las personas que facilitan la tenencia de seguros en México.

El séptimo artículo se titula “¿Realmente fue positivo el saldo de la privatización de la Reforma Energética en México?” de los autores Aldo Iván Varela Costarrica y Carolina Carbajal De Nova. El propósito de este documento es evaluar si fue positivo el saldo de la privatización de la Reforma Energética (RE) en México sobre sus objetivos de aumento de la producción petrolera y baja del precio de la gasolina. Los resultados empíricos sugieren la inexistencia de un cambio estructural entre los dos sexenios analizados.

El octavo artículo se titula “Exchange Markets and Stock Markets Integration in Latin-America” de los autores Jorge Andrés Muñoz Mendoza, Carmen Lissette Veloso Ramos, Sandra María Sepúlveda Yelpo, Carlos Leandro Delgado Fuentealba y Edinson Edgardo Cornejo Saavedra. El objetivo de la investigación es analizar la relación entre los mercados cambiarios y el proceso de integración de los mercados bursátiles de América Latina (MILA). Los resultados indican que la UIP no se cumple. Estos resultados tienen implicancias para inversores y policymakers.

El noveno artículo se titula: “Madurez de la deuda corporativa como variable de tiempo: evidencia de las empresas públicas de México” de los autores Lianet Farfán Pérez, Jorge O. Moreno y Maria de las Mercedes Adamuz. El objetivo de esta investigación es identificar los determinantes de la madurez de la deuda para las empresas mexicanas que cotizan en la BMV, usando una definición alternativa de esta variable dependiente. Se concluye que al usar este método de medición de madurez se obtienen mejores resultados para analizar el plazo de vencimiento de la deuda, comparado con las métricas tradicionales en la literatura.

El décimo artículo se titula: “Sustainable Biofuels. Strategy for Growth and Energy Security” del autor Noe Aguilar Rivera. Este trabajo se basa en la premisa de que la materia prima, el uso de las tierras agrícolas en función de los aspectos económicos, ecológicos y sociales, las políticas públicas ineficientes, la desinformación y la falta de conocimiento, la cultura y la actitud de la población y los actores hacia los biocombustibles se han identificado como factores críticos de éxito para la transición de un ingenio azucarero convencional a un complejo agroindustrial.

Dr. Francisco Venegas Martínez

Editor Principal de la REMEF

Dr. Gerardo Dubcovsky

Coeditor de la REMEF

Análisis del riesgo de quiebra de instituciones financieras peruanas, 2015-2021

Ricardo Manuel Rossi Valverde¹ - Universidad Privada Del Norte, Perú

Ricardo Gabriel Rossi Ortiz² - Universidad Privada Antenor Orrego, Perú

Resumen

En Perú, la dinámica económica de la Banca Múltiple y las Cajas Municipales es relevante; sin embargo, estas no han sido estudiadas en cuanto al riesgo de quiebra, indicador importante en la gestión financiera y la calificación crediticia. La presente investigación pretende ser un nuevo aporte en el tema, ya que se analizó a 26 instituciones financieras activas con el objetivo de evaluar el riesgo de quiebra. Utilizando el análisis discriminante múltiple del modelo Z de Altman complementado con la media armónica, los resultados muestran evidencia empírica de que solo el 20% de las instituciones de la Banca Múltiple se ubica en la zona segura y un preocupante 13% se ubica en la zona de quiebra. Además, las Cajas Municipales cuentan con una relativa mejor salud financiera al ubicarse el 100% fuera de la zona de quiebra. Se sugiere realizar estudios en países con economías similares. Una limitación fue el haberse trabajado con datos históricos. Entre las conclusiones a destacar: se encuentra que, el modelo Z de Altman es eficaz en la predicción del riesgo de quiebra de instituciones financieras.

Clasificación JEL: A20, C29, C81, D18, G21, G32.

Palabras clave: Banca Múltiple, Caja Municipal, Balance General, Estado de Ganancias y Pérdidas, Riesgo de quiebra.

Bankruptcy risk analysis of peruvian financial institutions, 2015-2021

Abstract

In Peru, the economic dynamics of Multiple Banking and Municipal Savings Banks is relevant; however, these have not been studied in terms of bankruptcy risk, an important indicator in financial management and credit rating. This research aims to be a new contribution to the subject, since 26 active financial institutions were analyzed to assess the risk of bankruptcy. Using the multiple discriminant analysis of the Altman Z model complemented with the harmonic mean, the results show empirical evidence that only 20% of Multiple Banking institutions are in the safe zone and a worrying 13% are in the bankruptcy zone. In addition, the Municipal Savings Banks have a relatively better financial health as they are located 100% outside the bankruptcy zone. Studies are suggested in countries with similar economies. One limitation was to have worked with historical data. Among the conclusions to highlight it is found that Altman's Z model is effective in predicting the risk of bankruptcy of financial institutions.

JEL Classification: A20, C29, C81, D18, G21, G32.

Keywords: Multiple Banking, Municipal Savings Banks, Balance Sheet, Profit and Loss Statement, Bankruptcy Risk.

¹ Autor de correspondencia. Av. Las Palmas Mz. A lote 1 departamento 503 Urbanización Palmas Reales, distrito Víctor Larco Herrera, provincia Trujillo, La Libertad, Perú. Tel. 51-961828952. Correo electrónico: a20024959@pucc.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1424-8261>

² ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1554-3289>

*Sin fuente de financiamiento para el desarrollo de la investigación



1. Introducción

Un sistema financiero permite canalizar el ahorro monetario que generan aquellas unidades económicas con superávit hacia el consumo o inversión de aquellas unidades económicas con déficit financiero, lo que origina que se genere un círculo virtuoso en favor de la economía de cualquier país. Generalmente, este sistema financiero se compone de: banca múltiple, cajas municipales, cajas rurales, empresas financieras, etc.

Las instituciones financieras que conforman la Banca Múltiple juegan un rol esencial en la distribución de los recursos económicos mediante la intermediación financiera, generando desarrollo en el país donde operan (Emmerich, 2020). En esta intermediación financiera, los créditos tienen una relación directa y positiva con el crecimiento económico de la sociedad (Borda y Torres, 2020). Generalmente, el acceso a la banca múltiple lo tienen aquellas personas o entidades con capacidad financiera suficiente o que cuentan con el respaldo de activos económicos que les permiten acceder a los productos que las entidades financieras ofertan.

Por otro lado, la inclusión financiera permite acceder a productos financieros a aquellas personas de escasos recursos económicos y que normalmente acuden a servicios financieros informales para atender sus necesidades. Hasta hace cuatro años se calculaba que 2,500 millones de personas no utilizaban servicios financieros formales y el 75% de las personas de bajos recursos económicos no disponían de una cuenta bancaria (Banco Mundial, 2018); en ese contexto, las entidades microfinancieras complementan el sistema financiero al atender un segmento de mercado no cubierto por la banca tradicional, permitiendo que millones de personas puedan acceder al sector financiero formal (Coca, 2011). Las entidades microfinancieras brindan productos que involucran ahorro, inversión y préstamos accesibles para personas de escasos recursos económicos (Arce, 2006). En consecuencia, el impacto de las microfinanzas en la sociedad y economía de un país encamina a millones de sus integrantes a mejorar sus actividades microempresariales, aumentando sus ingresos, lo que conlleva a una mayor seguridad económica en el hogar, generando desarrollo (Romani, 2002).

El sistema financiero peruano ha logrado un desarrollo sostenido durante los últimos treinta años; este sistema está compuesto por la banca múltiple que concentra alrededor del 90% de los activos totales, otorga más del 50% de los créditos a grandes y medianas empresas y proporciona alrededor del 35% de los créditos directos (de consumo e hipotecario), aunque solo cubre el 13% de los créditos dirigidos a las micro y pequeñas empresas. La diferencia es atendida por las cajas municipales, cajas rurales de ahorro y crédito y las entidades de desarrollo de la pequeña y microempresa (Emmerich, 2020).

Es indudable que uno de los pilares del desarrollo financiero en el Perú corresponde a las microfinancieras, entre las que destacan las cajas municipales de ahorro y crédito o CMAC, presentes en todo el territorio peruano; estas fueron creadas por Decreto Ley 23039 de mayo de 1980 y reguladas mediante el Decreto Supremo 191-86-EF, y no hubieran podido expandirse si no contaban con el respaldo político y regulador del Estado. Al respecto; Mendiola, Aguirre, Aguilar, Chauca, Dávila y Palhua (2015) comentan: “Por sexto año consecutivo, la economía peruana ha logrado ofrecer a las microfinanzas el mejor entorno de negocios del mundo” (p. 15); un entorno respaldado por las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF), la supervisión de Superintendencia de

Banca, Seguros y AFP (SBS), un mercado competitivo e innovador y una mayor protección a los clientes. Las CMAC se han convertido en agentes económicos protagonistas del sector microfinanciero con múltiples y novedosos productos, mejorando el nivel de bancarización y promoviendo una cultura de pago que potencia las economías locales y regionales, sobre todo las del interior del país (Mendiola *et al.*, 2015).

La Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) es el ente encargado de regular a las entidades financieras en el Perú, mediante normas que garantizan un mercado imparcial y competitivo. La SBS hace un seguimiento de toda la información financiera de las entidades del sector y la hace pública a través de su página web vía Internet, complementado por los medios de comunicación masivos. Paralelo a ello, las entidades financieras y microfinancieras deben publicar en sus propias páginas web toda la información necesaria para que el cliente o cualquier interesado tenga conocimiento de los productos, tasas de interés e información estadística correspondiente (The Economist Intelligence Unit, 2013, p. 11).

Después de la Banca Múltiple (representada por 15 entidades financieras) y el Banco de la Nación, las cuales en conjunto cuentan con un activo mayor al 90% entre las entidades del sistema financiero peruano; se tiene que, al mes de noviembre de 2021, las CMAC (que corresponden a 12 entidades microfinancieras) representaban el 6% de los activos, el 7% de los créditos otorgados y el 6% de los depósitos del sistema financiero peruano (SBS, 2021). Esta información resalta la importancia de la Banca Múltiple y las CMAC, ya que entre ambos grupos de entidades concentran el 96.36% del total de activos del sistema financiero peruano, razón por la cual es de interés en el presente trabajo de investigación.

Los efectos de la pandemia mundial obligaron al gobierno peruano a tomar medidas de emergencia para afrontar la paralización de la economía motivado por la cuarentena y otras medidas restrictivas; en ese sentido, el sistema financiero en el Perú tuvo una desaceleración de los créditos causada por la contracción de los créditos de consumo. Por otro lado, las menores tasas de crecimiento de depósitos se dieron por la reducción de depósitos a plazos y la autorización para que los clientes de la banca dispongan de su compensación de tiempo de servicios (CTS) durante el 2021. Lo anterior se reflejó en el ratio de créditos sobre PBI, el cual se redujo de 47,63% (junio 2020) a 46,43% (junio 2021) (SBS, 2021).

En la tabla 1 se muestra la participación en activos del sistema financiero peruano al mes de diciembre de 2021.

Tabla 1. Activos del sistema financiero peruano

Entidades financieras	Activos a diciembre 2021		
	Número de empresas	Monto (S./ Millones)	Participación (%)
Banca Múltiple	16	518,094	90.26%
Empresas financieras	10	14,974	2.61%
Cajas Municipales de Ahorro y Crédito (CMAC)	12	34,990	6.10%
Cajas Rurales de Ahorro y Crédito (CRAC)	6	2,700	0.47%
Entidades de desarrollo de la pequeña y microempresa (Edpyme)	8	3,215	0.56%
Total	52	573,973	100.00%

Fuente: SBS

La SBS presenta en su repositorio virtual institucional, información de las instituciones que conforman la Banca Múltiple, las Cajas Municipales, y otras entidades financieras; esta información corresponde a créditos, depósitos, estados financieros, indicadores financieros, riesgo crediticio, riesgo de liquidez, riesgo de mercado, riesgo operacional, etc. Por otro lado, el Banco Central de Reserva del Perú (BCR), observa frecuentemente el índice de estrés financiero (IEF), el cual permite hacer un seguimiento de aquellos factores que potencialmente pueden generar inestabilidad en el sistema financiero peruano, ante lo cual tendrían que adoptar una oportuna respuesta de política financiera para atenuar los efectos del estrés financiero. Para el cálculo del IEF se incluyen las variables: colocaciones brutas, cartera morosa, gasto en provisiones, deuda promedio de consumo, margen financiero, adeudados de corto plazo, excedente de patrimonio efectivo y el ratio correspondiente a activos líquidos/pasivos de corto plazo; sin embargo, entre toda la información disponible de la SBS no se ubicó información respecto a un indicador que valore la posibilidad del riesgo de quiebra de las entidades financieras supervisadas y el BCR (quien establece las políticas financieras), tampoco considera entre las variables del IEF a un indicador relacionado con el riesgo de quiebra.

La carencia de información respecto al riesgo de quiebra permitió que se decida brindar un aporte para el sistema financiero peruano a partir del conocimiento hallado para un sector poco estudiado en esta parte de la región latinoamericana. Se dispone de varios modelos para la predicción del riesgo de quiebra de empresas basados en el análisis de varianza unidireccional, el análisis discriminante múltiple, el análisis logarítmico, el análisis de algoritmos recurrentes y el análisis de redes neuronales; sin embargo, se optó por utilizar el modelo Z de Altman que utiliza el análisis discriminante múltiple para este estudio debido a que ha demostrado ser muy eficaz. Con el presente estudio se busca ayudar a las instituciones financieras para que puedan evaluar sus procesos y diseñar los procedimientos necesarios y logren avanzar hacia la zona segura o mantenerse en esta.

Tomando en cuenta lo anteriormente descrito, se definió el objetivo de investigación: Analizar si existe riesgo de quiebra en instituciones de Banca Múltiple y Caja Municipal de Ahorro y Crédito peruanas, según el periodo 2015-2021.

1.1 Modelo Z de Altman como predictor del riesgo de quiebra

En el transcurso del tiempo, en el campo de las finanzas empresariales, se han desarrollado herramientas y modelos que buscaban detectar anticipadamente la insolvencia o quiebra de una empresa, tomando como base el análisis de la información financiera (Mejía y Flores, 2020), sin embargo, el modelo Z de Altman o modelo Z-score ha demostrado mediante diversos estudios ser muy eficaz en cuanto a sus predicciones de un posible riesgo de quiebra empresarial (López, 2006; Ochoa, Toro, Betancur y Correa, 2009; Lizarzaburu, 2014; Belalcazar y Trujillo, 2016; Álvarez y Campa, 2020; Mejía y Flores, 2020; Bermeo y Armijos, 2021).

El modelo Z de Altman permite el estudio de empresas de diferentes sectores económicos mediante el análisis de un conjunto de ratios financieros, en un contexto que permite predecir la quiebra de una empresa, para lo cual utiliza la técnica estadística Análisis Discriminante Múltiple (ADM) y así obtener un valor Z, el cual se ubica en un rango de toma de decisiones para establecer si la entidad estudiada posee o no salud financiera (Altman, 1968).

En el ámbito financiero, el ADM fue utilizado con éxito en el estudio de problemas que implicaron la evaluación del crédito de consumo, la clasificación de inversiones y la clasificación de las firmas con el índice de ganancias, tomando en cuenta dos categorías: precio alto y precio bajo (Walter, 1959). Asimismo, se usó el ADM para clasificar empresas en categorías estándar de inversión (Altman, 1968).

En el caso del modelo Z de Altman, la técnica ADM implica una observación longitudinal, para ello se utiliza la función discriminante de la forma $Z = v_1x_1 + v_2x_2 + \dots + v_nx_n$ que se transforma en valores de una sola puntuación discriminante o valor Z, que luego se emplea para clasificar la empresa del estudio, donde v_n es el coeficiente discriminante y x_n es la variable independiente, luego la variable dependiente Z se define de manera cualitativa; por ejemplo, quiebra o no quiebra. (Altman, 1968). En consecuencia, este modelo permite establecer con alta probabilidad el riesgo de quiebra de una empresa en un futuro inmediato a fin de decidir si la empresa debe reorganizarse o liquidarse, brindando un fuerte argumento para sugerir, en el peor escenario, una estrategia oportuna y ordenada de quiebra (Hernandez, 2014).

Actualmente, en el modelo Z de Altman se suman ponderadamente entre cuatro a cinco razones de medición para clasificar las empresas como solvente o insolvente, debido a que se dispone de tres ecuaciones lineales, tomando en cuenta las características operativas y de gestión de las empresas que operan en el ámbito mundial (Belalcazar y Trujillo, 2016). A continuación, se describen las tres ecuaciones disponibles:

- a) Modelo Z de Altman, original, para analizar empresas manufactures de capital abierto o que cotizan en bolsa:

$$Z = 1.2X1 + 1.4X2 + 3.3X3 + 0.6X4 + 0.999X5 \quad (1)$$

Zona de quiebra (ZQ), si $Z < 1.81$

Zona de alerta (ZA), si $1.81 \leq Z \leq 2.99$

Zona segura (ZS), si $Z > 2.99$

El modelo Z se utiliza además “para asentar la calificación crediticia de una emisora” (Venegas, 2008, p. 783). Así, una empresa obtendrá una calificación crediticia AAA siempre y cuando obtenga un valor Z mayor a 6.20, en tanto si logra superar el valor límite 2.99 que la ubica en la zona segura obtendrá una calificación crediticia BBB, lo que releva la importancia del indicador Z de Altman (Venegas, 2008).

- b) Modelo Z1 para para empresas manufactureras de capital cerrado:

$$Z1 = 0.717X1 + 0.847X2 + 3.107X3 + 0.420X4 + 0.998X5 \quad (2)$$

Zona de quiebra (ZQ), si $Z1 < 1.23$

Zona de alerta (ZA), si $1.23 \leq Z1 \leq 2.90$

Zona segura (ZS), si $Z1 > 2.90$

- c) Modelo Z2 para empresas de capital cerrado o que no cotizan en bolsa y empresas de servicios:

$$Z2 = 6.56X1 + 3.267X2 + 6.72X3 + 1.05242X4 \quad (3)$$

Zona de quiebra (ZQ), si $Z2 < 1.1$

Zona de alerta (ZA), si $1.1 \leq Z2 \leq 2.6$

Zona segura (ZS), si $Z2 > 2.6$

Las fórmulas Z anteriormente descritas requieren información de las variables independientes X_n , las que corresponden a los siguientes ratios financieros:

$$X1 = \frac{\text{Capital de trabajo}}{\text{Activo total}} \quad (4)$$

$$X2 = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Activo total}} \quad (5)$$

$$X3 = \frac{\text{U.A.I.I.}}{\text{Activo total}} \quad (6)$$

$$X4 = \frac{\text{Patrimonio}}{\text{Pasivo total}} \quad (7)$$

$$X5 = \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo total}} \quad (8)$$

Es importante mencionar que la mayoría de los bancos de este estudio cotizan en bolsa, por lo que correspondería utilizar el modelo Z , pero, para poder realizar un análisis homogéneo entre entidades de la Banca Múltiple y CMAC, se optó por el uso del modelo $Z2$, tomando en cuenta que algunos bancos y todas las CMAC analizadas no cotizan en bolsa.

2. Revisión de la literatura

Se han consultado algunos trabajos referentes al uso del modelo Z de Altman como predictor del riesgo de quiebra en empresas de diversos sectores empresariales; sin embargo, no se hallaron suficientes trabajos similares al presente estudio, no obstante, se mencionan algunos hallazgos que refuerzan la eficacia del uso de este modelo. A continuación, se describen algunas publicaciones.

Ochoa *et al.* (2009) desarrollaron un trabajo de investigación que implicó a 63 empresas colombianas, considerando a aquellas que entraron a una fase de reestructuración empresarial y otro grupo de empresas denominadas “sanas”, mediante la aplicación de las fórmulas de los modelos Z , $Z1$ y $Z2$, obtuvieron una eficacia del 71% para los casos estudiados. La principal conclusión es que el indicador Z es útil para este tipo de estudios. En este trabajo se hizo uso de los tres modelos Z disponibles, confirmando la eficacia de estos, independientemente del sector económico al que corresponda la institución estudiada.

Guráu (2013) revisó el modelo Z de Altman para adecuarlo a la realidad japonesa, para este trabajo se basó en los siguientes criterios: una primera diferencia que surge por las divergencias

contables y financieras entre los países americanos y asiáticos, específicamente con Japón; la segunda diferencia corresponde a desarrollos financieros y de gestión de riesgos que implica aspectos no contemplados por el modelo Z. El autor de este trabajo halló que para la realidad japonesa la zona gris corresponde al rango [-2.59, 1.39], lo que implica que la zona segura corresponde a un valor $Z > 1.39$, valor que es inferior a 2.99 del modelo Z e inclusive inferior al valor 2.60 del modelo Z2.

Fahad & Abdulhassan (2015), realizaron un estudio con 7 empresas industriales que cotizan en la Bolsa de Valores de Irak, en el periodo 2004-2013. Los autores utilizaron los tres modelos Z disponibles para su estudio, realizando una comparación entre estos modelos; sin embargo, dadas las características de las empresas, debieron centrar su trabajo solo en el uso del primer modelo Z. Las empresas estudiadas fueron: Baghdad Soft Drinks Company (los años 2006 y 2007 estuvo en la zona de quiebra, el resto de los años estuvo entre las zonas gris y segura), Iraqi for Tufted Carpets (desde el año 2005 se ha ubicado en la zona de quiebra), Packaging and Wrapping Company (los años 2004, 2006, 2007 y 2008 se ubicó en la zona de quiebra, después se desplazó a la zona segura), Iraqi Engineering Works (desde el año 2013 ingresó a la zona de quiebra), Modern Paint Industries (en el año 2013 ingresó a la zona de quiebra, sin embargo, obtuvo valores notables en los años 2004 y 2010), National Company for Metallic Industries and Bicycles (a partir del año 2013 ingresó a la zona de quiebra luego de haberse mantenido en la zona gris en los años previos) y Electronic Industries Company (desde el año 2005 se ha ubicado en la zona de quiebra). Entre las conclusiones de Fahad & Abdulhassan (2015), se tiene que: La mayoría de las empresas se encuentran dentro de la zona gris, lo que indica una debilidad en el desempeño y la incapacidad para generar utilidades satisfactorias para los accionistas. En general, los tres modelos predijeron que las empresas están ciertamente al borde de la quiebra.

Belalcazar y Trujillo (2016), realizaron un estudio que involucró la utilización de las fórmulas de los modelos Z1 (empresas manufactureras) y Z2 (empresas comerciales y de servicios), analizaron 30 empresas que pertenecen al segmento PYMES de Colombia, de las cuales 15 estaban operando y 15 se encontraban en proceso de cierre. Los modelos obtuvieron una eficacia del 62% para las empresas operativas y saludables, y del 100% para las empresas en proceso de cierre. Concluyeron que el modelo Z es un buen predictor para conocer la situación financiera de las PYMES de Colombia. Este trabajo llama la atención debido a que se utilizaron dos de los tres modelos Z disponibles, a fin de ejecutar un análisis amplio de las empresas PYMES de todos los sectores económicos que. Además, ayudó a confirmar que la fórmula del modelo Z2 es aplicable a las empresas de servicios.

Charalampos (2017), realizó un estudio con dos muestras, una muestra incluyó a 21 bancos "quebrados" de países que enfrentaron enormes problemas económicos en el período 2006-2015 y la segunda muestra estuvo compuesta por 21 grandes bancos de Europa Central que todavía siguen activos. Según los resultados que obtuvo se confirmó que el 100 % de las entidades que se declararon en quiebra, efectivamente lo estaban, lo que indica que el modelo de puntaje Z2 de Altman podría ser un indicador efectivo de dificultades financieras con dos años de anticipación; sin embargo, este autor comentó que el mayor desafío de su trabajo fue el modelo en sí mismo y su aplicabilidad a organizaciones del sector bancario, porque considera que el modelo Z de Altman presenta algunas disfunciones con respecto a este sector financiero, dado que se tiene un problema muy característico en los bancos y demás instituciones financieras, y es que estos suelen operar en condiciones de elevado pasivo corriente o alto apalancamiento. Esta característica operativa trae como consecuencia la aparición de un gran impacto negativo en la primera variable X1 (Capital de Trabajo/Activos

Totales) que realmente afecta y reduce el puntaje Z total calculado, lo que se suscita cuando el pasivo circulante es mayor que el activo circulante, lo que podría interpretarse como producto de una gestión financiera ineficiente.

Saha & Khaton (2018), realizaron una investigación con una muestra de 21 bancos que cotizan en bolsa de valores de Dhaka (DSE). Los hallazgos del estudio implicaron que los bancos no convencionales (3 de 7 entidades se ubicaron en la zona de quiebra) están en mejor posición que los bancos convencionales (12 de 14 entidades se encuentran en la zona de quiebra), según el promedio del valor Z, para el periodo 2009-2016. Sugieren que los bancos comerciales privados sean sometidos a una estricta supervisión del banco central de Bangladesh, observando el desempeño de aquellos que se ubican en la zona gris o zona de quiebra.

Mejía y Flores (2020), desarrollaron un estudio donde la muestra correspondió al total de empresas comercializadoras de las ciudades de Manta y Portoviejo, en Ecuador, para lo cual clasificaron a las entidades en dos grupos, las que integraron el G46 fueron aquellas que comercializan al por mayor y las que integraron el G47 fueron las que realizan el comercio al por menor. Este estudio longitudinal abarcó el periodo 2010-2015. Los cálculos del valor Z se basaron en la fórmula del modelo Z original. Entre sus conclusiones tenemos: En el grupo G46 la mayoría de las empresas se ubican en zona segura o saludable, observándose que las empresas dedicadas al comercio al por mayor muestran una mejor performance que las del grupo G47, dedicadas al comercio al por menor. Lo interesante de este trabajo corresponde a que se realizó una comparación analizando dos grupos de empresas de un mismo sector económico, enfoque similar al del presente trabajo de investigación.

En el caso del trabajo desarrollado por Álvarez y Campa (2020), se utilizó el modelo Z de Altman y compararon los resultados con aquellos obtenidos con la fórmula de Amat, Manini y Renart (2017). La muestra estuvo compuesta por 45 empresas del sector hotelero español, para el periodo 2007 al 2017. Se concluyó que las fórmulas Z1 y Z2 del modelo Altman tienen un mayor poder predictivo para detectar la situación de riesgo de quiebra de forma anticipada que las fórmulas Z3 del modelo de Altman y de Amat *et al.* (Álvarez y Campa, 2020). En este caso, si se toma en cuenta que las empresas hoteleras brindan servicios, los autores debieron emplear la fórmula Z2 del modelo de Altman, lo cual fue confirmado por ellos. No obstante, resultó interesante comprobar que otros modelos no son tan eficaces como el modelo Z de Altman.

Un trabajo que buscó comprobar la eficacia del modelo Z2 correspondió al publicado por Bermeo y Armijos (2021), para ello la muestra seleccionada correspondió a 16 empresas de construcción de edificios residenciales de la provincia Azuay, en Ecuador. El período estudiado fue 2014-2018. La investigación concluyó que el modelo pronostica eficazmente la insolvencia de las empresas del estudio, determinando que estas se mantienen en la zona saludable (Bermeo y Armijos, 2021). Lo interesante de este trabajo correspondió a que el modelo Z2 utilizado para el análisis fue aplicado en el sector construcción, ello puede servir de referencia para futuros trabajos similares.

Como se puede apreciar en los antecedentes descritos, el modelo Z de Altman tiene una aplicación válida para diversos sectores empresariales, pero, no se halló suficientes estudios relacionados a instituciones que brindan servicios financieros, principalmente en países con economías similares a la del Perú, lo que limitó la comparación y discusión de los resultados hallados.

3. Metodología

Sobre la base del enfoque cuantitativo se desarrolló este trabajo de investigación descriptiva, con alcance longitudinal, al tomar información financiera de las entidades del estudio en diferentes momentos del periodo 2015 al 2021. Para lo cual se accedió al portal de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP, a la pestaña Estadísticas y Publicaciones y luego se ubicó el ítem Información por Tipo de Institución Financiera. Se seleccionó Banca Múltiple y a continuación Cajas Municipales para recolectar los datos requeridos del Balance General y el Estado de Ganancias y Pérdidas, correspondientes a cada entidad y año del periodo elegido.

Se trabajó con dos muestras poblacionales del sistema financiero peruano, estas estuvieron conformadas por 15 entidades de la Banca Múltiple y 11 CMAC peruanas. El criterio de inclusión implicó considerar a todas aquellas instituciones financieras y microfinancieras que cuentan con información en el portal de la SBS; el criterio de exclusión dejó fuera del estudio a aquellas entidades que fueron liquidadas en el periodo estudiado y, por tanto, no presentaban información financiera completa en el lapso del análisis; además, se excluyó a la CMAC Lima debido a que la SBS no presenta información financiera de esta entidad en el mismo grupo de las otras entidades microfinancieras del estudio.

Para el análisis de los datos se utilizó la técnica estadística Análisis Discriminante Múltiple o ADM, luego, para los cálculos del valor Z, se decidió emplear la fórmula correspondiente al modelo Z2 de Altman, a fin de homogenizar los resultados desde una perspectiva de comparación en el sector financiero. El criterio discriminante para el análisis de las entidades del estudio implicó considerar los rangos de decisión mostrados en la tabla 2.

Tabla 2. Criterio discriminante según el valor Z2 de Altman

Zona de quiebra (ZQ)	Zona de alerta (ZA)	Zona segura (ZS)
$Z2 < 1.1$	$1.1 \leq Z2 \leq 2.6$	$Z2 > 2.6$

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta la necesidad de que los valores Z2 de Altman sean comparables entre las entidades de la Banca Múltiple y las CMAC, en el periodo 2015 a 2021, se optó por diferenciar dos grupos de entidades para cada muestra poblacional. La referencia discriminante desde la perspectiva financiera correspondió al valor del Activo Total. En las tablas 3 y 4 se muestran los criterios considerados para diferenciar los grupos, tanto de la Banca Múltiple como de las CMAC, según el valor del Activo Total. Es importante realizar esta diferenciación a fin de llevar a cabo un análisis más objetivo.

Tabla 3. Grupos de Banca Múltiple por valor de activo total (AT)

Grupo mayor activo	Grupo menor activo
$AT > S/. 20 \text{ billones}$	$AT \leq S/. 20 \text{ billones}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Grupos de CMAC por valor de activo total (AT)

Grupo mayor activo	Grupo menor activo
AT > S/. 2 billones	AT ≤ S/. 2 billones

Fuente: Elaboración propia

Es interesante notar que, en promedio, una institución de la Banca Múltiple cuenta con un activo total diez veces superior al de una CMAC, lo cual estaría relacionado con el segmento de mercado que atiende en el sector de servicios financieros. La estrategia de diferenciar a las empresas estudiadas con el modelo Z de Altman, en grupos, con fines comparativos, ha sido una constante en la mayoría de los trabajos que tuvieron como objetivo estudiar la posibilidad de quiebra financiera de empresas de diferentes sectores económicos (Mejía y Flores, 2020, Belalcazar y Trujillo, 2016 y Ochoa *et al.*, 2009).

La información obtenida de los Estados Financieros para el cálculo del valor Z2 de Altman durante el periodo del estudio se muestra en las tablas 5, 6, 7 y 8, tanto para la Banca Múltiple como para las CMAC. En estas tablas se detallan los valores de las cuentas requeridas por la fórmula para el cálculo de los valores Z2 de Altman y corresponden al año 2021. Se ha omitido mostrar la presentación de las tablas de los periodos anteriores, por cuestión de espacio. Para este trabajo se utilizó una hoja de cálculo Excel de Microsoft para ordenar la información y obtener los valores Z2 de Altman. La data longitudinal para el periodo del estudio se redujo a un solo valor de decisión al usar la media armónica del grupo de datos como valor representativo para el periodo 2015-2021, para cada institución. La decisión de emplear la media armónica fue debido a que este estadístico es poco influenciado por valores grandes de un conjunto de datos, por el contrario, es muy sensible cuando se obtienen valores pequeños o muy pequeños del conjunto de datos, mostrando un valor representativo más real para el periodo estudiado.

En la tabla 5, se observan las entidades que conforman el grupo de mayor activo total (AT > S/. 20 billones), estas son: Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA), que anteriormente se denominaba Banco Continental, fundado en 1951, es una institución financiera peruana que tiene como accionistas al Holding Continental S.A. (92% del accionariado) y al grupo bancario BBVA (50% del patrimonio); Banco de Crédito del Perú (BCP), fundado en 1889, es una de las entidades financieras más referentes del país, lo cual se refleja en el activo total que tiene en comparación a las otras entidades; Scotiabank Perú forma parte del banco Scotiabank, entidad líder en Canadá que cuenta con una experiencia de 188 años en el mundo financiero; y finalmente, Interbank que inició sus operaciones como Banco Internacional del Perú en el año 1897, actualmente se ubica entre las principales entidades financieras del país. Estas entidades dominan el mercado de servicios financieros y son referentes en la economía peruana. Entre las entidades de este grupo que cotizan en bolsa están: BBVA, BCP e Interbank.

Tabla 5. Información de Estados Financieros de Banca Múltiple, grupo de mayor activo

Información financiera año 2021	Instituciones de Banca Múltiple (montos en millones de soles)			
	BBVA	BCP	Scotiabank Perú	Interbank
Capital de trabajo	32,580	47,506	20,547	18,990
U.A.I.I.	3,546	6,263	2,351	2,744

Utilidad	1,559	3,031	1,042	1,200
Valor contable del Patrimonio	10,182	20,288	10,793	6,803
Activo total	101,645	182,333	77,024	68,380
Pasivo total	91,463	162,045	66,231	61,577

Fuente: Datos obtenidos de la SBS

En la tabla 6, se consideran a las instituciones financieras que cuentan con un activo total menor o igual a S/ 20 billones. Es importante destacar que el Banco Financiero pasó a denominarse Banco Pichincha desde el año 2018, el Banco Pichincha es un banco de capitales ecuatorianos que se fusionó con el Banco Financiero para iniciar sus operaciones en Perú, mientras que, el Banco Azteca desde el año 2021 pasó a denominarse Banco Alfin, culminando sus operaciones en Perú como Banco Azteca. Las otras instituciones que componen el grupo de menor activo entre la Banca Múltiple son: Banco de Comercio, Banco Interamericano de Finanzas (BIF), Citibank, Mibanco, Banco GNB, Banco Falabella, Banco Santander, Banco Ripley y Banco ICBC. En este grupo, cuyos activos no superan los S/ 20 billones destacan el BIF, Mibanco y Banco Pichincha, los cuales cuentan con activos superiores a los S/ 10 billones, al contrario del Banco Alfin (ex Banco Azteca) que cuenta con un valor de su activo total menor a S/ 1 billón. Entre las entidades de este grupo que cotizan en bolsa, tenemos: Banco de Comercio, Banco Falabella, Banco GNB, BIF, Banco Pichincha, Banco Ripley, Banco, Santander y Banco de ICBC. Como se puede observar en la tabla 6, las entidades que no cotizan en bolsa, de este mismo grupo, son: Citibank, Mibanco y Banco Alfin.

Tabla 6. Información de Estados Financieros de Banca Múltiple, grupo de menor activo

Información financiera año 2021	Instituciones de Banca Múltiple (montos en millones de soles)										
	Banco de Comercio	Banco Pichincha	BIF	Citibank	Mibanco	Banco GNB	Banco Falabella Perú	Banco Santander Perú	Banco Ripley	Banco Alfin	Banco ICBC
Capital de trabajo	655	2,664	3,672	1,179	5,775	907	1,244	1,708	797	74	424
U.A.I.I.	120	170	406	205	1,416	135	396	295	177	-3	35
Utilidad	17	-98	158	110	179	32	-43	166	-20	-125	26
Valor contable del Patrimonio	378	885	1,397	841	2,212	759	850	1,042	368	14	378
Activo total	2,292	11,309	19,081	7,726	15,807	5,967	4,186	9,545	2,166	663	5,890
Pasivo total	1,914	10,424	17,684	6,885	13,594	5,208	3,335	8,503	1,798	649	5,512

Fuente: Datos obtenidos de la SBS

En la tabla 7, se observa que seis microfinancieras lideran a estas entidades peruanas en cuanto al valor total del activo, superando el valor referencial de S/ 2 billones. En este caso, CMAC Arequipa fundada en 1985 es la que cuenta con un mayor valor de activo total; CMAC Huancayo, fundada en 1987, ocupa el segundo lugar en cuanto al valor de su activo total y en este mismo grupo, CMAC Trujillo, fundada en 1984, ocupa el último lugar en cuanto al valor de su activo total.

Tabla 7. Información de Estados Financieros de CMAC, grupo de mayor activo

Información financiera año 2021	Caja Municipal de Ahorro y Crédito (montos en millones de soles)					
	CMAC Arequipa	CMAC Cusco	CMAC Huancayo	CMAC Piura	CMAC Sullana	CMAC Trujillo
Capital de trabajo	2,112	1,409	1,397	928	841	796
U.A.I.I.	594	320	485	412	135	182
Utilidad	75	37	52	36	-30	13
Valor contable del Patrimonio	891	591	710	616	204	474
Activo total	7,945	5,382	6,773	5,456	3,029	2,543
Pasivo total	7,054	4,790	6,063	4,840	2,826	2,068

Fuente: Datos obtenidos de la SBS

En la tabla 8, para el grupo de menor activo entre las microfinancieras peruanas, se observa que CMAC Ica, fundada en 1989, lidera al mismo; en tanto, la CMAC Del Santa, fundada en 1986, cuenta con el menor valor de su activo total en este mismo grupo.

Tabla 8. Información de Estados Financieros de CMAC, grupo de menor activo

Información financiera año 2021	Caja Municipal de Ahorro y Crédito (montos en millones de soles)				
	CMAC Del Santa	CMAC Ica	CMAC Maynas	CMAC Paita	CMAC Tacna
Capital de trabajo	12	447	148	35	147
U.A.I.I.	14	131	56	22	28
Utilidad	-4	15	6	-2	-25
Valor contable del Patrimonio	20	242	91	28	93
Activo total	158	1,701	555	167	826
Pasivo total	138	1,459	464	139	732

Fuente: Datos obtenidos de la SBS

4. Resultados y discusión

Luego de revisar y obtener la información requerida para calcular el valor Z2 para cada institución financiera en cada periodo estudiado, se procedió a utilizar la fórmula Nro. 3 (ver subtítulo 1.1), para lo cual se calcularon los valores de las variables independientes X1, X2, X3 y X4 utilizando las fórmulas Nro. 4, 5, 6 y 7, respectivamente. Los Estados Financieros consultados fueron el Balance General o Estado de Situación Financiera y el Estado de Ganancias y Pérdidas o Estado de Resultados, considerando que el modelo Z de Altman requiere información contable para predecir el riesgo de quiebra, previo análisis y diagnóstico (Mejía y Flores, 2020)

En las tablas 9, 10, 11 y 12, se muestran los valores Z2 hallados, para cada grupo definido previamente.

Tabla 9. Valores Z2 de Altman de las instituciones de la Banca Múltiple, grupo de mayor activo

Ítem	Entidad de Banca Múltiple	Valor de Z2 por año del periodo							Media armónica del periodo	Ubicación de entidad en zona de decisión
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
1	BBVA	1.6	2.3	2.1	1.9	2.1	2.1	2.5	2.1	ZA
2	Scotiabank	1.4	2.2	2.0	2.1	2.2	1.9	2.2	2.0	ZA
3	Interbank	1.4	2.1	1.7	1.9	2.1	2.2	2.3	1.9	ZA
4	BCP	1.2	2.0	2.0	1.9	2.0	2.1	2.1	1.8	ZA

Nota: ZA es la abreviatura de zona de alerta

En la tabla anterior (tabla 9) se observa que, el BBVA obtiene un valor de 2.1 para el Z2, lo que posiciona a esta entidad en el primer lugar del grupo de mayor valor de Activo Total, pero esta institución no logra superar el valor 2.6 que la ubicaría en la zona segura. En tanto, el BCP obtuvo el menor valor para el Z2 de este grupo, en el mismo periodo, con un valor de 1.8 el BCP se ubica en la zona de alerta, pero está relativamente cerca de la zona de quiebra. Mientras que, Scotiabank e Interbank obtienen valores de Z2 que las posicionan en la zona de alerta, en mejor posición que el BCP. Estos resultados motivan a reflexionar acerca de la necesidad de revisar los valores límites de los rangos correspondientes a la zona de quiebra, zona de alerta y zona segura, para el sector de servicios financieros, debido a que estas entidades son consideradas referentes en el sistema financiero peruano; por ello, sería conveniente profundizar en posteriores estudios para verificar si los rangos establecidos para cada zona de decisión en el modelo Z se ajustan a la realidad de las empresas que brindan servicios financieros, tomando en cuenta las estrategias y decisiones que implican la gestión del dinero y las particularidades de este sector económico que trabaja con altos pasivos corrientes y tienen que provisionar importantes montos de dinero para sus obligaciones de corto plazo. Además, se debe resaltar que el modelo Z es utilizado también para la calificación del riesgo crediticio de las empresas y mientras mayor sea este valor, mayor será la calificación crediticia; así, una entidad que obtiene una calificación crediticia AAA es debido a que el valor Z fue igual o mayor a 6.20, ello releva la importancia de este indicador tanto para evaluar el riesgo de quiebra de una empresa como para que obtenga una excelente calificación crediticia (Venegas, 2008). En las condiciones actuales, los bancos peruanos estarían en desventaja para una calificación crediticia, si no se revisan los valores límites de la zona segura.

En la tabla 10, se puede apreciar que entre las entidades de la Banca Múltiple que tienen un Activo Total menor o igual a S/ 20 billones, tanto el Banco Ripley como el Banco Falabella y Mibanco se ubicaron en la zona segura, en este grupo destacan el Banco Ripley y el Banco Falabella, ya que a pesar de que en los años 2020 y 2021 obtuvieron utilidades negativas, también, redujeron al mínimo sus adeudos y obligaciones financieras.

Tabla 10. Valores Z2 de Altman de las instituciones de la Banca Múltiple, grupo de menor activo

Ítem	Entidad de Banca Múltiple	Valor de Z2 por año del periodo							Media armónica del periodo	Ubicación de entidad en zona de decisión
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
1	Ripley	4.1	3.9	4.3	4.4	4.3	3.3	3.1	3.8	ZS
2	Falabella	3.5	4.1	3.8	3.2	3.1	2.2	2.8	3.1	ZS
3	Mibanco	2.2	3.0	2.9	2.6	2.6	3.3	3.2	2.8	ZS
4	De Comercio	1.6	2.0	1.9	1.8	2.2	2.5	2.5	2.0	ZA
5	Pichincha	1.5	2.0	1.8	1.5	1.6	2.0	1.7	1.7	ZA
6	Santander	1.3	2.3	1.8	1.2	1.6	1.6	1.6	1.6	ZA
7	BIF	1.3	1.8	1.7	1.5	1.8	1.5	1.5	1.5	ZA
8	GNB	1.3	1.7	1.4	1.2	1.7	1.4	1.3	1.4	ZA
9	Citibank	1.1	1.4	1.4	0.7	1.3	1.6	1.4	1.2	ZA
10	ICBC	0.8	2.4	0.9	2.6	1.5	1.1	0.6	1.1	ZQ
11	Alfin	3.4	4.4	5.0	5.3	4.0	4.1	0.1	0.6	ZQ

Nota: ZS, ZA y ZQ son las abreviaturas de zonas segura, de alerta y quiebra, respectivamente

En este mismo grupo de la tabla 10, el Banco de Comercio, el Banco Pichincha, Banco Santander, el Banco Interamericano de Finanzas (BIF), el Banco GNB y Citibank se ubicaron en la zona de alerta, mientras que el Banco ICBC y el Banco Alfin (ex Banco Azteca) se ubicaron en la zona de quiebra. El Banco Alfin estaría en una situación más delicada debido al valor Z2 obtenido, lo que implicaría una quiebra inminente; sin embargo, se debe tener en cuenta que esta entidad empezó sus operaciones en el Perú luego de absorber al Banco Azteca, por ello se tendría que seguir observándola en los siguientes periodos económicos, considerando los valores Z2 obtenidos en anteriores periodos. No es el caso del Banco ICBC, el cual desde el 2015 ha tenido resultados alarmantes para el valor Z2, lo que motiva a pronosticar una quiebra inminente en el corto plazo.

Por otro lado, en la tabla 11, resalta el hecho de que la CMAC Trujillo es la única institución microfinanciera que se ubica en la zona segura, mientras que el resto de las cinco CMAC del grupo de mayor activo total (> S/ 2 billones) se ubican en la zona de alerta (ZA). Al igual que en el caso de la Banca Múltiple para el grupo de mayor Activo Total, los resultados hallados para el valor Z2 motivan a sugerir que en futuros estudios se evalúen los límites de los rangos del modelo Z de Altman para el sector de servicios microfinancieros, dado que las entidades que comprenden este grupo de mayor Activo Total representan instituciones referentes en el Perú y están constantemente innovando y gestionando adecuadamente los recursos económicos captados, pese al efecto de la pandemia de los últimos dos años. Se reitera que estas entidades gestionan sus recursos financieros con cierto grado de apalancamiento y provisionamiento de dinero para sus compromisos de corto plazo con sus clientes ahorristas e inversionistas, entre otras actividades del sector de servicios financieros.

Tabla 11. Valores Z2 de Altman de las instituciones CMAC, grupo de mayor activo

Ítem	Entidad CMAC	Valor de Z2 por año del periodo							Media armónica del periodo	Ubicación de entidad en zona de decisión
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
1	Trujillo	2.8	2.8	2.7	2.5	2.6	2.6	2.8	2.7	ZS
2	Arequipa	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.3	ZA
3	Cusco	2.2	2.4	2.3	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	ZA
4	Huancayo	2.6	2.2	2.3	2.3	2.1	1.9	2.0	2.2	ZA
5	Piura	1.9	2.0	1.9	1.8	1.7	1.2	1.8	1.7	ZA
6	Sullana	1.8	1.6	1.6	1.6	1.9	1.9	2.2	1.8	ZA

Nota: ZS y ZA son las abreviaturas de zonas segura y de alerta, respectivamente

En la tabla 12 se muestra a las instituciones CMAC que conforman el grupo cuyos Activos Totales no superan los S/ 2 billones, en este caso todas las instituciones microfinancieras de este grupo se ubican en la zona de alerta; sin embargo, CMAC Maynas, CMAC Ica y CMAC Paíta están en mejor posición relativa que CMAC Tacna y CMAC Del Santa, estas últimas microfinancieras requieren un seguimiento posterior para verificar si están mejorando sus deficiencias operativas para que se alejen de la zona de quiebra, en base a un mayor nivel de competitividad.

Tabla 12. Valores Z2 de Altman de las instituciones CMAC, grupo de menor activo

Ítem	Entidad CMAC	Valor de Z2 por año del periodo							Media armónica del periodo	Ubicación de entidad en zona de decisión
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
1	Maynas	2.4	2.4	2.5	2.6	2.5	2.5	2.7	2.5	ZA
2	Ica	2.5	2.6	2.3	2.0	2.2	2.2	2.4	2.3	ZA
3	Paíta	2.3	2.1	2.2	2.0	2.6	2.3	2.4	2.3	ZA
4	Tacna	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.7	1.4	1.8	ZA
5	Del Santa	2.0	1.6	1.6	1.4	1.4	1.2	1.2	1.4	ZA

Nota: ZA es la abreviatura de zona de alerta

En la tabla 13 se observa que, para la Banca Múltiple, el 100% de las instituciones con activos mayores a S/ 20 billones se ubicaron en la zona de alerta; mientras que, entre las instituciones con activos menores o iguales a S/ 20 billones, el 27% se ubica en la zona segura, el 55% se posiciona en la zona de alerta y el 18% de estas se ubica en la zona de quiebra. Si se analiza a todas las entidades de la Banca Múltiple sin tomar en cuenta la segmentación elegida, se tendría que el 20% de las entidades se ubican en la zona segura, el 67% se ubican en la zona de alerta y un 13% estaría afrontando una inminente quiebra en el corto plazo.

Tabla 13. Ubicación de instituciones de Banca Múltiple por zonas del modelo Z2

	Número de instituciones (AT > S/. 20 billones)	% de instituciones (AT > S/. 20 billones)	Número de instituciones (AT ≤ S/. 20 billones)	% de instituciones (AT ≤ S/. 20 billones)
Zona de quiebra	0	0%	2	18%
Zona de alerta	4	100%	6	55%
Zona segura	0	0%	3	27%
Total	4	100%	11	100%

Nota: AT es la abreviatura de activo total

En la tabla 14, resalta el hecho de que, el 17% de las cajas municipales de ahorro y crédito con activos mayores a S/. 2 billones se ubican en la zona segura, mientras que el 83% de este segmento se ubica en la zona de alerta. En tanto, el 100% de las cajas municipales de ahorro y crédito con activos de hasta S/. 2 billones se ubican en la zona de alerta. Al analizar a las 11 microfinancieras, sin considerar la segmentación con base en el valor de los activos, se halló que solo el 9% de las cajas municipales de ahorro y crédito se ubican en la zona segura y el 91% de estas se encuentra en la zona de alerta.

Tabla 14. Ubicación de instituciones CMAC por zonas del modelo Z2

	Número de instituciones (AT > S/. 2 billones)	% de instituciones (AT > S/. 2 billones)	Número de instituciones (AT ≤ S/. 2 billones)	% de instituciones (AT ≤ S/. 2 billones)
Zona de quiebra	0	0%	0	0%
Zona de alerta	5	83%	5	100%
Zona segura	1	17%	0	0%
Total	6	100%	5	100%

Nota: AT es la abreviatura de activo total

Los resultados hallados permiten afirmar que el modelo Z de Altman es eficaz para predecir el riesgo de quiebra de las empresas de diferentes sectores económicos incluyendo las empresas que brindan servicios financieros, lo cual es concordante con la opinión de Hernandez (2014), quien argumenta que diversos estudios han demostrado que: “los diferentes modelos de Altman realmente son herramientas muy poderosas para medir la salud financiera de las empresas, diagnosticar esta y proyectar las probabilidades de que una empresa se vaya a la quiebra en periodos de hasta dos años” (p. 16). Esta opinión es concordante con los hallazgos de Ochoa (2009), Fahad & Abdulhassan (2015), Belalcazar y Trujillo (2016), Charalampos (2017), Saha & Khaton (2018), Álvarez y Campa (2020) y Bermeo y Armijos (2021).

En el presente trabajo se halló que dos entidades de la Banca Múltiple del grupo que cuenta con un Activo Total menor a S/ 20 billones se ubican en la zona de quiebra, por otro lado, ninguna de las instituciones microfinancieras CMAC estarían en riesgo de quiebra. Se debe considerar que en los

últimos dos años la economía peruana se ha contraído debido a los efectos de la pandemia COVID 19 que afecta a todo el mundo, por ello sería importante continuar analizando a estas instituciones posteriormente. Es necesario acotar que el gobierno peruano ejerció un programa denominado Reactiva sobre la morosidad del sistema financiero, debido a que las restricciones derivadas de la pandemia amenazaban con romper la cadena de pagos y poner en riesgo la estabilidad del sistema financiero. Sin embargo, el sector registraba una sólida posición de liquidez y solvencia antes del inicio de la pandemia, lo cual se ha reflejado en mayor o menor grado en los valores hallados para el Z2.

Se resume que, de un total de 26 instituciones financieras analizadas, solo 2 se ubicaron en la zona de quiebra; es decir, el 92% de las instituciones financieras peruanas estudiadas se encuentra en una situación financiera relativamente saludable, al estar ubicadas en entre las zonas de alerta y segura. Ello reflejaría un buen manejo de la gestión financiera peruana, supervisados por la SBS, a pesar de las variables externas que vienen afectando a las empresas de todos los sectores económicos.

Los resultados del estudio evidencian que de las veintiséis instituciones analizadas, dos se ubican en la zona de quiebra y cuatro caen dentro de la zona segura, lo que deja a veinte entidades en la zona de alerta. Ello ameritaría una profunda reflexión respecto a las políticas financieras vigentes, las cuales deberían incorporar al indicador Z de Altman en la información que la SBS presenta en su repositorio virtual institucional y el BCR monitorea a través del índice de estrés financiero. Además, se debe tener en cuenta que el modelo Z de Altman se utiliza para la calificación crediticia de las entidades con valores que están muy por encima del valor límite para ingresar a la zona segura.

Es importante insistir en el problema particular que se presenta en las instituciones financieras, las cuales trabajan con elevados pasivos circulantes o corrientes que afecta la variable X1 (Capital de Trabajo/Activos Totales) y como consecuencia disminuye notablemente el valor Z2. Esta característica particular de los Bancos y Microfinancieras invita a ajustar el modelo para este sector, lo que coincide con el hallazgo de Charalampos (2017) y es concordante con el trabajo de Guráu (2013), quien ajustó el modelo Z para la realidad japonesa hallando un valor $Z > 1.39$ para la zona segura.

5. Conclusiones, recomendaciones y consideraciones finales

Al conformar dos grupos de análisis para las empresas que brindan servicios financieros de la Banca Múltiple, tomando como indicador el valor del Activo Total, se observó una incongruencia en los resultados hallados, dado que todas las entidades que cuentan con un activo total mayor a S/ 20 billones y son referentes en el sistema financiero peruano, se ubican en la zona de alerta, con valores Z2 que oscilan entre 1.8 (BCP) y 2.1 (BBVA). Ello motiva a continuar realizando estudios similares para verificar si los rangos de decisión del modelo Z2 de Altman se ajustan a la realidad de las empresas que brindan servicios financieros, dadas las características de la gestión administrativa financiera de estas entidades.

Entre las entidades de la Banca Múltiple que cuentan con un Activo Total menor o igual a S/ 20 billones, destacan el Banco Ripley y el Banco Falabella, no obstante que en los años 2020 y 2021 obtuvieron utilidades negativas, pero, al utilizar la estrategia de reducir al mínimo sus adeudos y

obligaciones financieras, compensaron el efecto para el cálculo del valor Z2; ello les ayudó a mantenerse en la zona segura. En este mismo grupo se identificó 2 entidades en situación crítica y con posibilidad de quiebra en el corto plazo, por ello, el Banco ICBC y el Banco Alfin deben ser observados en los siguientes periodos para verificar si logran recuperarse o se declaran en quiebra.

En el caso de las Cajas Municipales de Ahorro y Crédito, las entidades del grupo que tiene un valor del Activo Total mayor a S/ 2 billones se ubican entre la zona de alerta y la zona segura, mientras las entidades que conforman el grupo con un valor de Activo Total menor a S/ 2 billones, se ubican en la zona de alerta. Al igual que en el caso de la Banca Múltiple, los resultados hallados motivan a revisar en un futuro trabajo de investigación los límites de los rangos de decisión para el modelo Z2 de Altman, dado que en el grupo de mayor Activo Total los valores Z2 hallados oscilan entre 1.8 (CMAC Sullana) y 2.7 (CMAC Trujillo), siendo estas entidades referentes para el sistema microfinanciero peruano.

Se concluye que, para la Banca Múltiple, el 20% de las instituciones analizadas se ubica en la zona segura y el 13% se ubica en la zona de quiebra, en tanto, las entidades Caja Municipal de Ahorro y Crédito cuentan con una relativa mejor salud financiera al ubicarse el 91% en la zona de alerta y el 9% en la zona segura.

Otra conclusión para destacar corresponde a que, el modelo Z2 de Altman es eficaz en la predicción del riesgo de quiebra de instituciones financieras, a pesar de que trabaja con datos históricos.

Es importante sugerir a las instituciones gubernamentales que además de monitorear el índice de estrés financiero y observar los indicadores financieros y otras variables como: créditos, depósitos, riesgo crediticio, riesgo de liquidez, riesgo de mercado, riesgo operacional; se incluya en el radar de supervisión a las entidades del sistema financiero al indicador Z2. Así, las políticas financieras además de incentivar el desarrollo de sector Fintech, entre otras acciones importantes para el desarrollo económico, deben incluir el seguimiento del indicador riesgo de quiebra de una institución financiera para garantizar la salud financiera del país.

Se evidencia escasez de estudios en países latinoamericanos, por ello, se sugiere realizar estudios similares y que, además, se verifique el límite de la zona de quiebra para el sector financiero. Es importante mencionar que los indicadores financieros observados en forma aislada no permiten visualizar la eficiencia de una institución financiera en el tiempo y menos el riesgo de quiebra. El modelo Z2 de Altman permite observar un panorama más real de qué tan bien está desempeñándose una institución financiera, considerando que este indicador, consolida en un solo valor cuentas de los estados financieros como: activo, pasivo, patrimonio, utilidad y capital de trabajo.

El modelo Z2 de Altman para el sector financiero presenta la limitante de trabajar con datos históricos. Este estudio se basó en los datos históricos anuales de la información financiera de las entidades seleccionadas; sin embargo, el cálculo del valor Z2 se podría realizar trimestralmente para un seguimiento oportuno de la variable riesgo de quiebra.

Por último, en economías de características similares, si no se realiza una gestión (administración) del riesgo de quiebra de las instituciones financieras, podría tener consecuencias alarmantes, considerando que en la banca múltiple existen instituciones financieras que tienen presencia en varios países y cotizan en bolsa y la quiebra de una institución en un país podría tener un efecto mariposa en la región.

Referencias

- [1] Altman, E. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, 23(4), 589-609. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00843.x>
- [2] Álvarez, A. y Campa, F. (2020). La predicción del fracaso empresarial en el sector hotelero. *Cuadernos de Turismo*, 45, 33-59. ISSN: 1139-7861 DOI: <https://doi.org/10.6018/turismo.426031>
- [3] Arce, J. L. (2006). *El sector de las microfinanzas en Costa Rica: Evolución reciente y aporte al crecimiento y desarrollo económicos* [Ponencia en Duodécimo Informe sobre el Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 1-23. CONARE]. <https://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/300>Banco Mundial. (20 de abril de 2018). *Inclusión financiera*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/financialeconomicinclusion/overview>
- [4] Banco Mundial. (20 de abril de 2018). *Inclusión financiera*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/financialeconomicinclusion/overview#1>
- [5] Belalcazar, R. y Trujillo, A. (2016). *¿Es el modelo Z-Score de Altman un buen predictor de la situación financiera de las Pymes en Colombia?* [Tesis de Maestría, Universidad EAFIT de Santiago de Colombia]. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11575/Andres_TrujilloOspina_Rosmery_BelalcazarGrisales_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- [6] Bermeo, D. y Armijos, J. (2021). Predicción de quiebra bajo el modelo Z2 Altman en empresas de construcción de edificios residenciales de la provincia del Azuay. *Revista Economía y Política*, 33. ISSN: 1390-7921 2477-9075 [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rep/n33/2477-9075-rep-33-00048.pdf](http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rep/n33/2477-9075-rep-33-00048.pdf) DOI: <https://doi.org/10.25097/rep.n33.2021.03>
- [7] Borda, C. y Torres, J. (2020). *Créditos de la banca múltiple y su relación con el crecimiento económico peruano en el período 2010 - 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte sede Lima]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25558?show=full>
- [8] Charalampos, M. (2017). *Z-Altman's model effectiveness in bank failure prediction - The case of European banks* (tesis de posgrado). Lund University of Sweden. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8925396&fileId=8925400](https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8925396&fileId=8925400)
- [9] Coca, A. (2011). Una aproximación al conocimiento de las microfinanzas. *Perspectivas*, 27, 9-22. ISSN: 1994-3733. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425941231002>
- [10] Emmerich, L. (2020). Evolución financiera de la banca múltiple peruana 2007-2017. *Ingeniería Industrial*, 38, 159-180. ISSN 1025-9929 doi: 10.26439/ing.ind2020.n038.4818
- [11] Fahad, M. & Abdulhassan, A. (2015). Companies bankruptcy prediction by using Altman models and comparing them. *Research Journal of Finance and Accounting*, 6(14), 154-169. ISSN 2222-1697 (Paper) ISSN 2222-2847 (Online). <https://www.iiste.org/Journals/index.php/RJFA/article/view/24577/25154>
- [12] Guráu, T. (2013). *A Model of Bankruptcy Prediction: Calibration of Altman's Z-score for Japan* [Tesis de pregrado, Erasmus University Rotterdam]. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Model-of-Bankruptcy-Prediction%3A-Calibration-of/5565168f75b578ba28115ef314acbdd387f82483#citing-papers>
- [13] Hernandez, M. (2014). Modelo financiero para la detección de quiebras con el uso de análisis discriminante múltiple. *InterSedes*, 15(32), 4-19. On-line version ISSN 2215-2458 Print version ISSN 2215-2458. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/666/66633023001.pdf>
- [14] Lizarzaburu, E. (2014). Análisis del Modelo Z de Altman en el mercado peruano. *Universidad & Empresa*, 16(26), 141-158. doi: [dx.doi.org/10.12804/rev.univ.empresa.26.2014.05](https://doi.org/10.12804/rev.univ.empresa.26.2014.05)

- [15] López, R. (2006). Análisis financiero para la determinación de quiebra. *Encuentro*, 74, 80-96. <https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i74.3713>
- [16] Mejía, M. y Flores, J. (2020). Aplicación del Modelo Z- Score de Altman para clasificar niveles de quiebra financiera en el sector comercial de la provincia de Manabí- Ecuador. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(5-1), 26-39. DOI: <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.5-1.318>
- [17] Mendiola, A., Aguirre, C., Aguilar, J., Chauca, P., Dávila, M. y Palhua, M. (2015). *Sostenibilidad y rentabilidad de las cajas municipales de ahorro y crédito (CMAC) en el Perú*. Lima: Ediciones ESAN. ISSN: 2078-7979
- [18] Ochoa Y., Toro D., Betancur L. y Correa J. (2009). El indicador Z, una forma de evaluar el riesgo de continuidad. *Contaduría Universidad de Antioquia*, 54, 225-255. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/cont/article/view/7970/7468>
- [19] Romani, G. (2002). *Impacto del microcrédito en los microempresarios chilenos: Un estudio de caso en la II Región de Chile* [Ponencia en VII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, 8-11, Lisboa, Portugal]. <https://docplayer.es/10427657-Impacto-del-microcredito-en-los-microempresarios-chilenos-un-estudio-de-caso-en-la-ii-region-de-chile.html>
- [20] Saha, D. & Khaton, R. (2018). Bankruptcy Risk Prediction Using Altman Z-Score Model: An Empirical Study on Private Commercial Banks of Bangladesh. *The Jahangirnagar Journal of Business Studies*, 7(1), 127-136. ISSN: 2227-3484 <https://ssrn.com/abstract=3772403> <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3772403>
- [21] Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. (2021). *Reportes del Sistema Financiero*. https://www.sbs.gob.pe/estadisticas-y-publicaciones/estadisticas-/sistema-financiero_
- [22] The Economist Intelligence Unit. (2013). *Microscopio global sobre el entorno de negocios para las microfinanzas 2013* [Informe económico, The Economist Intelligence Unit] <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/593/microscopio-global-sobre-entorno-negocios-microfinanzas-2013-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [23] Venegas, F. (2008). *Riesgos financieros y económicos. Productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre*. (2ª ed.). México D.F.: Cengage Learning Editores. ISBN-13: 978-607-481-369-2 ISBN-10: 607-481-369-8
- [24] Walter, J. E. (1959). A Discriminant Function for Earnings Price Ratios of Large Industrial Corporations. *Review of Economics and Statistics*, 41, 44-52. <https://doi.org/10.2307/1925458>

Teorías del crecimiento cara a cara (Englobamiento estadístico: hacia una especificación general)

Carlos Guerrero-de-Lizardi¹ - Universidad Nacional Autónoma de México, México

Resumen

Nuestro objetivo es integrar en una especificación general tres restricciones al crecimiento económico que actualmente enfrenta la economía mexicana, entre otras. Para lograrlo aplicamos el principio de “adecuación estadística”, la metodología “de lo general a lo particular”, y los criterios de “selección de modelos”. Nuestra principal aportación radica en que adicionamos, a los determinantes sugeridos por las teorías neoclásica y postkeynesiana de tercera generación, la restricción ligada a la huella ecológica. Al mismo tiempo nuestra principal limitación es que solo incorporamos dos hipótesis convencionales, la del Nobel Solow y la propuesta por Thirlwall. Una conclusión clave es que, a diferencia de las restricciones por el lado de la oferta y la demanda, la restricción ligada a la huella ecológica es “no vinculante”, esto es, no cuenta con mecanismos de corrección –ni automáticos de mercado ni explicitados en las políticas públicas– en vistas a detener el sobregiro ecológico.

Clasificación JEL: C01, E12, E13, D00, E01.

Palabras clave: teorías del crecimiento, huella ecológica, pruebas de englobamiento, especificación general.

Growth theories face to face (Statistical encompassing: towards a general specification)

Abstract

Our objective is to integrate in a general specification, using a single-equation and a multi-equation models, three constraints to economic growth currently facing the Mexican economy, among others. To achieve this, we strictly apply the principle of “statistical adequacy”, the “general to particular” methodology, and the “model selection” criteria. Our main contribution lies in the fact that we add, to the determinants suggested by neoclassical and by third-generation post-Keynesians, the restriction linked to the ecological footprint. At the same time, our main limitation is that we only incorporate two conventional hypotheses, that of Nobel Solow and that proposed by Thirlwall. A key conclusion is that, unlike restrictions on the supply and demand side, the restriction linked to the ecological footprint is “non-binding”, that is, it does not have correction mechanisms –neither automatic nor explicit in public policies– in order to stop the ecological overshoot.

JEL Classification: C01, E12, E13, D00, E01.

Keywords: growth theories, ecological footprint, encompassing tests, general specification.

¹ Autor de correspondencia. Profesor de la Facultad de Economía, UNAM (cgdl@unam.mx).

*Sin fuente de financiamiento para el desarrollo de la investigación



“The planetary boundaries framework is a powerful paradigm. What it does not and cannot address by design, however, is the dominant economic and political logics, power relations, and underlying interest structures as the main societal causes to boundaries being transgressed.” Ulrich Brand et al. (2021, p. 281).

“Not only should researcher A put forward a new explanation of an economic problem, supported by empirical work which is robust to test of misspecification and specification, he should be also able to explain the previous results of researcher B. Otherwise we may find that contemporaneous views held simultaneously show that the world is both flat and spherical!” Kerry Patterson (2000, p. xxiv).

1. Introducción

El entendimiento de las restricciones al crecimiento económico continúa siendo una prioridad tanto en las academias como en los gobiernos, y constituye una permanente demanda de los ciudadanos, en México y el mundo. Sin embargo, las controversias persisten. Por ejemplo, en el más reciente volumen del *Handbook of Economic Growth*, en el capítulo titulado “Growth econometrics”, Durlauf, Johnson y Temple (2005, p. 558) advirtieron que el número de determinantes del crecimiento económico es similar al número de países listados en las Naciones Unidas –esto es, alrededor de 200– y, si acaso cabe añadir algo, evaluaron los siguiente:

“Es difícil creer que todos estos determinantes sean centrales, pero su numerosa variedad dificulta identificar al subconjunto que realmente importa.”

Creemos que una limitación de los esfuerzos realizados hasta el momento radica en que no se ha buscado una integración de la literatura, ni en el terreno teórico ni en el empírico. Por tanto, nuestro objetivo es proponer una especificación general –abordada de manera uniecuacional y multiecuacional– fundamentada en tres restricciones al crecimiento que actualmente enfrenta la economía mexicana, entre otras. Éste ánimo nuestro por sintetizar tres explicaciones obedece no solo al reconocimiento de la verosimilitud de las distintas explicaciones teóricas sino al hecho de que, en el mundo real, las economías enfrentan muchos y distintos obstáculos simultáneamente.

Aquí inicialmente seleccionamos dos perspectivas firmemente asentadas, la teoría neoclásica –expuesta en decenas de documentos por el propio Nobel Robert Solow–, y el modelo de Anthony Thirlwall –el cual, según Davidson (1990-91), editor por décadas de la revista emblemática de los postkeynesianos y kaleckianos, constituye la aportación heterodoxa más relevante a la teoría del crecimiento. A estos dos enfoques añadiremos la propuesta de la *Global Footprint Network* (Wackernagel, Beyers y Rout, 2019), esto es, adicionaremos a las restricciones por el lado de la oferta y la demanda externa la ligada a la huella ecológica. A propósito, su justificación nos parece innecesaria si reconocemos el efecto más visible del desbalance entre la biocapacidad planetaria y la huella ecológica, a saber, el cambio climático.

Para construir nuestra especificación general utilizaremos las propuestas de frontera elaboradas por, entre otros, Clive Granger, David Hendry y Aris Spanos. Específicamente implementaremos la metodología “de lo general a lo particular”, y aplicaremos el principio de

“adecuación estadística” y los criterios de “selección de modelos”, incluido el correspondiente a englobamiento, todo lo anterior en el contexto del análisis de cointegración.

Las pruebas de englobamiento, inicialmente utilizadas para discriminar entre explicaciones rivales, arrojaron repetidamente un único resultado, a saber, la conveniencia estadística de no excluir ninguna de las explicaciones en juego sino de integrarlas simultáneamente en una especificación general. Este resultado estadístico nos parece que tiene completo sentido económico. Así, en los modelos finales que presentaremos, uniecuacional y de vectores autorregresivos, aparecerán conjuntamente las tres restricciones al crecimiento económico, es decir, por el lado de la oferta, la demanda externa, y la huella ecológica.

Nuestra estructura de exposición es la siguiente. Los siguientes dos apartados presentan brevemente las teorías del crecimiento neoclásica y postkeynesiana. En el apartado 4 exponemos la metodología econométrica implementada, en el 5 los resultados de la estimación de los modelos no anidados, y en el apartado 6 los estadísticos ligados a las pruebas de englobamiento. En vistas a la construcción de una especificación general en los apartados 7 y 8 adicionamos la huella ecológica y argumentamos su pertinencia. Por cierto, el periodo abordado y la frecuencia dependió enteramente de la disponibilidad de información. Cerramos con algunas reflexiones finales, las referencias bibliográficas, y un anexo estadístico.

2. Teoría del crecimiento neoclásica

El punto de partida es la función de producción agregada (Solow, 1957, p. 312):

$$Q = A(t) f(K, L) \quad (1)$$

Cuya versión lineal es:

$$\text{Log}(Q) = \text{Constante} + \alpha * \text{Log}(K) + \beta * \text{Log}(L) \quad (2)$$

La ecuación (1) afirma que el nivel de producto potencial, medido en unidades físicas, está en función del cambio técnico neutral (A), el acervo de capital físico (K) y la cantidad de empleo (L). En la ecuación (2) las letras griegas representan las elasticidades en juego. Solow (2005, p. 5 y p. 9) explicitó la temporalidad analítica y calendario de su hipótesis teórica:

“La teoría neoclásica del crecimiento trata sobre la evolución del producto potencial. En otras palabras, el modelo da por sentado que la producción agregada está limitada por el lado de la oferta, no por escaseces (o excesos) de demanda efectiva ... Esto sugiere que el hábitat natural de las explicaciones de la teoría del crecimiento son períodos de tiempo de 25 a quizás 40 o 50 años. Cualquier cosa mucho más corta probablemente mezclará los efectos del lado de la oferta y de la demanda, y cualquier cosa mucho más larga corre el riesgo de pasar por alto algunos eventos que deberían ser contabilizados explícitamente”.

Los contenidos teóricos y empíricos de Solow (1956 y 1957 respectivamente) constituyen las ideas más difundidas respecto al crecimiento económico. Remitimos especialmente a Solow (1987, 2005, 2008) para un incomparable análisis, minucioso y crítico, de sus propias ideas seminales –así

como las de otros economistas que han contribuido a las teorías endógenas del crecimiento. En este sentido, sólo resta contribuir al cabal entendimiento de sus aportaciones. Al respecto proponemos las siguientes consideraciones.

- La contribución más visible a la teoría del crecimiento económico de Solow radica en una sola brillante ecuación en la que aparecen tres variables y dos parámetros. Por tanto, para identificar al cambio técnico el premio Nobel tuvo que suponer que detrás de las participaciones se encontraba la regla de los productos marginales. No hacerlo así habría imposibilitado la identificación de la variable “A” con el cambio técnico.
- La etiqueta que utilizamos para clasificar a una variable como endógena o exógena no es económica sino matemática-estadística en el contexto de una ecuación o un sistema de ecuaciones. En el extremo encontramos dos casos, solo la variable del lado izquierdo es declarada endógena y el resto de variables son definidas como exógenas (el caso más simple); o todas las variables que conforman un sistema de información son tratadas como endógenas, lo que exige contar con el mismo número de ecuaciones (el caso más complejo). Consecuentemente, en la medida que Solow propuso una única ecuación tuvo que declarar al cambio técnico exógeno pero, recordemos, se esforzó en mencionar algunos de sus determinantes (1957, p. 312):

“Estoy usando la frase 'cambio técnico' como una expresión abreviada de cualquier tipo de desplazamiento de la función de producción. Por lo tanto, las desaceleraciones, las aceleraciones, las mejoras en la educación de la fuerza laboral y todo tipo de cosas aparecerán como 'cambio técnico'.”

La cita anterior representa la auto revelación de la debilidad del así llamado residuo de Solow –que actualmente aparece en la literatura, por ejemplo en los ejercicios de contabilidad del crecimiento de la OCDE en los cuales participa el INEGI, como productividad total de los factores.

- Sobre el debate en torno a la teoría del capital entre los dos Cambridge subrayamos que, como reconoció el propio Solow en 1957 (p. 312), el “problema de agregación” aparece en cualquier análisis macroeconómico, por ejemplo la función de consumo keynesiana, y que, en efecto, el cambio de las unidades físicas a las unidades monetarias introduce un problema de lógica que rebasa a la hipótesis seminal de Solow.² En los términos más simples, si bien en un análisis microeconómico perfectamente delimitado el producto marginal del capital determina el precio del capital, cuando realizamos un análisis macroeconómico con base en (1) utilizamos el valor del capital (precio por cantidad) para determinar, precisamente, el precio del capital. Así, la crítica del Cambridge inglés es imbatible, aparecida en el documento seminal de Robinson (1953).

² Otros Nobel que han abordado explícitamente el problema de agregación son Haavelmo (1944, 1947), Arrow (1948), Deaton y Muellbauer ([1980], 2007, pp. 148-66), y Granger (1987). Lequiller y Blades (2014, capítulo 2) lo revisan mínimamente desde la teoría de los números índices en el contexto del Sistema de Cuentas Nacionales.

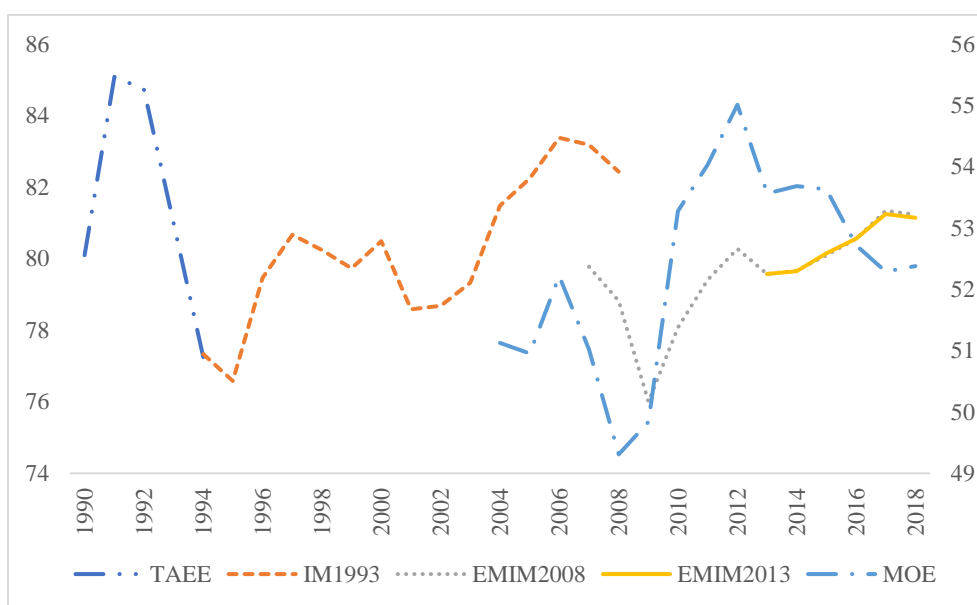
- Las siguientes dos consideraciones son oportunas de frente a las actuales circunstancias de emergencia sanitaria. Aunque se explicita poco, el crecimiento económico incluye la destrucción, figurada y literal, del capital y trabajo. En tiempos normales observamos por ejemplo la desvalorización del capital por obsolescencia tecnológica. Asimismo, los periodos prolongados de desutilización del capital ocasionan su deterioro físico –y aún su pérdida total. En la misma dirección el subempleo y el desempleo por periodos “largos” menoscaban las competencias laborales de una persona y, por tanto, ocasionan su desvalorización al momento de reinsertarse al mercado de trabajo.
- Aunque no se subraya frecuentemente la función de producción agregada implica, en el corto plazo, la constancia de algunos coeficientes técnicos, entre otros la relación capital/trabajo, y supone que tanto el capital como el trabajo están referenciados inicialmente a una actividad económica. Sin embargo, el propio Solow (1987, p. 2) explicó que existe algún grado de sustituibilidad entre los factores de la producción, o dicho en términos más generales, existe alguna flexibilidad productiva –que abre, cabe enfatizar, la puerta al ejercicio de las políticas públicas.³

3. Teoría del crecimiento postkeynesiana

La literatura reconoce también que una economía enfrenta una restricción externa al crecimiento por el lado de la demanda efectiva. A este modelo se le conoce como de “restricción por la balanza de pagos”. Aquí utilizaremos su versión de tercera generación (Moreno-Brid y Pérez, 2003; Guerrero, 2006). Esta otra restricción resulta razonable si la economía en cuestión no opera bajo el pleno empleo de sus recursos productivos.

Sobre su pertinencia empírica señalemos que en el caso de la industria manufacturera disponemos de alguna información originada en las siguientes encuestas: *Trimestral sobre la Actividad Económica Empresarial*, *Industrial Mensual*, *Mensual a la Industria Manufacturera*, y *Mensual de Opinión Empresarial* (TAE, IM, EMIM, y MOE, respectivamente):

³ Entre otros muchos ejemplos señalemos que la Fiat Chrysler produjo y distribuyó en el 2020 un millón de caretas mensualmente (TechCrunch, 2020). En el mismo texto se señala: “Otros fabricantes como GM, Ford, VW y Tesla han comenzado a trabajar en la compleja tarea de producir ventiladores, otra pieza crítica de equipo médico para pacientes hospitalizados con COVID-19.” La tecnología para producir automóviles se adaptó para producir bienes para enfrentar la pandemia. Asimismo, las mencionadas empresas modificaron su relación capital-trabajo para atender el “lock-down” y las medidas de distanciamiento social.



Gráfica 1. Capacidad de planta utilizada en las manufacturas 1990-2018
 (en por ciento, en el eje izquierdo TAEE, IM, y EMIM, en el derecho MOE)

Fuente: elaboración propia con base al INEGI.

Dejando de lado la MOE, entre 1990 y 2018 el porcentaje de uso de los activos fijos con cifras anualizadas fue de 78.9 por ciento en promedio, con un mínimo de 74.5 y un máximo de 82.7 por ciento.

Este modelo arranca con la identidad de la balanza de pagos, lo cual constituye, como en el caso de la función de producción agregada, una de sus fortalezas:

$$P_d X + EK_f = P_f M \quad (3)$$

Donde:

P_d = precio de los bienes y servicios domésticos exportados en pesos

X = cantidad de exportaciones

E = tipo de cambio en pesos por dólar

K_f = flujos netos de capital en dólares

P_f = precio de las importaciones en dólares

M = cantidad de importaciones

Si $K_f > 0$ el país en cuestión recibe capital del exterior y viceversa. Es útil definir la participación de las exportaciones en los ingresos totales como:

$$\theta = P_d X / (P_d X + EK_f) \quad (4)$$

Por tanto, la participación de los flujos netos de capital en los ingresos totales se define como:

$$(1 - \theta) = EK_f / (P_d X + EK_f) \quad (5)$$

Las expresiones (4) y (5) miden la proporción de la cuenta que resulta de las importaciones financiadas por las exportaciones y los flujos netos de capital respectivamente. La formulación dinámica de la ecuación (3) es:

$$\theta (p_d + x) + (1 - \theta)(k_f + e) = p_f + e + m \quad (6)$$

Las letras minúsculas representan las tasas de crecimiento de las variables. Las expresiones (7) y (8) contienen dos funciones de demanda:

$$X = (P_d/P_f E)^\eta (W^\pi) \quad (7)$$

Donde:

η = elasticidad precio de las exportaciones ($\eta < 0$)

W = producto del resto del mundo

π = elasticidad ingreso de las exportaciones ($\pi > 0$)

$$M = (P_f E/P_d)^\phi (Y^\xi) \quad (8)$$

Donde:

ϕ = elasticidad precio de las importaciones ($\phi < 0$)

Y = ingreso doméstico

ξ = elasticidad ingreso de las importaciones ($\xi > 0$)

Las ecuaciones dinámicas de demanda de las exportaciones e importaciones son:

$$x = \eta(p_d - p_f - e) + \pi w \quad (9)$$

$$m = \phi(p_f + e - p_d) + \xi y \quad (10)$$

Si resolvemos el sistema de ecuaciones para la tasa de crecimiento económico obtenemos:

$$y = [\theta \pi w + (1 - \theta)(k_f + e - p_d) + (\theta \eta + \phi + 1)(p_d - p_f - e)] / \xi \quad (11)$$

Si suponemos que los términos de intercambio permanecen constantes, la expresión (11) se reduce a:

$$y_b = [\theta \pi w + (1 - \theta)(k_f + e - p_d)] / \xi \quad (12)$$

Bajo el supuesto de una cuenta corriente equilibrada ($\theta = 1$), la ecuación (12) se reescribe así:

$$y_b = \pi w / \xi = (\pi / \xi) * w \quad (13)$$

De acuerdo a la expresión (13), la tasa de crecimiento de equilibrio depende de tres datos: las elasticidades ingreso de las exportaciones e importaciones, y la tasa de crecimiento del resto del mundo. En este sentido, dadas las elasticidades ingreso del sector externo, un mayor crecimiento de la economía mundial permitiría alcanzar una superior tasa de crecimiento del producto sin poner en riesgo el equilibrio de la cuenta corriente, o asumiendo como constante el crecimiento económico del resto del mundo, un incremento de la relación de las elasticidades ingreso de las exportaciones e importaciones permitiría alcanzar una mayor tasa de crecimiento del producto de largo plazo.

4. Metodología econométrica

Dada la información disponible, en términos del periodo disponible y la frecuencia de los datos, modelamos uniecuacional –utilizando el Modelo Clásico de Regresión Lineal (Hamilton, 1994, capítulo 8)–, y multiecuacionalmente –modelos de vectores autorregresivos, los así llamados modelos VAR estructurales (Sims, 1980; Stock y Watson, 2001). Otra restricción que enfrentamos deriva del hecho que la longitud (el número de observaciones y su frecuencia o periodicidad) de los modelos estimados tiene que ser idéntica para estar en condiciones de realizar las pruebas de englobamiento.

Para construir nuestras especificaciones seguimos el principio de “adecuación estadística” acuñado por Aris Spanos (1986, 1989, 2003), así como la metodología “de lo general a lo particular” y los criterios de “selección de modelos”. Todo lo anterior implica la necesidad de verificar todos y cada uno de los supuestos del modelo teórico estadístico en los modelos estimados.

La metodología empleada para la construcción de las especificaciones finales y los criterios de selección de modelos van de la mano. Si bien el autor emblemático de ambas aportaciones es Hendry, cabe señalar que son el resultado de discusiones colectivas en las que participaron enormes científicos, entre otros los Nobel Deaton, Engel, Granger, Haavelmo, Koopmans, y Sims, y otros grandes autores, entre otros Davidson, Leamer, Mizon, Pagan, Pesaran, Phillips, Sargan, Richard, y Trivedi.⁴

Específicamente hablando, en el caso del Modelo Clásico de Regresión Lineal (en adelante MCRL) verificamos el cumplimiento de los cuatro primeros supuestos ligados a las propiedades estadísticas del estimador mínimo cuadrático (valor esperado de los errores igual a cero, errores homocedásticos, ausencia de autocorrelación serial, declaración de la exogeneidad clásica de los regresores), y añadimos otros ya reconocidos en la literatura (exogeneidad débil, normalidad de los errores y linealidad de los parámetros). A propósito, el grueso de los supuestos mencionados también fue revisado en el caso de la modelación VAR estructural. Asimismo, en ambas estrategias de modelación se realizó el análisis de integración (se aplicaron las pruebas Dickey-Fuller Aumentada y

⁴ El propio Hendry ordenó teórica y metodológicamente su obra en su libro publicado en 1993 que repite el título de uno de sus documentos seminales (1980). Gilbert (1986), y Campos, Ericsson y Hendry (2005), exponen la metodología “de lo general a lo particular”. Un libro de texto ya clásico inspirado en Hendry y el resto de grandes autores citados es Charemza y Deadman (1992). Patterson (2000, p. xxiii y p. xxv) señaló a Engel, Granger y Hendry como las grandes mentes que revolucionaron a la econometría en los últimos 20 años.

Phillips-Perron) y cointegración (en el MCRL se verificó la estacionalidad de los residuales, y en la modelación VAR estructural se aplicaron las pruebas de rango y traza de Johansen).

En torno a los seis criterios de selección de modelos remitimos al resumen publicado por Gilbert (1986) en el que enfrenta al así etiquetado econometrista “de paja” con la hendryficación de la modelación econométrica de series de tiempo. Aquí solo los mencionaremos: el modelo debe ser admitido por los datos (“data admissible” en inglés); el modelo debe ser congruente con la teoría económica; los regresores deben ser, por lo menos, exógenamente débiles; el modelo debe exhibir constancia en sus parámetros; los errores estimados deben comportarse de manera aleatoria; y el sexto, tanto o más relevante que todos los anteriores, el modelo debe englobar a los modelos rivales. En este sentido, se aplicaron las pruebas estadísticas necesarias, esto es, aplicamos el principio del “test, test, and test” de Hendry ([1993], 2000, p. 1).

5. Estimación de algunos modelos inspirados en la hipótesis neoclásica y postkeynesiana

Inspirados en la función de producción agregada a continuación presentamos los resultados de la estimación de una regresión doble logarítmica, en la que del lado izquierdo encontramos al PIB en volumen y del derecho al capital usado en las manufacturas (K) y las horas trabajadas en las mismas (L). La información proviene del proyecto KLEMS y de las encuestas levantadas por el INEGI. El rango cubierto por KLEMS es 1990-2018 con una frecuencia anual. Inicialmente partimos de una especificación general que reducimos con base en los resultados de las pruebas estadísticas realizadas. La relevancia de las manufacturas para explicar el desempeño de la economía mexicana es consistente con otros estudios, el más reciente de Loría, Moreno-Brid, Salas, y Sánchez-Juárez (2019). La ecuación (14) contiene los resultados de la estimación del modelo uniecuacional:

$$\text{Log}(Y) = -0.995 + 0.426*\text{Log}(K) + 0.617*\text{Log}(L) \quad (14)$$

(-0.87) (4.63) (5.813)

En la ecuación (14) los coeficientes deben leerse como elasticidades. Entre paréntesis aparecen los resultados de la prueba *t* de significancia estadística individual. Para verificar la congruencia estadística del modelo estimado en la Tabla 1A del anexo estadístico mostramos algunas de las otras pruebas aplicadas. Por cierto, con la finalidad de rebasar la crítica de regresión espuria y sugerir la cointegración entre las variables en juego también se verificó la estacionariedad de los residuales mediante las pruebas Dickey-Fuller aumentada (DFA) y Phillips-Perron (PP).

A propósito, el coeficiente de determinación obtenido fue cercano a uno. La cercanía de los valores observados y estimados de la endógena no debe sorprendernos en la medida que se trata de una especificación inspirada en una identidad.⁵ Al respecto recordemos que en la función de producción agregada encontramos valores, esto es, precios por cantidades. Contablemente hablando,

⁵ En las cinco regresiones reportadas por Solow (1957, p. 319) los coeficientes de determinación fueron 0.99. A propósito, en la medida en que utilizó la productividad laboral como la variable dependiente y la relación capital-trabajo ajustada como independiente, generó un problema de endogeneidad conocido en la literatura como sesgo de Haavelmo.

del lado izquierdo de la siguiente ecuación observamos al PIB en el periodo t , y en el lado derecho a la suma de la masa de salarios ($w_t L_t$) y la masa de beneficios ($r_t K_t$):

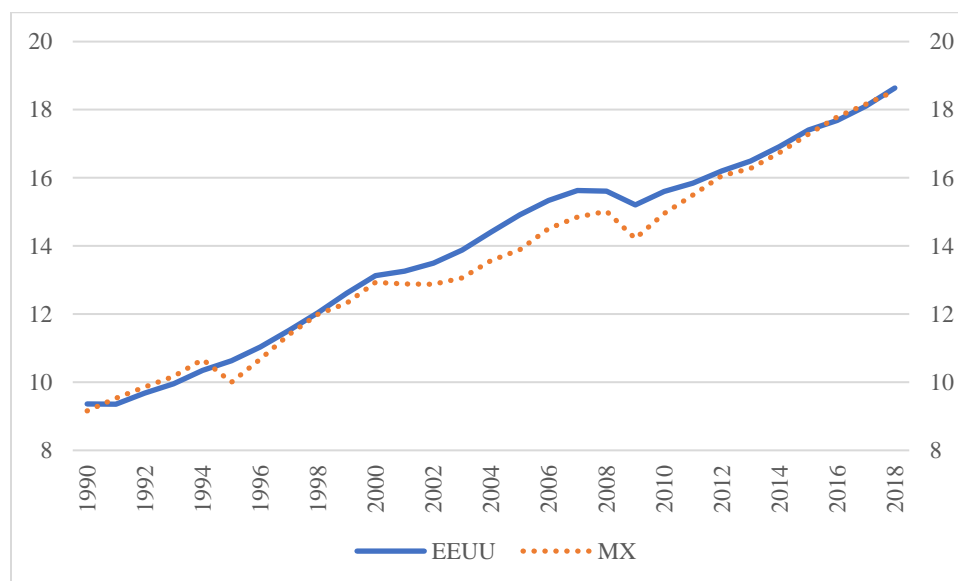
$$p_t q_t = w_t L_t + r_t K_t \quad (15)$$

A pesar de contar con un número relativamente reducido de observaciones, esto es 29, también utilizamos la modelación VAR. Obtuvimos un par de modelos adecuados, estadísticamente hablando, con uno y cuatro rezagos. A continuación presentamos los vectores de cointegración –y en el anexo la Tabla 2A que contiene las pruebas aplicadas al modelo “corto” en la medida que la extensión del modelo “largo” impidió la realización de un análisis estadístico detallado.

$$\text{Log}(Y) = 0.610 \cdot \text{Log}(K) + 0.411 \cdot \text{Log}(L) \quad (16)$$

$$\text{Log}(Y) = 0.562 \cdot \text{Log}(K) + 0.418 \cdot \text{Log}(L) \quad (17)$$

Transitemos ahora a la exploración postkeynesiana. La siguiente gráfica contiene los niveles del PIB en Estados Unidos y México en volumen. Visiblemente ambas variables se “acompañan en el tiempo”.



Gráfica 2. PIB de los Estados Unidos y México 1990-2018
 (en billones de dólar de 2012, eje izquierdo; y billones de pesos a precios de 2013, derecho)
 Fuente: elaboración propia con base en la BEA e INEGI.

Estimamos un modelo uniecuacional anual entre 1990 y 2018. Asimismo estimamos un modelo VAR trimestral con cuatro rezagos entre el primer trimestre de 1990 y tercer trimestre de 2019. En vistas a obtener las elasticidades en juego en ambos casos utilizamos una forma funcional doble logarítmica. Aplicamos la batería de pruebas estadísticas necesaria para verificar la calidad estadística de los ejercicios realizados. A continuación mostramos algunos resultados según la

modelación uniecuacional (ecuación 18) y el vector de cointegración según la modelación VAR (ecuación 19).

$$\text{Log}(Y) = 7.214 + 1.165 * \text{Log}(YUS) \quad (18)$$

(30.2) (38.5)

$$\text{Log}(Y) = 1.282 * \text{Log}(YUS) \quad (19)$$

Los coeficientes estimados, tanto en la modelación uniecuacional como multiecuacional, apuntan a una misma realidad: por cada punto porcentual de crecimiento del PIB constante de los EEUU, el PIB constante de la economía mexicana creció, a lo largo del periodo analizado, apenas un poco más, esto es, en el caso del modelo uniecuacional 1.165 y en el caso multiecuacional 1.282.

6. Teorías del crecimiento cara a cara: pruebas de englobamiento

El último y más importante requisito de un modelo econométrico se encuentra asociado a su “capacidad de abarcamiento” de otros modelos existentes en la literatura correspondiente. Cabe enfatizar que, de fondo, este requisito responde a una estrategia de investigación progresiva de las ciencias en general (Lakatos, 1970). Evidentemente, la coexistencia de resultados empíricos contradictorios se reduciría significativamente si este criterio se aplicara de manera rutinaria en la economía y en otras ciencias empíricas.

La definición de englobamiento dice así: “el modelo *A* engloba al modelo *B* si el primero tiene la capacidad de capturar el comportamiento del segundo” (Charemza y Deadman, 1992, p. 250). La prueba más citada y utilizada –por su adaptabilidad para aplicarse a distintas estrategias de modelación– para discriminar entre dos modelos rivales es la prueba *J* (Davidson y MacKinnon, 1981):

$$H_0: y_t = \beta x_t + e_{1t} \quad (20)$$

$$H_1: y_t = \gamma z_t + e_{2t} \quad (21)$$

Donde suponemos que tanto e_{1t} como e_{2t} presentan las propiedades estadísticas adecuadas. Digamos que (20) corresponde al modelo *A*, y (21) al modelo *B*. Los modelos contenidos en estas expresiones son no anidados. Así por ejemplo para Pesaran y Weeks (2003, p. 279) los modelos no anidados pueden surgir cuando se utilizan teorías económicas rivales para explicar el mismo fenómeno o, incluso, partiendo del mismo paradigma teórico, es posible que diferentes investigadores lleguen a diferentes modelos si utilizan diferentes bases de datos, modelos estadísticos, técnicas de estimación, o diferentes caminos en vistas a la construcción de una especificación parsimoniosa. Requerimos cuatro pasos para aplicar la prueba *J*:

- Primer paso: estimación de (21) y generación del $\hat{y}_t = \hat{\gamma} z_t$ correspondiente

- Segundo paso: estimación de la siguiente versión modificada de (20)

$$y_t = \beta x_t + \alpha \hat{y}_t + e_{3t} \quad (22)$$

Mediante una prueba t de significancia estadística evaluar $\hat{\alpha}_t = 0$. En caso favorable, parece que el modelo B engloba al modelo A . Pero tenemos que cubrir otros dos pasos análogos a los previos:

- Tercer paso: estimación de (20) y generación del $\hat{y}_t = \hat{\beta}x_t$ correspondiente
- Cuarto paso: estimación de la siguiente versión modificada de (21)

$$y_t = \gamma z_t + \delta \hat{y}_t + e_{4t} \quad (23)$$

Mediante una prueba t de significancia estadística evaluar $\hat{\delta}_t = 0$. En caso favorable, parece que el modelo A abarca al modelo B .

El sentido de las especificaciones (22) y (23) radica en que, si el modelo A o el modelo B son “verdaderos”, entonces sus partes sistemáticas estarían completas (implicando la no significancia de cualquier adición de información). A propósito, el hecho de que la estimación de las dos anteriores regresiones sea independiente genera un problema relativo a la obtención de resultados no conclusivos en dos sentidos:

- Si $\hat{\alpha}_t \neq 0$ y $\hat{\delta}_t \neq 0$.
- Si $\hat{\alpha}_t = 0$ y $\hat{\delta}_t = 0$.

En el primer caso ninguna explicación es significativa en términos estadísticos, y en el segundo caso ambas aportan información al modelo estimado. Como descubriremos más adelante, este segundo caso será clave en la presente investigación.

El nombre de la prueba J (“joint”) proviene de la siguiente expresión (Maddala, 2001, capítulo 12):

$$y_t = (1-\alpha)\beta x_t + (\alpha)\gamma z_t + e_t \quad (24)$$

En la que se exploran $\alpha = 0$ contra $\alpha = 1$. Evidentemente, resulta imposible obtener los valores de los tres parámetros en cuestión con la sola estimación de (24), es decir, obtendríamos $(1-\hat{\alpha})\hat{\beta}$ y $(\hat{\alpha})\hat{\gamma}$, esto es, el valor de los parámetros. Pero es correcto sustituir $\hat{\gamma}z_t$ por \hat{y}_t en (21), y entonces evaluar $\alpha = 0$. En este sentido, Davidson y MacKinnon (1981) llamaron a su prueba J , ya que α y β son estimados “conjuntamente”.

Realizamos las pruebas J primero a los modelos uniecuacionales y posteriormente a los modelos VAR. Al modelo inspirado en Solow le añadimos el valor de la endógena estimada según el modelo de Thirlwall. El resultado indica que la restricción por el lado de la demanda externa añade información al modelo que solo incluye la restricción por el lado de la oferta:

$$\text{Log}(Y) = -0.387 + 0.272*\text{Log}(K) + 0.489*\text{Log}(L) + 0.254*\widehat{\text{Thirlwall}} \quad (25)$$

(-0.385) (4.29) (3.77) (3.09)

El valor de los parámetros suma casi uno lo cual hace completo sentido. En la tabla 5A descubrimos que los estadísticos se comportaron satisfactoriamente –subrayamos que ya no se detectó autocorrelación serial y se confirmó la linealidad de la especificación. Un resultado similar ocurrió cuando a la especificación inspirada en Thirlwall añadimos el valor estimado de la endógena del modelo basado en la oferta agregada:

$$\text{Log}(Y) = 1.724 + 0.240*\text{Log}(YUS) + 0.755*\widehat{\text{Solow}} \quad (26)$$

(2.92) (3.11) (9.48)

Coincidentemente, como en (25), el valor de los parámetros suma casi uno. Aquí destacamos que la restricción de oferta aportó tres cuartas partes y la de demanda una cuarta parte. En la tabla 6A también se observa que los estadísticos mejoraron.

Realizamos la prueba de englobamiento al modelo VAR con un rezago. Algunas de las pruebas de diagnóstico y especificación se muestran en la tabla 7A. La ecuación (27) contiene el vector de cointegración.

$$\text{Log}(Y) = -1.209 + 0.254*\text{Log}(K) + 0.446*\text{Log}(L) + 0.263*\widehat{\text{Thirlwall}} \quad (27)$$

Análogamente a la especificación postkeynesiana añadimos el valor de la endógena estimada en el modelo VAR a la Solow. Los estadísticos fueron satisfactorios así como la prueba de cointegración en sus dos versiones:

$$\text{Log}(Y) = 1.410 + 0.246*\text{Log}(YUS) + 0.769*\widehat{\text{Solow}} \quad (28)$$

Si bien nuestros resultados pueden incomodar en la medida que exploran conjuntamente dos hipótesis teóricas opuestas, creemos que son atractivos en el sentido que apuntan a que ambas teorías se complementan. En breve, las pruebas de englobamiento señalan que la economía mexicana enfrenta simultáneamente dos restricciones al crecimiento, siendo dominante la ligada a la oferta. Todo lo anterior hace completo sentido.

7. Hacia una especificación general del crecimiento económico

Las hipótesis teóricas en juego tienen sólidos fundamentos teóricos que apenas mencionamos en este documento. Asimismo, tienen debilidades que tratamos de exponer, en particular el contenido de la así llamada productividad total de los factores. El modelo de Solow descansa en una función técnica agregada en términos físicos. Por su parte el modelo de Thirlwall parte de una identidad contable, introduce dos funciones de demanda convencionales, y añade dos supuestos clave bajo un horizonte de largo plazo, a saber, las elasticidades precio son cero y la cuenta corriente está en equilibrio. Aun dejando de lado filias y fobias ideológicas, o puesto con atrás palabras, solo mirando los fundamentos

teóricos de Solow y Thirlwall, es incompatible mezclar sus variables explicativas en una sola especificación general. Por otro lado, los resultados estadísticos obtenidos –y la propia realidad económica de nuestro país, restringido simultáneamente tanto por la oferta como por la demanda externa– invitan a dar un paso adelante.

Para superar el impedimento de combinar una función de oferta y una de demanda en una sola ecuación, a continuación, mostramos los resultados de la modelación uniecuacional y el vector de cointegración obtenido del modelo VAR del PIB en volumen teniendo como variables explicativas a los valores estimados de la endógenas reportadas en el apartado previo. Las pruebas estadísticas aplicadas requeridas para evaluar su congruencia aparecen en el anexo.

$$\text{Log}(Y) = -0.075 + 0.755*\widehat{Solow} + 0.249*\widehat{Thirlwall} \quad (29)$$

(-0.36) (9.48) (3.11)

$$\text{Log}(Y) = 0.716*\widehat{Solow} + 0.282*\widehat{Thirlwall} \quad (30)$$

Destacadamente la ecuación (30) contiene el vector de cointegración obtenido. En este sentido en el anexo estadístico se muestran los estadísticos pertinentes, en particular los resultados de las pruebas de rango y traza. Subrayamos que la estrategia de modelación propuesta permitió agregar hipótesis teóricas inicialmente incompatibles –y evitar entre otros un problema de identificación. El vector de cointegración contenido en (30) indica que, aproximadamente, dos terceras partes de cada punto porcentual de crecimiento económico se explica por el lado de la oferta, y una tercera parte por el lado de la demanda externa.

Finalmente adicionamos nuestra variable etiquetada como “FP”, esto es, la huella ecológica, a la ecuación (30).⁶ Los resultados estadísticos fueron satisfactorios –los detalles de las pruebas estadísticas requeridas se muestran en el anexo. Utilizando como explicativas no a las variables originales sino a los valores estimados de las endógenas –que dependen, cabe subrayarlo, de las variables explicativas según las hipótesis teóricas en juego–, obtuvimos el siguiente único vector de cointegración del PIB en volumen según la prueba de Johansen en sus dos versiones:

$$\text{Log}(Y) = -0.520 + 0.353*\widehat{Solow} + 0.325*\widehat{Thirlwall} + 0.351*\widehat{FP} \quad (31)$$

Es correcto afirmar entonces que la incorporación de la variable FP añadió información, por lo que en un sentido estadístico (31) es superior a (30). También económicamente hablando los resultados contenidos en (31) de cara a (30) son consistentes. El valor de la elasticidad ligada a la restricción externa al crecimiento es similar, pero la elasticidad ligada a la función de producción agregada disminuyó significativamente. Como descubriremos en el siguiente apartado esta caída

⁶ En 1980 David Hendry escribió un documento seminal titulado “Econometrics: Alchemy or Science”, en el cual presentó –de frente a la controversia en torno a los determinantes del nivel de precios– un regresor sin explicitar inicialmente su contenido, con el propósito de generar una especificación “superior”, estadísticamente hablando, respecto a las disponibles en aquellos convulsos años. Si bien su metodología de investigación fue la correcta, esto es, “de lo general a lo particular”, su método de exposición fue el opuesto, “de lo particular a lo general”. Nuestra estructura expositiva está inspirada en ese documento seminal de Hendry (1980).

tiene sentido ya que la variable FP, del inglés Footprint o huella ecológica, también está ligada a la tecnología incorporada.

8. El elefante en la habitación

La variable FP –que representa la restricción al crecimiento clave porque es la única que pone en jaque al mundo entero– está fundamentada en la perspectiva de la *Global Footprint Network* (Wackernagel, Beyers y Rout, 2019). Al respecto encontramos tres definiciones. La primera es la biocapacidad cuya unidad de medida es la hectárea global, que expresa una restricción ligada a las capacidades naturales de regeneración de la vida en México y el planeta entero; la segunda es la huella ecológica (FP), que contabiliza nuestro uso de la biocapacidad y adiciona nuestras afectaciones ambientales por el manejo de residuos. Evidentemente la huella ecológica depende de las tecnologías productivas en uso. La tercera definición es su diferencia, esto es, a la biocapacidad se le resta la huella ecológica –y típicamente se etiqueta como excedente o déficit. Lo siguiente es terrible, y tanto más si reconocemos que se trata de información disponible al público. El mundo entero acumula desde principios de los años setenta del siglo pasado un creciente déficit, esto es, desde principios de los años setenta la huella ecológica provocada por el funcionamiento de las economías del mundo rebasa –y de manera creciente– la capacidad de auto regeneración del planeta, es decir, su biocapacidad. A propósito, en México las estadísticas son casi similares en el sentido que, desde mediados de la década de los setenta, producimos un déficit, esto es, nuestra huella supera a la biocapacidad, y también de manera creciente.

La literatura ambientalista habla del catastrófico mito del crecimiento económico perpetuo. Y tiene toda la razón, las teorías del crecimiento económico son tales, del crecimiento económico. Desde su punto de vista la primera restricción que debemos analizar es la ligada a la naturaleza, a saber, a la biocapacidad del planeta (Wackernagel, Beyers y Rout, 2019).

La biocapacidad es el poder biológico de nuestro planeta para regenerar y reproducir materia vegetal. Esta productividad primaria de la naturaleza es la fuente de toda la vida, incluida la vida humana. La biocapacidad no es una invención de la misma manera que la gravedad tampoco lo es. Ambas son fuerzas de la naturaleza que podemos observar y medir (Wackernagel, Beyers y Rout, 2019).

De la mano de la biocapacidad encontramos a la huella ecológica, la cual simplemente contabiliza nuestro uso de la biocapacidad y el manejo de residuos, todo lo anterior evidentemente dadas las tecnologías utilizadas. Mientras que para las economías el dinero representa la unidad de medida, en el caso de la huella se utiliza la superficie biológicamente productiva de la tierra, esto es, la así llamada hectárea global. El total de hectáreas globales del planeta contabiliza el acervo más significativo para la raza humana, esto es, la capacidad de la tierra para renovarse. Naturalmente la selección de la unidad de medida es consistente con su objeto de estudio, en tanto se trata del planeta tierra y su biocapacidad.

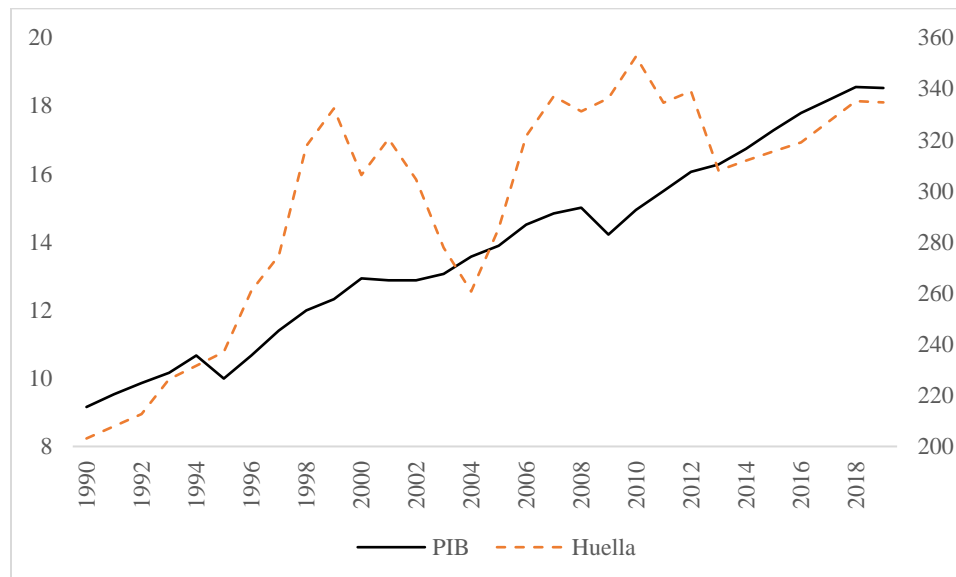
Para evaluar la biocapacidad, la huella ecológica y su diferencia (exceso o déficit), la *Global Footprint Network* realiza un seguimiento de cada país utilizando hasta 15,000 datos por año contenidos en las bases construidas al seno de las Naciones Unidas. Dependiendo de la calidad y disponibilidad de la información, como es el caso de otras bases de datos globales, por ejemplo las

ligadas a las encuestas aplicadas a las familias en vistas a la medición de la distribución del ingreso y la riqueza, la red otorga una calificación a la misma.

A propósito, la contabilidad utilizada es, reconocidamente, cautelosa. Por ejemplo, se acepta un error por el subregistro ya que no todas las demandas por bienes y servicios de la humanidad, su huella ecológica, se cuentan –simplemente porque no todas las demandas están reflejadas en las estadísticas de la ONU. En la misma dirección lo más probable es que se sobreestime la biocapacidad ya que algunas actividades dañinas, como la erosión del suelo o la pérdida de agua subterránea, aún no se tienen en cuenta por la falta de datos completos y consistentes. Esto significa que, en realidad, los déficits de biocapacidad probablemente sean mayores de lo que informa la *Footprint Network* para el mundo y México.

La huella revela cuánto del área productiva de nuestro planeta se utiliza para cada actividad humana. Según los cálculos más recientes de la *Footprint Network*, la humanidad sobre-utilizó el presupuesto biológico de la naturaleza (la biocapacidad del planeta) en un 75% en 2016. En otras palabras, la humanidad usa la naturaleza actualmente un 75% más rápido de lo que se renueva. Este uso excesivo se llama sobre-impulso ecológico.

La siguiente gráfica contiene el PIB en volumen y la huella ecológica para México entre 1960 y 2019, esto es, el PIB medido en billones de pesos constantes y la biocapacidad del territorio mexicano en millones de hectáreas globales. Se dice globales ya que se trata de una unidad de medida estándar para el resto de países y, dicho sea de paso, es menor a la extensión territorial tal cual de México.



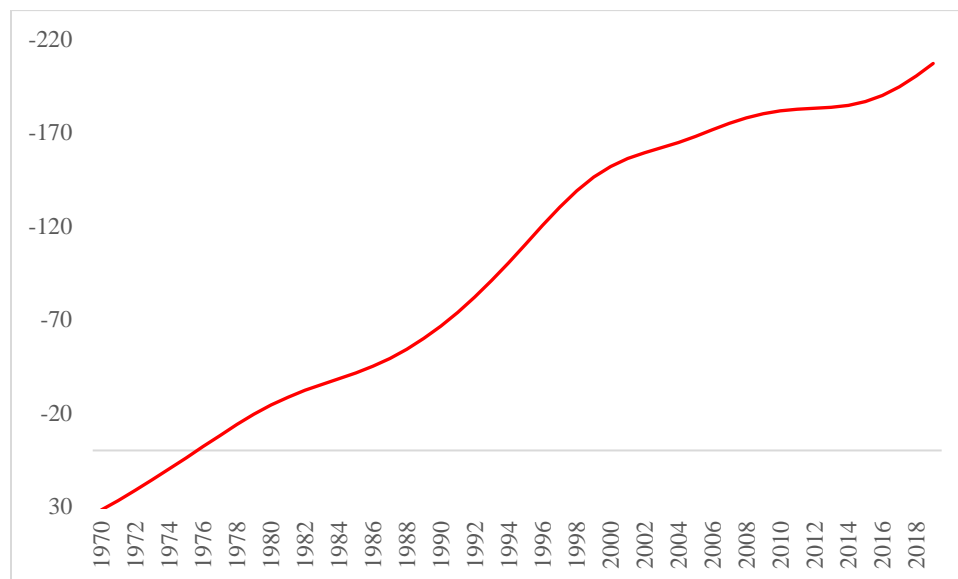
Gráfica 3. PIB de México y huella ecológica

(en billones de pesos a precios de 2013 y en millones de hectáreas globales)

Fuente: elaboración propia con base a la Global Footprint Network, CONAPO e INEGI.

A la diferencia entre la biocapacidad y la huella ecológica se la conoce como excedente o déficit. La siguiente gráfica contiene esta diferencia con la escala invertida –con la intención de evidenciar temporalmente hablando el tránsito de valores positivos a negativos, y a negativos

crecientes. Los déficits, valores negativos, implican, ni más ni menos, la devastación del medio ambiente en el territorio nacional. Particularmente, como se acostumbra en la literatura que aborda el crecimiento económico, para darle un sentido de largo plazo aplicamos el filtro de Hodrick-Prescott a la variable en cuestión, es decir, a la diferencia. El propósito es evidenciar como transitamos de una situación excedentaria entre los años sesenta y mediados de los setenta, a una situación crecientemente deficitaria. Con fines comparativos repetimos que el mundo entero consume más naturaleza que la que la tierra regenera desde el año de 1970 –este proyecto dispone de información desde 1960. Y todos conocemos uno de sus colaterales, el cambio climático.⁷



Gráfica 4. Diferencia entre la biocapacidad y la huella
(en millones de hectáreas globales, escala invertida)

Fuente: elaboración propia con base a la Global Footprint Network, CONAPO e INEGI.

Así, el escenario económico-ambiental actual es insostenible. La *Footprint Network* señala que si la población mundial toda recibiera el ingreso per cápita observado en México (9,868 dólares constantes a precios de 2010), se requeriría un planeta tierra 1.59 veces más grande, o lo que es equivalente, el tamaño de México tendría que multiplicarse por 2.21 para llevar a cero la diferencia entre su biocapacidad y su huella ecológica tomando como referencia ese ingreso por persona.

⁷ En una reciente declaración titulada “El cambio climático es más mortal que el coronavirus”, Antonio Guterres (2020b) señaló que “El calor del océano está en un nivel récord, con temperaturas que aumentan al equivalente de cinco bombas de Hiroshima por segundo. Contamos el costo en vidas y medios de vida humanos a medida que las sequías, los incendios forestales, las inundaciones y las tormentas extremas cobran su precio mortal. No tenemos tiempo que perder si queremos evitar una catástrofe climática.”

9. Reflexiones finales

El presente documento utilizó intensivamente la información generada por la *Global Footprint Network*. Leyendo a Sharif, Baris-Tuzemen, Uzuner, Ozturk, y Sinha (2020, p. 5) debe quedar claro que nuestro documento se ubica en el grupo que intenta sintetizar a una buena parte de la literatura ambientalista:

“Es posible encontrar varios artículos sobre la relación entre consumo de energía, degradación ambiental y crecimiento económico. Estos estudios se pueden clasificar en tres grupos principales. El primero se centra en la conexión entre el consumo de energía (electricidad) y el crecimiento económico... El segundo grupo explora el vínculo entre el crecimiento económico y las emisiones de dióxido de carbono como un indicador de la degradación ambiental... Finalmente, el tercero fusiona el estudio de la relación entre el crecimiento económico, la degradación ambiental, la huella ecológica, y el uso de energía por fuente, a saber, renovables y no renovables.”

Está fuera de discusión que la verdadera restricción al crecimiento económico es la biocapacidad del planeta. Y dado que desde hace medio siglo la huella ecológica rebasa crecientemente a la biocapacidad, por extensión debemos dejar de pensar exclusivamente en términos de crecimiento económico. El gran reto es compatibilizar cualquier resultado económico-social con un planeta.

Si bien las restricciones por el lado de la oferta y la demanda –interna y externa– tienen “mecanismos de corrección automáticos”, no ocurre lo mismo con la restricción ligada a la biocapacidad y la huella ecológica. Si una economía no contase con capital y trabajo simplemente no podría producir bienes y servicios. Similarmente, sin el estímulo de la demanda interna tampoco entrarían en juego sus capacidades productivas. Y si recurrentemente genera un desequilibrio por el lado externo enfrentará –más temprano que tarde– un brusco ajuste cambiario. Desafortunadamente las reglas del mercado, y las políticas económicas en general y ligadas a los recursos naturales y al medio ambiente en particular, no cuentan con mecanismos de corrección automáticos en vistas a detener el sobregiro ecológico. Así, como hemos visto desde los años setenta del siglo pasado, México y el mundo entero acumulan un déficit creciente provocado por el desbalance entre la huella ecológica y la biocapacidad.

En el presente siglo la etiqueta “crisis” no pasa entonces por su definición económica –ligada a la caída temporal de la producción– sino está ligada a la destrucción de la biocapacidad con un carácter permanente. Al respecto, una de tantas soluciones ya fue puesta en la mesa por el Secretario General de las Naciones Humanas, a saber, el así llamado “decrecimiento económico” (2020a, p. 6):

“Otra alternativa a la economía centrada en el crecimiento, que considera el crecimiento económico permanente necesario para atajar la pobreza, mantener los puestos de trabajo y resolver los problemas ambientales, puede encontrarse en el movimiento decrecentista. El término ‘decrecimiento’, que adquirió relevancia tras la Primera Conferencia Internacional sobre Decrecimiento para la Sostenibilidad Ecológica y la Equidad Social, celebrada en París en 2008, trasciende la mera crítica del PIB como medida del bienestar: el concepto encarna un cuestionamiento radical de los objetivos sociales y propone los valores comunes de los cuidados, la

solidaridad y la cooperación y la idea de que somos parte de la Naturaleza. También se lo conoce como ‘movimiento poscrecientista’, *décroissance*, *postwachstum*, economía ‘del estado estacionario’ o ‘del donut’ y ‘prosperidad sin crecimiento’, entre otras denominaciones. El origen del término, presente en el francés *décroissance* o en el italiano *decrescita*, hace referencia a un río cuyo caudal vuelve a niveles normales tras una crecida desastrosa.”

Cerramos con algunas reflexiones desde la teoría económica. Mientras sigamos pensando y enseñando que la economía es la ciencia de la elección, ligada a la satisfacción de necesidades “ilimitadas” de un consumidor ignorante, insaciable y egoísta –en la medida que en su canasta no contiene el bienestar material de los otros, contemporáneos y de la propia descendencia, y la situación medioambiental del planeta–, de frente a la asignación eficiente de recursos escasos –curiosamente sin explicitar en primerísimo lugar la biocapacidad y la huella–, con agentes maximizadores, unos de su utilidad y otros de su beneficios, y que la apropiación del ingreso se debe al “esfuerzo individual”, permaneceremos en el error como científicos, y desconoceremos nuestra obligación social en términos de proveer soluciones a un problema que desde hace décadas compromete a la propia existencia humana. Requerimos introducir en las teorías económicas a un nuevo agente que reconozca la restricción ambiental y que entienda que el producto marginal es un fruto individual-social-ambiental, y de igual relevancia, a un gobierno genuinamente capaz de diseñar e instrumentar las políticas y específicamente los (des)incentivos adecuados para generar una economía sustentable, entre otras características.

Referencias

- [1] Arrow, K.J. (1948), “A formal theory of aggregation”, *Cowles Commission Discussion Paper*, 224.
- [2] Brand, U. et al. (2021), “From planetary to societal boundaries: an argument for collectively defined self-limitation”, *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 17(1), pp. 265-92.
- [3] Campos, J., Ericsson, N.R. y Hendry, D.F. (2005), “General-to-specific modeling: An overview and selected bibliography”, Board of Governors of the Federal Reserve System, *International Finance Discussion Papers*, Number 838.
- [4] Charemza, W.W. y Deadman, D.F. ([1992], 1999), *New Directions in Econometrics Practice: General to Specific Modeling, Cointegration and Vector Autoregression*, Edward Elgar.
- [5] Davidson, P. (1990-91), “A post keynesian positive contribution to theory”, *Journal of Post Keynesian Economics*, 2, pp. 298-303.
- [6] Davidson, R. y MacKinnon, J.G. (1981), “Several tests for model specification in the presence of alternative hypotheses”, *Econometrica*, 49(3), pp. 781-93, doi: <https://doi.org/10.2307/1911522>.
- [7] Deaton, A. y Muellbauer, J. ([1980], 2007), *Economics and Consumer Behavior*, 22 edición.
- [8] Durlauf, S.N., Johnson, P.A. y Temple, J.R.W. (2005), “Growth econometrics”, *Handbook of Economic Growth*, Ph. Aghion y S. Durlauf editores, Vol. 1A, Elsevier.
- [9] Gilbert, C.L. (1986), “Professor Hendry’s econometric methodology”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48(3), pp. 283-307. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1986.mp48003007.x>
- [10] Granger, C.W.J. (1987), “Implications of aggregation with common factors”, *Econometric Theory*, 3(2), pp. 208-22. doi: <https://doi.org/10.1017/s0266466600010306>

-
- [11] Guerrero, C. (2006), "Thirlwall's law with an emphasis on the ratio of exports/imports income elasticities in Latin American economies during the Twentieth Century", *Estudios Económicos*, 21(1), pp. 23-44.
- [12] Guterres, A. (2020a), "Armonía con la naturaleza. Informe del Secretario General", ONU.
- [13] Guterres, A. (2020b), "El cambio climático es más mortal que el coronavirus", <https://news.un.org/es/story/2020/03/1470901>.
- [14] Haavelmo, T. (1944), "The probability approach in Econometrics", *Econometrica*, 12(supplement), pp. iii-vi + 1-115. doi: <https://doi.org/10.2307/1906935>
- [15] Haavelmo, T. (1947), "Family expenditures and the marginal propensity to consume", *Econometrica*, 15, pp. 335-41. doi: <https://doi.org/10.2307/1905333>
- [16] Hamilton, J.D. (1994), *Time Series Analysis*, Princeton University Press.
- [17] Hendry, D.F. ([1993], 2000), *Econometrics, alchemy or science?*, OUP, nueva edición, primera edición 1993.
- [18] Hendry, D.F. (1980), "Econometrics, alchemy or science?", *Econometrica*, 47, pp. 387-406. doi: <https://doi.org/10.2307/2553385>
- [19] Lakatos, I. (1970), "Falsification and the methodology of scientific research programmes", editado por I. Lakatos y A. Musgrave, *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press.
- [20] Lequiller, F. y Blades, D. (2014), *Understanding National Accounts*, second edition, OECD Publishing.
- [21] Loría, E., Moreno-Brid, J.C., Salas, J. y Sánchez-Juárez, I. (2019), "Explicación kaldoriana del bajo crecimiento económico en México", *Revista Problemas del Desarrollo*, 196(50), pp. 3-26.
- [22] Maddala, G.S. (2001), *Introduction to Econometrics*, tercera edición, John Wiley & Sons, Gran Bretaña.
- [23] Moreno-Brid, J.C. y Pérez, E. (2003), "Liberalización comercial, y crecimiento económico en Centroamérica", *Revista de la CEPAL*, 81, pp. 157-84.
- [24] Patterson, K. (2000), *An Introduction to Applied Econometrics: a Time Series Approach*, Palgrave.
- [25] Pesaran, M.H. y Weeks, M. (2003), "Nonnested hypothesis testing: an overview", en *A Companion to Theoretical Econometrics*, Badi H. Baltagi editor, Blackwell Publishing, pp. 279-309.
- [26] Robinson, J. (1953), "The production function and the theory of capital", *The Review of Economic Studies*, 21(2), pp. 81-106. doi: <https://doi.org/10.2307/2296002>
- [27] Sharif, A., Baris-Tuzemen, O., Uzuner, G., Ozturk, I., y Sinha, A. (2020), "Revisiting the role of renewable and non-renewable energy consumption on Turkey's ecological footprint: Evidence from Quantile ARDL approach", *Sustainable Cities and Society*, 57(102138), pp. 1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102138>
- [28] Sims, C.A., (1980), "Macroeconomics and reality", *Econometrica*, 48(1), pp. 1-48. doi: <https://doi.org/10.2307/1912017>
- [29] Solow, R.M. (1956), "A contribution to the theory of economic growth", *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), pp. 65-94. doi: <https://doi.org/10.2307/1884513>
- [30] Solow, R.M. (1957), "Technical change and the aggregate production function", *Review of Economics and Statistics*, 39(3), pp. 312-20. doi: <https://doi.org/10.2307/1926047>
- [31] Solow, R.M. (1987), *Prize Lecture*, en línea.
- [32] Solow, R.M. (2005), "Reflections on growth theory", *Handbook of Economic Growth*, Ph. Aghion y S. Durlauf, editors, Vol. 1A, Elsevier.
- [33] Solow, R.M. (2008), "The state of macroeconomics", *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), pp. 243-6.
- [34] Spanos, A. (1986), *Statistical Foundations of Econometric Modelling*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [35] Stock, J.H. y Watson, M.W. (2001), "Vector autoregressions", *Journal of Economic Perspectives*, 15(4), pp. 101-15.

- [36] TechCrunch (2020), “Fiat Chrysler to start producing 1 million face masks a month”, TechCrunch, en línea.
- [37] Wackernagel, M., Beyers, B. y Rout, K. (2019), *Ecological Footprint: Managing Our Biocapacity Budget*, Kindle edition.

Anexo Estadístico

A continuación se presentan los resultados de las pruebas estadísticas para verificar el principio de adecuación de Aris Spanos (homocedasticidad, ausencia de autocorrelación serial, normalidad, linealidad, y estabilidad estructural); para implementar la metodología “de lo general a lo particular” de David F. Hendry, y para construir la propuesta de una especificación general según los criterios de selección de modelos (las pruebas *J*). Como descubrirá el lector en la mayoría de los casos los valores de los test fueron los esperados. Naturalmente evitamos la práctica de la “minería de datos” en su acepción negativa. Para obtener nuestras bases de datos –y así replicar nuestros ejercicios y claro está, mejorarlos– basta enviar un correo al autor.

Tabla 1A. Resultados de algunas pruebas aplicadas al modelo uniecuacional (14)

Supuesto	Prueba	Rezagos	Probabilidad de la H ₀
Heterocedasticidad	ARCH	2	0.9247
	White (con términos cruzados)	2	0.3196
Autocorrelación	DW		1.51
	Breusch-Godfrey	2	0.4581
Normalidad	Jarque-Vera		0.9112
Linealidad	Ramsey RESET (un término)		0.0246
Estabilidad	Coeficientes recursivos		✓
Ajuste	Coeficiente de determinación		0.994

Tabla 2A. Resultados de algunas pruebas aplicadas al modelo VAR con un rezago

Supuesto	Prueba	Rezagos	Probabilidad de la H ₀
Estabilidad	Raíz del VAR		0.9795
Heterocedasticidad	Conjunta (sin términos cruzados)		0.1929
Autocorrelación	LM	1	0.5029
		2	0.4819
Normalidad	Lütkepohl		0.0004

Tabla 3A. Resultados de algunas pruebas aplicadas al modelo uniecuacional (18)

Supuesto	Prueba	Rezagos	Probabilidad de la H0
Heterocedasticidad	ARCH	2	0.0831
	White (con términos cruzados)	2	0.7146
Autocorrelación	DW		0.72
	Breusch-Godfrey	2	0.0018
Normalidad	Jarque-Vera		0.3653
Linealidad	Ramsey RESET (un término)		0.0005
Estabilidad	Coefficientes recursivos		✓
Ajuste	Coefficiente determinación		0.982

Tabla 4A. Resultados de algunas pruebas aplicadas al modelo VAR con un rezago

Supuesto	Prueba	Rezagos	Probabilidad
Estabilidad	Raíz del VAR		0.9774
Heterocedasticidad	Conjunta (sin términos cruzados)		0.2733
Autocorrelación	LM	1	0.4263
		2	0.9675
Normalidad	Lütkepohl		0.0000

Tabla 5A. Resultados de algunas pruebas aplicadas al modelo uniecuacional (25)

Supuesto	Prueba	Rezagos	Probabilidad
Heterocedasticidad	ARCH	2	0.6427
	White (con términos cruzados)	2	0.0180
Autocorrelación	DW		1.97
	Breusch-Godfrey	2	0.7622
Normalidad	Jarque-Vera		0.6558
Linealidad	Ramsey RESET (un término)		0.6522
Estabilidad	Coefficientes recursivos		✓
	Coefficiente determinación		0.996

Tabla 6A. Resultados de algunas pruebas aplicadas al modelo uniecuacional (26)

Supuesto	Prueba	Rezagos	Probabilidad
Heterocedasticidad	ARCH	2	0.7148
	White (con términos cruzados)	2	0.1658
Autocorrelación	DW		2.02
	Breusch-Godfrey	2	0.7613
Normalidad	Jarque-Vera		0.4156
Linealidad	Ramsey RESET (un término)		0.8386
Estabilidad	Coefficientes recursivos		✓
	Coefficiente determinación		0.995

Tabla 7A. Resultados de algunas pruebas aplicadas a la modelo VAR (ecuación 27)

Supuesto	Prueba	Rezagos	Probabilidad
Estabilidad	Raíz		0.9807
Heterocedasticidad	Conjunta (sin términos cruzados)		0.3483
Autocorrelación	LM	1	0.0073
		2	0.2546
Normalidad	Lütkepohl		0.0080

Tabla 8A. Resultados de algunas pruebas aplicadas al modelo VAR (ecuación 28)

Supuesto	Prueba	Rezagos	Probabilidad
Estabilidad	Raíz		0.9672
Heterocedasticidad	Conjunta (sin términos cruzados)		0.6158
Autocorrelación	LM	1	0.2024
		2	0.5774
Normalidad	Lütkepohl		0.0006

Tabla 9A. Resultados de algunas pruebas aplicadas al modelo uniecuacional (29)

Supuesto	Prueba	Rezagos	Probabilidad
Heterocedasticidad	ARCH	2	0.7148
	White (con términos cruzados)	2	0.1642
Autocorrelación	DW		2.02
	Breusch-Godfrey	2	0.7613
Normalidad	Jarque-Vera		0.4156
Linealidad	Ramsey RESET (un término)		0.8386
Estabilidad	Coefficientes recursivos		✓
	Coefficiente determinación		0.995

Tabla 10A. Resultados de algunas pruebas aplicadas a la modelo VAR contenido en (30)

Supuesto	Prueba	Rezagos	Probabilidad
Estabilidad	Raíz		0.9824
Heterocedasticidad	Conjunta (sin términos cruzados)		0.2910
Autocorrelación	LM	1	0.0238
		2	0.0374
Normalidad	Lütkepohl		0.0001

Tabla 11A. Resultados de algunas pruebas aplicadas a la modelo VAR contenido en (31)

Supuesto	Prueba	Rezagos	Probabilidad
Estabilidad	Raíz		0.9815
Heterocedasticidad	Conjunta (sin términos cruzados)		0.3717
Autocorrelación	LM	1	0.0400
		2	0.0406
Normalidad	Lütkepohl		0.0034

Impact of the Covid19 Pandemic on Remittances to Mexico

Alfredo Cuecuecha Mendoza - Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México
Miguel Cruz Vásquez¹ - Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

Abstract

This paper seeks to show the impact of the COVID-19 pandemic on remittances from the United States to Mexico. Using monthly data from January 2014 to May 2021, it shows that there is a structural break in the long and short run equations that explain remittances. Using evidence from orthogonalized impulse response functions, we find that before COVID 19 there was evidence in favor of the altruistic, the risk sharing and the investment motive hypotheses for sending remittances. During the COVID 19 period, there is evidence that remittances became more a necessity reducing space for investment motives and the preferences of the sender households and increasing the role of the risk sharing motive. The main limitation of the study is that we do not show results specific to remittances corridors due to the lack of data. Further research is needed to understand if the COVID 19 has long run impacts over the remittance flow and the usage that receiving households give to the remittances.

JEL Classification: J610.

Keywords: Covid19, Remittances, Motivations to remit

Impacto de la pandemia Covid19 en las remesas a México

Resumen

Este artículo busca mostrar el impacto de la pandemia COVID-19 sobre las remesas enviadas de Estados Unidos a México. Se utilizan datos mensuales desde enero de 2014 y hasta mayo de 2021, para mostrar que existe un cambio estructural en las ecuaciones de corto y largo plazo que explican las remesas. Utilizando información de funciones de impulso respuesta orthogonalizadas, encontramos que antes del COVID 19 existía evidencia a favor de las hipótesis de enviar remesas por razones altruistas, por motivos de inversión y por motivos de administración del riesgo. Durante el COVID 19, hay evidencia de que el envío de remesas se convirtió en una necesidad, reduciéndose el espacio para el envío de remesas por motivos de inversión o el espacio para las preferencias de los hogares que envían remesas, y aumentando el rol de los motivos de administración del riesgo. Los resultados tienen como principal limitante el no mostrar resultados a nivel de corredor de remesas específico, debido a la falta de datos. Mayores estudios son necesarios para comprender si el COVID 19 tiene impactos de más largo plazo sobre los envíos de remesas y los usos que los hogares receptores hacen de las mismas.

Clasificación JEL: J610.

Palabras clave: COVID-19, Remesas, Motivos para remitir.

¹ Corresponding author. Profesor Investigador, Facultad de Economía, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, miguel.cruz@upaep.mx, 17 Sur 901, Barrio de Santiago, Puebla, Pue., C.P. 72410, tel. 2223900347.

* No source of funding for research development



1. Introduction

The emergence of the COVID-19 pandemic has brought an increase in the reception of remittances during 2020 for Mexico. In this work we observe that during 2020 Mexico received more than 42,624 million dollars in remittances, coinciding with the arrival of the COVID 19 pandemic, which represents a quarterly average in nominal terms, 652% more than in 1995, 397% more than in 2000, 83% more than in 2010, and 11% more than in 2019, since the remittances of 1995, 2000, 2010 and 2019 amounted to 5,667, 8,572, 23,313 and 38,457 million dollars (Banxico, 2021a).

At the beginning of the arrival of COVID-19, it was considered that the economic contraction generated in the United States through the increase in unemployment in that country, would negatively affect remittances from Mexico, however we observe an aggressive countercyclical policy to reduce unemployment in that country, which has allowed migrants to maintain their income and remittances (Valdivia, Mendoza, Quintana, Salas and Lozano, 2020).

The literature on the motivations to send remittances suggests at least three different approaches to understand why remittances are sent (Elbadawi and Rocha, 1992); the first is grouped within the Endogenous Migration perspective, which considers that the sending of family remittances is an endogenous variable in the migration decision process, along with the length of stay, savings and others; likewise, it values the family relationships and socio-economic aspects of migrants, giving greater weight to the characteristics of migrants and their families, which explains the sending of remittances from an altruistic approach. A second group of explanations, generate results relatively similar to the altruistic approach but are based on risk sharing (Lucas and Stark, 1985). The third group addresses the sending of remittances from the perspective of Portfolio Optimization, in which only the self-interest of migrants motivates the sending of remittances, regardless of their decision to emigrate and the conditions of their family. Macroeconomic-financial variables are more important, especially in terms of investment risk and return considerations (Islas and Moreno, 2011).

To our knowledge, there is no empirical evidence to show the impact of the advent of the COVID-19 pandemic on remittances from the United States to Mexico. This article analyzes the role that the pandemic has had on remittances using a monthly time series from January 2014 through May 2021. The article identifies that the COVID-19 generated a structural break in the reception of remittances, altering both the short and long run relations that remittances held with different variables like the US GDP and Mexico's GDP. Using Orthogonalized Impulse Response Functions (OIRF's), our analysis shows that before the COVID 19 pandemic there was evidence in favor of the altruistic, the risk sharing and the self-interested hypothesis to send remittances. The evidence during the COVID 19 pandemic is that remittances became more a necessity reducing the importance of the investment motive and that of pure altruism, leading to an increase in the risk sharing motive.

The rest of the paper is organized as follows. The second section presents a review of some background information on the arrival of the pandemic and the theoretical and empirical literature on the determinants of remittances. The third briefly shows the methodology and presents the variables used in the empirical analysis. The fourth presents the results of the analysis and discusses them with respect to the contributions of previous studies, and the fifth concludes.

2. Theoretical and empirical background

With the arrival of the COVID-19 pandemic, a collapse in remittances from Mexicans was predicted due to the suspension of economic activities in the United States and its impact on unemployment and income of Americans (Valdivia et al., 2020). However, the reality was different, since remittances increased significantly during 2020, because Mexicans have not only managed to keep their jobs, but also the amount of money they sent to their families increased by a percentage close to 11 percent in 2020 compared to 2019 in nominal terms (Banxico, 2020), which contrasts with the decrease in remittances in other labor-exporting countries².

Among the causes of the increase in remittances from Mexican migrants in the United States despite the emergence of the pandemic, the following are mentioned: i) the 36% depreciation of the Mexican peso against the US dollar during the COVID-19 crisis, since a stronger dollar provides immigrants with additional incentives to send more resources back home, because it can generate more remittances with greater purchasing power in the country of origin (Mandelman and Vilán, 2020), ii) Stimulus programs of economic benefits in the United States, specially the CARES Act (Coronavirus Aid, Relief, and Economic Security Act) that had an amount of more than 2 billion dollars, and which included transfers to 83% of the unemployed Latino population, which allows to ensure that the majority of the Mexican population should have been recipients of the stimulus payment, guaranteeing the sending of remittances even in the COVID-19 pandemic (Domínguez and Miranda, 2021) and iii) the employment of Mexican migrants in activities considered essential to the US economy such as the primary sector, the construction industry, commerce and manufacturing, which were some of the economic activities that were soon opened in that country (Domínguez and Miranda, 2021).

Mandelman and Vilá (2020) also add within the factors that may explain the increase in remittances to Mexico even with the pandemic to the following: 1) industries such as agriculture, including meat and poultry from the United States, are large employers of immigrants and clearly, these are jobs that were not negatively affected by the pandemic and in any case, these industries expanded during the period, 2) although American restaurants stopped receiving customers, there was a considerable increase in “take out” alternatives, so instead of being employed as waiters and waitresses, Mexican immigrants were typically working inside kitchens, and 3) American households that were forced to stay indoors found a particular liking for home improvement and landscaping, sectors that are also disproportionately served by Mexican immigrants.

For their part, Ramírez and Lozano (2021) point out some factors related to the labor participation of Mexican migrants, which put their health at risk but contributed to the increase in remittances, such as the significant number of them who continued to work, despite of being afraid of catching the virus, since most of them are employed in informal and precarious jobs in the United States, so they do not have job benefits and hardly have the opportunity to be absent from work; as well as the fact that they constitute the majority of the workforce employed in the agricultural sector, thus helping to keep supermarkets stocked with fruits and vegetables amid the health crisis caused by COVID-19 that paralyzed several states in the United States, although 45% of them do not have

² The flow of remittances to low- and middle-income countries fell 1.6 percent between 2019 and 2020, falling from 548 to 540 dollar billion (World Bank, 2021).

health insurance, as many are hired informally and those who are not unionized lack the necessary information about the dangers of the virus, and similarly, those who work in the field of personal services, especially in the preparation, sale and distribution of food, 47% do not have medical insurance.

On the other hand, in a study on the receiving federative entities of the remittance-sending states during the pandemic, (Banxico, 2020) highlights that despite the emergence of COVID-19 in the United States and the fall of more than 10% of the total employment and employment of Mexican migrants in particular in that country during the period from January to May 2020, there are factors that allowed the increase in remittances in Mexico, such as the higher proportion of documented Mexican immigrants in the United States, and with it, the lower probability of a drop in their remittances to Mexico, which suggests the possibility of a greater receipt of unemployment benefits for this population group. However, it also points out factors that could negatively affect the sending of remittances from the United States to Mexico, such as the degree of affectation caused by the COVID-19 pandemic in the different states of the United States, as well as the contraction of the employment in economic activities that predominantly hire Mexican immigrants, such as construction and lodging and food preparation services.

For its part, the Mexico 2021 Migration and Remittances Yearbook indicates that the COVID-19 crisis negatively impacted the United States labor market and that the unemployment rate of the Mexican migrant population went from 6.6% in March 2020 to 17.1 % in April 2020, but that despite the above, a factor that could increase the reception of remittances in Mexico is the high labor participation of Mexican migrants in essential economic sectors of that country, estimating that almost 20% of the jobs in agriculture, almost 12% of manufacturing jobs, more than 6% of wholesale trade jobs, 4.4% of chemical, plastic and rubber manufacturing jobs, 1.3% of hospital jobs and 2% of work in other health services in the United States was carried out by the Mexican migrant population (BBVA-SGCONAPO, 2021).

Likewise, the previous document adds some factors related to health that seem to explain the resistance of remittances from the United States to Mexico, such as the access of Mexican migrants to health services in that country, since in 2020 only 34% of them did not have coverage of public or private health services, although in contrast, 77.2% of them had some degree of overweight or obesity in the same year and 13.6% had been diagnosed as borderline diabetic or prediabetic between 2017 and 2018; while in 2020, the total Mexican population served by the Ventanillas de Salud program was 3,060,946, and that as of January 4, 2021, 3,384 deaths of Mexicans due to COVID-19 had been registered in the United States (BBVA-SGCONAPO, 2021).

With regard to the theoretical determinants of remittances, because the most common motivation for remittances for migrants is to support the family members who are left behind, wife, children, parents and members of larger family and social circles, the majority of theoretical approaches address remittances as a result of the altruism of migrants, although more recently the migrant's self-interest has been considered as the main reason for sending remittances (Islas and Moreno, 2011; Rapoport and Docquier, 2005).

For example, Rapoport and Docquier (2005) mention that a mixture of individualistic motives of migrants, such as altruism, exchange, strategic motives and inheritances, as well as family agreements, such as insurance, investment and loan repayment, explain the probability and size of

remittances³. Other authors such as Andreoni (1989)⁴ consider that the factors that determine the sending of remittances constitute impure altruism, while for Lucas and Stark (1985)⁵ remittances are determined by enlightened selfishness.

In order to carry out empirical analysis on the determinants of the flow of remittances, these in recent times have been classified by Elbadawi and Rocha (1992) in two groups; those that support the idea that family ties affect the flow of remittances and is called the Endogenous Migration perspective, which considers the sending of remittances as an endogenous variable in the migration decision process, in addition to assessing family relationships and socioeconomic aspects of migrants, giving greater weight to the characteristics of migrants and their families, in which altruism is a central resource that directly explains the sending of remittances. Under this approach, the ability to remit is directly linked to the salary received in the host country and the saving behavior of the migrant, among other factors. But most importantly, if altruism is the main reason for sending remittances, remittances would behave more like a normal good, i.e., when income raises remittances would tend to grow.

In one type of model derived from this approach, the migrant is seen as the traditional macroeconomic agent that maximizes intertemporal utility to generate a savings-consumption trajectory both in their place of origin and destination (Djajic, 1989; Djajic and Milbourne, 1988). But in other types of models under this approach, which maintain the endogeneity of the migration decision, but treat remittances as a contractual agreement between the migrant and his family, the terms of which are defined by the bargaining power of the parties, and which it constitutes a risk-sharing arrangement that compensates for the lack of insurance markets in developing countries, particularly in rural areas, by guaranteeing income in difficult times and offering an improved risk-return framework (Lucas and Stark, 1985, Stark and Katz, 1988). The risk sharing argument has important implications, since an increase in income in the receiving country would reduce the need for remittances. Consequently, we decided to split in this paper this first approach into two: one called pure altruism, will reveal itself if remittances are a normal good, and a second one called the risk sharing motive would reveal itself if income at the sending country and income at the receiving country have different effects on remittances.

³ The altruism motive is that the migrant's utility function is affected by the happiness derived from his own consumption and from the utility of others. The exchange motive consists of exchange situations that imply remittances and that constitute Pareto improvements, such as the purchase of services such as the care of the migrant's assets (e.g. land, livestock) or family members (children, elderly parents) at home; the strategic reason is that remittances can be part of a strategic interaction within the family of migrants, so that remittances can be a bribe for the less qualified to stay at home; and the inheritance motive is that remittances are an investment strategy in inheritance on the part of the migrant and a control device to ensure remittances on the part of the family. The reason for insurance and non-pecuniary damage is that the migrants would insure the remaining members of the family against the fall in rural income and would give them support in case of unemployment or retirement, and that families, because they know their members well, they can choose migrants who combine high potential earnings and high degrees of loyalty; the investment and loan payment motive explains remittances as repayment of loans on investment in migration, conceived as a form of human capital formation (Rapoport and Docquier, 2005).

⁴ The "impure altruism" consists of a model that combines the pure altruism represented through the contribution of a person to a public good through their generosity and the private benefits obtained from their generosity per se, characterized as a "warm glow" (Andreoni, 1989).

⁵ "Enlightened selfishness" is a model of altruism tempered or enlightened by the self-interest of migrants, in which remittances are an element of the voluntary compliance arrangement between the migrant and his family (Lucas and Stark, 1985).

The second approach in Elbadawi and Rocha (1992), which for us constitutes a third explanation for remittances, is called Portfolio Optimization and considers that remittances are only a transfer of savings from one place to another, in which only the self-interest of migrants motivates the sending of money, regardless of the idea of migrating and of the conditions of their family, and that the migrants decide where to house their savings and maximize their utility by determining their personal consumption and the amount allocated to financial instruments both in the country of origin and in the host country, the macroeconomic-financial variables being more relevant as the decision to remit is dependent on risk and return on investment (Islas and Moreno, 2011).

Models derived from this approach focus on relative rates of return, relative prices, and uncertainty as basic determinants in the decision to remit (Swamy, 1981; Miranda, 1988).

Following what was proposed by Elbadawi and Rocha (1992), Islas and Moreno (2011) made a synthesis of the Endogenous Migration and Portfolio Optimization perspectives, forming two components of remittances: (i) required and (ii) desired (or voluntary), establishing that the Endogenous Migration perspective explains the existence and behavior of the first component and takes into account the situation of the migrant's family, through variables such as differences in income, savings and expectations between the countries of origin and host, the stock of migrants, the length of stay, while the Portfolio Optimization perspective explains the second component and takes into account mainly financial variables, such as the interest rate differential between the home and host countries, the domestic inflation rate, and the exchange rate differential.

On the other hand, in order to determine whether the macroeconomic conditions of the migrant's countries of origin and host should be included within the determinants of remittances, Vargas-Silva and Huang (2005) developed an intertemporal model that explicitly expresses the relationship between the flow of family remittances and the macroeconomic conditions of both countries, assuming that remittances are sent in the first period and that the migrant returns to their country of origin in the second period. They assume that the utility of the migrant in the first period depends on his consumption in the host country and the consumption of his family in the country of origin, which in turn depends on the economic conditions of the country of origin, while the income of the migrant it depends on the economic conditions of the host country, concluding that the improvement of the economic conditions of the host country causes an increase in remittances; that is, the migrant sends more remittances because their economic condition improves, and that in the same way, if the migrant is sending money for altruistic reasons and the conditions of the country of origin improve, then they send less money because their family is in better conditions without remittances. Likewise, by increasing the return on savings in the host country, the migrant could increase their savings and thereby decrease their remittances, or they could decrease their savings since the increased return would allow them to save less and thereby increase their remittances, concluding that the empirical analysis of remittances should include the macroeconomic variables of the migrant's country of origin, as well as those of the host country.

Regarding the results of empirical studies on the subject carried out under the Endogenous Migration and Portfolio Optimization approaches, Islas and Moreno (2011) point out that the results reported by the literature are not robust, mainly due to differences in the preferences of migrants, relationships between macroeconomic variables and remittances that vary according to the importance of the altruistic effect and implicit contracts, presence of non-robust signs in the

indicators of income, inflation, interest rates and exchange rates of the place of origin, possible endogeneity of economic growth that could affect the results of the relationship between remittances and indicators of domestic production, as well such as the use of samples from different countries, regions and temporalities, among other causes, which is addressed in our article by estimating the impact of the COVID 19 pandemic on remittances as well as the interactions between the COVID 19 pandemic and some control variables on remittances

The inconsistency of the results of the empirical studies on the subject is shown when we observe the determinants of the type of endogenous migration of remittances that Swamy (1981), Solimano (2001), Giuliano and Ruiz Arrauz (2005) and Islas and Moreno (2011) find that remittances are positively related to economic conditions and the GDP of the remittance-receiving country, while El-Sakka and McNabb (1999), Castillo (2001), Faini (1994) and Islas and Moreno (2011), Aydas, Neyapti and Ozca (2005) and Gupta (2005), find that remittances are negatively related to economic activity and wages in the remittance-receiving country. On the other hand, Elbadawi and Rocha (1992), Castillo (2001), Aydas, Neyapti and Ozca (2005), Gupta (2005), Vargas Silva and Huang and (2006), Mouhoub, Oudinet and Ozca (2008) and Swamy (1981) find a positive relationship between the economic situation of the host country and remittances.

Such inconsistency is also observed in the determinants of the type of portfolio optimization, Faini (1994) finds that the real exchange rate is positively related to remittances, while El-Sakka, and McNabb (1999), Castillo (2001) find that remittances are negatively related to the real exchange rate. On the other hand, Islas and Moreno (2011) and El-Sakka and McNabb (1999) find a negative and statistically significant relationship between remittances and the interest rate differential, while Aydas, Neyapti and Ozca (2005) find a positive relationship between the interest rate differential and remittances.

3. Methodology

We start by proposing a linear model between remittances (R_t) and migration and portfolio factors, which is closely related to the models proposed by Islas and Moreno (2011), Vargas-Silva & Huang (2005) and Elbadawi and Rocha (1992). Due to data limitations, we implement a simplified version as follows:

$$R_t = \beta_0 + \beta_1 GDP_{MX,t} + \beta_2 GDP_{US,t} + \beta_3 WageM_t + \beta_4 WageU_t + \beta_5 IRD_t + \beta_6 ER_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Where the factors related to the endogenous migration perspective are $GDP_{MX,t}$, which is the Gross Domestic Product in Mexico in period t; $GDP_{US,t}$ is the Gross Domestic Product of the United States in period t; $WageM_t$ is the real Mexico wage; $WageU$ is the real US age. The factors related to portfolio optimization are IRD_t which is the interest rate differential between México and the US, measured by the monthly average interbank interest rate in Mexico and the average monthly federal funds rate in the United States; and ER_t which is the nominal exchange rate in Mexico in period t.

The sign of the parameter β_1 can be negative if, on average, individuals send less remittances to Mexico when growth in Mexico is observed, which would be consistent with the risk sharing hypothesis. On the other hand, it can be positive if individuals invest in Mexico when the country is

growing, which would be consistent with the portfolio hypothesis. Notice that, in principle, there is no implication for the altruistic model, if the increase of need does not change the willingness to contribute. But if the increase in need raises the willingness to contribute, then a negative relation would also be consistent with the altruistic hypothesis.

The sign for β_2 is expected to be positive since growth in the US would generate higher income in the US, which increases the number of remittances either because individuals have more income that they can invest or if individuals are more affluent and can become more altruistic.

In the case of the sign for β_3 the sign could be negative if a higher real Mexico wage generates that the migrant individuals will send less remittances. It could be positive if individuals are investing in Mexico.

The expected sign for β_4 is positive if an increase in the US wage increases the number of individuals migrating to the US and sending remittances.

In the case of β_5 , an increase in the Mexico-US interest rate differential generates more investment in México.

In the case of β_6 it could be positive if a depreciation of the peso generates a higher purchasing power of dollars in Mexico and consequently more investment in real assets.

To study the time-break that COVID-19 imposes in the equation, we start by looking at a potential shift in the constant of the linear model, which is obtained using a dummy variable that takes the value of 1 for all months of 2020 after February, as well as for the first five months of 2021, and takes the value of zero in every other month.

$$R_t = \beta_0 + \beta_1 GDP_{MX,t} + \beta_2 GDP_{US,t} + \beta_3 WageM_t + \beta_4 WageU_t + \beta_5 IRD_t + \beta_6 ER_t + \beta_7 Covid_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Equation (2) however, can be estimated with bias in the presence of cointegration, which would occur if the variables are I(1) and if at least one linear combination of them is I(0) (Engle & Granger, 1987; Castillo, 2001). We apply the augmented test of Dickey-Fuller to test for the existence of unit roots in each of the series analyzed.⁶

Moreover, if the series are I(1) the existence of time-breaks could be confused with the existence of a unit root, which would require a test for time breaks that would take into account the potential existence of unit roots (Phillips and Perron, 1988; Mendoza-González & Villagra-Piña, 2021). Because of this, we apply the test of Clemente, Montañes and Reyes (1998) which test for the existence of time breaks in the presence of unit roots and structural breaks. Likewise, we apply the test of Wagner and Weid (2017) that allows to monitor for changes in the cointegration relationships.

Given the results for the existence of I(1) series and at least one potential cointegration relationship, we apply the Vector Error Correction (VEC) methodology to estimate the relationship between the variables proposed including the estimation of the cointegration equations. The Vec estimated is given by:

$$\Delta Y_t = \alpha \beta' Y_{t-1} + \sum_{i=1}^4 \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + v + \varepsilon_t \quad (3)$$

⁶ We thank an anonymous referee for signaling out this point to us.

Where $Y_t = [R_t, GDP_{MX,t}, GDP_{US,t}, WageM_t, WageU_t, IRD_t, ER_t]$, and the number of lags as well as whether or not a trend was needed was determined using the Akaike Information Criterion (AIC) and the Schwarz-Bayesian Information Criterion (SBIC). The number of cointegrating equation is also determined using the Trace statistic proposed by Johansen (1991).

We also estimated the Orthogonalized Impulse Response Function (OIRF) for the period excluding the COVID 19 months and for the period including the COVID 19 months. We could not estimate the VEC for only the months where COVID 19 took place because of insufficient data points, consequently we settled for showing what the inclusion of the COVID 19 months generates on the estimated IRF's.⁷

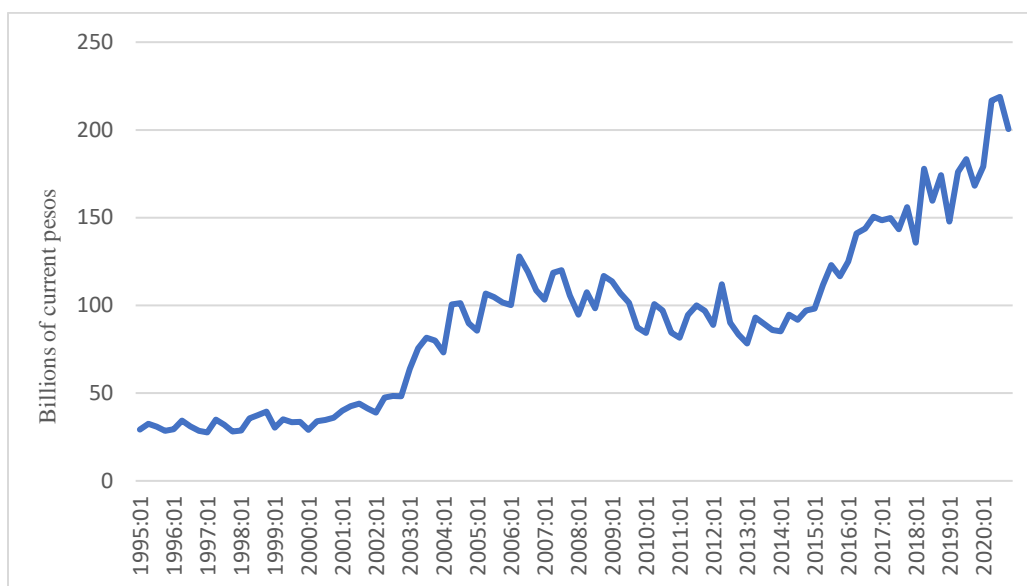
4. Data

The series used are monthly and use information from 2014 and onward up to May 2021 the last month with complete information for all variables. We have information before 2014 for the different variables, however, exploratory analysis showed us that a structural change took place after 2009 and for the series of remittances a break was also detected in mid 2013. Consequently, we chose to focus after December 2013.

The monthly data for Remittances is presented in millions of dollars and comes from Banxico (2021a); the data for Mexico's GDP is proxied using the Economic Activity General Index (IGAE, for its acronym in Spanish) and comes from INEGI (2021a); the data for the GDP of the US is proxied by an index provided by the Federal Reserve Economic Data (FRED) from the Federal Reserve Bank of St. Louis Bank (FRED, 2021). The data for Mexico's wages is the monthly index for real minimum wages that comes from Banco de Mexico (Banxico, 2021b), while the data for the wages of the US are the average hourly wage earnings that are provided by the Bureau of Labor Statistics (BLS, 2021a). The average monthly Federal Funds rate comes from Banco de México (Banxico, 2021c), while Mexico's 28 days average interbank interest rate comes from Banco de México (Banxico, 2021d). The nominal exchange rate comes from Banco de México (Banxico, 2021e), while the consumer prices index for Mexico is obtained from INEGI (2021b) and the consumer price index for the US comes from the Bureau of Labor Statistics (BLS, 2021b). The transformations to real figures were carried out based on the prices for January 2019 for both Mexico and the United States.

Graph 1 shows the evolution of remittances in real terms for the period 1995-2021, transformed from monthly to quarterly data. Between 1995 and 2021, the trend in the flow of remittances, in real terms, has been positive. It had a period of stability in the 1990s, while at the beginning of the new century it increased considerably, although a significant increase in volatility is also observed. The continuous growth of remittances during the period under study has been exposed in works such as that of (Islas and Moreno, 2011), which indicates an average of 3,000 million dollars in the early nineties, an average of about 6,000 million dollars in 1998, and the overcoming of the 10,000 million dollars barrier in the first semester of 2006. In our work we observe that during 2020 Mexico received more than 40,000 million dollars, coinciding with the arrival of the COVID pandemic¹⁹, which represents a quarterly average in real terms, 600% more than in 1995, 300% more than in 2000, 61% more than in 2010, and 10% more than in 2019.

⁷ We also explored using monthly dummies in the estimation, but they did not make a difference in the main results.



Graph 1. Quarterly Flow of remittances from the United States to Mexico.
Source: Banxico (2021a).

The above behavior indicates the need to differentiate the data because it is clearly non-stationary. Formal tests are carried out in the next section that will show that the monthly data becomes stationary using the first difference, and /or the first difference of the 12th seasonal difference.

Table 1 briefly describes the mean values of the series included in the model, each variable measured in its first monthly log difference, which approximates month to month percent changes. Table 1 clearly shows how dramatic the Covid 19 period was for remittances since it presents a growth of about 2% per month, when for the 2014-2019 period the growth was approximately .6%. For the entire period studied, remittances grew at .8%. These results are preliminary since different econometric challenges need to be corrected before a final verdict can be expressed.

Table 1. Mean Values for Selected Variables

		All	2014-2019	2020-2021
D.Remittances	Mean	0.008	0.006	0.019
	S.E.	0.116	0.104	0.162
	N	89	72	17
D.US GDP	Mean	0.004	0.01	-0.022
	S.E.	0.188	0.19	0.181
	N	89	72	17
D.MX GDP	Mean	-0.002	-0.002	-0.004
	S.E.	0.04	0.032	0.066
	N	89	72	17
Exchange rate	Mean	0.005	0.005	0.003

	S.E.	0.033	0.027	0.053
	N	89	72	17
Interest Rate Differential	Mean	0.002	0.007	-0.022
	S.E.	0.035	0.03	0.044
	N	89	72	17
US Wage	Mean	0.001	0.001	0.001
	S.E.	0.007	0.003	0.015
	N	89	72	17
MX Wage	Mean	0.006	0.003	0.015
	S.E.	0.032	0.024	0.053
	N	89	72	17

Source: Own calculations based on data from INEGI (2021a, 2021b), FRED (2021), BLS (2021a, 2021b), Banxico (2021a, 2021b, 2021c, 2021d, 2021e)

Table 1 also shows that the GDP of US increased .01% per month in the 2014-2019 period, while it declined .02% during the 2020-2021 period. In the case of Mexico, the GDP contracted -.2% previous to the Covid 19 period and it contracted -.4% during the Covid 19 period. The exchange rate depreciated .5% during the pre Covid 19 period and depreciated .3% during the Covid 19 period. The interest rate differential grew .7% previous to the Covid 19 period and contracted -2.2% during the Covid 19 period. The US wage grew in real terms .1% both before and after the Covid 19 period. Mexico's real wage grew .3% previous to the COVID 19 period and grew 1.5% during the Covid 19 period.

5. Results for the Linear Model

The results for the linear estimations are shown in Table 2. The R squared of the equation shows that our simple linear model can explain 81% of the variation observed in remittances for the first differenced data, while it explains 53% of the variation for the first difference of the seasonally differenced data.

Table 2. Linear Models for Remittances

	First Difference	FD of Seasonally differenced
US GDP	0.04	0.02
	-0.03	-0.02
MX GDP	0.98***	1.08***
	-0.2	-0.19
Nominal Exchange Rate	1.10***	1.17***
	-0.16	-0.13
Interest Rate Differential	-0.1	-0.08

	-0.08	-0.07
US wage	-4.14**	-4.09***
	-1.24	-0.96
MX wage	0.17	0.51
	-0.23	-0.26
Covid 19	0.03	0.01
	-0.02	-0.02
Constant	-0.07***	0.02
	-0.01	-0.02
R_squared	0.81	0.53
N	182	181

***Significant at 1%, **Significant at 5%

A 1% increase in Mexico's GDP increases remittances between .98% and 1.08%, which agrees with the investment hypothesis. Comparing the results found in this paper with those found in other empirical studies, we find that they agree with those of Swamy (1981), Solimano (2001), and Giuliano and Ruiz Arrauz (2005), all of which found a positive relation between remittances and the GDP of the remittance-receiving country. They contrast with those of El-Sakka and McNabb (1999), Castillo (2001), Faini (1994), Islas and Moreno (2011), Aydas et al (2005) and Gupta (2005), which find a negative relationship between GDP and remittances.

A 1% increase in US' GDP increases remittances between .02% and .04%, but it is not statistically significant. The positive sign coincides with the results of Elbadawi and Rocha (1992), Castillo (2001), Aydas et al (2005), Gupta (2005), Vargas Silva y Huang (2006), Mouhoub et al (2008) and Swamy (1981).

A one percent increase in the Nominal Exchange Rate increases remittances between 1.1.% and 1.17% percent. This result indicates that the portfolio motive to send remittances is also present. Our results also agree in sign with those of Faini (1994). However, they do not agree with El-Sakka and McNabb (1999), and Castillo (2001), because those authors found a negative relation between remittances and the real exchange rate.

The Interest rate differential is not statistically significant. This result does not agree with those of Islas and Moreno (2011), and El-Sakka and McNabb (1999), since they find a negative and statistically significant relationship between remittances and the interest rate differential. Our results also do not agree with those of Aydas et al (2005), that find a positive relationship between the differential of interest rates and remittances.

A 1% increase in the US wage reduces between 4.09% and 4.14% remittances. Since an increase in the US wage, keeping other things equal, increases the US-Mexico wage differential and this is linked positively to migration (Cuecuecha, Fuentes-Mayorga & McLeod, 2021), an increase in the US wage reduces remittances, perhaps because new migrants need to pay their migratory costs when they have recently arrived at the US.

An increase in the Mexican real wage does not changes remittances. The sign obtained is positive which is consistent with the idea that individuals are investing in Mexico.

Table 2 also shows that the coefficient for COVID 19 is not statistically significant. This result needs to be taken with caution for the reasons given before. We now proceed to test for the existence of stationarity and cointegration in the data.

6. Results of Unit Root and Cointegration tests

As explained before, Model (2) may be biased if there exists at least one cointegration relation between the variables in vector Y_t . Table 3 shows the results from Augmented Dickey Fuller tests that demonstrate that all the elements of vector Y_t are $I(1)$ processes, since they have a unit root in log-level units and are stationary in their first difference log-level units. Similarly, the third column of Table 3 presents results for the variables expressed as the first difference of the seasonally differenced data of the log units, showing that all variables are stationary.

Table 3. Results for Augmented Dickey Fuller Tests, all variables in log units

	Level	1st Difference	12-month seasonal difference & 1st Difference
Remittances	-1.7	-8.33	-11.55
	[0.43]	[0.0]	[0.0]
US GDP	-2.72	-10.43	-10.4
	[.07]	[0.0]	[0.0]
MX GDP	-1.56	-10.55	-5.11
	[.50]	[0.0]	[0.0]
Nominal Exchange Rate	-0.96	-7.93	-7.1
	[.76]	[0.0]	[0.0]
Interest Rate Differential	-2.76	-4.63	-4.04
	[.06]	[0.0]	[0.0]
US wage	-0.77	-8.15	-7.2
	[.82]	[0.0]	[0.0]
MX wage	1.64	-8.86	-10.1
	[.99]	[0.0]	[0.0]
N	182	181	169

P-values in brackets

Table 4 presents tests that allow to determine the existence of cointegration relations among the variables that form vector Y_t . All variables are measured in log units. The Johansen (1991) test for Cointegration confirms that at least two cointegration equation exists in the mentioned vector. The number of lags and the selection of a constant trend was done following the AIC and SBIC, as

mentioned before.⁸ Table 4b shows similar results for the data using the 12th seasonal difference on the log units.

Table 4a. Johansen tests for cointegration for first difference of log unit

Trend: constant			Number of obs = 89		
Sample: 2014m1 - 2021m5			Lags = 4		
Max. Rank	Parms.	LL	Eigenvalue	Trace statistic	5% critical value
0	154	1368.2834	.	176.4608	124.24
1	167	1402.5976	0.5375	107.8324	94.15
2	178	1424.4635	0.38821	64.1007*	68.52
3	187	1439.0543	0.27955	34.9191	47.21
4	194	1447.4397	0.17175	18.1482	29.68
5	199	1452.7231	0.11195	7.5815	15.41
6	202	1456.5133	0.08165	0.001	3.76
7	203	1456.5138	0.00001		

*Cut off point.

Table 4b. Johansen Test of Cointegration for first difference of seasonally differenced log unit data

Trend: constant			Number of obs = 89		
Sample: 2014m1-2021m5			Lags = 4		
Max rank	Parms	LL	Eigenvalue	Trace statistics	5% critical value
0	154	1343.88	.	180.11	146.76
1	168	1373.04	0.481	121.78	114.9
2	180	1395.62	0.398	76.64*	87.31
3	190	1408.56	0.252	50.74	62.99
4	198	1419.02	0.209	29.83	42.44
5	204	1426.04	0.146	15.8	25.32
6	208	1431.02	0.106	5.82	12.25
7	210	1433.94	0.063		

*Cut off point.

⁸ Further analysis demonstrate that the first difference of the remittances distributes as normal, since a Jarque-Bera test obtains a Chi-squared of .345, which implies that the null of normality cannot be rejected. Similarly, a Lagrange Multiplier test obtains a Chi squared of 69 for the first lag and a Chi squared of 56 for the second lag, which implies that at the 5% confidence level we reject the null of potential first order and second order autocorrelation in the residuals of the VEC. Stability tests show that the eigen values of the VEC system lay inside the unit circle, and consequently the system is stable.

7. Results for tests of structural break

The procedure of Clemente, Montañes and Reyes (CMR) (1998) tests whether there is a unit root under an unknown structural break, that is identified optimally. The structural break is modelled either as an additive outlier or as an innovational outlier, while one and up to two optimal breaks may be allowed in estimation. The test was performed over the data in first difference of log units. Table 5 shows that the CMR test detects structural breaks for periods post Covid 19 in two out of four tests, however, the structural breaks are not statistically significant at the 5% level. In the case of the data in the first difference of the seasonally difference of log units, the CMR test detects structural breaks in two out of four tests, this time the breaks are significant at the 10% level.

The test of Wagner and Wied (2017) monitor the cointegration relation that exists during a period where structural breaks are suspected to have occurred. The test is performed also over the data in first difference and for the first difference of the seasonal difference of log units. The tests attempt to monitor if a change in the cointegration relation is detected, once the sum of the squared of the estimated residuals diverge above the long run variance, which is estimated for a period where no structural break is assumed to occur. We use as the comparison point the period between 2014 and below 2020. Exploratory analysis detected potential structural breaks during 2013 and we decided to focus attention in the post 2013 period. The Wagner-Wied test shows that the structural break took place in 2020m4. These results add to the evidence obtained from the CMR tests that a structural break took place during the Covid 19 period.

Table 5. Tests for structural break, all data in log units

Test	Data set	T-Stat	Optimal breaks	Additive Outlier	Innovational Outlier
Clemente-Montañes-Reyes (1998)	First difference	-0.17	2018m1, 2018m5	No	Yes
	FD of Seasonal 12th difference	2.27**	2020m2, 2020m6	No	Yes
Clemente-Montañes-Reyes (1998)	First difference	1.35	2018m4	No	Yes
	FD of Seasonal 12th difference	1.83*	2020m2	No	Yes
Clemente-Montañes-Reyes (1998)	First difference	1.28	2019m1, 2020m1	Yes	No
	FD of Seasonal 12th difference	0.51	2016m9, 2020m1	Yes	No
Clemente-Montañes-Reyes (1998)	First difference	0.55	2020m12	Yes	No
	FD of Seasonal 12th difference	0.47	2020m1	Yes	No
		Hms			
Wagner-Wied (2017)	First difference	0.3945 ^a	2020m4	NA	NA
	FD of Seasonal 12th difference	0.2379 ^a	2020m4	NA	NA

*10 % significance, **5% significance, ^a Greater than an estimated value of .22 for the Hms statistic obtained from Table I from Wagner & Wied (2017)

8. Results for estimated VEC models

Given the above results, we proceed to estimate two different VEC systems, one for the pre-COVID 19 period and a second one including the COVID 19 period. Ideally, a different VEC could have been estimated for the Covid 19 period, however, there are not enough observations at this moment to attempt such estimation. All variables are used as the first difference or as the first difference of seasonally differenced data in log units.

Table 6 shows the coefficients for the different VEC estimations for the remittances equation. Four estimations are performed, for the first difference data and Pre Covid 19 period, the FD of the seasonally differenced data and Pre Covid 19 period, the first difference data including the Covid 19 period, and the FD of the seasonally differenced data including the Covid 19 period.⁹

Table 6. Coefficients for the Remittances equation in VEC estimations, log units data

	Pre Covid 19		Including Covid 19	
	First Difference	12th Seasonal Difference	First Difference	12th Seasonal Difference
Coint. Eq. 1	-1.24***	-2.02***	-1.43***	-1.08***
	-0.37	-0.52	-0.27	-0.23
Coint. Eq. 2	0.32**	-0.07	0.19**	-0.06***
	-0.12	-0.06	-0.06	-0.02
LD.Remittances	-0.28	0.85*	-0.05	0.59*
	-0.35	-0.42	-0.23	-0.28
L2D.Remittances	-0.35	0.34	-0.13	0.36
	-0.28	-0.32	-0.19	-0.27
L3D.Remittances	-0.02	-0.02	0.08	0.19
	-0.17	-0.21	-0.12	-0.18
LD.USGDP	-0.24*	0.11	-0.18**	0.08
	-0.11	-0.06	-0.07	-0.04
L2D.USGDP	-0.11	0.06	-0.11	0.08*
	-0.08	-0.06	-0.06	-0.04
L3D.USGDP	0.02	0.01	0.01	0.06
	-0.05	-0.05	-0.04	-0.04
LD.MXGDP	3.01*	5.40***	3.91***	-0.87*
	-1.32	-1.55	-0.87	-0.44
L2D.MXGDP	2.46**	4.11**	2.97***	0.1
	-0.95	-1.38	-0.7	-0.45
L3D.MXGDP	0.54	1.57	0.58	-0.08
	-0.59	-0.89	-0.47	-0.39

⁹ All coefficients for other equations for each of the four VEC estimations are available from the authors upon request.

LD.NominalER	0.35	-1.26*	0.66	-1.24***
	-0.51	-0.54	-0.38	-0.34
L2D.NominalER	0.19	0.26	0.74	0.47
	-0.42	-0.41	-0.38	-0.36
L3D.NominalER	-0.38	-0.04	0.24	-0.31
	-0.45	-0.42	-0.37	-0.35
LD.InterestRD	-0.07	-0.28	0.3	-0.19
	-0.36	-0.25	-0.29	-0.19
L2D.InterestRD	-0.32	0.03	0.11	0.05
	-0.4	-0.26	-0.34	-0.21
L3D.InterestRD	-0.38	-0.17	-0.08	-0.11
	-0.35	-0.27	-0.29	-0.21
LD.USWage	0.76	3.09	13.63***	-2.18
	-4.11	-3	-3.07	-1.78
L2D.USWage	-1.99	3.21	10.20***	-0.63
	-4.22	-3.25	-2.65	-1.99
L3D.USWage	-6.71	5.58	3.52	0.48
	-3.74	-3.37	-1.92	-1.91
LD.MXWage	0.49	-0.16	0.17	-0.2
	-0.51	-0.43	-0.3	-0.41
L2D.MXWage	0.43	-0.15	0.86*	-0.1
	-0.52	-0.44	-0.36	-0.4
L3D.MXWage	0.11	-0.1	0.4	-0.48
	-0.39	-0.39	-0.31	-0.35
R2	88%	62%	90%	66%
N	72	72	89	89
AIC	-29.33	-30.78	-26.44	-27.19
SBIC	-23.7	-20.15	-21.4	-22.21

*Significant at 10%, **Significant at 5%, *** Significant at 1%.

Table 6 presents the results for the remittances equation from the four estimated VECs. The first column shows that the two cointegration equations are statistically significant. Also, the first column presents the short run parameters where it is found a negative relation between the US GDP and remittances, which contrasts with our previous result in the linear model where no relation was found. The short run parameters for Mexico's GDP are positive and significant, which confirms our previous result in the linear model. The nominal exchange rate is found to be non-statistically significant which also contrasts with the linear model where a positive relation was found. We also find that the coefficients for the US wage are not statistically significant which contrasts with our linear model where a negative relationship was found. So basically, this negative relationship was substituted by the negative relationship found between remittances and the US GDP.

The second column presents the results for the first difference of the seasonally differenced data. Only the first cointegration equation is statistically significant. Past values of remittances are statistically significant and positive, which is indicative of dynamic effects perhaps due to social networks effects or due to reductions in costs of remittance reception. The US GDP is not statistically significant. The Mexican GDP is statistically significant again. The nominal exchange rate is found negative and statistically significant, which coincides with the linear OLS model. No other variable is found statistically significant. It is important to notice that the AIC and SBIC show smaller numbers for this 12th differenced data model, so it implies that the seasonally differenced data is better represented by the model, than the first differenced data.

The third column shows the results for the first differenced data including the Covid 19 period. The two cointegration equations continue to be statistically significant. The US GDP and the Mexico GDP continue to be statistically significant. However, now the US wage and the Mexico wage become positive and statistically significant. These results show changes in the short run parameters of the remittances equation.

The fourth column shows the results for the first difference of the seasonally differenced data. The two cointegration equations are now statistically significant, which contrasts with what was found in the Pre Covid data. The US GDP is found positive and statistically significant, which contrast with the results Pre Covid, when no relation was found. The Mexico GDP is found negative and statistically significant, which contrast with the pre Covid data, where it was found positive. The nominal exchange rate is found negative and significant, which coincides with the pre Covid data. No other coefficient is found statistically significant which contrasts with the pre Covid data where the US and Mexico wage were found significant. The AIC and the SBIC show smaller numbers for this model, versus the first differenced data. These results imply that our preferred results are those obtained with the seasonally differenced data.

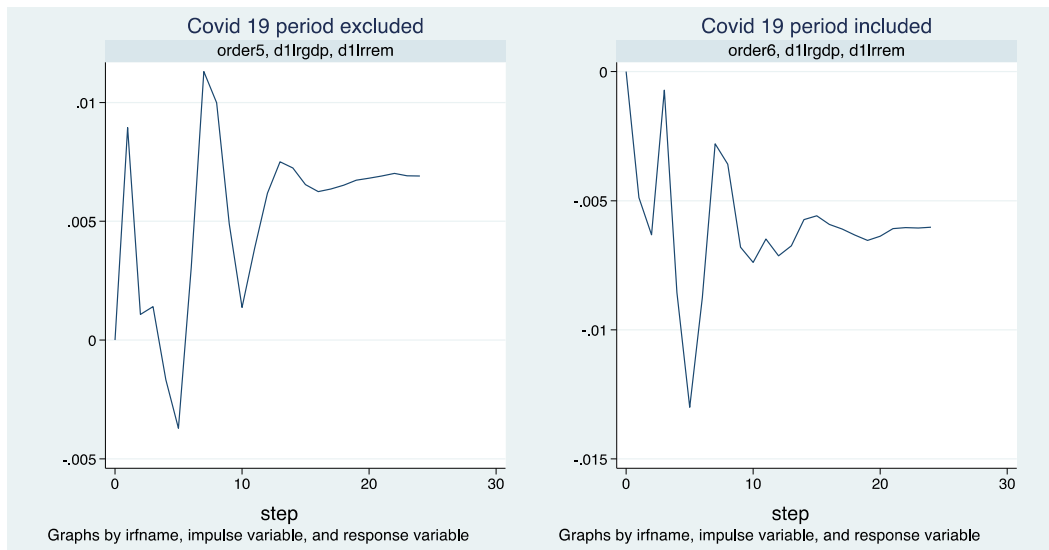
Table 7. Cointegration Equations, First difference of the seasonally differenced data in log units

	Pre Covid 19		Including Covid 19	
	Eq. 1	Eq. 2	Eq. 1	Eq. 2
D.MXGDP	3.13*** [0.49]	0.29 [4.75]	-0.72** [0.32]	-0.35 [4.68]
D.NominalER	-0.74*** [0.12]	0.53 [1.11]	-0.32** [0.15]	10.85*** [2.26]
D.InterestRD	-0.03** [0.01]	-0.32** [0.13]	-0.01 [0.04]	-1.35*** [0.53]
D.USWage	1.67*** [0.56]	-11.98** [5.38]	2.93* [1.62]	-104.33*** [23.74]
D.MXWage	-0.02 [0.09]	-3.37*** [0.86]	-0.86*** [0.23]	9.44*** [3.37]
X ²	117.5***	75.4***	117.5***	75.4***

Table 7 presents the results for the long run coefficients for the two cointegration equations, only for the FD of the seasonally differenced data for the Pre Covid period and the data including the Covid period. The coefficient for the Mexican GDP goes from positive to negative in the first cointegration equation between the Pre Covid and the data including the Covid period. The coefficient for the nominal exchange rate goes from non-significant to positive in the second cointegration equation, between the pre Covid and the data including the Covid period. The coefficient for the interest rate now goes from negative to non-significant in the first cointegration equation between the Pre Covid and the data including the Covid period. The coefficient for the Mexico wage goes from non-significant to negative and significant in the first cointegration equation. These results demonstrate that there were changes both in the short run parameters and the long run parameters.

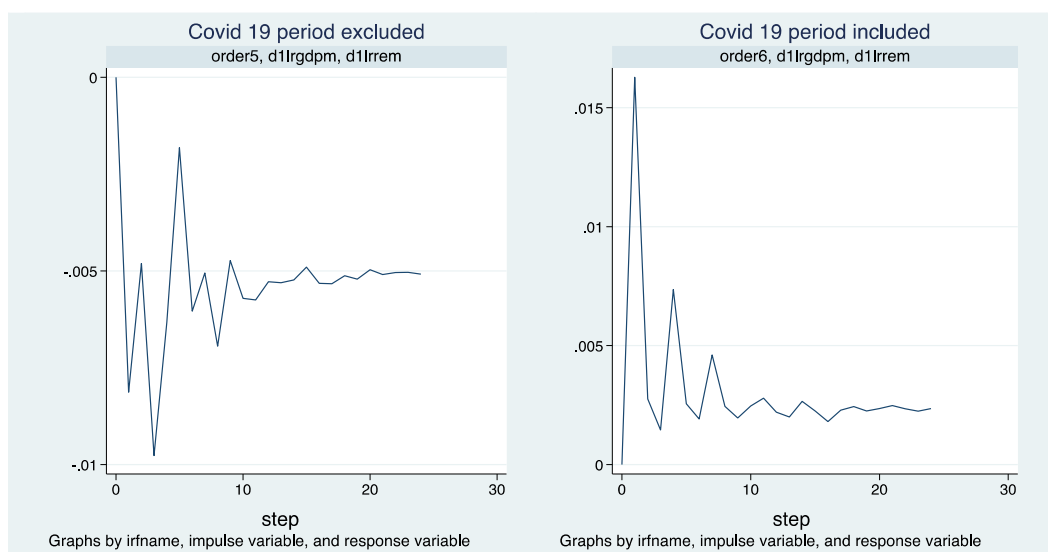
We now show the Orthogonalized Impulse Response Functions (OIRF) for the equation of the remittances. We want to explore what are the implications of the Covid 19 period for predicted innovations in the different variables of the model, so we will present the OIRF for pre Covid period and the data including the Covid period.

Graph 2 shows the OIRF for the expected response in the reception of remittances to one innovation occurring in US GDP. The Graph clearly shows that in the Pre-Covid 19 period remittances were a normal good, while they become an inferior good during the pandemic. This probably shows that providing remittances during the pandemic became a necessity and it was no longer a luxury good that senders could afford.



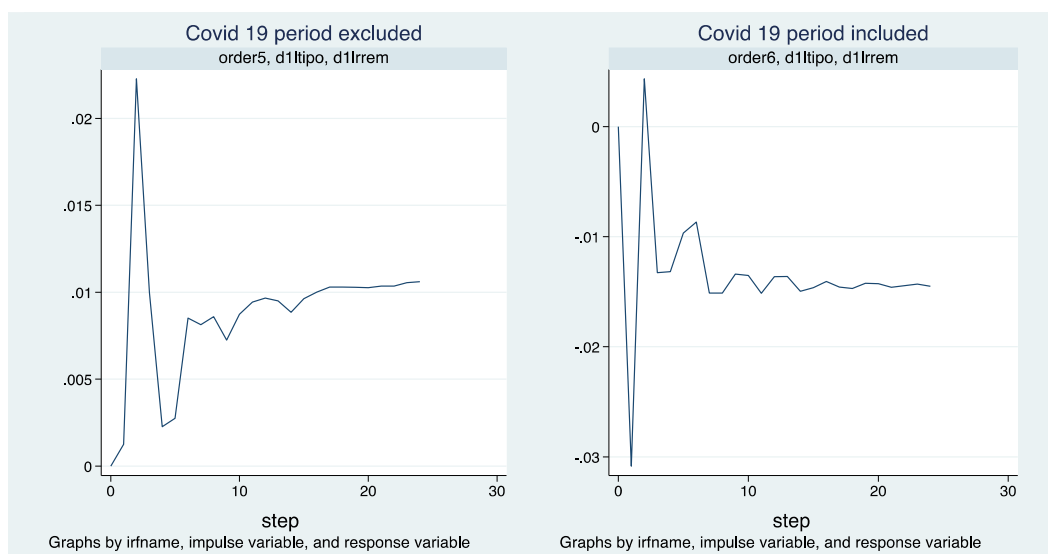
Graph 2. Response of Remittances to Changes in USGDP

Graph 3 shows that the relation between remittances and Mexico’s GDP changed due to the pandemic. Before the pandemic, a positive innovation in Mexico’s GDP would increase remittances, showing the investment motive. Post pandemic, a positive innovation in Mexico’s GDP would reduce remittances, showing the logic of the risk sharing argument.



Graph 3. Response of Remittances to Changes in MX GDP

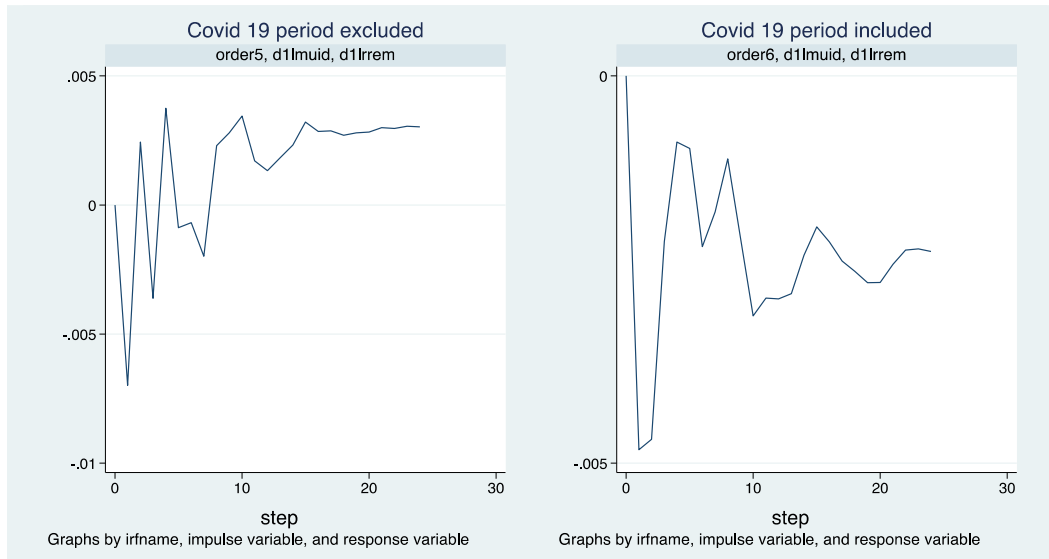
Graph 4 shows that the response to one innovation in the exchange rate went from positive to negative. When the sign was positive, this showed the logic of the investment argument, while when a negative sign is observed the logic of the risk sharing argument, i.e. when the purchasing power of remittances in pesos raises there is less need to send remittances. Notice that the altruistic hypothesis would probably imply also a positive sign of the exchange rate.



Graph 4. Response of Remittances to Changes in Exchange Rate

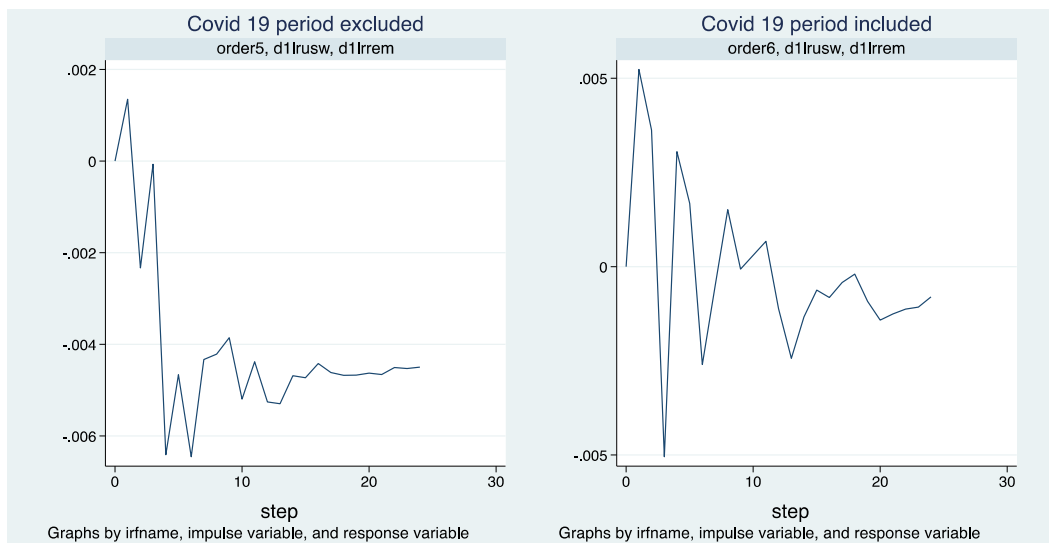
Graph 5 presents the response to one innovation in the interest rate differential. The sign goes from positive to negative. Notice that the positive sign is consistent with the portfolio motive, while a negative sign is consistent with a risk sharing argument, complemented with incentives: if household members in Mexico save, an increase in the interest rate would increase the return to the

their savings and they will require less remittances, but if the household members in Mexico are indebted, then a reduction in remittances would punish household members for the contracted debts.



Graph 5. Response of Remittances to Interest Rate Diff.

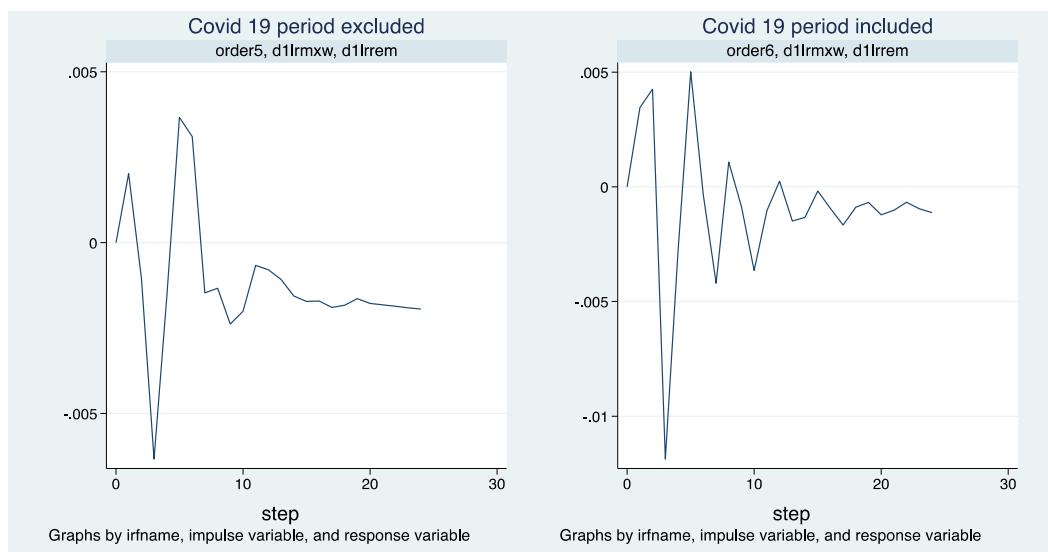
Graph 6 shows the response to innovations in the US wage. While the sign remains negative, it becomes smaller in the Covid 19 period. This result may indicate two things: first, that altruistic consumption is not proportional to the wage per hour and perhaps it is a fixed amount and consequently declining on the wage per hour; second, it may indicate that during the Covid 19 period sending remittances becomes a necessity depending less on the preferences of the sender, and consequently becomes a response converging towards a negative number, which is consistent with what was found in the relation between the US GDP and remittances.



Graph 6. Response of Remittances to US wage

Graph 7 presents how remittances respond to innovations in Mexico's wage. It is negative and bigger during the period previous to the Covid 19. The sign is consistent with the idea of the risk sharing argument. The reduction in the sign, probably shows that the behavior of wages in Mexico became less important, probably because less households that receive remittances have less members working in Mexico.

In general, the results manifest the reduction of the investment motive, as well as the reduction in the altruistic motive and a raising importance of the risk sharing argument, since, in general, coefficients tended to show responses that would show reductions in remittances when there is less need for them and increases in remittances when there is more economic need for them.



Graph 7. Response of Remittances to MX wage

9. Conclusions, recommendations, and final considerations

With the arrival of the COVID-19 pandemic, a collapse in remittances from Mexicans was predicted due to the suspension of economic activities in the United States and its impact on unemployment and income of Americans; however, the reality was different, since remittances increased significantly during 2020, because Mexicans have not only managed to keep their jobs, but also the amount of money they sent to their families increased.

This paper seeks to show the impact of the Covid19 pandemic on remittances from the United States to Mexico. Our results provide evidence that the COVID-19 pandemic changed the long run and the short run relations that remittances held with the different variables that explained them. Before the Covid 19 pandemic, there is evidence in favor of the altruistic motivation to send remittances, as well as for the investment and risk sharing motives. During the Covid 19 pandemic, there is evidence that remittances have become more a necessity relying less on the preferences of individuals and reducing the investment motivations. Consequently, there is evidence in favor that the risk sharing argument is dominating the dynamics of the flow of remittances.

A first limitation of our results is that they do not show what occurs for each remittance corridor that exists between Mexico and the United States, since they may present heterogeneous behaviors. However, while the data for Mexico is disaggregated by Mexican state, the reception of remittances is aggregated from all origins, which does not allow to separate out between remittance corridors. This heterogeneity may be important because of the differences in occupations, migratory status, and time of residence that Mexicans may have, which most likely varies according to the US region where they reside.

A second limitation of this study is that it does not control for the number of Mexicans that reside in the US. This was done mainly because of lack of data since a reliable source for monthly information on the Mexicans that reside in the US does not exist. Our only options for annual data are the March Current Population Survey, which realizes an oversample of the US population and can find Mexican immigrants, and the American Community Survey, which also provides an annual estimation of the Mexico born population residing in the US. An option could be the use of interpolated data using both the monthly CPS and the American Community Survey, however, we considered that a monthly estimation of the Mexico born population residing in the US was outside the scope of this paper.

These results also manifest the need for further research to better understand why there is evidence of lower incentives for sending remittances for investment and altruistic reasons, also to understand the effects that the increase for remittances due to risk sharing reasons could generate, including if such changes may be explained by changes in the characteristics of the individuals that send remittances, or for changes in the characteristics of the individuals that receive remittances. Similarly, whether these changes in the motivations to send remittances may affect the usage of remittances, as well as the consequences for income distribution within the household, between households, within and between regions.

Further analyses are also needed to fully comprehend the scale of the pandemic and its effects on migration, household's expenditures and household's portfolio choices.

References

- [1] Andreoni, J. (1989). Giving with impure altruism: Applications to charity and Ricardian equivalence, *Journal of Political Economy*, 97-6: 1447-58. <https://doi.org/10.1086/261662>
- [2] Aydas, O., B. Neyapti & K. Metin-Ozcan (2005). "Determinants of Workers Remittances: The case of Turkey", *Emerging Markets Finance and Trade*, Vol. 41(3). <https://doi.org/10.1080/1540496x.2005.11052609>
- [3] Banxico (2021a). Ingresos por Remesas. Sistema de Información Económica. Banco de México. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE81&locale=es>
- [4] Banxico (2021b). Salarios Mínimos General, Índice Real. Sistema de Información Económica. Banco de México. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=10&accion=consultarCuadroAnalitico&idCuadro=CA601&locale=es>

-
- [5] Banxico (2021c). Tasa de Fondos Federales Anualizada. Tasas de Interés en los Mercados Internacionales. Sistema de Información Económica. Banco de México. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=18&accion=consultarCuadro&idCuadro=CI34&locale=es>
- [6] Banxico (2021d). Tasas de Interés Interbancarias, Fondeo y Pagaré Bancario Bursátil. Sistema de Información Económica. Banco de México. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=18&accion=consultarCuadro&idCuadro=CF113&locale=es>
- [7] Banxico (2021e). Tipo de cambio promedio del periodo. Sistema de Información Económica. Banco de México. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=6&accion=consultarCuadro&idCuadro=CF86&locale=es>
- [8] Banxico (2020). Remesas en las Entidades Federativas de México en el Contexto de la Pandemia de COVID-19. Extracto del Reporte sobre las Economías Regionales Abril-Junio 2020, Recuadro 2, pp. 20-26.
- [9] BLS (2021a). Average hourly earnings of all. Employment, Hours and Earnings from the Current Employment Statistics Survey. Bureau of Labor Statistics. Available at: https://www.bls.gov/help/one_screen/le.htm
- [10] BLS (2021b). Consumer Price Index Historical Tables for U.S. City Average. Bureau of Labor Statistics.
- [11] BBVA Bancomer-SGConapo (2021). Anuario de Migración y Remesas México 2021. Fundación BBVA Bancomer, A.C. y Secretaría General del Consejo Nacional de Población, de la Secretaría de Gobernación del Gobierno de México.
- [12] Castillo, R. (2001). "Remesas: un análisis de cointegración para el caso de México", *Frontera Norte*, Vol. 13 (26).
- [13] Clemente, J., Montañes, A. & Reyes, M. (1998). Testing for a Unit Root in variables with a double change in the mean. *Economics Letters* 59: 175-182.
- [14] Cuecuecha, A., Fuentes-Mayorga, N. and McLeod, D. (2021). Do minimum wage differentials help explain declining U.S. Mexico migration? *Migraciones Internacionales (forthcoming)*.
- [15] Djajic, S. (1989). Migrants in a Guest-Worker System: A Utility Maximizing Approach. *Journal of Development Economics*, 3: 327-339. [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(89\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0304-3878(89)90017-5)
- [16] Djajic, S. and Milbourne, R. (1988). A General Equilibrium Model of Guest-Worker Migration: The Source Country Perspective, *Journal of International Economics*, 25: 335-351. [https://doi.org/10.1016/0022-1996\(88\)90059-1](https://doi.org/10.1016/0022-1996(88)90059-1)
- [17] Domínguez, C. and Miranda, D. (2021). Dinámica del flujo de remesas durante la pandemia del Covid-19. *Estudios Económicos CNBV-Volumen 4*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/638278/7._Dinamica_de_las_remasas_durante_la_pandemia.pdf
- [18] Eggers, A., Tuñón, G. & Dafoe, A. (2021). Placebo Tests for Causal Inference. Working Paper. Department of Political Science. University of Chicago.
- [19] Elbadawi, I. & R. de R. Rocha (1992). "Determinants of Expatriate Workers' Remittances in North Africa and Europe", Banco Mundial, Documento de trabajo núm. 1038.
- [20] El-Sakka & McNabb (1999). "The Macroeconomic Determinants of Migrant Remittances", *World Development*, Vol. 27(8). [https://doi.org/10.1016/s0305-750x\(99\)00067-4](https://doi.org/10.1016/s0305-750x(99)00067-4)
- [21] Engle, R.F. & Granger, C.W.J. (1987). Cointegration and error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica* 55 : 251-276.
- [22] Faini, R. (1994). Worker's Remittances and the Real Exchange Rate: A Quantitative Framework", *Journal of Population Economics*, Vol. 7.

- [23] Federal Reserve Economic Data (FRED, 2021). Current Price Adjusted GDP Monthly Index Not Seasonally Adjusted. Economic Research Division. Federal Reserve Bank of St. Louis. Available at: <https://fred.stlouisfed.org>
- [24] Giuliano, P. & M. Ruiz-Arranz (2005). Remittances, Financial Development and Growth. Fondo Monetario Internacional. Documento de trabajo núm. 05/234. <https://doi.org/10.5089/9781451862539.001>
- [25] Gupta, P. (2005). "Macroeconomic Determinants of Remittances: Evidence from India", *WP/05/224. Working Papers*, IMF. <https://doi.org/10.5089/9781451862430.001>
- [26] INEGI (2021a). PIB y Cuentas Nacionales. Estimación Oportuna. <https://www.inegi.org.mx/temas/pibo/#>
- [27] INEGI (2021b). Índice Nacional de Precios al Consumidor. <https://www.inegi.org.mx/temas/inpc/>
- [28] Islas, A. & S. Moreno (2011). "Determinantes del flujo de remesas en México, un análisis empírico", *EconoQuantum*, Vol. 7, Núm. 2, pp. 9-36. <https://doi.org/10.18381/eq.v7i2.113>
- [29] Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autorregresive models. *Econometrica* 59: 1551-80.
- [30] Lucas, R.E.B. and O. Stark (1985). Motivations to remit: Evidence from Botswana, *Journal of Political Economy*, 93, 5: 901-18. <https://doi.org/10.1086/261341>
- [31] Mandelan, F. & Vilán, D. (2020). Remittances and COVID-19: A Tale of Two Countries. FED Notes. Washington Board of Governors of the Federal Reserve System, <https://doi.org/10.17016/2380-7172.2803>.
- [32] Mendoza-Gonzalez, M.A. & Villagra-Piña, A. (2021). Effects of Covid 19 and people mobility constraint on addictive consumption of cigarettes in Mexico, 2005-2020. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas, Nueva Época* 16, (3):1-20.
- [33] Miranda, K. (1988). Workers, Remittances, Commodity Aid Utilization and Exchange Rate Unification, Fondo Monetario Internacional, Documento de Trabajo.
- [34] Mouhoub, E.M., J. Oudinet & E. Unan (2008). "Macroeconomic Determinants of Migrant's Remittances in the Southern and Eastern Mediterranean Countries", *Centre d'Economie de L'Université de Paris Nord, Séminaire Démographie, Employ et Migrations entre les rives de la Méditerranée, Université Paris Nord et GDRI DREEM- CNRS*, 2º. borrador. <https://doi.org/10.3166/lcn.9.2.137-161>
- [35] Osili, U.O. (2004) Migrants and Housing Investment: Theory and Evidence from Nigeria. *Economic Development and Cultural Change* 52 (4): 821-849. <https://doi.org/10.1086/420903>
- [36] Phillips, P.C.B. & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika* 75: 335-346.
- [37] Ramírez, T. & Lozano, F. (2021). Vulnerabilidad de la población migrante de México frente a la pandemia del COVID-19. *Revista Latinoamericana de Población*, vol. 15, núm. 28, pp. 102_134, <https://www.redalyc.org/journal/3238/323864536004/html/>
<https://doi.org/10.31406/relap2021.v15.i1.n28.4>
- [38] Rapoport, H. & Docquier, F. (2005). The Economics of Migrants' Remittances. In L.A. Gerard-Varet, S-C Kolm and J. Mercier (Eds) *Handbook of the Economics of Reciprocity, Giving and Altruism* (Amsterdam: North Holland). [https://doi.org/10.1016/s1574-0714\(06\)02017-3](https://doi.org/10.1016/s1574-0714(06)02017-3)
- [39] Solimano, A. (2001). "International Migration and the Global Economic Order: An Overview", World Bank Policy, Documento de trabajo núm. 2720.
- [40] Stark, O. and R.E.B. Lucas (1988). Migration, Remittances, and the Family. *Economic Development and Cultural Change*, 36: 465-481. <https://doi.org/10.1086/451670>
- [41] Stark, O., E. Taylor, and S. Yitzhaki (1986). Remittances and Inequality. *The Economic Journal*, 96: 722-740. <https://doi.org/10.2307/2232987>

- [42] Swamy, G. (1981). "International Migrant Workers' Remittances Issues and Prospects", Banco Mundial. Documento de trabajo núm. 481.
- [43] U.S. Department of the Treasury (2021). Daily Treasury Bill Rates Data. <https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=billrates>
- [44] Valdivia, M., M.A. Mendoza, L. Quintana, C. Salas & F. Lozano (2020). Impacto de la COVID en las remesas y sus efectos contracíclicos en las economías regionales en México, *Contaduría y Administración*, 65(5), Especial COVID-19, 2020, 1-14. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2020.3025>
- [45] Vargas Silva, C. & Huang, P. (2005). "Macroeconomic Determinants of Workers' Remittances: Host versus Home Country's Economic Conditions", *Journal of International Trade & Economic Development*, Vol. 15(1): 81-99. <https://doi.org/10.1080/09638190500525779>
- [46] Wagner, M. & Wied, D. (2017). Consistent monitoring of cointegration relationships: The US housing market and the subprime crisis. *Journal of Time Series Analysis*. DOI. 10.1111/jtsa.12247
- [47] World Bank (2021). Migration and Development Brief 34, May 2021. <https://www.knomad.org/publication/migration-and-development-brief-34>

Inclusión financiera de los receptores de remesas en México

Martha Alicia Rios Obregón¹ - El Colegio de la Frontera Norte, México

Blanca Delia Vázquez Delgado² - El Colegio de la Frontera Norte, México

Resumen

El objetivo del artículo es conocer el impacto de las cuatro dimensiones financieras sobre la probabilidad de inclusión financiera de los receptores de remesas. Un modelo Probit ayuda a reflejar esa asociación, se estima sus efectos marginales usando los datos disponibles del módulo sobre remesas internacionales de la Encuesta ENIF 2015. Los resultados reflejan la importancia del "uso" de instrumentos financieros para la IF de los receptores, mucho más que contar con ingresos elevados; en tanto el acceso y conocimiento financiero tiene efecto variante. Una recomendación derivada del análisis es que en el horizonte post-Covid se puede acelerar la marcha para aumentar la bancarización de los receptores de remesas. La limitación para este tipo de análisis es la disponibilidad de datos, en tanto la última versión de la ENIF eliminó la sección de remesas internacionales; sin embargo, la originalidad del estudio está en analizar a los receptores y su proximidad al sistema financiero. Recibir remesas no implica necesariamente participar del sistema, los receptores están condicionados en distinto grado al uso y acceso financiero, y sobre ello se debe poner atención.

Clasificación JEL: G2, P34, F24, F22.

Palabras clave: inclusión financiera, remesas, migraciones internacionales.

Financial inclusion of remittance recipients in Mexico

Abstract

The objective of the article is to know the impact of the four financial dimensions on the probability of financial inclusion (FI) of remittance recipients. A Probit model helps to reflect this association, its marginal effects are estimated using the data available from the module on international remittances of the ENIF 2015 Survey. The results reflect the importance of the "use" of financial instruments for the FI of the recipients, much more than having high income; while financial access and knowledge has a varying effect. One recommendation derived from the analysis is that in the post-Covid horizon, progress can be accelerated to increase banking penetration of remittance recipients. The limitation for this type of analysis is the availability of data, since the latest version of the ENIF eliminated the section on international remittances; however, the originality of the study lies in analyzing the recipients and their proximity to the financial system. Receiving remittances does not necessarily imply participating in the system, recipients are conditioned to different degrees by financial use and access, and attention must be paid to this.

JEL Classification: C61, G2, P34, F24, F2.

Keywords: financial inclusion, remittances, international migrations.

¹ Correo electrónico: martha.rios.mdr2018@colef.mx

² Autor de correspondencia. Técnicos #302, Colonia Tecnológico, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64700. Tel 8671287700 Correo electrónico: bvazquez@colef.mx

*Sin fuente de financiamiento para el desarrollo de la investigación



1. Introducción

La Inclusión Financiera (IF) actualmente forma parte de los objetivos y agenda del G20 y de diversas instituciones a nivel mundial como gobiernos, organismos internacionales, bancos centrales, etc. (Roa y Mejía, 2018, p.01), debido a que la IF es un factor de desarrollo y de reducción de la pobreza y la desigualdad en los países o regiones con menores ingresos per cápita (Sahoo, et al., 2017; Pérez y Fonseca 2017; Pérez-Akaki y Fonseca, 2017; Maldonado, 2017; Velázquez, 2020). En ese sentido, la IF es un elemento importante en la formulación de políticas públicas en los países en desarrollo (Banco Mundial, 2018a), la participación conjunta de organismos, gobiernos y bancos centrales es fundamental para potencializar mayor IF (Roa y Mejía, 2018).

En el caso de México, la IF comenzó a considerarse como un factor para el desarrollo y de estudio a partir del año 2000 (Carvalho, 2018), mientras que en países desarrollados el tema tomó relevancia a mediados de los años de 80 e inicios de los 90 (Moncayo y Reis, 2019). En esos países se ha trabajado por décadas en materia de IF y actualmente la mayoría de su población está inmersa dentro del sistema financiero con grado de inclusión del 90% (García, Romo y Muñan, 2014, p.79). En contraste, en países con menor desarrollo, como los países latinoamericanos, el nivel de IF de la población ronda alrededor de 50% –o menos–. Es el caso de Ecuador donde solo 23% de su población rural y 45% en zonas urbanas tenían acceso a bancos a principios de la década pasada (Moncayo y Reis, 2019:12); en el Perú solo 29.4% de los hogares usaron servicios financieros por iniciativa propia en 2014 (Alfagame y Ramírez, 2016:261); en Argentina de acuerdo a Global Findex, 33.1% de la población adulta tuvo una cuenta en una institución financiera hasta 2012 (Tuesta, et al, 2015: 13).

Una encuesta a remitentes durante su visita al país de origen, en dos importante receptores de remesas en el continente, El Salvador y Guatemala, mostró que más de 60 % de ellos estaban bancarizados aunque no necesariamente sus envíos de remesas eran a través de los bancos (Cervantes, 2017; Maldonado. 2016). Es decir, la bancarización de quienes envían remesas desde el extranjero no implica que necesariamente su familia receptora, en el país de origen, esté igualmente bancarizada. El estudio de Cervantes (2018) confirmó que el elevado grado de bancarización (67.6%) en los emigrantes mexicano, remitentes de origen desde Estados Unidos, encuestados durante su viaje de visita al país en diciembre de 2015, no corresponde con los bajos grados de inclusión financiera de sus familias receptoras (8.4%). El porcentaje de receptores de remesas que disponen de instrumentos o productos financieros como tarjeta de crédito (8%), préstamo bancario (3%), seguro de vida (5.3%) aún son bajos; sin embargo, el estudio también mostró evidencia de que si el remitente está bancarizado en EUA o cuenta con mayores niveles educativos, mayor será el uso de productos o servicios financieros de sus familias en México (Cervantes, 2018, p.44).³ Sin embargo, a partir de los datos de las ENIF 2015 y 2012 puede argumentarse que, por ahora, no puede establecerse relación directa entre apertura de cuentas bancarias de receptores de remesas y la IF de los migrantes remitentes a México. En la ENIF 2015, por ejemplo, solo 9.9% de los hogares son receptores de remesas y de todos ellos solamente un porcentaje menor las recibe a través de una cuenta bancaria. El mismo patrón se observa en la encuesta en su versión ENIF 2012, dado que 37.7%

³ La encuesta base del estudio de Cervantes (2018) captó a los remitentes en su acceso al país, a los cuales se les preguntó sobre uso de productos financieros de los receptores de sus envíos de dinero. El dato del nivel de bancarización de los receptores excluye a los que declararon no saber sobre las prácticas financieras de su familias en México.

del 6.1% de los hogares del país que recibieron dinero del extranjero lo hicieron a través de familias y conocidos. Desgraciadamente la ENIF 2018, por su parte, no generó datos sobre receptores de remesas como para continuar con el análisis comparativo y constatar si hubo variación en las vías para el envío del recurso. Sin embargo, ampliar el análisis y los estudios sobre el tema en el futuro podrá arrojar mayores elementos para discutir este argumento.⁴

De acuerdo con los resultados obtenidos de la ENIF 2018, en México solo el 54% de la población de entre 18 y 70 años contaba con al menos un producto financiero (CNBV-INEGI, 2018a, p.7). Si se toma en cuenta que en 2019 cuatro de los cinco principales países destino de remesas en el mundo (India, México, Filipinas y Egipto) son países en vía de desarrollo (Ratha *et al*, 2019) se hace evidente la importancia estratégica de acelerar en ellos el proceso de bancarización y el desarrollo de plataformas digitales que faciliten las transferencias internacionales de esos recursos. Cabe referir que este estudio se finalizó un año antes de la crisis sanitaria mundial por la Covid-19, un escenario que puso en el horizonte expectativas no cumplidas de reducción del flujo de remesas y a la vez aceleró el uso de herramientas y plataformas digitales para realizar transacciones económicas; y las condiciones forzadas por las restricciones de movilidad de la población dejó claro que se requiere avanzar más rápido en la implementación de herramientas tecnológicas para aquel fin.

La IF en México juega un papel importante para el desarrollo económico del país y la población debido a los beneficios que genera en los hogares. De acuerdo con el Banco Mundial (2018b) *“la inclusión financiera es un bloque de construcción tanto para la reducción de la pobreza como para generar las oportunidades de crecimiento económico [...] por lo tanto, la inclusión financiera facilita la vida diaria y ayuda a las hogares y las empresas a planificar todo, desde objetivos a largo plazo hasta emergencias inesperadas”*. Por ello, se han generado diversas acciones para incorporar a gran parte de la población del país al sistema financiero formal, en particular aquellos segmentos vulnerables o segmentos de población captadores de recursos, mediante la implementación de políticas y estrategias a nivel nacional que involucran al gobierno o entidades reguladoras, la banca privada y la población en general.

En México, parte de estos esfuerzos han estado enfocados en la inserción de los hogares receptores de remesas por el gran recurso monetario que tienen en sus manos para generar mayores efectos multiplicadores en la economía local, debido además a que la captación de esos flujos internacionales durante los últimos años ha tocado cifras récord. Lo hizo en 2019 cuando ingresaron al país 36,045.52 millones de dólares (Banxico, 2020) y 40,607 millones el año 2020 (Li Ng, 2021), esto a pesar de las expectativas de disminución por la pandemia de Covid-19 (Banco Mundial, 2020, p.21)⁵. Ante el incremento de las transferencias internacionales en forma de remesas para el país, se ha tornado relevante que el segmento de población receptora se encuentre dentro del sistema financiero formal. Por esa razón, como lo argumenta Rendón (El Economista, 2019), el gobierno y las instituciones deben trabajar en conjunto en materia de inclusión financiera. Si el sistema financiero

⁴ Entre las ENIF 2012 y 2015, hubo una variación en la pregunta del cuestionario que busca captar la forma de recepción de remesas en México. En su primera versión se solicitó elegir solo una opción de respuesta, aunque los datos muestran que hubo un error de captación; en tanto en la edición de 2015 se ampliaron las opciones de respuesta a más de una. La versión de ENIF 2018 eliminó la sección 9 de remesas internacionales, por lo que ya no fue posible el análisis del tema con datos de ese último año. Véase el apartado metodológico de la encuesta.

⁵ En su evaluación sobre la crisis de Covid-19 en la migración, el organismo internacional pronosticó en abril de 2020 una caída de 19.3 % de las remesas en la región de Latinoamérica por las tasas de desempleo en Estados Unidos, España e Italia, principales países emisores de remesas hacia la región. La población hispana en EU registró una tasa de desempleo de 6.3%, mayor al promedio del país, de sólo 4.4% (Banco Mundial, 2020, p. 21-22).

de un país influye positivamente en su crecimiento económico, es fundamental asegurar que toda población tenga acceso, uso, protección y educación de los servicios y productos financieros, como lo ha referido también Pérez y Fonseca (2017).

Es conveniente puntualizar, por otra parte, que aunque el indicador empleado para estimar la bancarización es a través del uso o disposición de productos financieros de ahorro o crédito (cuentas bancarias tipo nóminas, cheques, inversión; tarjetas de crédito, obtención de préstamos, etc.), existen otras formas en que las personas pueden acceder a créditos o iniciar esquemas de ahorro. Las Sociedades Cooperativas de Ahorro y Préstamo (Socap), las Sociedades Financieras Populares (Sofipos), etc. son sociedades financieras con distinto grado de regulación, a las cuales pueden acceder personas sin perfil crediticio para la banca convencional, como lo son las familias receptoras de remesas de bajo ingreso. Sin embargo, la dificultad para identificar la participación de la población en esos esquemas está en que no se genera información suficientemente específica o detallada; por lo cual cabe la posibilidad de que alguien categorizado como no incluido financieramente por no contar con cuenta bancaria –por ejemplo– si participe en sociedades cooperativas de financiamiento.

Tabla 1. Hogares receptores de remesas según disponibilidad de cuenta nómina por disposición de crédito y seguro. ENIF-2015.

	Hogares con crédito	Hogares sin crédito	Total (%)
Hogares con nómina	0.96%	0.78%	1.74%
Hogares sin nómina	27.9%	70.3%	98.3%
Total	28.9%	71.1%	100%
	Hogares con seguro	Hogares sin seguro	Total (%)
Hogares con nómina	0.6%	1.1%	1.7%
Hogares sin nómina	21.7%	76.6%	98.3%
Total	22.3%	77.7%	100%

Nota: La pregunta utilizada para la referencia de hogares con nómina fue: ¿usted tiene cuenta de nómina o pensión? (donde depositan su sueldo o pensión). En tanto el indicador hogares con crédito –y su contraparte– se refiere a los registros de las personas que declararon tener crédito bancario, tarjeta de crédito bancaria, departamental, de tienda de autoservicio o con alguna otra institución financiera (Infonavit, Fovissste, Fonacot); mientras que hogares con seguro se refiere a quienes declararon disponer de seguro de auto, casa, de vida, gastos médicos, seguro personal contra accidentes, entre otros.

Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera 2015.

A través de la ENIF-2015 no es posible identificar explícitamente la participación de las personas en esos esquemas de sociedades de ahorro y crédito, pero una aproximación al acceso de los receptores de remesas a créditos y seguros puede identificar a los hogares que no tienen cuenta de nómina o pensión pero que sí disponen de esos esquemas, en sus distintos tipos. La Tabla 1 muestra que 27.9% de quienes reciben remesas y no disponen de cuenta de nómina, si tienen algún tipo de crédito; y 21.7% de los mismos si cuenta con algún tipo de seguro. En este sentido es oportuno reconocer que existe una amplia variedad de posibilidades para que la población en general y los

receptores de remesas en particular, accedan a cierto grado de bancarización a través de estas vías menos reguladas. Diseñar una estrategia de inclusión financiera para las familias receptoras de remesas, dados algunos de sus rasgos y distribución espacial, pasa por considerar también las distintas posibilidades para su acceso al sistema financiero formal con mayor o menor nivel de regulación como lo son los bancos, pero también otro tipo de sociedades de financiamiento.

En ese sentido, el objetivo de este artículo es conocer el impacto de las cuatro dimensiones financieras sobre la probabilidad de inclusión financiera de los receptores de remesas. Es decir, cómo impacta sobre la IF el uso, acceso y conocimientos financieros (educación y nociones de protección) de los receptores de remesas. La hipótesis del modelo es que la inclusión financiera de los receptores de remesas está asociada de distinta forma a esas cuatro dimensiones; la estimación de los efectos marginales de esa relación busca mostrar probabilidades de éxito para la IF a partir del uso, acceso y conocimientos financieros, y con ello los retos y desafíos de toda estrategia para incorporarlos al sistema financiero, dada su importancia para el desarrollo económico del país.

2. Revisión de literatura

Dentro de la literatura existente sobre IF es un tanto escaso el acuerdo sobre una teoría de análisis para este tema, tal como lo argumenta Leal (2016) y García, Romo, y Muñan (2014). Los trabajos existentes son, en su mayoría, estudios empíricos y con carencia teórica formal. En ese sentido, en este apartado se mencionan los diversos conceptos de inclusión financiera y remesas y –de igual manera– se revisarán las características del sistema financiero en México para el envío y la recepción de remesas.

2.1 Definiciones

La inclusión financiera no posee un concepto único de uso generalizado. Por ejemplo, el Banco Mundial (2018b) define a la IF como el “*tener acceso a productos financieros útiles y asequibles que satisfagan sus necesidades —transacciones, pagos, ahorros, crédito y seguro— prestados de manera responsable y sostenible*” tanto para las personas como para las empresas. En México el organismo regulador del sistema financiero define la IF como “*el acceso y uso de servicios financieros formales bajo una regulación apropiada que garantice esquemas de protección al consumidor y promueva la educación financiera para mejorar las capacidades financieras de todos los segmentos de la población*” (CNBV, 2016). Bajo esta perspectiva, la IF posee cuatro principales dimensiones que la componen y se identifican como el acceso, el uso, la noción de protección al consumidor y la educación financiera (CONAIF 2014). Con estas variables se elaboran los indicadores que mide en el país el nivel de incorporación o participación de la población dentro del sistema financiero formal.

Por otra parte, tenemos el concepto de remesas que tiene diversas definiciones de acuerdo con la arista con la que se analizan, desde un enfoque estrictamente contable hasta perspectivas basadas en su uso o propósito. Sin embargo, de forma generalizada se les puede definir como aquella proporción de ingreso de los migrantes internacionales que fungen como apoyo económico a sus hogares de origen y, dada su importancia para la economía de algunos países, es también una variable económica relevante para la banca central (Maldonado, 2016). Uno de los principales motivos de su

envió tiene como finalidad asegurar el acceso de las familias receptoras de remesas a mejores condiciones y calidad de vida en los rubros de salud, mantenimiento del hogar, educación entre otros (Orraca- Romano, 2015).

El estudio de los ingresos proveniente del extranjero en forma de remesas se ha analizado como mecanismo para reducir la pobreza y contribuir al desarrollo de los países y regiones de origen de los migrantes (Mora y Morales, 2018). Las remesas se conciben como motor de ingresos y ahorro (Ireguí *et al.*, 2018) y como una determinante de la liquidez de los no bancarizados (Gaxiola *et al.*, 2020); en ese sentido los migrantes son importantes agentes de desarrollo. El monto total de ingresos por remesas a México en 2021 fue de 40,607 millones de dólares (Li Ng, 2021) y durante los últimos cinco años ha mantenido un comportamiento creciente en términos absolutos; paralelamente también se ha observado una creciente dependencia económica de las remesas, medida en términos de su cada vez mayor proporción respecto al PIB nacional. Entre los años 2003-2019 ese porcentaje promedió 2.3% del PIB y durante el año 2020 el indicador pasó a representar el 3.8% (Conapo, 2019 y BBVA Bancomer, 2021). De igual manera, en 2020 el nivel de dependencia de los hogares en cinco entidades federativas, respecto a estas transferencias, alcanzó niveles de entre 10.3 y 17.1%.⁶

Paralelo a lo anterior, resulta de gran importancia tener bancarizado a este segmento de la población, quienes suelen recurrir a formas financieras de carácter informal para sus transferencias pagadas en efectivo (Cervantes, 2018, p.50), incluso también en su acceso al crédito o ahorro, por lo que mantienen un bajo nivel de IF en el país. No obstante, la importancia de insertarlos al sistema financiero no solo recae en el propósito de mejorar su calidad de vida (visto a nivel hogar o micro), sino en las oportunidades para fortalecer sus capacidades de administración, uso e inversión de los recursos recibidos como remesas. A nivel macroeconómico, los hogares receptores de remesas tienen en sus manos una gran cantidad de recursos monetarios que no están siendo incorporados al sistema financiero y que pueden convertirse en motor de desarrollo local y regional (Rios, 2020).

A la par del análisis de la IF, un indicador de salud financiera puede ser útil para estudiar el comportamiento financiero de los usuarios y potenciales usuarios del sistema. El estudio de UNSGSA (2021) de Naciones Unidas propone que el acceso y uso de servicios financieros son algunos de los factores que determinan la salud financiera, en ese sentido este enfoque puede apoyar al sector financiero y a los tomadores de decisiones para el diseño de mejor política pública. Por esa razón, UNSGSA aboga por que se reconozca a este elemento como objetivo también de la política de IF, y sea incluida en las estrategias de fomento. En el marco de este tema, el estudio de la inclusión financiera de los receptores de remesas puede complementarse con el análisis de su salud financiera para construir escenarios mucho más integrados e identificar su relación. En este estudio no elaboramos un análisis de salud financiera y remesas; sin embargo, queda claro que su consideración en la reflexión es necesaria dado que involucra la capacidad de las personas para gestionar sus necesidades financieras en un contexto de recepción de remesas; lo que por otra parte puede proporcionar pistas claras sobre estrategias de inclusión financiera de los receptores de remesas aún no participantes.

⁶ Las entidades federativas con mayor dependencia de las remesas en México, al tercer trimestre del 2020, como proporción del Valor Agregado Bruto, fueron: Nayarit (10.3%), Zacatecas (12.0%), Oaxaca (12.9%), Guerrero (14.4%) y Michoacán (17.1%) (BBVA Bancomer, 2021).

En ese sentido, el objetivo de este artículo es conocer el impacto de las cuatro dimensiones financieras sobre la probabilidad de inclusión financiera de los receptores de remesas. Es decir, cómo impacta sobre la IF el uso, acceso y conocimientos financieros (educación y nociones de protección) de los receptores de remesas. La hipótesis del modelo es que la inclusión financiera de los receptores de remesas está asociada de distinta forma a esas cuatro dimensiones; la estimación de los efectos marginales de esa relación busca mostrar probabilidades de éxito para la IF a partir del uso, acceso y conocimientos financieros, y con ello los retos y desafíos de toda estrategia para incorporarlos al sistema financiero, dada su importancia para el desarrollo económico del país.

2.2 El sistema financiero mexicano para el envío y la recepción de remesas

Hablando del sistema financiero enfocado a la captación de remesas, los principales intermediarios financieros que compiten en el mercado de envío provenientes de Estados Unidos, a través de transferencias electrónicas para pago en efectivo, son *Western Union*, *MoneyGram*, *Orlandi Valuta*, entre otras (Pérez-Akaki y Álvarez, 2005); mientras que en la modalidad de *money orden* son *United States Postal Services*, *American Express* y *Travellers Express* (Ortiz, 2002). El mercado de envío-recepción de remesas ha tenido algunos cambios en los últimos años ya que empresas como *Western Union* y *MoneyGram* han disminuido su participación de mercado, esto puede estar relacionado a que los últimos años, en el nicho del país receptor, los bancos concentran mayores puntos de pagos a través de BBVA Bancomer, Banamex y el Banco Azteca (Pérez-Akaki y Álvarez, 2007). En razón de lo anterior, los bancos estadounidenses han tenido que generar estrategias con los bancos mexicanos para poder seguir en el mercado. Algunas de estas alianzas se conforman entre bancos como BBVA Bancomer, Santander Serfin, y CITICORP como parte complementaria del envío de este recurso (López, 2002; Pérez-Akaki y Álvarez, 2005).

Sin embargo, cabe recordar que aunque cada vez más el envío de remesas desde Estados Unidos se transfiere a través de bancos, 20.6% en 2015 (Cervantes, 2018, p.50), el pago en México se hace en efectivo, lo que evidencia la necesidad de diseñar mejores estrategias de bancarización de este segmento de población.

Dentro del mercado de captación de remesas, desde los bancos, es importante mencionar que para el 2001 destacó la participación del Grupo Financiero Bancomer al captar 40% de los envíos por esta vía, mientras que Banco Elektra (ahora transferidas mediante el Banco Azteca) tuvo una participación del 16% y Telecom de 8% (Pérez-Akaki y Álvarez 2005). Como se dijo, hasta 2015 los bancos captaron una quinta parte de las transferencias pagadas en efectivo, a la par de empresas de remesas (41.3%) y tiendas, supermercados o farmacias (33.2%).⁷ Tanto sólo 0.9% de los envíos desde Estados Unidos se depositan para su pago en cuentas de cheques o ahorro, tarjetas de débito o de crédito.

⁷ Los datos son resultado de la encuesta que la Dirección de Medición Económica, de la Dirección General de Investigación Económica del Banco de México, llevó a cabo en diciembre de 2015. La encuesta se aplicó a ciudadanos mexicanos no residentes en México que visitaron el país con motivo de los festejos decembrinos. La encuesta se recogió en siete ciudades fronterizas en el norte del país: Ciudad Juárez en el estado de Chihuahua; Matamoros, Reynosa y Nuevo Laredo en Tamaulipas; Mexicali y Tijuana en Baja California; y Nogales en Sonora” (Cervantes, 2018, p.01).

En el año 2021 la captación de remesas en México a través de instituciones no bancarias fue de 77.1% (BBVA Bancomer 2021: pág.102); este fue el principal medio para recibirlas. No se sabe específicamente la participación de empresas remesadoras involucradas en la recepción, existen pocos estudios acerca de este mercado. Por otra parte, en el país se cuentan 45 entidades financieras autorizadas por la CNBV-SHCP (2021a); si se consideran los saldos de la captación bancaria, los diez principales bancos con mayor participación en el mercado son: BBVA Bancomer con 22.65%; posteriormente, Santander con 13.24%; seguido de Banamex con 12.9% y Banorte con 12.05%; HSBC con 7.49%; Scotiabank con 6.89%; Inbursa con 3.90%; Banco del Bajío 3.26%; y Banco Azteca 2.69% (CNBV-SHCP 2021b). En conjunto representan el 85% de la captación total, aunque no hay información disponible sobre qué proporción de su captación corresponde a remesas; es decir, no se cuenta con información desagregada sobre su participación de mercado en la captación de remesas dentro del sistema financiero mexicano.

Con información de la ENIF-2015, donde solo 9.9% de los registros representan a receptores de remesas, se obtiene que el principal intermediario para la recepción son las tiendas departamentales (Coopel, Elektra, Famsa), ya que 35.4% de los receptores declaró usar este medio; posteriormente le siguen las remesadoras (Western Union, Money Gram, etc) dado que 24.8% de los receptores dijo usar esta vía; 10.64% declaró recibir su recursos a través orden de pago o cheque en sucursal bancaria; 10.42% mediante una cuenta bancaria; 13.4% vía Telecomm o Sepomex; 3.83% usa a la familiar o conocido como medio de envío; y solo 1.49% dijo recibir sus remesas a través de Supermercados. Los datos son interesantes porque pone en perspectiva nuevamente la idea de que la bancarización del remitente corresponde con la IF de su receptor en el origen; sin embargo, sin negar la correlación entre ambos elementos, los datos disponibles de las vías empleadas para la recepción de remesas aún no refieren cambios en aquella relación.

A pesar del efecto positivo que puede tener el envío de remesas en la inclusión financiera de los receptores en el origen, no hay acuerdo sobre el efecto específico único que pueda tener. Ambrosius y Cuecuecha ahonda sobre los enfoques acerca de los efectos de las remesas en el acceso y uso de los servicios financieros, y refieren que algunos opinan que “las remesas funcionan como sustituto del crédito” y otra perspectiva refiere que “las remesas pueden funcionar como catalizador para el desarrollo financiero” (Ambrosius y Cuecuecha, 2016, p.80-81). Su análisis sobre uso de servicios formales e informales en México para el envío evidenciar correlaciones positivas entre remesas y la tenencia de cuentas de ahorro, deudas y préstamos en familias receptoras; encuentra que el impulso en el endeudamiento en particular viene dado por el financiamiento informal, lo que en su interpretación alude a deficiencias del sistema. En el mismo sentido, el estudio de Padilla *et al.* (2020), en un análisis sobre remesas familiares e IF en El Salvador, argumenta que el entorno financiero institucional, su confiabilidad, es relevante para el uso de instrumentos financieros y explica el bajo uso de esta vía en aquel país; tal como lo muestra también el último anuario de migración y remesas en México (2021) que indica como las familias mexicanas continúan empleando vías informales o instituciones no bancarias para recibirlas, ya que solo 22.9% de las 40.6 mil millones de dólares que entraron a México por concepto de remesas en 2020 se recibieron a través de bancos (BBVA-Conapo, 2021:p102).

En ese sentido, los bancos deben trabajar estrategias para competir en el mercado, considerando además que existen diversos aspectos que influyen en la toma de decisiones de los

migrantes y sus familias para seleccionar el medio a través del cual envían y reciben las remesas. Entre algunos de estos factores se encuentran aspectos asociados al servicio, pero también a los costos y ventajas del tipo de campo.

El estudio de Cervantes (2018) mostró que entre los principales criterios que influyen en la elección del servicio de envío de remesas a México, desde el extranjero, están la forma rápida e inmediata de acceder al dinero en el destino, 66.4% de los emigrantes mexicanos refirieron este elemento, seguido de las facilidades ofrecidas por las remesadoras en el origen del envío, 12.7% declaró considerar este factor, llámese empresas de remesas, bancos, tiendas, etc. Por el contrario, el costo de envío fue considerado en menor medida como un factores a tener en cuenta en la elección del medio para envío, dado que sólo 1.4% de los emigrantes mexicanos lo refirió (Cervantes González, 2018). Una respuesta de las entidades financieras a estos aspectos en la elección del servicio debe ser el aumento de su infraestructura en el destino, en términos de cobertura territorial, además de ofrecer mayores facilidades y conveniencia del servicio; todo con la finalidad no solo de competir con sus pares sino para lograr una mayor cuota de mercado respecto a empresas *remesadoras* y tiendas que no forman parte del sistema financiero. El acceso y facilidades de uso de la infraestructura e instrumentos financieros en el destino de las remesas, destacan como referencia para la elección de la vía o medio de envío.

En este contexto, es fundamental no sólo prestar atención a aspectos asociados a la regulación de mercado, particularmente en lo referente a los costos de transacción (Marcano, 2019) para el acceso al sistema financiero; tal como lo recomendó el Banco Mundial con la iniciativa “*5x5 Objective*” (reducir el costo de las remesas internacionales de 15% a 10% en cinco años) o el proyecto *Greenback 2.0*, que aboga a favor de la reducción del costo a nivel mundial (Grandolini, 2015)⁸. Se trata de crear convenios internacionales para regular el cobro de las comisiones, generar legislación específica o crear un marco de regulación para los distintos aspectos del proceso de transferencia de recursos; pero también tomar en cuenta la conveniencia práctica de usos y acceso al sistema financiero por parte de los receptores en el destino.

En el año 2000 el gobierno mexicano puso en marcha la Oficina Presidencial para la Atención de los Mexicanos en el Exterior (OPME), la cual tuvo entre sus objetivos buscar la reducción de costos en el envío de remesas de Estados Unidos a México (Pérez-Akaki y Álvarez, 2005). De su fusión con el Programa para las Comunidades Mexicanas en el Extranjero se creó el Instituto de los Mexicanos en el Exterior (IME) como órgano desconcentrado de la Secretaría de Relaciones Exteriores, desde donde se continúa trabajando con ese propósito, al igual que generar procesos de aprendizaje y educación financiera de los migrantes mexicanos en el extranjero.

Posteriormente, en el 2011 se creó el Consejo Nacional de Inclusión Financiera (CONAIF)⁹, incorporado en 2014 a la Ley para Regular las Agrupaciones Financieras (CNBV, 2018), que permitió llevar a cabo acciones coordinadas en materia de IF. En ese mismo año se aprobó la Reforma Financiera que tuvo como finalidad el fomento de la competencia en el sector y fortalecer el marco normativo y la capacidad operativa de la banca en el país (CONAIF, 2016). En 2016 se puso en marcha

⁸ El programa “*5x5 Objective*” surgió en 2009 en la reunión del Grupo de los Ocho (G-8) para posteriormente ser retomado por el Grupo de los Veinte (G-20) y retomado por el grupo de trabajo del Banco Mundial sobre remesas. En tanto el proyecto *GreenBack 2.0* apoya a ciudades a favor de las remesas y sus implicaciones para sus comunidades (Grandolini, 2015).

⁹ Esta entidad coordina a las autoridades financieras con el fin de definir e implementar políticas en materia de inclusión financiera (CONAIF, 2016).

la Estrategia Nacional de Inclusión Financiera para acelerar el acceso a servicios financieros de la población (Banco Mundial, 2016), y el Plan Nacional de Inclusión Financiera (PNIF), con seis principales ejes de acción, como herramienta de coordinación para la IF.¹⁰ En esa lógica, algunas acciones realizadas con un gran efecto en la IF fueron la implementación del programa piloto de la plataforma digital CoDi y la Ley para Regular las Instituciones de Tecnología financiera o “Ley Fintech” para el fomento del uso de plataformas digitales e innovación tecnológica para transacciones electrónicos en tiempo real (Lagarde, 2019).

La estrategia más reciente es la propuesta presentada por Banxico y la SHCP en la Política Nacional de Inclusión Financiera 2020-2024 (PINF). Con ella se busca alcanzar un nivel de bancarización de 77% de la población para 2024, es decir, que este grupo cuente con al menos un producto o servicio financiero (Zepeda, 2020). La PNIF 2020-2024, en su eje número seis, busca particularmente favorecer la IF de personas situación de vulnerabilidad como mujeres, migrantes, personas adultas mayores, indígenas y población rural a través del fomento de pagos digitales, acceso a infraestructura, herramientas de información, así como de las competencias económico-financieras de la población (CONAIF y CEF, 2020).

Una acción importante para aumentar la inclusión financiera de grupos vulnerables en México es voltear la vista hacia los hogares receptores de remesas. En estos hogares se destinan entre 70-80% de los recursos recibidos del exterior para su manutención alimentaria¹¹ lo que indica su dependencia económica de las remesas y la vulnerabilidad social en la que viven. Por otra parte, un problema al que se enfrentan también estos grupos es la escasa presencia e infraestructura de entidades financieras para su fácil acceso. Quizá en esa lógica, el gobierno federal en turno, junto con el Banco del Bienestar (BB), anunció en el año 2020 la construcción de 13,000 sucursales a lo largo de todo el territorio mexicano (Cruz I., 2019). Se pretende lograr una cobertura mayor con alrededor de 17 mil sucursales para el 2024, y otorgar apoyo con programas sociales a 20 millones de mexicanos (Morales, 2019).

Si nos referimos en particular a la promoción del acceso y uso de productos financieros entre quienes envían y reciben remesas, para aumentar su inserción al sistema financiero, la PNIF 2020-2024, en su eje seis, define cuatro líneas de acción: 1) La promoción y facilitación de aperturas de cuentas de captación de ahorro para el retiro, y otros productos financieros, para los migrantes y sus familias; 2) Incentivar la disminución de los costos en el envío de remesas; 3) Fomentar la aceptación o confianza en el sistema financiero mexicano empleando la matrícula consular como identificación oficial; y por último 4) Crear programas de educación económico-financiera y de aprendizaje en cascada, a través de la red consular en Estados Unidos y del personal de organizaciones de la sociedad civil (CONAIF y CEF, 2020).

Paralelamente, con el apoyo conjunto del Instituto de los Mexicanos en el Exterior (IME) y la Red Consular de México en Estados Unidos, se impulsan tres principales acciones: 1) La promoción

¹⁰ Los seis ejes se refirieron a: 1) desarrollo de conocimiento para el uso eficiente y responsable del sistema financiero; 2) uso de innovaciones tecnológicas para la IF; 3) desarrollo de infraestructura financiera en zonas no atendidas; 4) mayor oferta y usos de servicios financieros para población desatendida o sub-atendida; 5) crear en los usuarios mayor confianza en el sistema financiero; y 6) generar datos para evaluar esfuerzos de IF (CONAIF, 2016: 29-31).

¹¹ El dato es del Anuario de Migración y Remesas, elaborado con base en CONAPO, STPS, INM, SRE y EL COLEF, Encuesta sobre Migración en la Frontera Norte de México (EMIF NORTE), 2016; <http://www.migracionyremesas.org/tb/?a=F907D5>
<http://www.migracionyremesas.org/tb/?a=F907D5>

de la inclusión y educación financiera a través de la difusión de programas e iniciativas dirigidas a personas mexicanas que se encuentren en el exterior; 2) Fomento de esquemas y herramientas que faciliten el envío de remesas a proyectos productivos y construcción de patrimonio; y 3) Creación de nuevas formas de contribuir e invertir en el desarrollo de México en colaboración con el sector público y privado (IME y SER, 2019).

Dentro de los programas para facilitar el envío y recepción de remesas está el programa “Directo a México”, un servicio de captación de remesas operado por el Banco de México desde el 2003, que durante el 2018 sólo captó 0.93% de las remesas de los 33,470 millones de dólares recibidos en México bajo ese concepto (CNBV y SHCP, 2019; Banco de México, 2019). Está disponible también la “Debicuenta Express”, ofrecida por el Banco del Bienestar, con la cual los mexicanos que se encuentren en cualquier parte del mundo pueden abrir una cuenta bancaria, facilitando así el envío de remesas (IME y SER, 2019). De igual manera, se cuenta con el servicio de “Quién es quién en el envío de dinero”, una herramienta a cargo de la Profeco, que permite a los migrantes informarse sobre empresas, costos y características de los servicios financieros que se ofrecen para enviar o recibir dinero desde Estados Unidos (IME y SER, 2019).

Por su parte, las instituciones financieras están trabajando no solo en términos de ampliar el acceso al sistema financiero con mayor infraestructura, sino en temas de educación financiera¹² y en la generación de servicios e instrumentos financieros accesibles, acorde a las necesidades y perfil de los usuarios. Como ejemplo está la eliminación de 904 comisiones y costos por parte de BBVA-México; y la eliminación de costos por transferencias de dinero, desde el 26 de noviembre de 2019, enviado desde Estados Unidos a México a través de Banco Santander (Canchola y Lastiri, 2019).

Si hablamos de los hogares que envían y reciben remesas, estos actores son importantes dentro de cualquier estrategia de promoción de la IF en país, porque el tener una participación constante en Foros y encuentros¹³ les permite expresar sus necesidades y señalar las deficiencias del sistema financiero. A través de estos espacios de participación sus problemáticas e inquietudes pueden ser tomados en cuenta (Rios, 2020) y pueden establecer diálogo con otros actores involucrados en el envío de remesas, con el propósito de delinear esquemas de colaboración para una mayor participación de sus familias, en México, dentro del sistema formal. Algunas de las asociaciones que representan los intereses de los migrantes mexicanos, y sus familias receptoras en México son, por ejemplo, la Asociación Mexicana de Uniones de Crédito del Sector Social, Chicanos por la Causa y MALDELF (*Mexican American Legal Defense and Educational Fund*). Estos grupos participan en foros y reuniones donde demandan no solo que los servicios financieros sean accesibles en costo, sino también infraestructura financiera para hacer uso de ella (Esquivel, 2019; Arozarena, 2019; y Rios, 2020).

¹² Mientras que por parte del sistema financiero algunas de las acciones más recientes por estas instituciones es el trabajado en educación financiera como fue la 11^a Semana Nacional de Educación financiera (CNBV, 2019), 8vo Encuentro Incluye organizado por Citi Banamex (Juárez, 2019), la creación de aplicaciones como Blue de BBVA México (Leyva, 2019).

¹³ Otra de las acciones recientes realizadas por el gobierno mexicano, a través de la Secretaría de Relaciones Exteriores, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Instituto de los Mexicanos en el Exterior y en conjunto con Citi Banamex (como parte de los bancos) fue el “Foro Binacional de Remesas e Inclusión Financiera para Migrantes”, llevado a cabo el 24 y 25 de octubre de 2019 en Ciudad de México.

3. Metodología

En estudios anteriores se ha explorado tanto la relación entre las remesas y el desarrollo económico (García, 2007; Canales, 2008), como la relación entre la IF y el desarrollo económico (Pérez y Fonseca 2017; Li, 2014). Por otra parte, el impacto de las remesas en la IF no ha sido investigado a profundidad en vista de limitaciones de la teoría y escasez de datos (Leal, 2016; Li, 2014; García et al., 2014); por lo que aún son pocos los documentos de análisis estadístico sobre este último tópico. Un trabajo previo a este, y que toma parte de los mismos conceptos, es el realizado por Ambrosius y Cuecuecha (2016), en el cual se puede ver la relación de las remesas y el uso de los servicios financieros tanto formales como informales. En ese estudio se piensa a las remesas como un catalizador para el desarrollo financiero de los países por la gestión financiera que generan los hogares migrantes; el estudio es un primer acercamiento a cómo responden los diversos servicios financieros a las remesas en México, en tanto que esta propuesta de análisis mostrará la relación que poseen las remesas con las dimensiones de la IF.

En ese sentido, el propósito de este análisis es mostrar las dimensiones que componen la IF y el efecto de la recepción de remesas en la población mexicana, para dejar ver la mayor o menor inmersión en el sistema financiero formal. Este estudio forma parte de un análisis más amplio sobre la IF de la población mexicana de 18 a 70 años a nivel regional; sin embargo, aquí solo se recuperan los resultados del modelo general considerando la recepción, o no, de remesas desde el exterior.¹⁴

Para el análisis se empleó la base datos estadística del módulo 9 sobre remesas internacionales de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF)-2015, resultado del trabajo en conjunto de la Comisión Nacional de Banca y Valores (CNBV) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), con el objetivo de conocer a mayor detalle los avances y retos de la inclusión financiera en el país. El diseño de la muestra es probabilística, trietápica, estratificada y por conglomerados, donde la unidad mínima de selección son las personas de 18 a 70 años. El tamaño de la muestra se realizó considerando un nivel de confianza del 90% (CNBV-INEGI, ENIF 2015). Se optó por la ENIF- 2015, debido a que la sección 9 fue eliminada en el levantamiento de 2018, por lo que ENIF-2015 es la última base disponible con datos que reflejan transferencias monetarias recibidas desde el extranjero; es decir, la base de datos ofrece información sobre personas mayores de edad de los hogares quienes reciben remesas en México.

Los indicadores usados para representar las cuatro dimensiones asociadas a la inclusión financiera fueron: para la variable “uso” de instrumentos financieros se consideró la forma de pago más frecuente declarada, tal como uso de tarjeta/cheque en contraposición a pago en efectivo (porcentaje de adultos que cuentan con al menos un servicio formal financiero en el periodo de referencia de la ENIF-2015); la variable “acceso” a infraestructura financiera se representó a través de la utilización de sucursal bancaria u otra institución financiera (porcentaje de adultos que utilizó

¹⁴El análisis amplio de donde deriva este estudio tuvo como propósito adicional evaluar la relación entre IF y calidad de vida en las personas, además de buscar su representación regional en el país, de acuerdo a la regionalización propuesta por la misma ENIF. Por esa razón el modelo amplio consideró no solo variables de control (sexo, edad, escolaridad, trabajo, empleo formal e ingresos), sino también cada una de las cinco regiones geográfico-administrativas delimitadas por la encuesta. Sin embargo, en este trabajo sólo se presentarán los resultados de correlación entre las dimensiones de la IF y la condición de ser o no receptor de remesas.

algún punto de acceso en el periodo de referencia de la ENIF-2015); para la variable nociones de “educación” financiera se consideró el conocimiento de conceptos o nociones que reflejan educación financiera (porcentaje de adultos que conoce la existencia del seguro de depósitos en el periodo de referencia de la ENIF-2015); y para representar la variable sobre el sentido de “protección” del consumidor de servicios financieros, se tomó en cuenta el conocimiento de derechos de usuario e instancias de reclamo de los usuarios financieros (porcentaje de adultos que conoce la existencia de la instancia nacional de protección financiera en el periodo de referencia de la ENIF-2015).

Para analizar la inclusión financiera de los receptores de remesas, y el impacto de los elementos de la IF en su incorporación exitosa, se estima un modelo probabilístico (*Probit*), cuya función de probabilidad es la distribución normal acumulativa. Es decir, este modelo nos permitirá relacionar las cuatro dimensiones de la IF definidas para este estudio con la participación financiera formal efectiva de los receptores en el sistema. La hipótesis del modelo es que la inclusión financiera de los receptores de remesas está asociada de distinta forma a esas cuatro dimensiones; la estimación de los efectos marginales de esa relación busca mostrar probabilidades de éxito para la IF a partir del uso, acceso y conocimientos financieros, y con ello los retos y desafíos de toda estrategia para incorporarlos al sistema financiero, dada su importancia para el desarrollo económico del país. Este tipo de modelo se emplea cuando la variable dependiente es dicotómica [0, 1], estimándose así la probabilidad de que $y_i = 1$, es decir, la probabilidad de que la población esté incluida en el sistema financiero mexicano. El modelo *Probit* se estima y define de la siguiente manera:

$$Pr (y_i = 1 | X_i, Z_i, \lambda_r, Rem_i) = \Phi (X_i\beta + Z_i\gamma + \lambda_r + Rem_i\delta) \quad (1)$$

Dónde:

- y_i es nuestra variable dependiente, la cual toma el valor de 1 si el adulto del hogar está incluido ($y_{i, si i=1}$) y 0 si está excluido financieramente ($y_{i, si i=0}$).
- $\Phi(\bullet)$ expresa la función de distribución acumulativa normal estándar.
- El vector X_i engloba una serie de variables de control de nivel individual, entre ellas se encuentran la sexo, edad, el grado de escolaridad del individuo (i), trabajo, empleo formal e ingresos.
- El vector Z_i hace referencia a las variables de acceso, uso, conocimiento de educación financiera y nociones sobre mecanismos de protección al consumidor financiero, del individuo (i). Todas ellas componen las dimensiones de la inclusión financiera para este estudio.
- La variable λ_r alude a la región perteneciente (r) del adulto en el hogar (i).¹⁵
- Y por último la variable Rem_i es dicotómica, donde toma valor de 1 cuando el adulto del hogar recibe remesas y 0 cuando no recibe ingresos provenientes del extranjero.

Los coeficientes obtenidos de las variables independientes en el modelo *Probit* de la ecuación (1) no tienen una interpretación intuitiva directa, por lo cual se opta por calcular los efectos

¹⁵ Para el presente estudio no se mostrarán los resultados de la clasificación territorial de México en 5 regiones (noroeste; noreste; occidente y bajo; centro sur y occidente; y sur) de acuerdo con la clasificación de la ENIF 2018, INEGI. La Ciudad de México se incorporó a la región centro sur occidente por el número de registros en la base de datos, insuficientes para lograr una representatividad individual.

marginales, para así evaluar los controles en la media medida. De manera específica el efecto marginal para x_k se obtiene de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \frac{\partial Pr(y_i = 1 | X_i, Z_i, \lambda_r, Rem_i)}{\partial x_k} &= \frac{\partial \Phi(X_i\beta + Z_i\gamma + \lambda_r + Rem_i\delta)}{\partial x_k} \\ &= \phi(X_i\beta + Z_i\gamma + \lambda_r + Rem_i\delta) \times \beta_k \end{aligned} \quad (2)$$

Donde $\phi(\bullet)$ expresa la función de densidad de la probabilidad normal estándar y β_k es el coeficiente asociado con x_k . Por lo cual, los efectos marginales obtenidos de la ecuación (2) logran captar el efecto ante un cambio menor en las variables explicativas sobre la probabilidad de que ocurra el evento, es decir, que el adulto del hogar mantenga cierto grado de inclusión financiera o la asociación de ser receptor de remesas y cómo influye el uso, acceso y conocimientos (educación y protección) de los recursos ofrecidos por el sistema financiero para estar incorporado formalmente.

El modelo *probit* se eligió porque el propósito de este trabajo es estudiar el efecto que tienen las dimensiones que componen la IF sobre la inmersión en el sistema financiero de los adultos receptores de remesas; el modelo que permite acotar la respuesta a: si se encuentra inmerso en el sistema financiero o no. Además, la estimación de los efectos marginales de esa relación busca mostrar probabilidades de asociación entre cada una de las dimensiones de la IF y ser receptor de remesas. Esto es útil para predecir sus conductas financieras asociadas a la condición de ser un hogar receptor de remesas, controlando por variables como el perfil sociodemográfico -por ejemplo- de quien encabeza el hogar. Con esta información es posible hacer frente al diseño de estrategias para incorporarlos al sistema financiero a los beneficiarios de remesas.

4. Resultados

Los resultados del modelo *Probit* muestran el tipo de relación entre variables y si estas son significativas para el modelo. Su interpretación se hace en términos probabilísticos y solo se considera su signo como variación de la probabilidad cuando aumenta la variable explicativa particular. Para este análisis, el signo positivo dice que la variable correspondiente aumenta la probabilidad de ocurrencia de la IF, es decir, probabilidad de IF, y en sentido opuesto ante un signo negativo.

En el modelo *Probit* general (Tabla 2) todas las variables, en su conjunto, son significativas al 99% ($p < 0.01$), con excepción de la variable correspondiente a la noción de protección al consumidor, que alcanzó un nivel de confianza de 95 %. Iguales resultados se encontraron al evaluar las variables para el grupo No receptor de remesas y para el grupo Receptores de remesas; en este último caso sólo la variable Acceso mostró un nivel de confianza al 90%. Asimismo, la mayoría de las variables en el modelo general tiene una relación (signo) positiva respecto a la probabilidad de que el individuo esté incluido financieramente, excepto las variables "trabajo" y "educación" financiera, una condición que se reproduce también en el grupo de los No receptores de remesas. Un signo negativo de la variable significa que los "ingresos" o contar con "educación" sobre el tema, no determina por sí mismo la inclusión financiera de las personas. En el caso del grupo receptor de remesas las

variables “acceso”, “educación” financiera, nociones de “protección” financiera, incluso la variable “sexo”, tienen un efecto negativo; lo que pudiera reflejar la carencia de infraestructura financiera en áreas rurales, donde vive una gran proporción de las familias de origen de los migrantes mexicanos remitentes de remesas.

La conjunción de varias condiciones en este grupo receptor, tal como su amplia dispersión espacial y seguramente la carencia de condiciones adecuadas para su desarrollo social, como el acceso e infraestructura para la educación, pueden explicar la relación negativa de las dimensiones de la IF –excepto la variable uso– para su incorporación al sistema. Un ejemplo como el de una mujer receptora de remesas enviadas por su esposo desde Estados Unidos, para la manutención básica alimentaria de sus hijos, y viviendo en una comunidad rural alejada de centros urbanos, ilustra fácilmente la exclusión financiera de la persona y su familia en términos de las dimensiones de la IF analizadas aquí.

Tabla 2. Modelo *Probit*: Probabilidad de que las personas mantengan una condición de inclusión financiera. México, 2015.

Dependiente: Inclusión Financiera			
*Variables Control	General	Receptores de Remesas	No Receptores de Remesas
N	14,743	1,456	13,287
R ²	0.1741	0.2223	0.1799
Constante	-0.7047	-0.6067	-0.7477
Sexo: ser hombre en contraste a ser mujer	0.0041 (0.0225)	-0.0053 (0.0739)	0.0035 (0.0238)
Edad	0.0002 (0.0007)	0.0004 (0.0023)	0.0003 (0.0007)
Años de escolaridad	0.0451 (0.0030) ***	0.0852 (0.0099) ***	0.0458 (0.0032) ***
Trabajo	-0.1006 (0.0287) ***	0.3010 (0.0901) ***	-0.1502 (0.0304) ***
Empleo formal	0.8846 (0.0302) ***	0.5562 (0.1039) ***	0.9533 (0.0320) ***
Ingreso mensual (miles)	0.0396 (0.0038) ***	0.0777 (0.0120) ***	0.0365 (0.0040) ***

*Variables de IF			
Uso	1.2817 (0.0729) ***	1.7886 (0.3279) ***	1.2268 (0.0752) ***
Acceso	0.0649 (0.0237) ***	-0.1600 (0.0844) *	0.0832 (0.0251) ***
Educación financiera	-0.1213 (0.0248) ***	-0.3449 (0.0894) ***	-0.0912 (0.0260) ***
Nociones de protección al Consumidor	0.0610 (0.0270) **	-0.7430 (0.1021) ***	0.1389 (0.0284) ***

Remesas	0.0182	-	-
	(0.0379)		

Notas: significancia de probabilidades en *** p<01, **p<05, *p<10.

Fuente: Obtenido de Rios (2020) con base en la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera 2015. Los errores estándar están entre paréntesis.

Al tratarse de un modelo probabilístico la interpretación de los coeficientes estimados de cada una de las variables representa los efectos marginales que explican el efecto que tendría cada una de ellas en la probabilidad de inclusión desde el punto de vista financiero, es decir IF. Los resultados se presentan posteriormente en la Tabla 3.

Tabla 3. Efectos marginales del modelo *Probit* para evaluar la inclusión financiera de las personas. México, 2015.

Dependiente: Inclusión Financiera			
*Variables control	General	Receptores de Remesas	No Receptores de Remesas
Sexo: ser hombre en contraste a ser mujer	0.0016 (0.0087)	-0.0020 (0.0282)	0.0014 (0.0092)
Edad	0.0001 (0.0003)	0.0001 (0.0009)	0.0001 (0.0003)
Años de escolaridad	0.0175 (0.0012) ***	0.0324 (0.0038) ***	0.0177 (0.0012) ***
Trabajo	-0.0388 (0.0110) ***	0.1157 (0.0349) ***	-0.0578 (0.0116) ***
Empleo formal	0.3152 (0.0095) ***	0.2004 (0.0349) ***	0.3370 (0.0098) ***
Ingreso mensual (miles)	0.0153 (0.0015) ***	0.0296 (0.0045) ***	0.0141 (0.0015) ***
*Variables de IF			
Uso	0.3662 (0.0114) ***	0.4169 (0.0256) ***	0.3567 (0.0126) ***
Acceso	0.0251 (0.0091) ***	-0.0612 (0.0360) *	0.0321 (0.0096) ***
Educación financiera	-0.0466 (0.0095) ***	-0.1279 (0.0321) ***	-0.0351 (0.0100) ***
Nociones de protección al consumidor	0.0235 (0.0104) **	-0.2876 (0.0386) ***	0.0532 (0.0108) ***
Remesas	0.0070 (0.0146)	-	-

Notas: significancia de probabilidades en *** p<01, **p<05, *p<10.

Fuente: Obtenido de Rios (2020) con base en la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera 2015. Los errores estándar están entre paréntesis. La Tabla presenta los efectos marginales de un modelo *Probit* donde la variable dependiente es una variable binaria que toma valor de uno si el individuo tiene inclusión financiera y cero si el individuo tiene exclusión financiera. La variable ingreso se refiere al ingreso mensual en 2015 en pesos mexicanos. Los errores estándar están en paréntesis.

En la Tabla 3 se muestran los efectos marginales del modelo *Probit* ante cambios en las variables explicativas de la IF. En el modelo general, así como para el grupo de los receptores y no receptores de remesas, la variable “uso” de instrumentos financieros tiene el mayor efecto marginal respecto a variables como “acceso”, “educación” y nociones de “protección” financiera. Entre la población receptora de remesas existe en promedio 41.7% de probabilidad de IF si son usuarios de al menos un servicio financiero como cuentas de ahorro, inversión, tarjetas de crédito, débito, créditos de cualquier tipo, etc.; esta probabilidad es mayor que para el caso de personas no receptoras (35.67%). Si la persona receptora trabaja y su empleo es formal, sus probabilidades de IF son significativamente importantes, mucho más –por ejemplo– que el aumento de una unidad adicional (miles de pesos) de ingreso mensual, donde la probabilidad de éxito es solo de 2.96%. Es decir, tiene mayor efecto en la IF contar con un empleo formal que un elevado ingreso; aunque es aún más efectivo el uso de cuentas y tarjetas de débito, ahorro, crédito o inversión. Se nota como las variables “acceso”, “educación” y nociones de “protección” financiera, entre los receptores de remesas, tienen un efecto marginal negativo que puede estar asociado a cierto desconocimiento y escasa confianza en el sistema, además de los costos implícitos de acceso (monetarios y de tiempo) a la infraestructura disponible. Sucursales lejanas, desconfianza de los procedimientos de transacción y/o envío, o mal interpretaciones o comprensión de la información financiera obstaculizan toda estrategia interesada en sumar a este segmento de población receptora de remesas al sistema formal. Los efectos diferenciados de las dimensiones de a IF analizadas aquí entre receptores y no receptores de remesas, sugiere también que debe tenerse en cuenta la existencia de barreras, por el lado de la demanda, que condicionan la bancarización de los aún no incluidos financieramente, tal como lo han evidenciados estudios como los de Amaro (2021) y González (2019). Estos autores refieren algunos elementos, por el lado de las personas, que explican su comportamiento financiero al no ser parte del sistema, tales como bajo nivel de ingreso, empleo informal, alfabetización, pero también falta de conocimiento, información y desconfianza en el sistema e instituciones financieras.

Tabla. 4. Porcentaje de población receptora y no receptora de remesas, según inclusión y exclusión financiera, por dimensión de la IF. México, ENIF-2015. (Suma por columna).

		Receptor de Remesas	No Receptor de Remesas	Total	Receptor de Remesas (%)	No Receptor de Remesas (%)	Total (%)
Uso	Sí	78	994	1072	5.19%	7.32%	7.11%
	No	1,426	12,576	14,002	94.81%	92.68%	92.89%
	Total	1,504	13,570	15,074	100.00%	100.00%	100.00%
Acceso	Sí	482	5,132	5,614	32.05%	37.82%	37.24%
	No	1,022	8,438	9,460	67.95%	62.18%	62.76%
	Total	1,504	13,570	15,074	100.00%	100.00%	100.00%
Educación financiera	Sí	1,072	8,672	9,744	71.28%	63.91%	64.64%
	No	432	4,898	5,330	28.72%	36.09%	35.36%
	Total	1,504	13,570	15,074	100.00%	100.00%	100.00%
Nociones de protección al consumidor	Sí	335	3,175	3,510	22.27%	23.40%	23.29%
	No	1,169	10,395	11,564	77.73%	76.60%	76.71%
	Total	1,504	13,570	15,074	100.00%	100.00%	100.00%

Inclusión Financiera	Sí	713	7,138	7,851	47.41%	52.60%	52.08%
	No	791	6,432	7,223	52.59%	47.40%	47.92%
	Total	1,504	13,570	15,074	100.00%	100.00%	100.00%
	(%)	9.98%	90.02%	100.00%			

Fuente: Obtenido de Rios (2020), Anexo 2, Cuadro 2.A Dimensiones de Inclusión Financiera por grupo de Receptores y No Receptores de remesas, con base en la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera 2015.

Entre los grupos receptores y no receptores de remesas no se notan grandes diferencias en los rasgos cualitativos de la IF; sin embargo, la diferencia proporcional respecto al tamaño de ambos segmentos de población es amplia (tabla 4). En México, hasta 2015, solo 9.98% de personas de entre 18-70 años en el país recibió remesas del extranjero, estimadas en cerca de 25 mil millones de dólares para ese año y 40 mil 607 millones para el 2020 (Li Ng, 2021). Menos de la mitad de ellos empleaba al menos un instrumento financiero de ahorro, crédito o inversión, a la vez que accedieron a infraestructura financiera como sucursales o cajeros, de la misma manera que contaban con habilidades financieras y conocimientos sobre el sistema. Es decir, frente a la escasa IF de los receptores y la relevancia de los ingresos que entran a la economía en forma de remesas hay un escenario de amplias posibilidades para bancarizar a esas personas e incorporar sus recursos disponibles al sistema y, de igual manera, fomentar su uso productivo dentro de la estructura económica formal.

Si nos referimos exclusivamente al “uso” de instrumentos financieros, en términos comparativos entre grupos de población receptora y no receptora, son los receptores quienes no emplean en mayor proporción herramientas financieras (94.81%) con relación a los no receptores (92.68%). La misma relación se observa en cuanto al “acceso” infraestructura financiera como sucursales bancarias, cajeros o plataformas del sistema financiero, dado que 67.95% de los receptores y 62.18% de los no receptores no acceden a ella, lo que evidencia que aún falta mucho por hacer para atraer a potenciales usuarios del sistema.

Los receptores de remesas representan 9.98 % de la población nacional y muestran un bajo nivel de habilidades y aprendizaje relacionado con el ahorro, pues solo 28.72% cuenta con algún grado de educación financiera; en tanto los no receptores en esa condición representan 36.09%. Si lo pensamos en términos absolutos veremos que se trata de una diferencia muy amplia y, con toda seguridad, entre extensos sectores del territorio nacional. Pero es en el tema asociado al conocimiento de recursos de “protección” para los consumidores de servicios financieros donde la brecha se amplía, en vista de que los datos de la ENIF-2015 muestra que dos terceras partes de la población nacional desconoce este aspecto relevante para el fomento de la IF. La proporción de población sin conocimiento del tema alcanza 77.73% en el caso de las personas receptoras de remesas, ligeramente superior al 76.6% observado entre los no receptores.

Como puede notarse, existen amplios horizontes para aumentar la composición de usuarios del sistema financiera formal, y de igual manera las posibilidades de desarrollar programas de fomento al desarrollo local y regional a partir del uso productivo de las remesas en las comunidades receptoras tienen amplio margen; solo es necesario diseñar estrategias adecuadas que subsanen las carencias y brechas existentes en el impacto de cada una de las dimensiones financieras en la IF de los receptores de remesas en el país.

5. Conclusiones

El objetivo de este artículo fue conocer el impacto de las cuatro dimensiones financieras sobre la probabilidad de inclusión financiera de los receptores de remesas; es decir, cómo impacta sobre la IF el uso, acceso y conocimientos financieros (educación y nociones de protección) de los receptores de remesas, para comprender los retos y desafíos de cualquier estrategia para su inserción al sistema financiero formal.

En México se han emprendido diversas acciones para impulsar una estrategia nacional de IF, sin embargo esto ha sido relativamente reciente si nos atenemos al avance en otros países. Por otra parte, los esfuerzos para implementar la migración tecnológica hacia el uso de herramientas y plataformas digitales en las transacciones apenas comenzaron unos años atrás. La crisis sanitaria iniciada en 2020 creó condiciones forzadas para avanzar en ese sentido, pero fundamentalmente dejó en claro la urgencia de acelerar el proceso. El desarrollo del sistema financiero, con la participación de todos los actores involucrados, tendría resultados beneficios no solo para la población en general, sino para cada uno de ellos, si se trabaja conjuntamente con la finalidad de aumentar la IF. Especial atención debe darse al grupo de población receptor de remesas, esos recursos representan 3.8% del PIB nacional, y proporciones superiores al 10% para algunas entidades, lo que pone en perspectiva las posibilidades productivas de incorporar la mayor cantidad de los 40 mil millones de dólares a la economía, ingresados en 2020, por las vías financieras formales. Sin embargo, para desarrollar una estrategia adecuada es necesario identificar dónde están las barreras y obstáculos de los distintos elementos financieros que impactan favorablemente la IF de los receptores de remesas en particular.

De acuerdo con los resultados del modelo *Probit* el uso de cuentas de ahorro, nómina o inversión, así como de tarjetas de débito y crédito entre los receptores de remesas tendría un efecto relevante para su incorporación al sistema financiero formal; de igual manera su participación laboral en el mercado de trabajo formal tiene un efecto importante en ello. Derivado del análisis, quedó claro que hasta ahora disponer de remesas venidas del extranjero no necesariamente implica ser parte del sistema financiero, y en ese sentido, de acuerdo al modelo, los receptores de remesas están ampliamente condicionados al uso de productos y servicios financieros para incorporarse al sistema formal.

Del grupo receptor de remesas en el país, 9.98% de la población encuestada por ENIF, solo 5.19 % de la población mencionó hacer uso de instrumentos financieros. Sin embargo, un elemento central es que los receptores disponen de recursos monetarios que ingresan en gran cantidad y constantemente a la economía sin pasar por el sistema financiero formal; este elemento convierte a los hogares receptores de remesas en un segmento potencial de particular relevancia.

Disponer de infraestructura financiera de acceso fácil a la población se vuelve también fundamental y estratégico para bancarizar a los receptores de remesas. Sin embargo, es importante prestar especial atención a las variables educación y conocimiento de mecanismos de protección al usuario financiero, dado que del 64.64 % de la población que mencionó tener conocimientos sobre prácticas financieras como el ahorro, solo 7.11 % corresponde a receptores de remesas y 57.53 % a no receptores, a pesar de que proporcionalmente, dentro de cada grupo, son los receptores quienes tienen mayor educación financiera frente a los no receptores. En tanto que alrededor de 77% de la población en general, receptores y no receptores, desconoce la existencia de recursos de protección financiera, lo que puede inhibir su interés de participar. En ese sentido, resulta interesante

reflexionar sobre las razones de una baja participación financiera de los receptores de remesas en el sistema a pesar de ser una población con cierto grado de conocimiento financiero; ello pueden ser indicios de que la confianza y certeza de los potenciales usuarios juegan un papel importante en el proceso y estrategia de IF.

El conocimiento de los elementos que deben ser atendidos dentro de cualquier estrategia de bancarización de la población, y de las personas receptoras de remesas en particular, es de vital importancia para delinear acciones específicas encaminadas a su incorporación. Las políticas de IF llevadas a cabo desde los organismos reguladores, las estrategias de mercado diseñadas por la banca y las necesidades de los hogares receptores de remesas deben conjugarse para lograr en el corto y mediano plazo cambios cualitativos relevantes en el sistema financiero mexicano, en la transformación tecnológica y el uso de TI para acelerar la digitalización de las transacciones, en la reducción de costos de transacción y transferencia de recursos desde el extranjero, y en los aspectos o dimensiones del proceso de IF que impactan positivamente en una mayor incorporación de población al sistema. El tiempo mostrará la urgencia en la toma de decisiones.

Referencias

- [1] Alfageme, A. y Ramírez R., N. R. (2016). Acceso a servicios financieros de los hogares en el Perú. Banco Central de Reserva del Perú, DT. N° 2016-015 Serie de Documentos de Trabajo CEMLA. URL: <https://www.cemla.org/PDF/ic/ic-2016/ic-2016-8.pdf>
- [2] Amaro E., K. (2021). *Barreras de demanda a la inclusión financiera, un análisis de la ENIF 2018* [tesis]. Centro de Investigación y Docencia Económica A.C. URL: http://repositorio-digital.cide.edu/bitstream/handle/11651/4473/TESIS_KIAE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [3] Ambrosius Ch., y A. Cuecuecha. (2016). Remittances and the use of formal and informal financial services. *World Development* Vol. 77, pp. 80–98. <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.08.010>
- [4] Banco de México. (3 de diciembre de 2019). *BANXICO*. Sistema de Información Económica. URL: <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE100&locale=es>
- [5] Banco de México. (2019). Las remesas en el contexto de México. Ciudad de México: Banco de México. DOI: <https://doi.org/10.18381/eq.v18i2.7227>
- [6] Banco Mundial. (23 de junio de 2016). *Banco Mundial*. URL: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/06/23/mexico-to-accelerate-path-to-financial-inclusion>
- [7] Banco Mundial. (18 de mayo de 2018a). Les progrès de l'inclusion financière contribuent à un monde durable [Noticias]. *Banco Mundial*. URL: <http://www.banquemondiale.org/fr/news/immersive-story/2018/05/18/gains-in-financial-inclusion-gains-for-a-sustainable-world>
- [8] Banco Mundial. (18 de mayo de 2018b). *Banco Mundial*. URL: <https://www.bancomundial.org/es/topic/financialeconomicinclusion/overview#1>
- [9] Banco Mundial (22 de abril de 2020). El Banco Mundial prevé la mayor caída de remesas de la historia reciente [Comunicado]. *Banco Mundial*. URL: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/04/22/world-bank-predicts-sharpest-decline-of-remittances-in-recent-history>
- [10] BBVA Bancomer, y CONAPO. (2019). *Anuario de migración y remesas México 2019*. Ciudad de México: BBVA Bancomer, CONAPO. URL: <https://www.migracionyremesas.org/>

- [11] BBVA Bancomer, y CONAPO (2021) *Anuario de migración y remesas México 2021*.
- [12] Ciudad de México: BBVA Bancomer, CONAPO. URL: https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2021/07/Anuario_Migracion_y_Remesas_2021.pdf
- [13] Canchola, A., y Lastiri, D. (25 de noviembre de 2019). AMLO anuncia que Santander no cobrará comisión a remesas. *El Universal*. URL: <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/amlo-anuncia-que-santander-no-cobrara-comision-remesas>
- [14] Carvalho, M. J. (2018). *Inclusión Financiera y el costo del uso de instrumentos financieros Formales; las experiencias de América Latina y Caribe*. NW: BID. DOI: <https://doi.org/10.18235/0001216>
- [15] Cervantes G., J. A. (2017). *Migración internacional, remesas e inclusión financiera. El caso de Guatemala*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA). URL: <https://www.cemla.org/PDF/remesaseinclusion/2017-10-migracion-remesas-inclusion-guatemala.pdf>
- [16] Cervantes G., J. A. (2018). *Migración mexicana. remesas e inclusión financiera*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA). URL: <https://www.cemla.org/PDF/remesaseinclusion/2018-04-migracion-mexicana.pdf>
- [17] CNBV-INEGI. (2015a). *ENIF 2015, Libro de tabulados*. México: CNBV-INEGI. URL: <https://www.cnbv.gob.mx/Inclusi%C3%B3n/Documents/Encuesta%20Nacional%20de%20IF/ENIF%202015.pdf>
- [18] CNBV. (30 de junio de 2016). *Descripción: ¿Qué es la inclusión financiera?*. URL: <https://www.cnbv.gob.mx/Inclusi%C3%B3n/Paginas/Descripci%C3%B3n.aspx>
- [19] CNBV. (04 de diciembre de 2018). *Comisión Nacional Bancaria y de Valores. Acciones y Programas*. URL: <https://www.gob.mx/cnbv/acciones-y-programas/consejo-nacional-de-inclusion-financiera-25320>
- [20] CNBV-SHCP (2021a) Lista de Entidades Autorizadas para Captar Instituciones de Banca Múltiple. México. CNBV. URL: <https://www.cnbv.gob.mx/Documents/Banca%20M%C3%BAltiple.pdf>
- [21] CNBV-SHCP (2021b) Boletín Estadístico; Banca Múltiple. México. CNBV. URL: https://portafolioinfo.cnbv.gob.mx/PortafolioInformacion/BE_BM_202111.pdf
- [22] CNBV-SHCP. (2019). *Panorama Anual de Inclusión Financiera 2019*. Ciudad de México: CNBV. URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/481172/PanoramaIF_2019.pdf
- [23] CNBV, C. (2019). *Boletín de Inclusión Financiera*. México: CNBV. URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/493905/Boletin_IF_3T_2019.pdf
- [24] CNBV-INEGI. (2018a). *ENIF 2018 Presentación de Resultados*. México: CNBV-INEGI. URL: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enif/2018/doc/enif_2018_resultados.pdf
- [25] CONAIF. (2016). *Política Nacional de Inclusión Financiera*. Ciudad de México: Consejo Nacional de Inclusión Financiera. URL: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190321/PNIF.pdf>
- [26] CONAIF. (2020). *Política Nacional de Inclusión Financiera 2020-2024*. Ciudad de México: Consejo Nacional de Inclusión Financiera; Comité de Educación Financiera. URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/643214/PNIF_2020.pdf
- [27] CONAIF. (2020). 14va sesión ordinaria del grupo de seguimiento del Consejo Nacional de Inclusión Financiera [Mesa de diálogo]. Ciudad de México. URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618364/14_sesion_GS.pdf
- [28] Cruz, I. (10 de diciembre de 2019). Banco del Bienestar y sus 13,000 sucursales: La inviable inclusión financiera. *El Financiero*. URL: <https://elfinanciero.com.mx/opinion/isabel-cruz/banco-del-bienestar-y-sus-13-000-sucursales-la-inviable-inclusion-financiera>
- [29] El Economista AFP. (13 de agosto de 2019). Trump amenaza otra vez con retirar a Estados Unidos de la OMC. *El Economista*. URL: <https://www.economista.com.mx/internacionales/Trump-amenaza-otra-vez-con-retirar-a-Estados-Unidos-de-la-OMC-20190813-0070.html>

- [30] García O., R.; Romo A., M.; y Muñan V., J. (2014). Inclusión financiera. Un análisis introductorio a las diferencias regionales en México. *Cofactor*, 5(10), 70-109. URL: http://cofactor.edomex.gob.mx/sites/cofactor.edomex.gob.mx/files/files/cofactor%2010/COFACTO R_10_Art3.pdf
- [31] Gaxiola L., S. R.; Mata M., L.; y Valenzuela R., P. R. (2020). Análisis de inclusión financiera: oportunidades para el desarrollo del sector financiero mexicano. *Panorama Económico*. Vol XVI, núm. 31, pp. 215-232. DOI: <https://doi.org/10.29201/pe-ipn.v16i31.270>
- [32] González N., J. C. (2019). Los determinantes de la conducta financiera para no tener una cuenta de ahorro formal: aplicación de un modelo logístico multinomial. *Revista de Economía*, Vol. 35(93), pp. 90-117. DOI: <https://doi.org/10.33937/reveco.2019.110>
- [33] Grandolini G. (2015). Getting Smart about Reducing Remittances Costs [blogs]. Banco Mundial. URL: <https://blogs.worldbank.org/voices/getting-smart-about-reducing-remittances-costs>
- [34] Guízar, I.; González V., C. y Miranda, M. (2015). Un análisis numérico de inclusión financiera y pobreza. *EconoQuantum*, Vol.12. Núm.2. DOI: <https://doi.org/10.18381/eq.v12i2.4857>
- [35] IME-SRE. (2019). *Desarrollo Económico*. Ciudad de México: Secretaría de Relaciones Exteriores e Instituto de los Mexicanos en el Exterior. URL: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/503671/Tarjeta_Desarrollo_Econ_mico_2019.pdf
- [36] Juárez, E. (28 de octubre de 2019). Autoridades diseñan política de inclusión financiera. *El Economista*. URL: <https://www.economista.com.mx/sectorfinanciero/Autoridades-disenan-politica-de-inclusion-financiera-20191028-0024.html>
- [37] Lagarde, C. (28 de mayo de 2019). México: Una oportunidad para la inclusión financiera [discurso]. *Fondo Monetario Internacional*. URL: <https://www.imf.org/es/News/Articles/2019/05/29/sp052919-mexico-an-opportunity-for-financial-inclusion>
- [38] Leal, S. (2016). *Migración internacional, remesas e inclusión financiera. El caso de México*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA). URL: <https://www.cemla.org/PDF/remesaseinclusion/2016-08-migracion-remesas-inclusion-mexico.pdf>
- [39] Leyva, J. (14 de noviembre de 2019). BBVA va por la gema de las personas fuera del sistema financiero. *El Financiero*. URL: <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/bbva-va-por-la-gema-de-las-personas-fuera-del-sistema-financiero>
- [40] Li Ng J. J. (2021). En 2020 crecieron las remesas 11.4%, pese a la crisis mundial por la pandemia [BBVA Research: Migración México, 02 febrero]. URL: <https://www.bbvaesearch.com/publicaciones/mexico-en-2020-crecieron-las-remesas-114-pese-a-la-crisis-mundial-por-la-pandemia/>
- [41] López Espinosa, M. (2002). Remesas de mexicanos en el exterior y su vinculación con el desarrollo económico, social y cultural de sus comunidades de origen. *Estudios sobre migraciones internacionales*, 59. Oficina Internacional del Trabajo (OIT). Ginebra, Suiza. URL: http://rialnet.org/sites/default/files/OIT_Lopez_Mexico.pdf
- [42] Maldonado, R. (2016). Migración internacional, remesas e inclusión financiera. El caso de El Salvador. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA). URL: <https://www.cemla.org/PDF/remesaseinclusion/remesas-if-ElSalvador.pdf>
- [43] Moncayo L., J., & Reis, M. (2019). Un análisis inicial del dinero electrónico en Ecuador y su impacto en la inclusión financiera. *Cuestiones Económicas*, 25(1). URL: <https://estudioeconomicos.bce.fin.ec/index.php/RevistaCE/article/view/77>

- [44] Mora R., J., & Morales G., F. (2018). Remesas y pobreza: Una revisión teórica y empírica. *Economía Teoría y Práctica Nueva Época*, 48, 197-230. DOI: <http://dx.doi.org/10.24275/ETYP/AM/NE/482018/Mora>
- [45] Morales, A. (27 de diciembre de 2019). Bienestar. Bancos repartirán ayuda. *El Universal*. URL: <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/alista-la-4t-reparto-de-apoyos-sociales-en-bancos>
- [46] Orozco, Manuel. 2000. Remittances and Markets: New Players and Practices. Inter-American Dialogue y The Tomás Rivera Policy Institute. USA. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.512.7520&rep=rep1&type=pdf>
- [47] Orraca-Romano, P. (24 de septiembre de 2015). "Does access to free health insurance crowd-out private transfers? Evidence from Mexico's Seguro Popular". *Springer*, 1-34. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40503-015-0021-y>
- [48] Ortiz Pech, R. (2002). *Determinantes macroeconómicos para el envío de remesas hacia México* [tesis de maestría]. El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, México. URL: <https://www.colef.mx/posgrado/tesis/2000459/>
- [49] Padilla P., R.; Santamaría J. y Villarreal F. G. (2020). Estrategias para fomentar la inversión de remesas familiares y la inclusión financiera. Estudio de caso de la cadena de valor de tomate y chile verde en El Salvador. Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/84; LC/MEX/TS.2020/19), CEPAL. URL: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45834/1/S2000477_es.pdf
- [50] Pérez-Akaki, P., y Álvarez Colín, P. (2005). Intermediación financiera y remesas en México. *Migraciones Internacionales*, 3(1), 111-140. URL: <https://migracionesinternacionales.colef.mx/index.php/migracionesinternacionales/article/viewFile/1228/676>
- [51] Pérez Akaki, P., y Álvarez Colín, P. (2007). Las remesas familiares en México y sus inconsistencias. *Análisis Económico*, XXII(51), 223-252. URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41311486012>
- [52] Pérez Akaki, P., & Fonseca-Soto, M. (2017). Análisis espacial de la inclusión financiera y su relación con el nivel de pobreza en los municipios mexicanos. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 12(1), 43-62. DOI: <https://doi.org/10.21919/remef.v12i1.13>
- [53] Ratha D.; De Suriyo; Ju Kim Eung; Plaza S.; Seshan G.; y Desiree Yameogo N. (2019). *Data release: Remittances to low- and middle-income countries on track to reach \$551 billion in 2019 and \$597 billion by 2021* [Blog: 16 de octubre de 2019]. URL: <https://blogs.worldbank.org/peoplemove/data-release-remittances-low-and-middle-income-countries-track-reach-551-billion-2019>
- [54] Rios, M. (2020). *Inclusión financiera, remesas y desarrollo. Un análisis regional* [tesis de maestría]. El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, México. URL: <https://www.colef.mx/posgrado/tesis/20181393/>
- [55] Roa, M. J. y Mejía D [editoras]. (2018). *Decisiones financieras de los hogares e inclusión financiera: evidencias para América Latina y el Caribe*. Centros de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA)-Banco de Desarrollo en América Latina. URL: <https://www.cemla.org/PDF/ic/ic-2016/ic-2016.pdf>
- [56] Sahoo, A., Pradhan, B., & Sahu, N. (2017). Determinants of Financial Inclusion in Tribal Districts of Odisha: An Empirical Investigation. *Social Change*, 45-64. DOI: <https://doi.org/10.1177/0049085716683072>
- [57] SRE; SHCP; CITI; IME. (2019). *Foro Binacional de Remesas e Inclusión Financiera para Migrantes*. México: SRE; SHCP; CITI; IME;.
- [58] Tuesta, D.; Sorensen, G.; Haring, A. y Cámara, N. (2015). Inclusión financiera y sus determinantes: el caso argentino. Documento de Trabajo núm. 15/04, BBVA Research. URL: <https://www.researchgate.net/publication/291357200>

- [59] UNSGSA. (2021). Salud Financiera: Una Introducción Para los Responsables de la Formulación de Políticas del Sector Financiero. United Nations Secretary-General's Special Advocate for Inclusive Finance for Development. URL: https://www.unsgsa.org/sites/default/files/resources-files/2021-11/Salud%20Financiera_01.pdf
- [60] Velázquez M., M. A. (2020). La importancia de la inclusión financiera en el crecimiento económico. ASMIA, A.C., 2020. Capítulo VI de libro, Economía y Humanidades. Pág. 90-105. URL: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/109830>
- [61] Zepeda, C. (11 de marzo de 2020). Banxico y Hacienda presentan la política nacional de inclusión financiera 2020-2024. *El Financiero*. URL: <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/banxico-y-hacienda-presentan-la-politica-nacional-de-inclusion-financiera-2020-2024>

Stock Market Synchronization and Stock Volatility: The Case of an Emerging Market

Nicolás Magner Pulgar¹ - Universidad Diego Portales, Chile

Esteban José Antonio Terán Sánchez - Universidad Finis Terrae, Chile

Vicente Alfonso Guzmán Muñoz - Universidad Finis Terrae, Chile

Abstract

The purpose of this paper is to study the effect of stock market synchronization on the volatility of its component assets. For this objective, we calculate the stock market's synchronization using the Minimum Spanning Tree Length (MSTL) network analysis method. Then, we implement forecasting tests in and out the sample to assess the forecasting power on the stock market's synchronization to predict the individual stock realized volatility. Additionally, we test a VAR and a forecast error variance decomposition analysis to study Granger causality's presence on volatility. Our results show that synchronization within a market exists and changes over time. Our main results show that an increase in synchronization causes an increase in financial assets' realized volatility in the following month. Our results made it possible to study financial markets' synchronization and take a systemic risk approach to improve investment management. Our main idea was that the stock markets' synchronization positively correlates with financial assets' volatility. The greater the synchronization, the greater the volatility in the following period. This study offers a new approach to study the stock market volatility.

JEL Classification: G15, G17, G18.

Keywords: Stock market synchronization, stock volatility, Minimum Spanning Tree, Forecasting, Financial Network Analysis.

Sincronización del mercado de valores y volatilidad de los activos: El caso de un mercado emergente

Resumen

El propósito de este trabajo es estudiar el efecto de la sincronización bursátil sobre la volatilidad de sus activos componentes. Para este objetivo, calculamos la sincronización del mercado de valores utilizando el método de análisis de red de longitud mínima del árbol de expansión (MSTL). Luego, implementamos pruebas de pronóstico dentro y fuera de la muestra para evaluar el poder de pronóstico en la sincronización del mercado de valores para predecir la volatilidad realizada por las acciones individuales. Además, probamos un VAR y un análisis de descomposición de varianza de error de pronóstico para estudiar la presencia de causalidad de Granger en la volatilidad. Nuestros resultados muestran que la sincronización dentro de un mercado existe y cambia con el tiempo. Nuestros principales resultados muestran que un aumento en la sincronización provoca un aumento en la volatilidad realizada de los activos financieros en el mes siguiente. Nuestros resultados permitieron estudiar la sincronización de los mercados financieros y adoptar un enfoque de riesgo sistémico para mejorar la gestión de las inversiones. Nuestra idea principal era que la sincronización de los mercados de valores se correlaciona positivamente con la volatilidad de los activos financieros. Cuanto mayor sea la sincronización, mayor será la volatilidad en el período siguiente. Este estudio ofrece un nuevo enfoque para estudiar la volatilidad del mercado de valores.

Clasificación JEL: G15, G17, G18.

Palabras clave: Sincronización del mercado de valores, volatilidad de las acciones, árbol de expansión mínimo, pronóstico, análisis de redes financieras.

¹ Corresponding author. Associated Professor, Universidad Diego Portales, Chile. Email: nicolas.magner@udp.cl

* No source of funding for research development



1. Introduction

In recent financial crises, including the one caused by COVID19, the prices of financial assets fell significantly and volatility increased compared to regular periods. However, beyond the obvious, a hidden and risky phenomenon occurred in financial markets for the risk management of investment funds and the markets' financial stability. We refer specifically to the phenomenon of the synchronization of the returns of financial assets, which is a generalized increase in the correlation between pairs of assets (Martens & Poon, 2001), decreasing the possibilities of diversification of international portfolios (Ansotegui & Esteban, 2002) and increasing the risk of contagion that occurs when assets influence each other within the financial market in a context of synchronization.

The first effect of a high stock market's synchronization is a reduction in diversification benefits as a consequence of a high correlation. The investor requires more assets to maintain diversification and even resort to other markets' assets, increasing transaction costs. Diversification is a central component in investment risk management because it is necessary to distribute the money among several investment assets; however, the market's systematic risk related to the correlation between the market's assets limits diversification. In this way, if the correlation between assets increases, systematic risk will increase. Consequently, diversification will be more limited, forcing investors to add more assets to their portfolios, consider assets of a different class or geographical area, increase transaction costs, and negatively impact profitability.

Another consequence is a highly synchronized market is the prelude to higher realized volatility. This phenomenon means that the more synchronized the international market is, the more likely an increase in the stock indices' volatility. Assets' synchronization also affects market volatility. Magner, Lavin, Valle & Hardy (2020) show that the global network of correlations in international financial markets has predictive power on stock indices' volatility. In such a case, an increase in the synchronization of assets - increased correlations between the indices' returns - is a predictor of increased market volatility in North America and Europe and Latin America and Asia. although the latter to a lesser extent.

The financial literature studies the dynamic correlation of assets such as co-movements (López-García, Sánchez-Granero, Trinidad-Segovia, Puertas & Nieves, 2020) (Jach, 2017), systematic risk (Antonakakis, Chatziantoniou & Filis, 2013) (Kang, Maitra, Dash & Brooks, 2019), and cointegration (Ansotegui & Esteban, 2002) (Yang, Chen, Niu & Li, 2014). The network analysis methodology, in specific Minimum spanning tree (MST), contributes which a systemic and complex vision of the phenomenon of correlation between asset returns, and at the same time represented by a time series, valid for the financial stability regulator and for the portfolio manager who needs to manage a significant fraction of the risk of their investments through diversification.

Several theories allow us to explain the existence of synchronization in the markets. The law of the only price (Isard, 1977) (Haskel & Wolf, 2001) explains that the stock market is synchronized because the financial asset with similar risk, characteristics (such as maturity in fixed income), and market regulation will have the same return rate. Like this theory, the international CAPM (Engel, 2008) indicates domestic and international factors explain the assets' return. From a cointegration's point of view, the price of financial assets correlates because they all belong to a market that is closely followed by attentive investors who, through the publicly available information, will make decisions

to buy or sell by making prices are adjusted to the economic value of the asset (Ansotegui & Esteban, 2002) (Yang, Chen, Niu & Li, 2014).

However, little research studies the effects of the stock market's synchronization. The contribution of this paper is to review the Granger Causality between the synchronization of equity assets and the volatility realized, contributing to two bodies of literature. First, this paper is related to the literature on the network-based analysis of financial markets, which has increased exponentially since the 2008 subprime crisis (Gai, Haldane & Kapadia, 2011) (Havlin, Kenett, Ben-Jacob, Bunde, Cohen, Hermann & Solomon, 2012). In specific, we use empirical correlations to calculate the Minimum Spanning Tree Length (MSTL) to represent the optimal path distance to travel the entire stock network (Eryiğit, & Eryiğit, 2009) (Zhao, Li, & Cai, 2016). This approach proves to be very efficient to adequately represent a complex system's behavior given its high dimensionality, such as equity markets.

Second, we use the MSTL to forecast the stock's volatility realized. This methodology identifies clusters within markets and observes the interrelation phenomenon over time (Bonanno, Lillo, & Mantegna, 2001), but little research uses this measure to forecast relevant characteristics for investors. Our research is related to the forecasting literature (Clark & McCracken, 2001) (Wang, 2019), particularly interested in detecting Granger causality between observable and measurable variables to construct systems help improve economic and financial forecasts. For this, the paper implements in-sample and out-of-sample testing methodologies, complemented with VAR tests.

We chose the Chilean stock market as a good study laboratory because it is a small market with high liquidity problems, where the systemic factors that affect asset returns are more limited compared to global research. Most of the investigations have studied the correlation networks between assets with global data sets using indices. This approach helps understand the aggregate phenomenon, but the indices' portfolio nature means that the variations in their returns are less than that of an asset. This behavior is also extrapolated to the index's correlation to another index, underestimating correlation and underlying volatility in the market. Second, because this market is small, synchronization is more severe due to less diversity of assets. Third, because liquidity problems narrow the range of possibilities even further, making timing even more critical. Fourth, there are no schedule problems, which can substantially affect the estimated correlations since when working with closing prices, there are differences in schedules and exchange rates.

For our objective, we use daily returns of 26 shares of the Chilean stock market between the period of November 2006 to April 2020, and we calculate the Chilean stock market synchronization (MSTL) and implement in-sample and out-of-sample tests to measure the stock market synchronization's predictive capacity in the assets' volatility. Finally, following Yang & Zhou (2017) we create an VAR and Error Variance Decomposition Analysis to study the Granger Causality between stock market synchronization (MSTL) and asset volatility.

The main results indicate that the MSTL follows a homogeneous normal distribution, obeying the stationarity expressed by Banerjee, Doran & Peterson (2007) and Perron, (1988) without persistence, varying periodically according to economic cycles, with an average value equivalent to one-third of its maximum expansion and decreasing to one fifth during a crisis. When evaluating the predictive power of synchronization, we validated Granger Causality in 15 assets following an estimate according to Newey & West (1987) and Newey & West (1994) within the sample, while outside the sample, we found significance of the ENCNEW test (Clark & McCracken, 2001) for 17

assets through recursive windows ($p/r=0.4, 1$ and 2). Additionally, through VAR tests (Pfaff, 2008) we find that the volatility of assets depends on the delayed timing of the market and not the other way around. These results are reinforced with a Forecast Error Variance Decomposition Analysis (Diebold & Yilmaz, 2014), where it is found that a not insignificant proportion of the realized variance of assets is explained by market timing.

Our conclusions indicate that stock market synchronization increases (decreases) in peak (stable) periods in the economy, causing an increase (decrease) in asset volatility. This phenomenon enables us to anticipate portfolio management in terms of diversification effectiveness and generating preventive alerts of increased risk.

The paper is organized as follows. Section 2 discusses the literature. Section 3 presents a detail of the methodology and the data used. In section 4, we present the results. Finally, we conclude in section 5.

2. Literature review

2.1 Financial network and stock market synchronization

The methodologies to study the inter-market and intra-market interconnectedness study the co-movement between the returns of the assets, caused by the behavior of the investor (Barberis & Thaler, 2005) (Green & Hwang, 2009) and macroeconomic factors (Cohen & Frazzini, 2008). Among the most prominent methodologies are the unit roots and cointegration test, autoregression vector models, correlation-based test (Forbes, & Rigobon, 2002), causality test (Billio, Caporin, Frattarolo & Pelizzon, 2021), GARCH models multivariate (Engle, 2002), and variance decomposition models (Diebold & Yilmaz, 2009).

Due to their internationalization and increase in investment alternatives, the increasing complexity of financial markets has motivated the development of methodologies that study correlations and volatilities and incorporate complexity while presenting the phenomenon in a parsimonious way. Onnela, Chakraborti, Kaski, & Kertesz (2003) argue that the minimal spanning tree length (MSTL) simply the market's complexity setting clusters between world stock markets (Eryiği & Eryiğit, 2009), correlations between markets and clusters (Gao & Mei, 2019), and identifying between centrality and peripheral markets (Zhao, Li & Cai, 2016).

Additionally, MSTL increases during the financial crisis, turning it into an efficient crisis indicator. In other words, in crises, MSTL contracts due to high asset correlation (Wang Xie & Stanley, 2018) which leads to the costs per position in an investment increasing, making diversification difficult (Coelho, Gilmore, Lucey Richmond & Hutzler, 2007).

Finally, MSTL is very efficient in demonstrating the phenomenon of market synchronization, significant for financial stability and investors' diversification strategies. New literature has shown that this correlation is not constant over time and varies significantly from one period to another (Magner, Lavin, Valle & Hardy, 2020). This phenomenon is known as stock market synchronization, and it represents the sum of the correlations between the assets that make up a market.

2.2. Volatility forecasting

McAleer, & Medeiros (2008) study models that forecast the assets' volatility to find optimal investment strategies and anticipate market movements, reducing economic losses from crisis. However, volatility is not directly observable despite being in a latent state (Andersen, Bollerslev & Meddahi, 2005) (Koopman, Jungbacker & Hol, 2005), using the realized volatility as a real volatility proxy that is consistent estimates of the true (latent) integrated volatility, becoming a benchmark practical.

The volatility is essential to asset pricing, derivatives, portfolio selection, risk management, and hedge (Wang, 2019). Therefore, its forecast becomes essential for decision-making in destabilizing scenarios for the system, increasing risk (Magner, Lavin, Valle & Hardy, 2020). In a standard scenario, the lower price fluctuation causes greater control in risk management; however, peak moments generate great uncertainty that is quickly transferred to prices, being able to obtain a better forecast probability for periods after these. "Jumps" (stochastic processes that have discrete movements, with random arrivals and many continuous movements) (Clement & Liao, 2017).

Other methodologies include the VIX as an essential risk indicator; a large VIX affects the international market more significantly instead of the smaller original VIX, finding an improvement in the forecast for the first case and demonstrating that it impacts significantly in the volatility of a step forward (Wang, 2019). Additionally, under structural ruptures, linear combination methods outperform non-linear methods when improving risk prediction using different window sizes. Even with all the discoveries and models used, volatility is still a complicated indicator to forecast.

3. Data and Methodology

This research uses daily closing prices of the following 26 shares currently belonging to the S&P Ipsa stock market index (see Table 2) these assets present the highest liquidity and the entire sample in the financial market for the period under study. We obtained our database from the Thomson Reuters Datastream platform from November 2006 to April 2020 with 3,358 days in 162 months.

3.1 Returns and realized variance

We use daily closing price p to estimate the daily logarithmic return $R_{i,t}$ of day t for asset i where, $R_{i,t} = \ln(P_{i,t}) - \ln(P_{i,t-1})$. As Andersen, Bollerslev, Diebold, & Ebens (2001) we obtain the realized volatility for each stock through the daily return of the asset:

$$RV_{i,T} = \sum_{t=1}^{C_T} R_{i,t,T}^2 \quad (1)$$

RV is the realized volatility, and R represents the logarithmic return of asset i on day t of month t for days C_T of the respective month T.

3.2 Minimum spanning tree length (MSTL)

The Minimum spanning tree is based on the correlation of the assets' daily returns under study (Mantegna, 1999). In this research, we use the Pearson correlation in time-variable series (Benesty et al., 2009), where $\rho_{i,j}$ quantifies the correlation relationship between assets' return on edge i and j , when i and j are stocks, representing a Pearson correlation matrix $N \times N$ (where N represents the number of stocks). Finally, we convert the correlation in distances (d) (equation 2) for each edge of assets i,j evaluated in the month T .

$$d_{i,j}^T = \sqrt{2(1 - \rho_{i,j}^T)} \quad (2)$$

The distance (d), in this way, means the continuous quantitative relationship between the edge i,j , when i and j are stocks, with limit values between $0 \leq d_{i,j} \leq 2$. With these distances, we calculate an adjacency matrix weighted network of $N(N-1)/2$ elements used quantitatively as distance, where, in case of representing a higher correlation, the distance tends to 0. In contrast, when representing a lower correlation, the distance tends to 2.

From the adjacency matrix, we extract the smallest distance of each edge i,j (Prim, 1957), when i and j are stocks, and estimate the MST representing the minimum distance for the connection between all network assets (Mantegna, 1999). Finally, we quantify the euclidean distance between each edge i,j and obtain the MSTL (equation 3) for 162 monthly (T).

$$MSTL(T) = \frac{1}{N-1} \sum d_{i,j}^T \in T^t d_{i,j}^T \quad (3)$$

The minimum distance's length between all the assets studied is represented as a weighted euclidean variable of the network for each month, where the length is reflected numerically between $0 \leq MSTL(T) \leq 2*(N-1)$. The distance length MSTL tends to its Minimum when the individual distance tends to zero, while when the individual distance tends to 2, the MSTL tends to its maximum so that both demonstrative variables present a negative correlation. Onnela, Chakraborti, Kaski, & Kertesz (2003) argue that the minimum spanning tree length (MSTL) is simply the complexity of the market that establishes groupings between world stock markets (Eryiğit, & Eryiğit, 2009), correlations between markets and groupings (Gao & Mei, 2019). What makes it a complete indicator compared to others that do not measure the relationship between assets.

The MSTL and realized volatility series of assets used in the estimates follow the stationarity expressed by Banerjee, Doran & Peterson (2007) and Perron (1988) without persistence, varying periodically in the function of economic cycles.

3.3 Forecast test

Autoregressive models have commonly explained asset volatility (Corsi, 2009). For this research, we add information from the systemic network as an explanatory variable of each shares' volatility by

representing the monthly MSTL, each residual of the models complies with assumptions of normality, homoscedasticity and no auto-correlation.

To explain the monthly realized volatility of the shares and subsequently evaluate the influence of the explanatory variable under study (MSTL), we use an AR (p) model within the sample that includes 6 temporary lags of the asset volatility plus a lag temporary of MSTL (table 1, panel a). In the sample, we estimate with all the observations, having as main objective to validate our alternative hypothesis H1: $\beta_i \neq 0$ the existence of Granger causality (Granger, 1969) in the explanatory variable (MSTL) included in our models

Out of sample, we estimate through recursive windows considering a $p / r = 0.4$, $p / r = 1$, $p / r = 2$, obtaining results through the ENCNEW test (Clark & McCracken, 2001), for this, we generate a Benchmark model (table 1, panel c) and compare the core model for each stock (table 1, panel b). For each of the 26 companies, the null hypothesis H1: $\beta_i \neq 0$, will be validated if the MSTL generates a decrease in the forecast error when incorporated into the benchmark model, validating the effectiveness of the inclusion of our variable. For the estimation, we used a HAC standard error methodology for stationary covariance processes in time series, correcting the deviations of homoscedasticity and autocorrelation of errors produced by the long-term variance (Newey, & West, 1987) (Newey, & West, 1994).

Table 1. Forecasting models

Panel A - In the sample core model
(1) $RV_{i,T} = c + \beta_i * MSTL_{T-1} + Y_{i,1} * RV_{i,T-1} + Y_{i,2} * RV_{i,T-2} + Y_{i,3} * RV_{i,T-3} + Y_{i,4} * RV_{i,T-4} +$ (2) $Y_{i,5} * RV_{i,T-5} + Y_{i,6} * RV_{i,T-6} + \varepsilon_T$
Panel B - out-of-sample core mode
(3) $RV_{i,T} = c + \beta_i * MSTL_{T-1} + Y_{i,1} * RV_{i,T-1} + Y_{i,2} * RV_{i,T-2} + Y_{i,3} * RV_{i,T-3} +$ (4) $Y_{i,4} * RV_{i,T-4} + Y_{i,5} * RV_{i,T-5} + Y_{i,6} * RV_{i,T-6} + \varepsilon_T$
Panel C - out-of-sample Benchmark model
(5) $RV_{i,T} = c + Y_{i,1} * RV_{i,T-1} + Y_{i,2} * RV_{i,T-2} + Y_{i,3} * RV_{i,T-3} + Y_{i,4} * RV_{i,T-4} + Y_{i,5} * RV_{i,T-5} +$ (6) $Y_{i,6} * RV_{i,T-6} + \varepsilon_T$
Panel D VAR models
(7) $RV_{i,T} = c + Y_{i,1} * RV_{i,T-1} + Y_{i,2} * RV_{i,T-2} + \beta_{i,1} * MSTL_{T-1} + \beta_{i,2} * MSTL_{T-2} + \varepsilon_T$ (8) $MSTL_T = c + Y_{i,1} * RV_{i,T-1} + Y_{i,2} * RV_{i,T-2} + \beta_{i,1} * MSTL_{T-1} + \beta_{i,2} * MSTL_{T-2} + \varepsilon_t$

This table presents the forecast models. $\{RV\}_{i,T}$ represents the monthly volatility of asset i in month T, and MSTL represents the logarithmic variation of the minimum distance from the network in its respective month T.

Source: Authors' elaboration.

3.4 VAR and Forecasting Error Variance Decomposition

We performed a VAR to test the causal relationship between two stationary variables. This method has proven to be especially useful to describe the dynamic behavior of economic, financial time series, and forecast evaluations.

We estimate a VAR model of simultaneous equations using two lags of the MSTL and the volatility realized for each share (See Table 1, Panel D), complying with the assumptions of normality, homoscedasticity and no auto-correlation for the residuals. The main purpose of this estimation is to validate our alternative and independent hypotheses of the existence of Granger causality in the explanatory variable (MSTL) with both lags included in our models with estimation by ordinary least squares.

Additionally, we generate an impulse in the MSTL to measure this shock's intensity in the realized volatility of assets and in the network itself. In case these impulses can explain future volatility spills, we interpret them as significant drivers. In this way, decomposing the variance of the forecast error (Diebold, & Yilmaz, 2014), we measure how much the innovation contributes to the variance of the total forecast error from H months ahead for each realized volatility for the quarters of the coming year ($H = 1, H = 3, H = 6, H = 9, H = 12$) since the shock occurred.

Where $AS_{t,H}$ represents the sum of variance percentages of the forecast error from H months ahead, using data from month t. AS shows the impulse response and $a_{h,(i,MSTL)}^2$ represents the contribution to the variance of the error to forecast assets i due to changes in MSTL.

4. Results

This section presents descriptive statistics of the Chilean stock market's synchronization phenomenon and historical statistics of each asset included in the study. Then, we present the results of the in-sample and out-of-sample tests to study the predictive power of the MSTL on the volatility of equity assets. Then, we report an VAR model to evaluate the Granger causality between the volatility of equity assets and the estimated MSTL synchronization index. Finally, we report the results of the forecasting error variance decomposition analysis.

4.1 Synchronization stock market in Chile

Table 2 reports the results of descriptive statistics and unit root test calculated for each of the equity assets, including information for the total study period and the MSTL synchronization index during different sub-periods of the sample.

The results show that energy companies (Copec, Enelam, Colbún, and ECL), banking (Basantander, Chile, BCI), and retail (Cencosud, Falabella, and Ripley) present less centrality, reducing their probability of failure in high times and its similarity in behavior with other assets. This phenomenon translates into an opportunity for diversification optimization (Peralta & Zareei, 2016). On the contrary, assets in the beverage sector (Conchatoro and Andinab), and other companies as

Security, Aguasa, IAM, and Vapores, present a greater centrality, being the primary source and receiver of information transfer in the market (Sensoy, Nguyen, Rostom & Hacıhasanoglu, 2019).

When observing the MSTL synchronization, skewness tends to approach zero in the pre-crisis and crisis periods, implying the network's Gaussian distribution (Coelho, Gilmore, Lucey, Richmond & Hutzler, 2007). Also, the average value of the network during these periods tends to decrease concerning the post-crisis period and the total period, which indicates that the correlation between assets increases, implying that the market synchronization also does the same. On the other hand, there is an increase in the data's standard deviation since the uncertainty and economic events during these periods cause unexpected returns on assets.

In the post-crisis period, we observe that assets tend to increase their distance compared to the pre-crisis and crisis periods, showing less market synchronization and decreased data deviation with values closer to those reflected in the entire network.

Table 2. Descriptive statistics and unit root test for synchronization Chilean stock market and assets volatility

	mean	sd	median	min	max	range	skew	kurtosis	Unit root test	central ity
CAP	1.50E-02	2.44E-02	8.41E-03	1.04E-03	2.11E-01	2.10E-01	5.74E+00	3.94E+01	-1.03E+01***	2.08E+01
SQMB	1.14E-02	1.74E-02	6.19E-03	6.83E-04	1.35E-01	1.34E-01	4.70E+00	2.69E+01	-7.58E+00***	2.14E+01
CENCOSUD	7.09E-03	1.09E-02	4.91E-03	4.22E-04	9.90E-02	9.86E-02	6.48E+00	4.85E+01	-1.10E+01***	2.04E+01
COPEC	5.27E-03	6.29E-03	3.46E-03	5.38E-04	5.67E-02	5.62E-02	4.76E+00	3.05E+01	-7.83E+00***	2.00E+01
FALABELLA	5.80E-03	1.00E-02	3.69E-03	4.45E-04	1.09E-01	1.09E-01	7.45E+00	6.89E+01	-1.06E+01***	2.04E+01
VAPORES	1.59E-02	4.92E-02	6.68E-03	1.14E-03	5.68E-01	5.67E-01	9.31E+00	9.73E+01	-1.25E+01***	2.20E+01
CMPC	6.17E-03	6.93E-03	4.28E-03	1.05E-03	7.26E-02	7.16E-02	6.06E+00	5.13E+01	-8.90E+00***	2.04E+01
RIPLEY	8.27E-03	1.27E-02	4.42E-03	1.73E-04	9.91E-02	9.89E-02	4.43E+00	2.42E+01	-1.00E+01***	2.13E+01
ENELAM	5.23E-03	9.65E-03	2.97E-03	6.91E-04	9.83E-02	9.76E-02	6.82E+00	5.60E+01	-9.23E+00***	2.05E+01
BSANTANDER	5.46E-03	9.49E-03	3.13E-03	7.55E-04	9.26E-02	9.18E-02	6.66E+00	5.25E+01	-9.28E+00***	2.05E+01
SALFACORP	9.76E-03	1.16E-02	6.46E-03	9.00E-04	8.40E-02	8.31E-02	3.77E+00	1.68E+01	-8.49E+00***	2.17E+01
BCI	4.89E-03	5.89E-03	3.44E-03	4.94E-04	5.59E-02	5.54E-02	5.36E+00	3.84E+01	-9.29E+00***	2.07E+01
ENTEL	5.01E-03	6.44E-03	3.28E-03	3.98E-04	5.82E-02	5.78E-02	5.04E+00	3.26E+01	-6.15E+00***	2.08E+01
CHILE	4.02E-03	8.77E-03	2.09E-03	2.80E-04	8.32E-02	8.29E-02	7.12E+00	5.62E+01	-1.05E+01***	2.06E+01
PARAUCO	6.34E-03	1.20E-02	4.25E-03	4.83E-04	1.41E-01	1.41E-01	8.92E+00	9.42E+01	-1.10E+01***	2.17E+01
COLBUN	4.64E-03	6.78E-03	3.13E-03	4.57E-04	7.61E-02	7.57E-02	7.71E+00	7.49E+01	-1.03E+01***	2.10E+01
SONDA	5.54E-03	7.72E-03	3.49E-03	6.78E-04	7.10E-02	7.03E-02	5.16E+00	3.42E+01	-9.49E+00***	2.13E+01
ECL	6.41E-03	1.12E-02	3.84E-03	6.20E-04	1.20E-01	1.19E-01	7.13E+00	6.47E+01	-1.04E+01***	2.16E+01
AESGENER	5.42E-03	7.03E-03	3.36E-03	5.47E-04	6.36E-02	6.30E-02	4.97E+00	3.21E+01	-7.33E+00***	2.12E+01
ANDINAB	5.73E-03	7.94E-03	3.78E-03	4.79E-04	8.45E-02	8.40E-02	6.73E+00	5.90E+01	-9.51E+00***	2.16E+01
ITAU CORP	5.50E-03	1.29E-02	3.06E-03	2.87E-04	1.58E-01	1.58E-01	1.04E+01	1.19E+02	-1.13E+01***	2.13E+01
CCU	4.79E-03	4.85E-03	3.48E-03	8.80E-04	4.32E-02	4.23E-02	4.51E+00	2.78E+01	-7.16E+00***	2.15E+01
CONCHATORO	4.87E-03	4.92E-03	3.54E-03	4.10E-04	3.29E-02	3.25E-02	3.06E+00	1.12E+01	-9.32E+00***	2.20E+01

IAM	3.92E-03	7.15E-03	2.19E-03	2.01E-04	7.24E-02	7.22E-02	6.54E+00	5.33E+01	-1.07E+01***	2.22E+01
SECURITY	4.78E-03	5.92E-03	3.02E-03	2.32E-04	4.07E-02	4.05E-02	3.53E+00	1.55E+01	-1.01E+01***	2.28E+01
AGUASA	3.56E-03	8.45E-03	1.84E-03	1.92E-04	9.77E-02	9.75E-02	8.97E+00	9.36E+01	-1.11E+01***	2.22E+01
MSTL	1.58E+01	1.98E+00	1.63E+01	9.31E+00	1.85E+01	9.24E+00	-1.26E+00	1.23E+00	-8.22E+00***	
Pre crisis	1.51E+01	2.33E+00	1.53E+01	1.04E+01	1.85E+01	8.10E+00	-4.41E-01	-9.10E-01		
Crisis	1.47E+01	2.33E+00	1.52E+01	1.03E+01	1.73E+01	6.97E+00	-6.40E-01	-1.06E+00		
Post crisis	1.55E+01	2.01E+00	1.63E+01	9.31E+00	1.79E+01	8.55E+00	-1.35E+00	1.32E+00		

This table reports the summary statistic of monthly stock returns from November 2006 to April 2020. In the MSTL row we report the statistics of Minimum Spanning Tree Length and in the Unit Root Test row we report the stationarity of the series with * $p < 10\%$, ** $p < 5\%$, *** $p < 1\%$. Additionally, we present three periods: Pre crisis (between November 2006 and September 2008); Crisis (between October 2008 and March 2009); Post crisis (between April 2008 and April 2020).

Source: Authors' elaboration.

4.2 In-Sample Analysis

Table 3 reports the models reported in Table 1, panel A. We consider monthly frequencies and use HAC standard errors according to Newey & West (1987) and Newey, & West (1994). The results show that the MSTL coefficients are negative and statistically significant for 15 of the 26 actions studied, demonstrating a greater than 50% predictive power. This result means that an expansion (contraction) in the asset correlation network predicts a decrease (increase) in volatility realized in the following month by more than 50% of the market. This negative lagged coefficient is consistent with the research of Magner, Lavin Valle & Hardy (2020), which found a negative and lagged relationship between the variation of the MSTL and PMFGL and the realized volatility of 11 stock market indices worldwide.

The assets whose realized volatility has a statistical significance with the delayed synchronization of the market belong to the retail industries (Cencosud, Falabella, Ripley), energy (Copec, Enelam, Colbun, ECL), banking sector (BSantander, Chile, BCI), beverage (Concha y Toro, AndinaB), utilities (IAM), tech-companies (Sonda), and real estate (Salfacorp). Industrial sectors, telecommunications, other financial services, and raw materials extraction did not present a statistical relationship with the lagged synchronization index.

Regarding the retail industry, table 3 shows that the realized volatility of the Cencosud stock (beta = $-1.30.E-03$; $p = 1.09.E-02$), Falabella (beta = $-1.19.E-03$; $p = 3.11.E-02$), and Ripley (beta = $-1.44.E-03$; $p = 2.00.E-04$) turned out to be statistically significant, increasing when the MSTL of the network decreased in the previous month. In other words, an increase in synchronization is a preview of an increase in realized volatility of companies in the Retail sector.

Respect to the energy industry, table 3 shows that the realized volatility of the stock is inversely related to the synchronization of the stock market lagged in one month. Thus, Copec (beta = $-6.26.E-04$; $p = 5.94.E-02$), Enelam (beta = $-6.37.E-04$; $p = 5.85.E-02$), Colbun (beta = $-7.53.E-04$; $p = 1.37.E-02$), and ECL (beta = $-1.06.E-03$; $p = 6.62.E-02$) show an increase in their volatility realized after a decrease in the MSTL of the network of assets.

Stocks' realized volatility in the banking sector also showed a negative and statistically significant relationship with the lagging MSTL of the network. Within this group, in table 3 we see that Banco Santander (beta = -9.65.E-04; p = 1.31.E-02), Banco Chile (beta = -1.04.E-03; p = 4.37.E-02), and BCI (beta = -7.67.E-04; p = 7.90.E-03) turned out to be statistically significant, increasing when the MSTL of the network decreased in the previous month. The only exception was the realized volatility of ItauCorp (beta = -5.62.E-04; p = 1.82.E-01) and Security (beta = -6.27.E-04; p = 1.14.E-01) which did not showed a statistically significant relationship with market timing.

Other companies show a negative and statistically significant relationship between their realized volatility and the lagged MSTL of the market. Table 3 shows that such companies are from the drinking sector: Concha y Toro (beta = -8.36.E-04; p = 3.52.E-02) and AndinaB (beta = -4.89.E-04; p = 9.28.E-02); utilities sector: IAM (beta = -5.89.E-04; p = 8.30.E-02); Sonda technology sector (beta = -1.33.E-03; p = 5.20.E-03), and Salfacorp construction sector (beta = -2.40.E-03; p = 1.05.E-02).

Additionally, we note features derived from the in-the-sample model. First, we note a strong autocorrelation in the realized volatility of the stocks studied. Table 3 shows that we noticed 25 out of a total of 26 companies present a positive and statistically significant constant and positive statistical significance in any of the 6 lags of realized volatility.

Table 3. Forecast realized volatility stocks with MSTL

	C	MSTL (-1)	RV (-1)	RV (-2)	RV (-3)	RV (-4)	RV (-5)	RV (-6)	R ²	Prob Wald
CAP	1.64E-02 (1.15E-02)	-4.67E-04 (6.84E-04)	1.57E-01** (7.85E-02)	1.57E-01 (1.39E-01)	1.26E-01 (8.83E-02)	8.13E-02 (1.50E-01)	8.38E-03 (6.71E-02)	-1.01E-01 (7.56E-02)	9.00E-02	2.09E-03
SQMB	-4.59E-05 (8.50E-03)	2.47E-04 (4.74E-04)	4.35E-01** (1.82E-01)	3.21E-02 (1.78E-01)	6.17E-02 (1.96E-01)	2.48E-01 (2.47E-01)	-6.71E-02 (1.52E-01)	-1.97E-02 (5.89E-02)	2.98E-01	2.18E-04
CENCOSUD	2.61E-02*** (8.63E-03)	-1.30E-03** (5.05E-04)	-6.76E-03 (7.30E-02)	-3.13E-02 (5.26E-02)	6.52E-02 (9.82E-02)	1.24E-01 (1.95E-01)	4.83E-02 (5.02E-02)	3.84E-02 (4.17E-02)	7.14E-02	3.01E-04
COPEC	1.20E-02** (5.69E-03)	-6.26E-04* (3.30E-04)	3.01E-01*** (8.49E-02)	4.65E-02 (7.86E-02)	-6.28E-02 (1.73E-01)	4.36E-01 (3.90E-01)	-1.76E-01 (1.09E-01)	8.79E-02 (5.94E-02)	3.03E-01	0.00E+00
FALABELLA	2.12E-02** (9.06E-03)	-1.19E-03** (5.47E-04)	-1.70E-02 (1.11E-01)	-7.74E-02 (8.43E-02)	1.47E-01 (1.46E-01)	5.74E-01 (5.80E-01)	7.87E-02 (1.03E-01)	-3.15E-02 (1.72E-01)	2.13E-01	0.00E+00
VAPORES	3.58E-02* (2.02E-02)	-1.29E-03 (1.32E-03)	-5.47E-03 (1.91E-02)	-2.93E-02 (2.47E-02)	-2.56E-02* (1.51E-02)	-1.94E-02 (1.22E-02)	8.21E-03 (2.50E-02)	1.01E-01 (1.42E-01)	1.40E-02	3.00E-01
CMPC	9.81E-03* (5.56E-03)	-4.35E-04 (3.29E-04)	2.20E-01** (9.76E-02)	1.36E-01 (1.07E-01)	-6.89E-02 (1.54E-01)	2.40E-01 (2.82E-01)	7.65E-02 (1.52E-01)	-4.78E-02 (9.36E-02)	1.66E-01	7.40E-05
RIPLEY	2.84E-02*** (6.56E-03)	-1.44E-03*** (3.81E-04)	1.13E-01 (7.22E-02)	2.14E-02 (5.81E-02)	-1.56E-02 (4.57E-02)	2.04E-01 (1.29E-01)	2.67E-02 (6.14E-02)	-1.41E-02 (4.53E-02)	1.26E-01	1.42E-03
ENELAM	1.38E-02** (5.91E-03)	-6.37E-04* (3.34E-04)	2.14E-01*** (4.94E-02)	-2.36E-02 (5.25E-02)	7.34E-02 (9.56E-02)	3.41E-02 (3.26E-02)	2.07E-02 (4.08E-02)	-1.76E-02 (5.49E-02)	8.43E-02	5.00E-06
BSANTANDER	1.81E-02*** (6.57E-03)	-9.65E-04** (3.84E-04)	1.55E-01* (8.11E-02)	5.40E-02 (1.12E-01)	1.92E-01 (2.36E-01)	1.62E-01 (2.70E-01)	6.08E-02 (6.82E-02)	-1.11E-01 (9.25E-02)	1.73E-01	0.00E+00
SALFACORP	4.63E-02*** (1.64E-02)	-2.40E-03** (9.28E-04)	1.24E-01 (1.74E-01)	-3.61E-02 (7.63E-02)	-1.10E-01* (5.90E-02)	1.93E-01 (1.85E-01)	-1.30E-04 (7.68E-02)	-2.67E-02 (4.71E-02)	2.64E-01	0.00E+00
BCI	1.49E-02*** (4.83E-03)	-7.67E-04*** (2.85E-04)	1.11E-01* (6.69E-02)	-1.99E-02 (8.26E-02)	1.07E-01 (1.08E-01)	3.14E-01 (3.90E-01)	2.89E-02 (1.06E-01)	-8.40E-02 (1.13E-01)	1.97E-01	0.00E+00
ENTEL	2.47E-03 (5.01E-03)	-1.41E-04 (2.79E-04)	4.19E-01*** (8.43E-02)	-3.63E-02 (6.81E-02)	1.78E-01 (1.28E-01)	4.27E-01 (4.19E-01)	1.03E-01 (9.66E-02)	-3.56E-02 (8.11E-02)	3.87E-01	0.00E+00
CHILE	1.90E-02** (8.83E-03)	-1.04E-03** (5.12E-04)	4.75E-02 (8.26E-02)	3.59E-02 (8.05E-02)	1.20E-01 (7.64E-02)	2.71E-01 (3.15E-01)	-3.26E-03 (6.16E-02)	-7.35E-02 (5.62E-02)	1.29E-01	0.00E+00
PARAUCO	1.04E-02 (9.17E-03)	-4.63E-04 (5.29E-04)	8.81E-02* (5.10E-02)	8.71E-03 (8.29E-02)	-9.98E-03 (1.44E-01)	6.36E-01 (6.70E-01)	-1.51E-02 (1.45E-01)	-1.14E-01 (1.46E-01)	1.12E-01	1.00E-06
COLBUN	1.34E-02*** (4.48E-03)	-7.53E-04** (3.02E-04)	2.40E-02 (9.17E-02)	1.58E-01 (1.60E-01)	4.88E-02 (8.19E-02)	3.09E-01 (2.63E-01)	3.49E-01 (2.25E-01)	-1.35E-01 (9.34E-02)	1.67E-01	0.00E+00
SONDA	2.51E-02*** (8.18E-03)	-1.33E-03*** (4.69E-04)	7.95E-02 (1.13E-01)	-1.06E-01** (5.19E-02)	-6.23E-02 (7.64E-02)	3.67E-01 (3.85E-01)	7.89E-03 (7.81E-02)	-1.97E-02 (4.98E-02)	2.08E-01	7.00E-06
ECL	1.93E-02** (9.57E-03)	-1.06E-03* (5.73E-04)	6.50E-02 (6.58E-02)	-9.26E-03 (5.12E-02)	4.64E-02 (1.33E-01)	5.51E-01 (5.20E-01)	8.76E-02 (1.00E-01)	-7.69E-02 (1.15E-01)	1.97E-01	0.00E+00

AESGENER	3.90E-03 (6.50E-03)	-1.26E-04 (3.74E-04)	5.12E-01** (2.01E-01)	-2.86E-01* (1.64E-01)	3.62E-01*** (1.38E-01)	5.88E-02 (2.00E-01)	2.35E-01* (1.38E-01)	-1.99E-01 (1.38E-01)	3.06E-01	2.90E-05
ANDINAB	1.13E-02** (5.09E-03)	-4.89E-04* (2.89E-04)	2.07E-01** (8.21E-02)	-1.44E-02 (5.48E-02)	-6.45E-02 (1.47E-01)	3.40E-01 (3.15E-01)	2.81E-02 (1.28E-01)	-9.03E-02 (6.86E-02)	1.20E-01	1.37E-03
ITAU CORP	1.03E-02 (7.72E-03)	-5.62E-04 (4.19E-04)	7.70E-02* (4.60E-02)	-1.46E-02 (1.40E-01)	-2.07E-01 (2.56E-01)	1.39E+00 (1.20E+00)	1.43E-03 (1.19E-01)	-3.65E-01 (3.27E-01)	2.32E-01	1.16E-03
CCU	5.78E-03 (3.66E-03)	-2.37E-04 (2.18E-04)	3.56E-01** (1.42E-01)	9.31E-02 (1.24E-01)	2.64E-01** (1.17E-01)	-6.40E-02 (1.36E-01)	1.05E-01 (9.69E-02)	-1.50E-01 (1.29E-01)	2.58E-01	0.00E+00
CONCHATORO	1.64E-02** (7.12E-03)	-8.36E-04** (3.94E-04)	5.97E-02 (1.36E-01)	7.21E-02 (7.68E-02)	-5.95E-02 (5.43E-02)	2.40E-01 (2.00E-01)	1.82E-01** (9.09E-02)	-1.43E-01 (9.40E-02)	2.57E-01	1.80E-05
IAM	1.11E-02* (5.87E-03)	-5.89E-04* (3.37E-04)	7.10E-02 (5.46E-02)	-6.59E-02 (4.18E-02)	-4.71E-02 (1.31E-01)	5.91E-01 (5.36E-01)	5.75E-02 (6.64E-02)	1.07E-02 (5.37E-02)	2.02E-01	1.00E-06
SECURITY	1.27E-02* (6.87E-03)	-6.27E-04 (3.94E-04)	1.04E-01 (1.15E-01)	1.61E-02 (7.63E-02)	8.70E-02 (1.73E-01)	2.58E-01 (2.69E-01)	-1.19E-01** (4.68E-02)	9.55E-02 (9.18E-02)	1.63E-01	0.00E+00
AGUASA	3.82E-03 (6.18E-03)	-2.46E-04 (3.15E-04)	4.77E-02 (7.05E-02)	2.40E-01 (2.20E-01)	9.51E-03 (1.48E-01)	8.85E-01 (8.14E-01)	1.08E-01 (1.56E-01)	-3.17E-02 (7.61E-02)	2.17E-01	0.00E+00

This table presents the in-sample analysis with monthly data and core specification from Table 1, Panel A. In all models we included, yet not show, an AR(6) that stands for lag monthly of the dependent variable (we only show the first three lags). * $p < 10\%$, ** $p < 5\%$, *** $p < 1\%$.

Source: Authors' elaboration.

4.3 Out-of-Sample

Tables 4 show the ENCNEW test results (Clark & McCracken, 2001) in out-of-sample exercise for all stocks. The results of table 4 correspond to the statistical difference between the core model reported in table 1 panel B versus the benchmark models presented in Table 1 panel C when the proportion of the sample to make the forecast corresponds to a 40%, 50%, and 67% ($P / R = 0.4$, $P / R = 1$, and $P / R = 2$, respectively)

In Table 4, we use an AR (6) model described in Table 1, denoting an autoregressive process of order 6 for the realized volatility of each stock included in the study. For the case, $P / R: 0.4$, 17 of the 26 stocks studied presented a statistically significant difference. We interpret these results as the core model (See Table 1, panel B) has better predictive capacity than the benchmark model (See table 1, panel C). Of the 17 actions that present statistical significance, 14 reject the null hypothesis with a probability of less than 1%. In contrast, the remaining 3 companies reject the hypothesis with a probability of less than 5%.

When performing the out-of-sample tests, increasing the estimation window to 50% ($P / R: 1$), 13 companies reject the null hypothesis with a probability less than 10% (See table 4 column 3); while the same test with an estimation window of 67% ($P / R: 2$) indicates that 5 companies reject the null hypothesis with a probability less than 10%.

The industries that showed the best forecasting performance between the lagged MSTL and the stock's realized volatility are retail, banking, energy, beverage, technology, and utilities, consistent with the results obtained in the out-of-sample tests.

Table 4. Forecast realized volatility stocks with MSTL

	Pi = 2	Pi = 1	Pi = 0.4
CAP	-0.53	-0.35	-0.8
SQMB	0.18	-0.03	-0.79
CENCOSUD	1.1	1.85**	2.47***
COPEC	0.67	0.72	1.13**
FALABELLA	0.77	1.07*	1.21**
VAPORES	-1.2	-0.49	2.09**
CMPC	-0.14	-0.22	-0.39
RIPLEY	3.24**	4.35***	5.81***
ENELAM	1.44*	1.24*	3.99***
BSANTANDER	0.89	1.36*	3.15***
SALFACORP	4.14***	6.85***	0.14***
BCI	1.18	1.85**	2.92***
ENTEL	-0.02	-0.13	-0.68
CHILE	1.09	1.18*	3.57***
PARAUCO	-0.36	-0.41	-0.69
COLBUN	0.73	1.10*	2.11***
SONDA	3.89**	4.73***	4.41***
ECL	1.21	1.53*	2.22***
AESGENER	-0.27	-0.12	-0.33
ANDINAB	-0.07	-1.48	0.36
ITAUCORP	0.85	0.37	2.17***
CCU	0.71	0.8	3.32***
CONCHATORO	3.29**	4.38***	5.42***
IAM	0.69	0.98*	1.40**
SECURITY	0.51	0.4	-0.56
AGUASA	0.14	0.1	-0.11

This table presents the out-of-sample analysis with monthly data to forecasting realized volatility stocks with MSTL. (P/R = 0.4). 10%, 5%, and 1% critical values are 0.685, 1.079, and 2.098, respectively, when there is only one excess parameter. (P/R = 1). 10%, 5%, and 1% critical values are 0.984, 1.584, and 3.209, respectively, when there is only one excess parameter. (P/R = 2). 10%, 5%, and 1% critical values are 1.280, 2.085, and 4.134, respectively, when there is only one excess parameter. P represents the number of one-step-ahead forecasts, R the sample size of the first estimation window. All models are evaluated with AR(6) presents in Table 1, Panels B and C. *p < 10%, **p < 5%, ***p < 1%.

Source: Authors' elaboration

4.4 VAR and Forecast Error Variance Decomposition Analysis

Tables 5 and 6 show the VAR (2) results using the MSTL and the realized volatility of each asset. We selected the AR (2) using the methodology for selecting the appropriate delay (Pfaff, 2008). This analysis aims to study Granger Causality; the results show partial causality in one direction for 10 of the 26 companies studied. This result means that the lagged MSTL presents a statistical significance on the stock's realized volatility for the following period (See table 5). Additionally, we do not observe causality in the opposite direction. In other words, the lagged realized volatility of financial assets is not related to the timing of the market in the next period.

Table 5. VAR results for realized volatility stocks models

	C	RV (-1)	RV (-2)	MSTL (-1)	MSTL (-2)	R ²
CAP	-6.52E-03 (1.85E-02)	1.77E-01** (8.37E-02)	2.22E-01** (1.06E-01)	-9.40E-05 (1.09E-03)	1.10E-03 (1.09E-03)	1.87E-01
SQMB	-1.15E-02 (1.26E-02)	4.61E-01*** (9.09E-02)	1.50E-01 (1.04E-01)	5.80E-04 (7.13E-04)	4.47E-04 (7.16E-04)	1.88E-01
CENCOSUD	1.42E-02 (1.09E-02)	4.13E-02 (9.47E-02)	7.45E-02 (1.27E-01)	-1.05E-03* (5.58E-04)	5.48E-04 (5.69E-04)	1.89E-01
COPEC	3.46E-04 (6.43E-03)	3.28E-01*** (9.64E-02)	2.94E-01** (1.33E-01)	-5.29E-04* (2.98E-04)	6.43E-04** (3.15E-04)	2.02E-01
FALABELLA	9.04E-03 (1.08E-02)	1.09E-01 (9.36E-02)	2.11E-01 (1.81E-01)	-8.77E-04* (5.02E-04)	5.66E-04 (5.59E-04)	1.88E-01
VAPORES	1.16E-02 (3.84E-02)	-3.40E-03 (8.01E-02)	-2.43E-02 (8.42E-02)	-1.51E-03 (2.18E-03)	1.81E-03 (2.22E-03)	1.86E-01
CMPC	2.40E-03 (7.49E-03)	2.84E-01*** (9.62E-02)	2.44E-01 (1.63E-01)	-5.13E-05 (3.43E-04)	9.49E-05 (3.67E-04)	1.93E-01
RIPLEY	2.12E-02* (1.12E-02)	1.36E-01 (8.71E-02)	5.80E-02 (9.72E-02)	-1.38E-03** (5.85E-04)	4.63E-04 (5.92E-04)	1.97E-01
ENELAM	6.83E-03 (8.03E-03)	2.40E-01*** (8.67E-02)	1.98E-02 (1.38E-01)	-3.76E-04 (4.45E-04)	1.93E-04 (4.50E-04)	1.86E-01
BSANTANDER	6.89E-03 (8.28E-03)	2.13E-01** (9.23E-02)	2.50E-01* (1.35E-01)	-6.91E-04 (4.52E-04)	4.51E-04 (4.65E-04)	2.02E-01
SALFACORP	2.66E-02** (1.13E-02)	1.68E-01* (9.03E-02)	5.69E-02 (9.09E-02)	-2.55E-03*** (5.12E-04)	1.35E-03** (5.41E-04)	1.85E-01
BCI	6.63E-03 (5.94E-03)	2.01E-01** (9.63E-02)	1.57E-01 (1.36E-01)	-5.40E-04* (2.94E-04)	3.24E-04 (3.09E-04)	1.90E-01
ENTEL	-6.38E-03 (5.94E-03)	5.68E-01*** (9.78E-02)	2.09E-01 (1.45E-01)	1.04E-04 (2.96E-04)	3.87E-04 (3.14E-04)	1.85E-01
CHILE	7.63E-03 (7.82E-03)	1.04E-01 (8.81E-02)	1.59E-01 (1.25E-01)	-9.57E-04** (4.14E-04)	6.65E-04 (4.23E-04)	7.71E-02
PARAUCO	6.57E-03 (1.18E-02)	1.08E-01 (8.94E-02)	1.26E-01 (2.08E-01)	-3.52E-04 (5.89E-04)	2.54E-04 (6.29E-04)	1.86E-01
COLBUN	3.50E-03	1.30E-01	3.69E-01**	-4.08E-04	3.47E-04	1.86E-01

	(6.75E-03)	(9.08E-02)	(1.80E-01)	(3.29E-04)	(3.59E-04)	
SONDA	1.58E-02**	1.37E-01	-5.85E-02	-9.84E-04***	3.07E-04	1.85E-01
	(7.91E-03)	(9.37E-02)	(1.29E-01)	(3.78E-04)	(3.91E-04)	
ECL	1.14E-02	1.56E-01*	1.44E-01	-7.01E-04	2.65E-04	1.86E-01
	(1.05E-02)	(8.94E-02)	(1.56E-01)	(5.33E-04)	(5.56E-04)	
AESGENER	2.31E-03	5.64E-01***	-1.72E-01	2.66E-04	-2.03E-04	1.90E-01
	(5.91E-03)	(9.31E-02)	(1.24E-01)	(3.16E-04)	(3.21E-04)	
ANDINAB	6.17E-03	2.51E-01***	4.40E-03	-1.61E-04	4.32E-05	1.95E-01
	(6.93E-03)	(9.16E-02)	(1.50E-01)	(3.85E-04)	(3.96E-04)	
ITAUCORP	4.43E-03	8.88E-02	2.32E-01	-2.76E-04	2.49E-04	1.96E-01
	(1.17E-02)	(8.89E-02)	(2.76E-01)	(6.13E-04)	(6.74E-04)	
CCU	-1.04E-03	4.00E-01***	2.88E-01**	-1.22E-04	2.94E-04	1.91E-01
	(4.53E-03)	(9.54E-02)	(1.28E-01)	(2.28E-04)	(2.34E-04)	
CONCHATORO	1.05E-02**	1.29E-01	1.88E-01**	-8.71E-04***	4.20E-04*	1.83E-01
	(4.79E-03)	(9.01E-02)	(9.49E-02)	(2.19E-04)	(2.25E-04)	
IAM	7.78E-03	1.12E-01	-2.50E-02	-5.32E-04	2.66E-04	1.85E-01
	(6.58E-03)	(9.02E-02)	(1.40E-01)	(3.50E-04)	(3.60E-04)	
SECURITY	9.69E-03*	1.45E-01	7.52E-02	-5.25E-04*	1.50E-04	1.86E-01
	(5.78E-03)	(9.37E-02)	(1.04E-01)	(2.93E-04)	(2.94E-04)	
AGUASA	-2.01E-03	1.10E-01	4.03E-01**	-2.87E-04	5.41E-04	1.83E-01
	(7.22E-03)	(8.57E-02)	(1.86E-01)	(3.94E-04)	(4.07E-04)	

This table report the VAR analysis with monthly data and core specification from Table 1, Panel D, Row (8). *p < 10%, **p < 5%, ***p < 1%.

Source: Authors' elaboration.

Another interesting result is the strong causality verified in the stock market synchronization phenomenon. Table 6 shows that the first lag of the MSTL is statistically significantly related to the MSTL of the following period. The persistence in the MSTL time series, which we interpret as the synchronization of the stock market causing a significant part of the synchronization of the same market in the following period.

Table 6. VAR results for MSTL models

Company	C	RV		MSTL		R ²
		(-1)	(-2)	(-1)	(-2)	
CAP	8.79E+00***	7.61E+00	7.23E+00	4.25E-01***	1.46E-03	1.82E-01
	(1.41E+00)	(6.36E+00)	(8.03E+00)	(8.27E-02)	(8.25E-02)	
SQMB	9.62E+00***	-8.60E+00	5.08E+00	3.77E-01***	1.38E-02	1.68E-01
	(1.52E+00)	(1.10E+01)	(1.26E+01)	(8.60E-02)	(8.64E-02)	
CENCOSUD	8.26E+00***	9.63E+00	1.39E+01	4.35E-01***	2.91E-02	1.69E-01
	(1.84E+00)	(1.60E+01)	(2.13E+01)	(9.41E-02)	(9.59E-02)	
COPEC	9.60E+00***	-1.28E+01	8.49E+00	3.82E-01***	8.63E-03	1.66E-01
	(2.11E+00)	(3.16E+01)	(4.35E+01)	(9.77E-02)	(1.03E-01)	
FALABELLA	9.27E+00***	8.70E+00	-8.83E+00	4.29E-01***	-1.93E-02	1.67E-01
	(2.00E+00)	(1.74E+01)	(3.37E+01)	(9.34E-02)	(1.04E-01)	
VAPORES	9.27E+00***	6.19E-01	1.07E+00	4.08E-01***	9.99E-04	1.66E-01

	(1.41E+00)	(2.94E+00)	(3.09E+00)	(7.97E-02)	(8.13E-02)	
CMPC	1.02E+01***	-2.49E+01	3.37E+00	3.53E-01***	6.76E-03	1.70E-01
	(2.09E+00)	(2.69E+01)	(4.55E+01)	(9.57E-02)	(1.02E-01)	
RIPLEY	8.66E+00***	6.90E+00	7.56E+00	4.23E-01***	1.87E-02	1.68E-01
	(1.65E+00)	(1.29E+01)	(1.43E+01)	(8.64E-02)	(8.74E-02)	
ENELAM	8.49E+00***	1.64E+01	1.82E+01	4.35E-01***	1.43E-02	1.73E-01
	(1.55E+00)	(1.67E+01)	(2.66E+01)	(8.57E-02)	(8.66E-02)	
BSANTANDER	8.27E+00***	1.59E+01	1.32E+01	4.41E-01***	2.39E-02	1.72E-01
	(1.68E+00)	(1.87E+01)	(2.74E+01)	(9.14E-02)	(9.41E-02)	
SALFACORP	8.48E+00***	6.30E+00	7.18E+00	4.23E-01***	2.96E-02	1.67E-01
	(2.01E+00)	(1.61E+01)	(1.62E+01)	(9.13E-02)	(9.64E-02)	
BCI	8.40E+00***	2.06E+01	1.10E+01	4.40E-01***	1.54E-02	1.68E-01
	(1.94E+00)	(3.14E+01)	(4.42E+01)	(9.58E-02)	(1.01E-01)	
ENTEL	9.05E+00***	-9.50E+00	2.27E+01	3.90E-01***	3.06E-02	1.66E-01
	(1.97E+00)	(3.24E+01)	(4.82E+01)	(9.82E-02)	(1.04E-01)	
CHILE	8.90E+00***	1.71E+01	-6.84E+00	4.42E-01***	-1.06E-02	1.70E-01
	(1.67E+00)	(1.88E+01)	(2.67E+01)	(8.81E-02)	(9.01E-02)	
PARAUACO	9.03E+00***	6.62E+00	1.86E+00	4.25E-01***	-3.14E-03	1.66E-01
	(1.78E+00)	(1.35E+01)	(3.14E+01)	(8.90E-02)	(9.51E-02)	
COLBUN	7.96E+00***	1.07E+01	4.77E+01	4.25E-01***	5.23E-02	1.72E-01
	(1.87E+00)	(2.51E+01)	(4.97E+01)	(9.08E-02)	(9.92E-02)	
SONDA	7.36E+00***	1.10E+01	4.99E+01	4.30E-01***	8.21E-02	1.79E-01
	(1.93E+00)	(2.29E+01)	(3.16E+01)	(9.24E-02)	(9.57E-02)	
ECL	9.20E+00***	5.21E+00	-2.33E+00	4.19E-01***	-5.71E-03	1.66E-01
	(1.76E+00)	(1.49E+01)	(2.61E+01)	(8.91E-02)	(9.30E-02)	
AESGENER	8.69E+00***	-4.24E+01	6.99E+01*	3.45E-01***	9.38E-02	1.88E-01
	(1.70E+00)	(2.68E+01)	(3.57E+01)	(9.09E-02)	(9.23E-02)	
ANDINAB	7.87E+00***	1.60E+01	4.53E+01	4.29E-01***	5.02E-02	1.81E-01
	(1.62E+00)	(2.14E+01)	(3.50E+01)	(8.97E-02)	(9.23E-02)	
ITAU CORP	8.29E+00***	6.78E+00	3.58E+01	4.23E-01***	3.74E-02	1.73E-01
	(1.65E+00)	(1.25E+01)	(3.89E+01)	(8.63E-02)	(9.49E-02)	
CCU	8.51E+00***	5.34E-02	3.95E+01	4.07E-01***	4.05E-02	1.68E-01
	(1.91E+00)	(4.03E+01)	(5.39E+01)	(9.61E-02)	(9.89E-02)	
CONCHATORO	1.02E+01***	-1.41E+01	-1.92E+01	3.86E-01***	-2.58E-02	1.67E-01
	(1.95E+00)	(3.66E+01)	(3.85E+01)	(8.88E-02)	(9.13E-02)	
IAM	7.81E+00***	2.10E+01	4.54E+01	4.38E-01***	4.96E-02	1.79E-01
	(1.68E+00)	(2.30E+01)	(3.57E+01)	(8.93E-02)	(9.19E-02)	
SECURITY	9.11E+00***	7.74E+00	5.43E-01	4.18E-01***	1.61E-04	1.65E-01
	(1.84E+00)	(2.98E+01)	(3.30E+01)	(9.33E-02)	(9.36E-02)	
AGUASA	8.84E+00***	1.18E+01	1.45E+01	4.27E-01***	5.75E-03	1.68E-01
	(1.58E+00)	(1.87E+01)	(4.06E+01)	(8.62E-02)	(8.90E-02)	

VAR analysis with monthly data and core specification from Table 1, Panel D, Row (9). *p < 10%, **p < 5%,

***p < 1%.

Source: Authors' elaboration.

Finally, we organize an orthogonalized disturbance that contributes to the mean squared error (MSE) in the H-periods-ahead forecasts (See table 7). Our objective is to study the percentage contribution to each asset's realized volatility (Table 7) and the MSTL market synchronization (table 8). The results show that the most significant proportion of each asset's variance is caused by the lagged realized volatility of the asset, and to a lesser extent, by the market synchronization (table 7).

Regarding market timing, Table 8 shows that the lag explains the vast majority of the variance in market timing and that the realized volatility of each asset explains a minimal (almost negligible) portion.

Table 7. Forecast Error Variance Decomposition Results

	Panel A					Panel B				
	Impulse in RV_i Response in RV_i					Impulse in MSTL Response RV_i				
	H									
	1	3	6	9	12	1	3	6	9	12
CAP	0,8874	0,8925	0,8936	0,8937	0,8937	0,1126	0,1075	0,1064	0,1063	0,1063
SQMB	0,8271	0,8543	0,8619	0,8626	0,8627	0,1729	0,1457	0,1381	0,1374	0,1373
CENCOSUD	0,6840	0,6586	0,6586	0,6586	0,6586	0,3160	0,3414	0,3414	0,3414	0,3414
COPEC	0,6276	0,5978	0,6093	0,6117	0,6121	0,3724	0,4022	0,3907	0,3883	0,3879
FALABELLA	0,7048	0,6778	0,6776	0,6776	0,6776	0,2952	0,3222	0,3224	0,3224	0,3224
VAPORES	0,9696	0,9645	0,9641	0,9641	0,9641	0,0304	0,0355	0,0359	0,0359	0,0359
CMPC	0,6701	0,6709	0,6727	0,6729	0,6729	0,3299	0,3291	0,3273	0,3271	0,3271
RIPLEY	0,8254	0,7729	0,7722	0,7722	0,7722	0,1746	0,2271	0,2278	0,2278	0,2278
ENELAM	0,8333	0,8177	0,8176	0,8176	0,8176	0,1667	0,1823	0,1824	0,1824	0,1824
BSANTANDER	0,7279	0,6966	0,6953	0,6954	0,6954	0,2721	0,3034	0,3047	0,3046	0,3046
SALFACORP	0,7333	0,5736	0,5735	0,5735	0,5735	0,2668	0,4264	0,4265	0,4265	0,4265
BCI	0,6633	0,6208	0,6202	0,6202	0,6202	0,3367	0,3792	0,3798	0,3798	0,3798
ENTEL	0,6355	0,6776	0,7163	0,7282	0,7322	0,3645	0,3224	0,2837	0,2718	0,2678
CHILE	0,7853	0,7437	0,7439	0,7439	0,7439	0,2147	0,2563	0,2561	0,2561	0,2561
PARAUCO	0,7786	0,7733	0,7734	0,7734	0,7734	0,2214	0,2267	0,2266	0,2266	0,2266
COLBUN	0,7216	0,7119	0,7124	0,7128	0,7129	0,2784	0,2881	0,2876	0,2872	0,2871
SONDA	0,7189	0,6586	0,6596	0,6596	0,6596	0,2811	0,3414	0,3404	0,3404	0,3404
ECL	0,7632	0,7380	0,7369	0,7369	0,7369	0,2368	0,2620	0,2631	0,2631	0,2631
AESGENER	0,7344	0,7571	0,7571	0,7571	0,7571	0,2656	0,2429	0,2429	0,2429	0,2429
ANDINAB	0,7606	0,7523	0,7522	0,7522	0,7522	0,2394	0,2477	0,2478	0,2478	0,2478
ITAUCORP	0,8225	0,8213	0,8215	0,8216	0,8216	0,1775	0,1787	0,1785	0,1784	0,1784
CCU	0,6440	0,6487	0,6662	0,6712	0,6724	0,3560	0,3513	0,3338	0,3288	0,3276
CONCHATORO	0,8143	0,7039	0,7012	0,7012	0,7012	0,1857	0,2961	0,2988	0,2988	0,2988
IAM	0,7625	0,7383	0,7383	0,7383	0,7383	0,2375	0,2617	0,2617	0,2617	0,2617
SECURITY	0,7075	0,6680	0,6669	0,6669	0,6669	0,2925	0,3320	0,3331	0,3331	0,3331
AGUASA	0,8177	0,8266	0,8314	0,8325	0,8326	0,1823	0,1734	0,1686	0,1675	0,1674

This table reports the results of forecast error variance decomposition (percentage points), among realized volatility (RV) for each asset i , and MSTL. The variance decomposition is based on the Cholesky ordering stock's realized volatility and MSTL.

Source: Authors' elaboration.

Table 8. Forecast Error Variance Decomposition Results

	Impulse in RV_i Response in MSTL					Impulse in MSTL Response MSTL				
	Month H									
	1	3	6	9	12	1	3	6	9	12
CAP	0	0,0253	0,0398	0,0411	0,0412	1	0,9747	0,9602	0,9589	0,9588
SQMB	0	0,0037	0,0039	0,0039	0,0039	1	0,9963	0,9961	0,9961	0,9961
CENCOSUD	0	0,0088	0,0113	0,0113	0,0113	1	0,9912	0,9887	0,9887	0,9887
COPEC	0	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	1	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992
FALABELLA	0	0,0016	0,0017	0,0017	0,0017	1	0,9984	0,9983	0,9983	0,9983
VAPORES	0	0,0013	0,0015	0,0015	0,0015	1	0,9987	0,9985	0,9985	0,9985
CMPC	0	0,0056	0,0071	0,0072	0,0072	1	0,9944	0,9929	0,9928	0,9928
RIPLEY	0	0,0056	0,0074	0,0074	0,0074	1	0,9944	0,9926	0,9926	0,9926
ENELAM	0	0,0210	0,0294	0,0295	0,0295	1	0,9790	0,9706	0,9705	0,9705
BSANTANDER	0	0,0120	0,0209	0,0218	0,0219	1	0,9880	0,9791	0,9782	0,9781
SALFACORP	0	0,0031	0,0042	0,0042	0,0042	1	0,9969	0,9959	0,9958	0,9958
BCI	0	0,0053	0,0077	0,0078	0,0078	1	0,9947	0,9923	0,9922	0,9922
ENTEL	0	0,0013	0,0037	0,0048	0,0052	1	0,9987	0,9963	0,9952	0,9948
CHILE	0	0,0043	0,0044	0,0044	0,0044	1	0,9957	0,9956	0,9956	0,9956
PARAUCO	0	0,0021	0,0025	0,0025	0,0025	1	0,9979	0,9975	0,9975	0,9975
COLBUN	0	0,0235	0,0455	0,0500	0,0506	1	0,9765	0,9545	0,9500	0,9495
SONDA	0	0,0321	0,0436	0,0437	0,0437	1	0,9679	0,9564	0,9563	0,9563
ECL	0	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	1	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994
AESGENER	0	0,0202	0,0379	0,0382	0,0382	1	0,9798	0,9621	0,9618	0,9618
ANDINAB	0	0,0391	0,0606	0,0611	0,0612	1	0,9609	0,9394	0,9389	0,9388
ITAUCORP	0	0,0533	0,0826	0,0850	0,0851	1	0,9467	0,9174	0,9150	0,9149
CCU	0	0,0047	0,0129	0,0157	0,0165	1	0,9953	0,9871	0,9843	0,9835
CONCHATORO	0	0,0037	0,0052	0,0053	0,0053	1	0,9963	0,9948	0,9947	0,9947
IAM	0	0,0354	0,0462	0,0464	0,0464	1	0,9646	0,9538	0,9536	0,9536
SECURITY	0	0,0005	0,0006	0,0006	0,0006	1	0,9995	0,9994	0,9994	0,9994
AGUASA	0	0,0082	0,0154	0,0168	0,0170	1	0,9918	0,9846	0,9832	0,9830

This table reports the results of forecast error variance decomposition (percentage points), among realized volatility (RV) for each asset i , and MSTL. The variance decomposition is based on the Cholesky ordering stock's realized volatility and MSTL.

Source: Authors' elaboration.

5. Conclusions

The financial and economic crises have shown that synchronization is relevant because it increases at times of stock market falls, reducing the effects of diversification protection, increasing the cost of investment management, and putting the market in a high-risk position contagious.

Synchronization within a stock market is an important phenomenon to consider when managing investments. High synchronization increases diversification costs and the portfolio's exposure to systemic risks and economic shocks. This phenomenon may be more important when the stock markets are small, little varied in the number of traded assets, low liquidity, high transaction costs, all descriptive characteristics of equity markets in emerging countries.

In this research, we estimate the network of correlations within a stock market and calculate the Minimum Spanning Tree Length (MSTL) to represent how expanded or contracted the market is in each month. The higher (lower) MSTL, the more extended (contracted), then the market is less (more) in sync. Subsequently, we organize in-sample and out-of-sample tests to evaluate the predictive power of the MSTL to predict realized volatility of each asset; and a VAR and forecasting error variance decomposition to study the Granger causality between the MSTL and the realized volatilities. of assets

We contribute to the literature by extending a bridge between network analysis, forecasting, and investment management methodologies, taking a more systemic perspective to better plan and manage portfolio diversification and risk.

Our results indicate that the synchronization of financial assets has a significant effect on the realized volatility of financial assets, opening the possibility of developing new tools that allow managing portfolio diversification and building early warnings of increased risk levels.

Some sectors are more sensitive to variations in the markets' synchronization. High beta sectors such as retail, financial, and technology and sectors with high leverage such as beverage, construction, energy, and utilities present a greater sensitivity to variations in the MSTL with a lag.

The implications for portfolio managers are to consider asset synchronization for their investment decisions, especially those related to diversification. Additionally, the paper raises the possibility of monitoring the financial markets' synchronization as a critical piece of information to forecast periods of greater volatility.

References

- [1] Andersen, T. G., Bollerslev, T., & Meddahi, N. (2005). Correcting the errors: Volatility forecast evaluation using high-frequency data and realized volatilities. *Econometrica*, 73(1), 279-296.
- [2] Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F. X., & Ebens, H. (2001). The distribution of realized stock return volatility. *Journal of financial economics*, 61(1), 43-76.
- [3] Ansotegui, C., & Esteban, M. V. (2002). Cointegration for market forecast in the Spanish stock market. *Applied Economics*, 34(7), 843-857. <https://doi.org/10.1080/00036840110058932>
- [4] Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Filis, G. (2013). Dynamic co-movements of stock market returns, implied volatility and policy uncertainty. *Economics Letters*, 120(1), 87-92. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.04.004>

-
- [5] Banerjee, P. S., Doran, J. S., & Peterson, D. R. (2007). Implied volatility and future portfolio returns. *Journal of Banking & Finance*, 31(10), 3183-3199. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2006.12.007>
- [6] Barberis, N., & Thaler, R. (2005). *A survey of behavioral finance* (pp. 1-76). Princeton University Press.
- [7] Billio, M., Caporin, M., Frattarolo, L., & Pelizzon, L. (2021). Networks in risk spillovers: A multivariate GARCH perspective. *Econometrics and Statistics*. <https://doi.org/10.1016/j.ecosta.2020.12.003>
- [8] Bonanno, G., Lillo, F., & Mantegna, R. N. (2001). *High-frequency cross-correlation in a set of stocks*.
- [9] Clark, T. E., & McCracken, M. W. (2001). Tests of equal forecast accuracy and encompassing for nested models. *Journal of econometrics*, 105(1), 85-110. [https://doi.org/10.1016/s0304-4076\(01\)00071-9](https://doi.org/10.1016/s0304-4076(01)00071-9)
- [10] Clark, T. E., & McCracken, M. W. (2001). Tests of equal forecast accuracy and encompassing for nested models. *Journal of econometrics*, 105(1), 85-110. <https://doi.org/10.2139/ssrn.191028>
- [11] Clements, A., & Liao, Y. (2017). Forecasting the variance of stock index returns using jumps and cojumps. *International Journal of Forecasting*, 33(3), 729-742.
- [12] Coelho, R., Gilmore, C. G., Lucey, B., Richmond, P., & Hutzler, S. (2007). The evolution of interdependence in world equity markets—Evidence from minimum spanning trees. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 376, 455-466. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2006.10.045>
- [13] Cohen, L., & Frazzini, A. (2008). Economic links and predictable returns. *The Journal of Finance*, 63(4), 1977-2011. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2008.01379.x>
- [14] Corsi, F. (2009). A simple approximate long-memory model of realized volatility. *Journal of Financial Econometrics*, 7(2), 174-196.
- [15] Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2009). Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets. *The Economic Journal*, 119(534), 158-171. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2008.02208.x>
- [16] Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2014). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of econometrics*, 182(1), 119-134. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.04.012>
- [17] Engel, C. M. (2008). 3. *Tests of CAPM on an International Portfolio of Bonds and Stocks* (pp. 149-184). University of Chicago Press.
- [18] Engle, R. (2002). New frontiers for ARCH models. *Journal of Applied Econometrics*, 17(5), 425-446.
- [19] Eryiğit, M., & Eryiğit, R. (2009). Network structure of cross-correlations among the world market indices. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 388(17), 3551-3562.
- [20] Forbes, K. J., & Rigobon, R. (2002). No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements. *The journal of Finance*, 57(5), 2223-2261. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00494>
- [21] Gai, P., Haldane, A., & Kapadia, S. (2011). Complexity, concentration and contagion. *Journal of Monetary Economics*, 58(5), 453-470. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2011.05.005>
- [22] Gao, H. L., & Mei, D. C. (2019). The correlation structure in the international stock markets during global financial crisis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 534, 122056.
- [23] Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 424-438.
- [24] Green, T. C., & Hwang, B. H. (2009). Price-based return comovement. *Journal of Financial Economics*, 93(1), 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2008.09.002>
- [25] Haskel, J., & Wolf, H. (2001). The law of one price—a case study. *Scandinavian Journal of Economics*, 103(4), 545-558.
- [26] Havlin, S., Kenett, D. Y., Ben-Jacob, E., Bunde, A., Cohen, R., Hermann, H., ... & Solomon, S. (2012). Challenges in network science: Applications to infrastructures, climate, social systems and economics. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 273-293. <https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01695-x>

- [27] Isard, P. (1977). How Far Can We Push the " Law of One Price"?. *The American Economic Review*, 67(5), 942-948.
- [28] Jach, A. (2017). International stock market comovement in time and scale outlined with a thick pen. *Journal of Empirical Finance*, 43, 115-129. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2017.06.004>.
- [29] Kang, S. H., Maitra, D., Dash, S. R., & Brooks, R. (2019). Dynamic spillovers and connectedness between stock, commodities, bonds, and VIX markets. *Pacific-Basin Finance Journal*, 58(C). <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2019.101221>
- [30] Koopman, S. J., Jungbacker, B., & Hol, E. (2005). Forecasting daily variability of the S&P 100 stock index using historical, realised and implied volatility measurements. *Journal of Empirical Finance*, 12(3), 445-475. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2004.04.009>
- [31] López-García, M. N., Sánchez-Granero, M. A., Trinidad-Segovia, J. E., Puertas, A. M., & Nieves, F. J. D. L. (2020). A new look on financial markets co-movement through cooperative dynamics in many-body physics. *Entropy*, 22(9), 954. <https://doi.org/10.3390/e22090954>.
- [32] Magner, N. S., Lavin, J. F., Valle, M. A., & Hardy, N. (2020). The volatility forecasting power of financial network analysis. *Complexity*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/7051402>
- [33] Mantegna, R. N. (1999). Hierarchical structure in financial markets. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 11(1), 193-197.
- [34] Martens, M., & Poon, S. H. (2001). Returns synchronization and daily correlation dynamics between international stock markets. *Journal of Banking & Finance*, 25(10), 1805-1827. [https://doi.org/10.1016/s0378-4266\(00\)00159-x](https://doi.org/10.1016/s0378-4266(00)00159-x)
- [35] McAleer, M., & Medeiros, M. C. (2008). Realized volatility: A review. *Econometric reviews*, 27(1-3), 10-45.
- [36] Newey, W. K., & West, K. D. (1987). Hypothesis testing with efficient method of moments estimation. *International Economic Review*, 777-787. <https://doi.org/10.2307/2526578>
- [37] Newey, W. K., & West, K. D. (1994). Automatic lag selection in covariance matrix estimation. *The Review of Economic Studies*, 61(4), 631-653. <https://doi.org/10.2307/2297912>
- [38] Onnela, J. P., Chakraborti, A., Kaski, K., & Kertesz, J. (2003). Dynamic asset trees and Black Monday. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 324(1-2), 247-252. [https://doi.org/10.1016/s0378-4371\(02\)01882-4](https://doi.org/10.1016/s0378-4371(02)01882-4)
- [39] Peralta, G., & Zareei, A. (2016). A network approach to portfolio selection. *Journal of Empirical Finance*, 38, 157-180.
- [40] Perron, P. (1988). Trends and random walks in macroeconomic time series: Further evidence from a new approach. *Journal of economic dynamics and control*, 12(2-3), 297-332. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90043-7](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90043-7)
- [41] Pfaff, B. (2008). VAR, SVAR and SVEC models: Implementation within R package vars. *Journal of statistical software*, 27, 1-32. <https://doi.org/10.18637/jss.v027.i04>
- [42] Prim, R. C. (1957). Shortest connection networks and some generalizations. *The Bell System Technical Journal*, 36(6), 1389-1401.
- [43] Sensoy, A., Nguyen, D. K., Rostom, A., & Hacihasanoglu, E. (2019). Dynamic integration and network structure of the EMU sovereign bond markets. *Annals of Operations Research*, 281(1), 297-314. <https://doi.org/10.1007/s10479-018-2831-1>
- [44] Wang, G. J., Xie, C., & Stanley, H. E. (2018). Correlation structure and evolution of world stock markets: Evidence from Pearson and partial correlation-based networks. *Computational Economics*, 51(3), 607-635. <https://doi.org/10.1007/s10614-016-9627-7>.
- [45] Wang, H. (2019). VIX and volatility forecasting: A new insight. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 533, 121951. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.121951>.

- [46] Yang, C., Chen, Y., Niu, L., & Li, Q. (2014). Cointegration analysis and influence rank—A network approach to global stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 400, 168-185. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2014.01.011>
- [47] Yang, Z., & Zhou, Y. (2017). Quantitative easing and volatility spillovers across countries and asset classes. *Management Science*, 63(2), 333-354. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2015.2305>.
- [48] Zhao, L., Li, W., & Cai, X. (2016). Structure and dynamics of stock market in times of crisis. *Physics Letters A*, 380(5-6), 654-666.

El uso de productos financieros en la demanda de seguros en México

Ignacio Ibarra López¹ - Tecnológico de Monterrey, México

Juan Antonio Tapia Cortés² - Tecnológico de Monterrey, México

Resumen

En el siguiente trabajo se utilizan datos de la ENIGH (2010, 2012, 2014, 2016) para conocer cuáles son los principales factores que inciden en la tenencia de un seguro. Se busca probar si existe al menos un seguro en un hogar de México, en función de aspectos conductuales tales como interacción social, las experiencias personales (e.g. haber enfrentado un accidente), así como del uso de productos y servicios financieros. En relación a la originalidad, se aborda la tenencia de seguros mediante un enfoque mixto, que combina planteamientos de tradicionales y de la economía del comportamiento. Adicionalmente, se promueve el uso de microdatos para entender la decisiones de aseguramiento a nivel hogar. La principal conclusión es que la inclusión financiera puede llevar al desarrollo de heurísticas en las personas que facilitan la tenencia de seguros en México.

Clasificación JEL: G22, G52, I13, O10, D19.

Palabras clave: seguros, heurística, inclusión financiera, riesgos, productos financieros.

Income, social interaction and the use of financial products on insurance demand in Mexico

Abstract

In the following work, data from the ENIGH (2010, 2012, 2014, 2016) and a Probit model are used to find out which are the main factors related with insurance. The aim is to test whether insurance ownership in Mexico depends on behavioral aspects such as social interaction, personal experiences (e.g. having faced an accident), as well as the use of financial products and services. Regarding originality, insurance ownership is approached through a mixed approach, which combines traditional and behavioral economics variables. Additionally, the use of microdata is promoted to understand insurance decisions at the household level. The main conclusion is that financial inclusion can lead to the development of heuristics in people who facilitate the ownership of insurance in Mexico.

JEL Classification: G22, G52, I13, O10, D19.

Keywords: insurance, heuristic, financial inclusion, risks, financial products.

¹ Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ciencias Sociales y Gobierno, Departamento de Economía. FAIR Center for Financial Access, Inclusion and Research. E-mail: iibarral@tec.mx

² Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ciencias Sociales y Gobierno, Departamento de Economía.

* La presente investigación se realizó con el apoyo del Mastercard Center for Inclusive Growth (www.mastercardcenter.org).

The research was produced with support from the Mastercard Center for Inclusive Growth” (www.mastercardcenter.org.)



1. Introducción

El mercado de seguros es importante para la economía de un país ya que su buen desempeño permite que los agentes económicos logren transferir y diversificar riesgos. En diferentes estudios (principalmente macroeconómicos) se ha encontrado una relación positiva entre ingreso nacional y el gasto en seguros (Beenstock et al., 1988; Esho et al., 2004; Browne et al., 2000; Senol et al., 2020). Incluso se ha documentado una doble relación entre las variables (Senol et al., 2020); es decir, que así como un crecimiento en la economía incide en la contratación de seguros, el crecimiento del sector de seguros también favorece el crecimiento económico.

En el caso de México, existe un rezago en cuanto al crecimiento del sector asegurador, pese a la obligatoriedad establecida en la mayoría de los estados del país, para la contratación de seguros de autos, o el establecimiento de prácticas prudentiales como el contratar seguros para edificios públicos ante siniestros como son los sismos.

Datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), muestran que el nivel de penetración de los seguros en el país (medido por la relación de primas directas pagadas respecto del PIB) del sector asegurador y afianzador pasó de 2.2% en 2018 a 2.5% en 2019, esto por un crecimiento nominal del sector de 10.9%. (OCDE, 2020). De acuerdo a los pronósticos realizados en 2019 por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF), se preveía que para al 2020 el país debería haber disminuido y alcanzado una penetración por encima del 2.3 por ciento (CNSF, 2019).

La crítica en torno al estancamiento del mercado de seguros en México aparece también en documentos del Fondo Monetario Internacional (FMI). En el año 2019, esta institución señaló que, pese a que México es la quinceava economía a nivel internacional, ocupa el lugar 14, en cuanto a la penetración (FMI, 2019)

Sólo 9.9 millones de personas cuentan con un seguro de gastos médicos, 10.4 millones con un seguro de vida individual y/o familiar, y únicamente el 5% de las casas habitación se encuentran aseguradas. En cuanto a la conformación del mercado de seguros en México, la CNSF en un reporte de 2018 (con datos del cuarto trimestre de 2016), muestra que el sector asegurador en México estaba conformado por 99 compañías, de las cuales una, era institución nacional de seguros, existían dos sociedades mutualistas de seguros y el resto, instituciones de seguros privadas (CNSF, 2019).

El total de las primas emitidas por este grupo de oferentes ascendió a 447,637.8 millones de pesos, de los cuales, el 98.4% (440,512.4 millones de pesos) correspondió al seguro directo. El restante 1.6% (7,125.4 millones de pesos), se encontraba en primas tomadas en reaseguro. Dicho de otra forma: mientras el 98.4% de valor de mercado se genera en seguros directos que pueden ser ventas de una sola ocasión, solamente el 1.62% del valor, implica un seguro previo.

Las primas directas reportaron un incremento real anual del 9.3% respecto al año anterior, motivadas principalmente por las operaciones en seguros de accidentes y enfermedades y de vida (sin incluir los seguros de pensiones derivados de las Leyes de Seguridad Social). En el caso del tipo de seguros mencionados, se experimentaron incrementos en términos reales anuales del 13.7% y 12.5%, respectivamente. Los seguros de daños experimentaron en el reporte de la CNSF, un incremento real anual del 6.0 por ciento mientras que los seguros de pensiones derivados de las leyes de Seguridad Social mostraron un decremento real anual del 5.4 por ciento.

La situación que retratan las diferentes estadísticas es el estancamiento del sector en materia de penetración, la dependencia a los productos de accidentes, vida y daños, así como la poca disposición a contratar y a recontractar un seguro. Este último dato es congruente incluso con una problemática ya reportada desde hace algunos años (e.g. Macías, 2008), donde se indica que la tasa de cancelación de pólizas en México es del 80% y que generalmente el 70% de estas cancelaciones, se realizan después del primer año de contratación. Tomando como referencia la coyuntura antes descrita en el sector de seguros en el país, valdría preguntar: *¿Cuáles son las razones que motivan la tenencia de seguros en a nivel hogar en México?*

Los modelos clásicos de demanda de seguros, sugieren que las variables relevantes para explicar el comportamiento de los consumidores, son el ingreso (Outreville, 2013), la aversión al riesgo (Li et al., 2007), la estimación de probabilidades de pérdida por parte de las personas (Boyer et al., 2019) y el costo del producto (Einav & Finkelstein, 2011). Enfoques alternativos (Albarrán & De Pablos, 2001; Ulbinaité & Moullec, 2010; Pitthan & De Witte, 2021), sostienen que se deben considerar otras variables tales la percepción del riesgo, motivaciones psicológicas o la influencia de terceros (Lin et al., 2017). Incluso se propone estudiar la relación que tiene la educación financiera con la adquisición de seguros (Lin et al., 2017; 2019).

En el presente trabajo se busca probar si la tenencia de seguros en México, depende de aspectos conductuales tales como interacción social, las experiencias personales (e.g. haber enfrentado un accidente) así como del uso de productos y servicios financieros. Para ello, se utiliza la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en los Hogares (ENIGH) en diferentes años (2010, 2012, 2014, 2016, 2018). Con estos datos, se modela la decisión de compra de seguros a nivel hogar, utilizando un modelo econométrico Probit.

2. Hechos Estilizados del mercado de seguros en México en el período estudiado.

Se han seleccionado datos de la CNSF (2019) que documentan el comportamiento del mercado de seguros en México de 2000 a 2019. Con esta información se busca identificar las principales características de demanda y la oferta.

2.1. Crecimiento del sector.

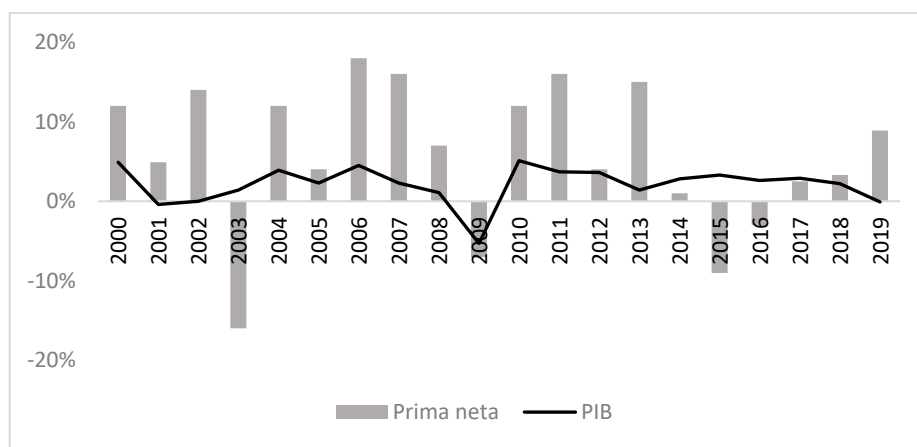
El crecimiento económico en promedio en México en 2019 fue negativo (-0.1%) (Banco Mundial, 2019). Sin embargo, en ese mismo año, el sector asegurador creció 8% (CNSF, 2019). Si bien la cifra implica un mejor comportamiento del sector en relación a la economía en su conjunto, un análisis más profundo de los datos permite identificar algunas particularidades.

En la gráfica 1 se observan los diferentes momentos que ha enfrentado el mercado de seguros en México del año 2000 al 2019. Por ejemplo, de 2000 a 2002 se observan tasas positivas, hasta 2003, año en que se observa una caída. Es precisamente en este año, cuando se fusiona la aseguradora del gobierno (Aseguradora Hidalgo S.A.) con el grupo asegurador Metlife México.

Posteriormente de 2004 y hasta 2008, se observa crecimiento, el cual es interrumpido en 2009. En este año, aparecen los efectos de la Gran Crisis ocasionadas por los créditos subprime y el colapso del sector financiero mundial.

De 2010 a 2014 nuevamente hay un proceso de recuperación en el sector, el cual pudo motivarse por la emisión de la póliza de daños de la empresa paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX). Sin embargo, en 2015 aparece otra vez una caída, la cual se mantiene en 2016. Este período coincide con el establecimiento de la Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas en el país.

A partir de 2017 se observa una lenta recuperación que propicia que para 2019, el crecimiento de la prima neta tenga un valor cercano (aunque todavía por debajo) al que se tenía en 2000.



Gráfica 1. Tasa de crecimiento real de la prima directa.

Fuente: elaboración propia con datos de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF, 2019).

El comportamiento irregular del sector de seguros en México, ya se ha documentado anteriormente (Reyes-Durán, 2008). La gráfica permite indicar que el crecimiento de la prima neta sigue en algunos años el comportamiento de la economía, aunque esta relación no siempre se verifica.

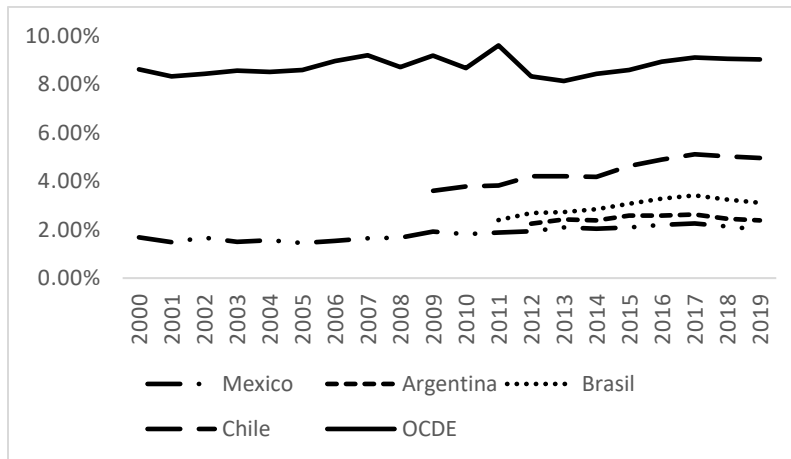
Existen años donde la economía enfrenta caídas, mientras el sector asegurador crece (e.g. el año 2008, 2013 o 2019). También se observa que existen años con crecimientos importantes (e.g. 2006 y 2007, 2011 y 2013), pero también años con caídas importantes (e.g. 2003 o 2015). Es interesante que la Gran Crisis en 2009, si bien implica un cifra negativa en crecimiento, no es mayor a otros años (e.g. 2003 o 2015).

2.2. Índice de penetración del seguro: primas como proporción del PIB.

Para conocer el grado de desarrollo que tiene el mercado de seguros la OCDE utiliza la proporción de primas directas respecto al PIB (Gráfica 2).

Para México, se observa un incremento del año 2000 al 2017, pero un decremento para los años posteriores. En el año 2000, el porcentaje de las primas representaba 1.69% del PIB, para 2017, 2.25%. Sin embargo, en el 2010, se observa una caída al 1.81 por ciento, posteriormente se observa un incremento con tendencia descendente.

Al igual que en el caso del crecimiento de la prima neta, tampoco se observa con claridad una tendencia positiva. Adicionalmente, al comparar los datos de México con datos de los países que conforman la OCDE y para un grupo de países latinoamericanos (Chile, Argentina, Brasil) con ingreso per cápita similar al de México, se observa el rezago del sector en el país.



Gráfica 2. Prima Directa / PIB

Fuente: Elaboración propia con datos disponibles de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2019).

El comportamiento del sector de seguros en México no parece seguir un patrón definido exclusivamente por el comportamiento de la economía. Adicionalmente, no se tiene una penetración importante como si ocurre en otros países. Para entender las particularidades de este sector, es necesario identificar las variables que pueden determinar el crecimiento de la demanda. En la siguiente sección se realiza un análisis de la literatura que se apega en mayor medida a la realidad mexicana y permitirá posteriormente desarrollar los principales argumentos del modelo de análisis propuesto.

3. ¿Por qué comprar un seguro?

3.1. La demanda de seguros: el enfoque tradicional.

Se asume que la decisión de comprar un seguro se realizará cuando este servicio generará una mayor utilidad ante eventos inciertos (Borch, 1962; Joskow, 1973; Mossin, 1968; Ehrlich & Becker, 1992). Las aseguradoras, ofrecen cobertura ante siniestros y reciben el pago de una póliza a cambio (Doherty & Schlesinger, 1991) Un seguro convierte una incertidumbre de pérdida en una certeza (Newhouse, 1978).

Según el enfoque racional, el principal motivo por el que se compra seguros es la aversión al riesgo (i.e. se asume que a las personas no le gusta enfrentar escenarios inciertos). A mayor aversión al riesgo, mayor demanda por seguros. Sin embargo, aun cuando la aversión al riesgo se considera un motivo racional para que un individuo compre un seguro; es difícil encontrar una variable que la pueda medir con exactitud.

En algunos trabajos se propone que el nivel educativo es una variable proxy que se relaciona con el grado de aversión al riesgo de las personas (Browne & Kim, 1993; Browne et al., 2000; Esho et al., 2004). En particular, se ha encontrado que las personas más educadas tienden a ser menos aversas al riesgo (Brunello, 2000; Guiso & Paiella, 2005; Outreville, 2013). Una mayor escolaridad permite estimar mejor los riesgos y por ello tomar decisiones que personas menos educadas podrían considerar más riesgosas.

En la literatura tradicional, se proporciona además una explicación en relación a cómo influyen los precios de los seguros en la demanda, encontrando—como habría de esperarse— una relación negativa (Browne et al., 2000; Esho et al., 2004). Sin embargo, han aparecido trabajos en los que se demuestra que la demanda podría ser más sofisticada. Por ejemplo, Geruso (2017), muestra que el mercado de seguros tiene segmentaciones sofisticadas que no solamente se relacionan con una variables sociodemográficas (e.g. sexo, edad). Si la voluntad de pago está condicionada a las pérdidas aseguradas, entonces existen personas con diferentes expectativas de lo que serían sus pérdidas. Las personas más jóvenes pueden tener combinaciones muy diferentes a las personas con mayor edad. De la misma forma hombres y mujeres pueden diferir en estas expectativas. Sin embargo, al interior estos grupos no son homogéneos por que lo que la discriminación de precios por edad o sexo, sin conocer las expectativas de perdidas, no es en realidad una discriminación de precios relevante.

Una variable que ha probado su importancia para explicar la tenencia de seguros es el ingreso. Existen algunos ejemplos de estimaciones con datos agregados a nivel país relativamente recientes (e.g. Emamgholipour et al., 2017; Zerriaa et al., 2017) que han demostrado que a mayor PIB, mayor porcentaje de personas con seguro existen en un país. Adicionalmente, los analisis con microdatos para el caso particular Estados Unidos³ (Abraham et al., 2017; Saltzman, 2019), Korea (Ko, 2020) y España (Pinilla & López-Valcárcel, 2020, también confirman la importancia del ingreso.

El enfoque tradicional de la demanda de seguros, no aborda a detalle las inconsistencias en la adquisición de un seguro que exponen Kahneman & Tversky (2013). En particular, situaciones derivadas de la racionalidad limitada y sesgos cognitivos (Williamson & Clark, 1989; Kahneman et al., 1982; Earl, 1983; Gardner & Hill, 1988; Simon et al., 2000; Smith et al., 2008)⁴. Adicionalmente, se ha identificado la importancia que tiene en la decisión de consumo, la interacción con otras personas (Manski, 2000), el impacto de las emociones (Pfister & Böhm, 2008; Jaspersen & Aseervatham, 2015) y la existencia de experiencias previas (Dietrich & Wanzenried, 2014). A continuación se discute la incorporación de estas teorías en la explicación sobre la demanda de seguros.

³ En este caso particular se ha estudiado ACA Affordable Care Act, una iniciativa de ley que tiene por objetivo generar un mercado de seguros accesibles a toda la población mediante la reducción de costos y el otorgamiento de subsidios. Véase: <https://www.healthcare.gov/glossary/affordable-care-act/>

⁴ Racionalidad limitada implica que las personas no son capaces de obtener toda la información que requieren para realizar una elección. Un sesgo cognitivo implica que el cerebro humano incurre en conclusiones incorrectas, incluso aunque se tuviera toda la información posible para tomar una decisión.

3.2. La demanda de seguros: un enfoque alternativo.

Existen muchas decisiones que una persona debe tomar en el transcurso de sus actividades diarias. Es razonable suponer que los individuos generen reglas sencillas de decisión (denominadas heurísticas) para enfrentar la restricción de tiempo, la incapacidad de procesar toda la información o bien la falta de datos (Tversky & Kahneman, 1973; 1986; Kunreuther & Pauly, 2004; Kahneman & Tversky, 2013). Las heurísticas representan mecanismos sencillos de decisión, donde se reducen las tareas complejas de estimación de probabilidades y valores predictivos, a operaciones más simples (e.g. imitar una conducta que se considera existosa o adecuada). Aunque son bastante útiles, estas heurísticas no evitan tampoco errores serios y/o sistemáticos.

En lo que se refiere al tema de seguros, se han documentado ciertas heurísticas de comportamiento que constituyen un enfoque alternativo para entender la demanda de seguros. Por ejemplo, Kindurys (2008), reconoce que en el comportamiento del consumidor de seguros, existen consideraciones mentales y acciones psicológicas que el asegurado realiza en su intento por satisfacer la necesidad de reducir su incertidumbre con respecto al futuro.

Rottenstreich & Hsueh (2001), Sunstein (2003) y Schade et al. (2005) presentan evidencia de que algunas personas toman en cuenta en mayor medida el posible resultado de un siniestro (i.e. la posible pérdida), que la probabilidad de ocurrencia del mismo. En este caso, se podría valorar en mayor medida la compra de un seguro, cuando se estiman pérdidas altas, aún con probabilidades bajas de ocurrencia. La explicación que aporta Schade et al. (2005), es que existen factores psicológicos que hacen que las personas sean más propensas a tener emociones y sentimientos con respecto a un evento en específico.

En cuanto a las heurísticas relacionadas con la percepción y estimación de la probabilidad, se debe considerar también que existen costos de información y que en ocasiones es complicado contar con los mejores datos. Tversky & Kahneman (1991;1973) demostraron que las personas tienden a estimar la probabilidad de un evento, en función de la familiaridad. Quien compra un seguro, no podría estimar con facilidad la probabilidad de contraer una enfermedad originaria de un país diferente al que vive o bien estimar si su casa será dañada por un temblor en una zona que no es sísmica. Esta misma persona, sin embargo, es capaz de calcular probabilidades como accidentarse al conducir un automóvil, debido a que es una acción repetida.

Schade et al. (2004), encontró también que la percepción de un evento con probabilidad de pérdida extremadamente baja puede ocasionar que un consumidor racional dejara de comprar un seguro. Adicionalmente identifica la importancia de percibir un monto de pérdida pequeño en relación con el precio del bien y que las primas de un seguro se consideren excesivas en comparación a los posibles beneficios. La estimación de la probabilidad no es el único problema de información al que se enfrentan quienes demandan un seguro.

Pauly et al., (2006) encuentra que si para las personas es complicado obtener información referente a la prima, entonces la decisión de comprar un seguro se encuentra en función del costo de información de la prima (y paradójicamente no de la prima o de la suma asegurada). De esta forma, la heurística que define la compra del seguro se centra en la percepción que se tenga sobre un costo de información y no del precio del seguro. Una manera de reducir costos de información es utilizar la información que tienen o que revelan otras personas.

En este caso, la información que se obtiene al ver la decisión de otras personas es una heurística de decisión identificada en la literatura como “comportamiento de rebaño” (Banerjee, 1992). Anteriormente en Kunreuther & Slovic (1978) se encuentra que precisamente que si un posible comprador de seguros tiene conocidos que tengan o vayan a contratar seguros, la influencia de sus allegados incide positivamente en la probabilidad de la contratación del seguro.

Otros autores establecen diferentes factores por los cuales los individuos no se comportan de forma racional como lo supone el modelo de demanda de seguros tradicional. Samuelson & Zeckhauser (1988) encuentran que las personas pueden estar reticentes a tomar ciertas decisiones que atenten contra su estabilidad. Incluso cuando estos cambios mejoren su posición financiera. Tversky & Kahneman (1991) muestran que en algunos casos, la pérdida potencial debida a un cambio de comportamiento es mayor a la ganancia asociada por este cambio. Si nunca se ha tenido un seguro, la adquisición de este implica un cambio que se percibe como costoso para las personas, incluso cuando existen beneficios potenciales. Thaler (1985), afirma que los individuos planean su presupuesto con base en las actividades que les reportan mayores beneficios, dejando para el final aquellos gastos percibidos como no tan necesarios. Si se estima una probabilidad de pérdida baja, entonces la compra de seguros quedará relegada al último lugar y por lo tanto no entrará al presupuesto (Bundorf & Pauly, 2006)

Por lo anterior, la necesidad de generar eventos ciertos, el ingreso de las personas y el precio del seguro no son las únicas variables que determinan la compra de un seguro. En un escenario más realista, se deben contemplar sesgos, prejuicios y la generación de heurísticas que guían la compra.

Recientemente en Pitthan & De Witte (2021) se presenta un crítica interesante en relación a las variables que podrían analizarse en el estudio de los seguros. Defiende que los sesgos cognitivos (e.g. miopía, encuadre estrecho) pueden explicar el bajo aseguramiento. Para modelar estos sesgos, indica que es necesario incluir variables relacionadas con cultura financiera.

A continuación, se discute con más detalle por qué la familiaridad en el uso de productos y servicios financieros, así como el entendimiento de conceptos relacionados podría funcionar como una heurística para la adquisición de seguros en México.

3.3. Entender los servicios y productos financieros: una heurística de compra de seguros en México.

En la literatura existen trabajos que buscan conocer los determinantes de compra o tenencia de los servicios financieros utilizando un modelo oferta-demanda (e.g. Truett & Truett, 1990; Bernheim, 1991; Outreville, 2013).

Se reconoce que en México la inclusión financiera es aún baja. Sin embargo, se podría asumir que aquellas personas con acceso al sistema financiero tienen un mayor interés de contar un seguro. En el año 2019, según la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), el porcentaje de población con acceso a servicios financieros en México oscilaba entre el 36.9% y 40% (CNSF, 2019).

Al mismo tiempo, la población que tiene acceso a servicios financieros tiene particularidades muy marcadas a nivel hogar (SHCP, 2011) hogares compuestos por 4 personas; 2) en su mayoría los integrantes tienen estudios de licenciatura o posgrado (38.4%); 3) tienen ingresos trimestrales promedio de 64 mil pesos; 4) realizan gastos en medios de comunicación como internet y televisión

de paga y; 5) viven en comunidades de más de 50 mil habitantes. Dicho de otra forma: las personas que provienen de los primeros deciles de ingreso de la población son más propensas a contratar un seguro.

En marzo del 2008 el Banco Nacional de México (BANAMEX), publicó la primera encuesta realizada específicamente para el estudio de la inclusión financiera en México. En particular se buscaba conocer el uso de productos financieros (BANAMEX, 2008)⁵. Una de las preguntas que se incluyó fue el pedirle a la persona entrevistada que indicara como distribuir el presupuesto familiar “idealmente” entre diferentes tipos de productos y servicios financieros.

Los seguros se ubicaron en el octavo lugar de preferencia de las personas, confirmando que la mayoría de las personas no considera la compra de seguros entre sus prioridades principales.

Sin embargo, en la encuesta también se identificó que el principal instrumento de prevención indicado fue el seguro, aunque en este caso, los encuestados se refieren al que proviene de alguna institución pública (e.g. el estar asegurado al Instituto Mexicano del Seguro Social, IMSS). Sólo 17% de las personas entrevistadas, dijo utilizar algún tipo de seguro privado, mientras que el 8% de los encuestados manifestó que gastaría su dinero en la compra de seguros. Estos porcentajes tienden a concentrarse en personas con ingresos altos y que declararon utilizar algún tipo de servicio financiero.

En una encuesta posterior elaborada por la SHCP en 2009 (García et al., 2015), los seguros nuevamente se ubican en un papel secundario. Dentro de la población con acceso a servicios financieros, únicamente el 8.6% dijo tener un seguro contratado por cuenta propia. Es posible que las personas que se encuentran en este grupo poblacional contarán con un seguro privado dentro del paquete de prestaciones laborales y por ello consideran que no están realizando una compra por cuenta propia.

Lo interesante es que el porcentaje entre quienes no disponen de servicios financieros (43% de las encuestas) declararon que un porcentaje menor (el 7%) contratarían un seguro privado. La conclusión que arrojan estos datos es que nuevamente el contar con acceso a servicios y productos financieros, se asocia con la tenencia de seguros en México.

Los datos permiten argumentar que las personas que ya utilizan productos y servicios financieros se encuentran más familiarizadas con las operaciones que se realizan en el sistema financiero.

Esta condición les permite tener una mayor capacidad para identificar posibles riesgos a su persona y patrimonio. Adicionalmente, pueden acceder a información más clara sobre costos de contratación de seguros, así como a una mayor oferta. Por lo tanto, enfrentan costos más bajos en el precio del seguro, pero también en los costos de información de este. De esta forma, la tenencia de un seguro les deberá reportar una mayor utilidad y por lo tanto motivar su adquisición.

Existen trabajos que en otras sociedades han encontrado que a medida que las personas utilizan instrumentos, productos y conceptos financieros (i.e. tienen mayor educación financiera), se incrementa la demanda de seguros (Lin et al., 2017). Adicionalmente descubren que recibir información de asesores financieros y conversar sobre el tema con personas conocidas (familia,

⁵ La finalidad de esta encuesta es conocer la inclusión financiera del país, esta investigación fue realizada en conjunto por BANAMEX y la UNAM. Véase: https://www.banamex.com/es/conoce_banamex/quienes_somos/prensa/pdf/book_brujula_digital_2014.pdf

amistades) también incrementa la demanda de seguros con lo cual generan una explicación de la formación de una heurística de compra de seguros.

Sin embargo, la evidencia no es contundente. En Lin et al. (2019) se demuestra que no necesariamente una mayor educación financiera se convierte en una mayor motivación para la compra de un seguro; sin embargo, si se encuentra que una escolaridad más especializada de las personas puede incidir en la reducción de sesgos, prejuicios y otros efectos de anclaje. ¿Es posible que en México efectivamente exista una relación entre el uso de productos financieros y la tenencia de seguros? En la siguiente sección se aborda la metodología que busca dar respuesta a esta interrogante.

4. Metodología.

La principal hipótesis es que la tenencia de seguros en México depende de aspectos conductuales tales como interacción social, las experiencias personales (e.g. haber enfrentado un accidente) y el uso de productos y servicios financieros.

Desafortunadamente, para el caso del país son escasos los trabajos sobre determinantes de la demanda de seguros recientes y que busquen modelar la demanda de seguros a nivel hogar utilizando estas variables. Esta situación implica un campo de oportunidad para desarrollar metodologías. A pesar de ello, es posible enunciar ejemplos que resumen algunos de los hallazgos más importantes.

En Truett & Truett (1990), se encuentra uno de los pocos estudios que aborda los determinantes de la demanda de seguros para el país. En el trabajo se analiza el caso particular del seguro de vida con un modelo econométrico de series de tiempo. Estudia los factores determinantes de la demanda de seguros en México y Estados Unidos durante el periodo de 1964 a 1984. La investigación asume que la demanda de seguros de vida depende del precio, nivel de ingreso individual, costo de bienes sustitutos, y otras características del ambiente en donde se desarrolla el individuo. Además, plantea algunas variables de control tales como la edad y el nivel educativo. Concluye que el ingreso, la edad y la escolaridad son las variables que más influyen en la demanda de seguros de vida.

En Reyes-Durán (2008), se hace un acercamiento detallado del comportamiento del sector asegurador mexicano en el periodo de apertura comercial y económica. Este estudio muestra desde un enfoque macroeconómico algunos factores que inciden en la penetración del seguro. Concluye que el más importante es la caída del poder adquisitivo (i.e. el ingreso).

En Macías (2008), se pretende demostrar la factibilidad del uso de técnicas de minería de datos e inteligencia artificial, para estudiar el sector asegurador mexicano. Aunque su motivación es la de construir modelos predictivos que permitan la retención de clientes en empresas aseguradoras, encuentra algunas cuestiones interesantes. Por ejemplo, que es posible clasificar a los clientes de seguros en México en dos tipos: 1) quienes cancelan su contrato durante el primer trimestre y probablemente ya no continuarán con un seguro y; 2) los clientes que cancelan a partir del segundo trimestre y de los cuales es más probable que continúen con un seguro en el tiempo.

Un estudio realizado por Swiss Re (2011), muestra que el crecimiento en las primas de seguros para Latinoamérica se debe a un entorno económico donde existen tasas de inflación favorables,

mejoras en la supervisión de las aseguradoras, innovación de productos y finalmente, el uso de múltiples canales de distribución. En otras palabras, el incremento de la competitividad en el sector y condiciones macroeconómicas favorables se traducen en un incremento de la demanda de seguros.

Siguiendo la literatura, en el siguiente trabajo se propone analizar la decisión de tenencia de un seguro a nivel hogar utilizando variables explicativas tradicionales (e.g. ingreso, escolaridad), pero incorporando variables explicativas conductuales tales como la interacción social, las experiencias personales (e.g. haber enfrentado un accidente) y el desarrollo de heurísticas relacionadas con el acceso a servicios y productos financieros tal cual se ha hecho para otros países (e.g. Lin et al., 2017; 2019).

Se recurre a un modelo econométrico Probit cuyos datos provienen de encuestas en hogares. Con dicho modelo, se estima la probabilidad de que se cuente con un seguro en diferentes años (de 2010 a 2018). Este ejercicio, así como su posterior discusión, constituyen un esfuerzo importante para conocer el comportamiento del sector asegurador en México. A continuación se comentan los datos y variables utilizadas.

4.1. Datos y variables.

Descripción de la base de datos.

Se utilizan datos de la de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares (ENIGH) para diferentes años (2010, 2012, 2014, 2016 y 2018). Ejemplos de este tipo de estimaciones para productos financieros se pueden encontrar en Castellanos & Garrido (2010), quienes con datos del año 2006, exploran el uso y tenencia de tarjetas de crédito en México por medio de un modelo econométrico.

La ENIGH es realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Incluye información de hogares de todas las entidades de la República Mexicana (sin que ello implique representatividad para cada estado del país). Ha sido utilizada para elaborar importantes mediciones como la medición de pobreza multidimensional, realizada por el Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). También sirve para realizar calibraciones sobre la inflación en México.

Dentro de las variables que se miden en la encuesta se encuentran aquellas de carácter socio-demográfico, económico, relaciones sociales, de salud, composición de los hogares, ingresos de los hogares, niveles de estudio y para fines de esta investigación, variables referentes a la compra o no de un seguro privado, ya sea de automóvil, vida, gastos médicos, invalidez, hogar, etc.

Al igual que el trabajo de Ordaz et al. (2005), se ha decidido tomar como unidad de análisis al hogar, ya que se considera que la decisión de adquirir un seguro ocurre en este ámbito. Dicho de otra forma, se han construido las variables en torno a la jefatura de hogar. Las variables utilizadas son las siguientes.

Variable dependiente.

Como lo menciona Ordaz et al. (2005) la probabilidad en la compra de un seguro puede modelarse con una variable de respuesta binaria donde el valor de 1 indica si el hogar adquiere un seguro y, con el valor de 0 si no es así. Este es el enfoque que se asume en el trabajo.

Variables independientes.

Se utilizan los siguientes los siguientes grupos de variables para la jefatura de hogar: 1) aspectos socioeconómicos de la persona; 2) bienes de la persona; 3) aspectos conductuales. En el primer grupo, se tienen variables tales como: a) la persona es mujer; b) edad de la persona (en años); c) la persona cuenta con licenciatura o posgrado; d) el ingreso de la persona (en logaritmos); e) el total de integrantes del hogar de la persona y; f) el que la persona tenga pareja (casado o en unión libre).

En cuanto al segundo grupo se construyen variables de respuesta binaria que indican la propiedad de tres tipos de bienes en el hogar: a) computadora; b) vehículo automotor y; c) vivienda propia (con escritura). En el tercer grupo, se tienen variables de respuesta binaria en relación a las siguientes características a nivel hogar: a) integrantes del hogar sufrieron una experiencia negativa; b) tenencia de internet; c) contar con tarjeta de crédito; d) contar con pensión para retiro; e) existencia de una deuda y; f) se cuenta con el apoyo de las personas a través de una red social no virtual (e.g como Facebook, Twitter, entre otras) que provee de información y apoyo que permite al hogar enfrentar emergencias; g) experiencias negativas que el hogar ha enfrentado previamente (e.g. contratar el uso de ambulancia o servicios de emergencias).

Variables de control.

También se incluye una variable de respuesta binaria, para controlar por efectos idiosincráticos, de cada uno de los estados del país. En este caso no se incluye una variable para la Ciudad de México por dos razones: a) evitar colinealidad perfecta en las variables que identifican estados y; b) la Ciudad de México tiene una mayor concentración de observaciones en las diferentes encuestas (por el diseño de la muestra) que cualquiera de los otros estados. Las variables de control relacionadas con los estados del país no se reportan pero sí se incluyen en la estimación.

4.2. Estadística descriptiva.

En esta sección analizan las principales características de las personas que declaran tener un seguro en México. Las frecuencias de cada categoría para cada variable presentan un permiten identificar con claridad un patrón.

En la tabla 1 se presentan datos de las variables relacionadas con la tenencia de seguro y aspectos socioeconómicos de la persona a cargo del hogar.

Tabla 1. Frecuencia en la tenencia de seguro y aspectos socioeconómicos de la persona

<i>Género</i>		<i>Ingreso (decil)</i>	
Hombre	75.66	I	1.24
Mujer	24.34	II	1.99
<i>Edad</i>		III	2.55
20 a 30 años	7.82	IV	3.46
31 a 40 años	22.68	V	4.24
41 a 50 años	28.07	VI	6.39
51 a 60 años	24.68	VII	8.88
61 a 70 años	12.31	VIII	11.81
70 y más años	4.43	IX	18.83
<i>Integrantes del hogar</i>		X	40.60
Uno	11.05	<i>Pareja</i>	
Dos	18.86	Sin pareja	27.64
Tres	21.66	Con pareja	72.36
Cuatro	25.81	<i>Lic/Pos</i>	
Cinco o más	22.62	Sin Lic/Pos	51.28
		Con Lic/Pos	48.72

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares en México años 2010, 2012, 2014, 2016 y 2018.

En relación al sexo de la jefatura del hogar, se observa una enorme desigualdad pues el 75.66% son hombres y solo el 24.34% son mujeres. Este dato también se ha observado en otros instrumentos que analizan la tenencia de productos financieros (e.g. ENIF, 2018)⁶. En cuanto a la edad, el grupo donde se concentra el mayor porcentaje de personas aseguradas es de 41 a 50 años (28.07%). Las jefaturas jóvenes tienen un seguro en mayor proporción a las personas más viejas. Por ejemplo, en el grupo de 20 a 30 años el 7.82 tienen seguro, mientras que en el grupo de 71 años y más, esta proporción es del 4.60%.

La información sobre el tamaño de hogar permite inferir que Hogares con más personas concentran un porcentaje mayor de seguros. Por ejemplo, hogares con cuatro personas tienen el 25.81%, aunque la concentración disminuye ligeramente en hogares con cinco personas o más (22.62%).

Una mayor riqueza de la jefatura del hogar, implica una mayor concentración en la tenencia de seguros. Por ejemplo, en el primer decil de ingreso, se concentra un poco más del 1.24%. En los siguientes deciles, la proporción sube paulatinamente. A partir del decil VII, el porcentaje es casi del 9% (8.88%). En el caso del decil IX, el porcentaje de hogares con seguro aumenta considerablemente al 19% (18.83%) y en el decil X alcanza el porcentaje más alto en todas las categorías (40.60%).

Hogares donde existe una pareja, concentran en mayor medida los seguros en México (72.36%) en comparación con los hogares donde no hay una pareja (27.64%).

⁶ Véase: <https://www.gob.mx/cnbv/articulos/resultados-de-la-encuesta-nacional-de-inclusion-financiera-enif2018?idiom=es>

En la variable donde se analiza si la persona a cargo del hogar cuenta con licenciatura o posgrado, no se observan diferencias muy grandes. La concentración cuando la persona tiene licenciatura o posgrado es del 48.72%, mientras que si no la tiene, el porcentaje de que se tenga un seguro es de 51.28%.

Por los datos de diferentes años, el perfil que representa en mayor proporción la tenencia de seguros en México tomando en consideración la jefatura de hogar es: hombre, entre 41 a 50 años, que vive en un hogar con cuatro personas, pertenece por sus ingresos al último decil, tiene una pareja y que no tiene una licenciatura o posgrado.

En la tabla 2, ahora se analiza la concentración de seguros de acuerdo a los bienes del hogar.

Tabla 2. Frecuencia en la tenencia de seguro y bienes del hogar

Sin vivienda	24.04
Con vivienda	75.96
Sin auto	34.48
Con auto	65.52
Sin computadora	38.34
Con computadora	61.66

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares en México para los años 2010, 2012, 2014, 2016 y 2018.

En hogares que cuentan con una vivienda propia (i.e. vivienda con escritura), la tenencia de seguro es mayor (75.96%), en comparación con la categoría en la cual no se tiene una vivienda propia (24.04%). El poseer un automóvil también es una condición relacionada con la tenencia de un seguro (65.52%), en comparación con la categoría en la cual no se cuenta con este bien (34.48%). De la misma forma el 61.66% de quienes tienen computadora. En contraste, el 38.34% de quienes tienen seguro, no tienen computadora.

Del análisis de los datos, se concluye que la tenencia de bienes es una característica de las personas que tienen un seguro en México.

La tabla 3 contiene información de la tenencia de seguro acceso a información y cultura financiera.

Se esperaría que el tener una experiencia negativa, influya en la tenencia de seguros. Sin embargo, el porcentaje de tenencia en el grupo de personas entrevistadas y que tuvieron una experiencia negativa, es muy inferior en comparación al porcentaje de personas con seguro y que tuvieron una experiencia negativa (95.77% vs 4.23%).

Las personas que tienen internet, concentran el 63% seguro. En el grupo de quienes no tienen internet, se concentra el 36.53%. Es interesante que la interacción social (i.e. variable red social), concentra el 44.30% de los casos. Adicionalmente, tener tarjeta concentra un mayor porcentaje en la tenencia de seguros (60%). Sin embargo, el manejo de una deuda solamente concentra el 14.98% en comparación con el grupo de personas que no reportan una deuda, el cual concentra el 85.02%. También es sorprendente que las personas que no reportan contar con una pensión (Afore) concentran el 90.90%, en comparación con las personas que si cuentan con dicha pensión (9.10%).

Tabla 3. Frecuencia en la tenencia de seguro, acceso a información y cultura financiera

Sin experiencia negativa	95.77
Con experiencia negativa	4.23
Sin internet	36.53
Con internet	63.47
Sin red social	55.70
Con red social	44.30
Sin tarjeta	40.00
Con tarjeta	60.00
Sin deuda	85.02
Con deuda	14.98
Sin Afore	90.90
Con Afore	9.10

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares en México para los años 2010, 2012, 2014, 2016 y 2018.

Las personas que poseen un seguro en México, constituyen una clase privilegiada. Los datos muestran una enorme desigualdad en género (casi 76% son hombres) y en ingreso (el 40.60% de los seguros se concentra en el décimo decil de ingresos).

También se observa que es común que el grupo de personas aseguradas, posea otros bienes como casa, auto, computadora. Un dato curioso es que mayor escolaridad (i.e. contar con una licenciatura o posgrado), no marca una diferencia en la tenencia de seguros.

Es llamativo que las personas que tienen seguro, lo tienen a pesar de no enfrentar experiencias negativas previas (i.e. shocks económicos).

Contar con acceso a internet se relaciona con la tenencia de un seguro, pero contar con capital social (i.e. una red social de apoyo) implica una menor proporción de personas con seguro.

La mayoría de las personas que tienen seguro, al mismo tiempo cuentan con una tarjeta de crédito. Igual de interesante es que las personas con seguro no tienen una deuda activa (solo cerca del 15% la tienen) y tampoco cuentan con una afore (solo 9.10%). Probablemente esto último implique que contar con un seguro permita enfrentar la incertidumbre de no contar con pensión.

4.3. Descripción del modelo.

Los modelos de respuesta binaria como el modelo Probit, tienen la característica de emplear a la variable dependiente (Y) con dos valores, como lo es el 0 y el 1, las cuales corresponden a las dos únicas posibilidades de elección que tiene el agente. En este caso particular, la variable independiente Y_i representa las posibilidades de aseguramiento en cobertura privada por parte de los hogares, como se muestra a continuación:

$$Y = \begin{cases} 1, & \text{Si el hogar dispone de al menos un seguro privado} \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Según Ordaz et al., 2005 la base económica que sustenta a los modelos Probit es la Teoría de la Utilidad de Von Neumann-Morgenstern. Los hogares tratan de maximizar la utilidad esperada ante un evento incierto. Si se denomina U_1 la utilidad de poseer un seguro privado y por U_0 la utilidad de no tenerlo, entonces se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} U_1 &= \bar{U}_1 + \varepsilon_1 = X\beta_1 + \varepsilon_1 \\ U_0 &= \bar{U}_0 + \varepsilon_0 = X\beta_0 + \varepsilon_0 \end{aligned}$$

Donde \bar{U}_1 y \bar{U}_0 son, para cada hogar, las utilidades medias asociadas a cada una de las elecciones, estas pueden determinarse a partir de los datos muestrales del conjunto de variables explicativas X . El valor de β_1 y β_0 representa los parámetros relacionados a las variables explicativas de cada alternativa; y ε_1 y ε_0 son las perturbaciones aleatorias de cada Y , que hacen diferente el comportamiento de cada uno de los hogares respecto al comportamiento promedio de todo el conjunto, como se muestra a continuación.

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &\rightarrow N(0, \sigma_{\varepsilon_1}^2) \\ \varepsilon_0 &\rightarrow N(0, \sigma_{\varepsilon_0}^2) \end{aligned}$$

La elección de cada hogar depende de la utilidad derivada de poseer un seguro privado frente a la utilidad asociada a no tenerlo:

$$Y = \begin{cases} 1 & \text{Si } u_1 > u_0 \\ 0 & \text{Si } u_1 \leq u_0 \end{cases}$$

La probabilidad de que el hogar i elija disfrutar de un seguro de cobertura privada, se puede expresar de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} P(Y = 1) &= P(U_1 > U_0) = P(X\beta_1 + \varepsilon_1 > X\beta_0 + \varepsilon_0) \\ &= P(\varepsilon_0 - \varepsilon_1 < X(\beta_1 - \beta_0)) = P(\varepsilon < X\beta) = F(X\beta), \end{aligned}$$

Donde ε representa la diferencia entre las perturbaciones aleatorias de cada elección ($\varepsilon_0 - \varepsilon_1$) y β se refiere a la diferencia entre los parámetros de las variables explicativas de cada elección ($\beta_1 - \beta_0$). La característica del modelo Probit es la de utilizar como función de distribución la correspondiente a una normal estándar (Wooldrige, 2001).

$$F(X\beta) = \Phi(X\beta) = \Phi(Z) = \int_{-\infty}^Z \phi(s) ds,$$

Donde:

$$\phi(s) = \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-\frac{s^2}{2}}$$

Es la función de densidad de la distribución normal y s es una variable de integración con media cero y varianza uno. El modelo Probit estima la probabilidad para cada hogar de disponer de un seguro de cobertura privada:

$$\hat{Y}_1 = \hat{P}_1 = F(X\hat{\beta}_1) = \phi(X\hat{\beta}_1)$$

En este modelo, los parámetros que se estiman no determinan directamente el efecto marginal de las variaciones de las variables exógenas X_k sobre la probabilidad. Su signo y magnitud, sin embargo, sí indican el cambio y la relevancia de dichas variaciones⁷. En el caso de las variables cuantitativas, el efecto marginal resulta del producto de la función de densidad de la distribución normal estándar en un punto (hogar) específico y el parámetro correspondiente:

$$\frac{\partial \hat{P}_1}{\partial X_k} = \frac{\partial \phi(X\hat{\beta}_1)}{\partial X_k} = \phi(X\hat{\beta}_1)\hat{\beta}_{1k}$$

Como lo menciona Ordaz et al., 2005, la probabilidad de que un hogar compre un seguro es función de los valores de todas y cada una de las variables explicativas, así como de sus coeficientes en aquella observación (hogar) donde se estudie. Por esta razón, para obtener un valor representativo de los efectos marginales, éstos se evalúan para los valores medios de los regresores. Si X_k es una variable ficticia o dummy, el análisis de su efecto marginal o efecto medio sobre la probabilidad, se realiza a través de la diferencia de los valores proporcionados por:

$$E[Y|X_k = 1] \text{ y } E[Y|X_k = 0]$$

En Long (1997), se hace una amplia explicación acerca de los efectos marginales en este tipo de modelos. Debido a que el valor del efecto marginal depende de los valores de todas las demás variables, se debe decidir en qué valores de las variables se estima el efecto. Un método comúnmente utilizado es el de calcular efectos marginales en la media de las demás variables independientes. Sin embargo, Long (1997), indica que la estimación de los efectos marginales en las medias tiene limitaciones por lo que es más recomendable, especialmente en el caso de variables binarias calcular el cambio discreto de estas.

La estimación del modelo en el presente trabajo, se lleva a cabo mediante el método de máxima verosimilitud, que proporciona estimadores consistentes y asintóticamente eficientes. Para diferenciar la significancia individual de cada parámetro, se emplea el test de Wald mediante la utilización del estadístico Z , tipificación del estadístico propio de este test, que sigue una distribución normal (Wooldridge, 2016).

⁷ Su magnitud si tiene interpretación pero es en términos de puntuaciones Z según Wooldridge (2001).

4.4. Estimación del modelo y análisis de los resultados.

A continuación se presentan los resultados del modelo econométrico (ver tabla 4). Se muestran los efectos marginales en la media, así como la significancia estadística. Las estimaciones de parámetros que se reportan para cada variable se realizan mediante el método Delta. Se corrige la existencia de heteroscedasticidad causada por el ingreso tal cual recomienda Ordaz et al. (2005). Adicionalmente, se realiza una prueba de multicolinealidad descartando la existencia de la misma.

Tabla 4. Estimación de la tenencia de seguros privados en los hogares de México.

<i>Aspectos socioeconómicos</i>	<i>dy/dx</i>	<i>p-value</i>	
La persona es mujer	0.001	0.70	
Edad de la persona (años)	0.002	0.00	***
Edad al cuadrado de la persona (años)	- 0.000	0.00	***
La persona cuenta con licenciatura o posgrado	0.029	0.00	***
Ingreso (logaritmo)	0.040	0.00	***
Total de integrantes del hogar de la persona	- 0.007	0.00	***
La persona tiene pareja	- 0.002	0.10	
<i>Bienes de la persona</i>			
La persona tiene computadora	0.015	0.00	***
La persona tiene vehículo automotor	0.012	0.00	***
La persona tiene vivienda propia	0.002	0.14	
<i>Aspectos conductuales</i>			
La persona sufrió una experiencia negativa	0.003	0.05	**
La persona tiene internet	0.008	0.00	***
La persona tiene tarjeta de crédito	0.025	0.00	***
La persona cuenta con pensión para retiro	0.025	0.00	***
La persona tiene una deuda	0.017	0.00	***
La persona cuenta con apoyo de una red social	0.016	0.00	***

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares en México para los años 2010, 2012, 2014, 2016 y 2018. Nota: ***= $p\text{-value}=0.01$, **= $p\text{-value}\leq 0.05$, *= $p\text{-value}\leq 0.10$.

Los resultados del modelo, indican que las variables socioeconómicas que inciden positivamente en la probabilidad de tener un seguro privado son: la edad, si la persona cuenta con licenciatura o posgrado, el ingreso (considerando una mediana trimestral de todas las encuestas de 31,821.12 a pesos de 2018). En el caso particular de la edad (considerando una media de 48 años), se verifica un efecto de U invertida pues el coeficiente lineal es positivo y el coeficiente al cuadrado es negativo. A medida que las personas envejecen, aumenta la probabilidad de contratar un seguro pero existe una edad a partir de la cual el efecto cambia de signo y su aumento generará disminuciones en la probabilidad de contratar seguros. Dicho de otra forma: las personas muy jóvenes o muy viejas en México por lo general no tienen seguros.

Solo se observa un efecto negativo para el caso de que la persona viva en un hogar con más habitantes (mediana de 4). Los coeficientes de las variables que indican el que la persona sea mujer o que cuente con pareja (casado o en unión libre) no son estadísticamente diferentes de cero. Por lo tanto, se concluye que estas variables no incide en probabilidad de contar con un seguro, lo cual es interesante.

Los coeficientes estimados para las variables asociadas con la tenencia de bienes, muestran un incremento de la probabilidad de contratar un seguro, cuando se tiene vehículo automotor y cuando tiene computadora. Autores como Quintero (2013), indica que los hogares mexicanos enfrentan catástrofes derivadas de situaciones climatológicas extremas (e.g. inundaciones, incendios, sismos), vendiendo alguno de sus activos. Resulta interesante que contar con una vivienda, no incida en la contratación de un seguro (el coeficiente no es estadísticamente diferente de cero). La evidencia permite concluir que tener cierto tipo de bienes (bienes muebles), favorece la contratación de un seguro.

Se puede ver que también aumenta la probabilidad de tener un seguro, si la persona cuenta con tarjeta de crédito, declara tener una pensión para retiro (Afore), y cuando tiene una deuda. En todos estos casos se esperaba que el efecto en la tenencia de seguros efectivamente fuera positivo. Si la persona cuenta con apoyo de una red social, también existe un efecto positivo al igual que el enfrentar una experiencia negativa. Finalmente, si la persona cuenta con internet, no existe un impacto estadísticamente diferente de cero.

Al analizar la magnitud del coeficiente de ingresos, muestra la magnitud más alta de todas, con lo cual, se concluye que para el caso de México, esta variable es fundamental para entender la compra de seguros. Esta relación se ha encontrado en prácticamente todos los trabajos que retoman el enfoque clásico de la demanda de seguros. De la misma forma, también es importante encontrar que contar con licenciatura o posgrado, incrementa la probabilidad de tener un seguro en un 2.9%.

Sin embargo, así como se encuentra evidencia en favor de las variables consideradas como tradicionales, los resultados del modelo permiten argumentar que también inciden variables conductuales en la compra de seguros. En algunos casos, estas variables tienen impactos similares al de la variable de escolaridad. Por ejemplo, el contar con una tarjeta de crédito o una pensión para el retiro, incrementa la tenencia de un seguro en un 2.5%. Adicionalmente, si la persona tiene una deuda, la probabilidad de tener un seguro será 1.7% más alta. Incluso la interacción entre personas aumenta 1.6% la probabilidad de contar con un seguro.

De los resultados obtenidos, se concluye que el ingreso y la escolaridad son las variables más importantes, pero, como se planteaba, es necesario considerar factores conductuales adicionales como la interacción social y la cultura financiera de las personas.

4.5. Calidad estadística del modelo.

En la tabla 5 se presenta un análisis de la calidad estadística del modelo estimado.

Tabla 5. Calidad estadística del modelo.

Sensitividad	3.76%
Especificidad	99.85%
Capacidad de clasificación de positivos	58.61%

Capacidad de clasificación de negativos	94.83%
Tasa de falsos positivos dado que son negativos	0.15%
Tasa de falsos negativos dado que son positivos	96.24%
Tasa de falsos negativos para positivos	41.39%
Tasa de falsos negativos para negativos	5.17%
Observaciones correctamente clasificadas	94.70%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares en México para los años 2010, 2012, 2014, 2016 y 2018.

En un modelo probit, en lugar de incluir datos sobre un coeficiente de determinación (e.g. R^2 o R^2 ajustada) se analiza la capacidad del modelo para clasificar positivos (i.e. las personas que contratan un seguro) y negativos (i.e. las personas que no contratan seguros) en comparación con los que sí compraron o no seguros.

Un buen modelo es aquel que logra clasificar mejor las observaciones sin incurrir en falsos negativos (i.e. observaciones donde se compró un seguro pero el modelo estima que no se compró) y falsos positivos (i.e. personas que no compraron un seguro pero que el modelo estima que sí se compraron). Para elaborar esta clasificación se debe fijar un umbral para identificar cuando se compra un seguro. En este caso se utiliza un umbral del 50% en la estimación de la probabilidad por parte del modelo.

A partir de la clasificación de observaciones, se calcula la sensibilidad, que es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo que compró un seguro. También se calcula la especificidad, que es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo que no compró un seguro. Adicionalmente, se identifica la capacidad del modelo para clasificar valores positivos (i.e. la persona tiene un seguro) y la capacidad de capacidad de valores negativos (i.e. la persona no tiene seguro).

Lo primero que se observa es que el modelo estima en un 5.28% de veces el que en las muestras analizadas se contrate un seguro (sensibilidad). Este valor coincide con el de penetración de mercado de seguros en México. De manera contrastante, la probabilidad de que un mexicano o mexicana no contrate un seguro es muy alta (99.80%).

El modelo pudo clasificar el 60.97% de las observaciones donde se reporta la contratación de un seguro y el 94.73% de las observaciones donde no se contrata un seguro. La tasa de falsos positivos es relativamente muy baja (en menos de un punto, 0.20%). Sin embargo, el mayor defecto del modelo es que genera una tasa muy alta de falsos negativos dado que son positivos (94.72%) lo cual es su principal deficiencia. En general, el modelo tiene la capacidad de clasificar correctamente el 94.57% de todas las observaciones.

¿En qué difieren los falsos negativos de los verdaderos negativos?

Vale la pena conocer porqué se generan diferencias entre los falsos negativos y los negativos clasificados correctamente. En este caso, se tiene la Tabla 6.

Se comparan las variables que integran el modelo para dos subgrupos de observaciones. La columna "Falso negativo" sirve para indicar la media o la proporción en este grupo de observaciones en las que dieron un falso negativo. La columna "Correcto" sirve para indicar la media o la proporción

de las observaciones que el modelo clasifica correctamente como positivos. La comparación es interesante porque permite conocer patrones en la clasificación de personas que tienen un seguro cuando el modelo predice que no deberían tenerlo. Cuando la variable analizada es de respuesta binaria, se realiza una prueba de Fisher entre las variables.

En caso de que no existan diferencias entre las muestras de “Falso negativo” y “Correcto”, el p-value de la prueba de Fisher deberá ser mayor a 0.10 (ver columna “Fisher”). Adicionalmente, se realiza una prueba de diferencia de medias con diferente varianza cuando la variable está en niveles. Se esperaría rechazar la existencia de medias diferentes (valores de cero o muy cercanos a cero en las últimas tres columnas).

Los resultados de la tabla 6 permiten inferir que los falsos negativos presentan atributos tales como: 1) que la persona es mujer; 2) ser menor edad; 3) mayor cantidad de integrantes en el hogar; 4) haber sufrido una experiencia negativa. En cuanto a los factores que permiten clasificar mejor a las personas que compran seguros se tienen características tales como: 1) tener licenciatura o posgrado; 2) mayor ingreso; 3) tener pareja; 4) tener computadora; 5) tener vehículo automotor; 6) tener vivienda propia con escrituras; 7) tener internet; 8) tener tarjeta de crédito; 9) tener pensión (Afore); 10) tener una deuda; 11) contar con el apoyo de una red social.

Tabla 6. Diferencias de las variables del modelo de acuerdo a la clasificación

	Falso negativo	Correcto	Fisher	Ha: D < 0	Ha: D != 0	Ha: D > 0
La persona es mujer	26.42	24.59	0.00	1.00	0.01	0.00
Edad de la persona (años)	49.29	46.85	-	1.00	0.00	0.00
La persona cuenta con licenciatura o posgrado	17.03	46.88	0.00	0.00	0.00	1.00
Ingreso	42,314.60	88,511.20	-	0.00	0.00	1.00
Total de integrantes del hogar de la persona	3.70	3.47	-	1.00	0.00	0.00
La persona tiene pareja	70.17	72.28	0.00	0.01	0.02	0.99
La persona tiene computadora	22.62	60.28	0.00	0.00	0.00	1.00
La persona tiene vehículo automotor	34.37	64.49	0.00	0.00	0.00	1.00
La persona tiene vivienda propia	73.02	75.70	0.00	0.01	0.01	0.99
La persona sufrió una experiencia negativa	15.10	7.89	0.00	1.00	0.00	0.00
La persona tiene internet	27.30	62.19	0.00	0.00	0.00	1.00
La persona tiene tarjeta de crédito	22.11	58.62	0.00	0.00	0.00	1.00
La persona cuenta con pensión para retiro	3.33	8.14	0.00	0.00	0.00	1.00
La persona tiene una deuda	8.02	14.79	0.00	0.00	0.00	1.00
La persona cuenta con apoyo de una red social	27.43	43.09	0.00	0.00	0.00	1.00

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares en México para los años 2010, 2012, 2014, 2016 y 2018.

Se observa que las mayores diferencias entre las muestras y que favorecen una correcta clasificación, se encuentran cuando la persona cuenta con una tarjeta de crédito, tiene internet y tiene computadora.

5. Conclusiones finales y discusión.

Con el análisis de los datos de la ENIGH se identifican algunas de las razones que motivan la tenencia de seguros en México. Se concluye que el ingreso y la escolaridad son las variables más importantes. Sin embargo, también, es necesario considerar factores conductuales adicionales como la interacción social, el acceso a crédito, contar con una pensión y el manejo de deudas. Para el caso de las experiencias personales (negativas) se encuentra evidencia de un menor impacto en la contratación de seguros para las muestras estudiadas.

Las personas que contratan seguros en México tienen el siguiente perfil: 1) Un ingreso alto en comparación a la media en México; 2) cuentan con licenciatura o posgrado; 3) la edad; 4) poseen una computadora; 5) posee un vehículo automotor; 6) cuenta con tarjeta de crédito; 7) tiene una pensión para retiro; 8) tiene una deuda y 9) cuenta con apoyo de una red social. Sorprende que variables como la tenencia de vivienda, tener una pareja y el que la persona haya sufrido una experiencia negativa no incidan en contar con un seguro.

Es importante señalar que el perfil de la persona que tiene un seguro en México es el de una persona privilegiada, perteneciente a deciles superiores de ingreso, pero además con características muy diferentes al promedio (i.e. mayor escolaridad, tenencia de bienes durables, acceso al crédito). En ese sentido, no se esperaría un incremento importante en la demanda de seguros en el país a menos que incremente el ingreso y escolaridad de la población. Si esto no ocurre en el mediano o corto plazo, la alternativa es mejorar la inclusión financiera de las personas dado que contratar deudas y al menos tener una tarjeta de crédito, incide favorablemente en la tenencia de seguros.

Con el modelo ha sido posible estimar que la probabilidad de que un mexicano o mexicana promedio, cuente con un seguro es de solamente el 5.28% lo cual es consistente con el indicador de penetración de mercado de seguros en el país. En este sentido, la recomendación en política para mejorar la penetración, es fortalecer acciones que mejoren el acceso al crédito y a la inclusión financiera de las personas (i.e. contar con una tarjeta de crédito, tener una deuda). Finalmente, el que persista una mala clasificación (i.e. falsos negativos) para el caso particular de las personas que son mujeres y menores de edad debe ser estudiado con detalle debido a que podría implicar la existencia de una brecha de género, así como una falta de diseño de productos especializados en este sector de la población.

Referencias

- [1] Abraham, J., Drake, C., Sacks, D. W., & Simon, K. (2017). "Demand for health insurance marketplace plans was highly elastic in 2014-2015". *Economics Letters*, 159, 69-73. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.07.002>.

- [2] BANAMEX. (2008). Primera Encuesta Sobre Cultura Financiera en México. Recuperado el 26 de marzo de 2021 de: https://www.banamex.com/es/conoce_banamex/quienes_somos/prensa/pdf/RESUMEN_PARA_MEDIOS_DE_RUEDA_DE_PRENSA.PDF.
- [3] Banerjee, A. V. (1992). "A Simple Model of Herd Behavior". *The Quarterly Journal of Economics*, 107(3), 797-817. <https://doi.org/10.2307/2118364>.
- [4] Beenstock, M., Dickinson, G., & Khajuria, S. (1988). "The Relationship between Property-Liability Insurance Premiums and Income: An International Analysis". *The Journal of Risk and Insurance*, 55(2), 259. <https://doi.org/10.2307/253327>.
- [5] Bernheim, B. D. (1991). "How strong are bequest motives? Evidence based on estimates of the demand for life insurance and annuities". *Journal of Political Economy*, 99(5), 899-927. <https://doi.org/https://doi.org/10.3386/w2942>.
- [6] Borch, K. (1962). "Equilibrium in a Reinsurance Market". *Econometrica*, 30(3), 424. <https://doi.org/10.2307/1909887>.
- [7] Boyer, M., De Donder, P., Fluet, C., Leroux, M.L., & Michaud, P.C. (2019). "Long-term care risk misperceptions". *The Geneva Papers on Risk and Insurance Issues and Practice*, 44(2), 183-215. <https://doi.org/10.1057/s41288-018-00116-4>.
- [8] Browne, M. J., & Kim, K. (1993). "An International Analysis of Life Insurance Demand". *The Journal of Risk and Insurance*, 60(4), 616-634. <https://doi.org/10.2307/253382>.
- [9] Browne, M. J., Chung, J., & Frees, E. W. (2000). "International Property-Liability Insurance Consumption". *The Journal of Risk and Insurance*, 67(1), 73-90. <https://doi.org/10.2307/253677>.
- [10] Brunello, G. (2000). "Absolute Risk Aversion and the Returns to Education". *Economics of Education Review*, 21(6), 635-640. <https://doi.org/10.2139/ssrn.251993>.
- [11] Bundorf, M. K., & Pauly, M. V. (2006). "Is health insurance affordable for the uninsured?". *Journal of Health Economics*, 25(4), 650-673. <https://doi.org/https://doi.org/10.3386%2Fw9281>.
- [12] Castellanos, S., & Garrido, D. (2010). "Tenencia y uso de tarjetas de crédito en México: Un análisis de los datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2006". *El Trimestre Económico*, vol. LXXVII (1), núm. 305, enero-marzo, 2010, pp. 69-103. Recuperado el 26 de marzo de 2021 de: <https://www.jstor.org/stable/20857243?seq=1>.
- [13] CNSF (2019). Análisis Sectorial. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/540733/Bolet_n_de_An_lisis_Sectorial_2019_CN_SF.pdf.
- [14] Dietrich, A., & Wanzenried, G. (2014). "The determinants of commercial banking profitability in low-, middle-, and high-income countries". *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 54(3), 337-354. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2014.03.001>.
- [15] Doherty, N. A., & Schlesinger, H. (1991). "Rational insurance purchasing: Consideration of contract non-performance". En *Managing the Insolvency Risk of Insurance Companies* (pp. 283-294). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-3878-9_11.
- [16] Earl, P. E. (1983). "A behavioral Theory of Economists' Behavior". En *Why Economics is not yet a Science*, (pp. 90-125). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1007/978-1-349-17352-5_5.
- [17] Ehrlich, I. & Becker, G. S. (1992). "Market Insurance, Self-Insurance, and Self-Protection". En *Foundations of Insurance Economics*, (pp. 164-189). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-015-7957-5_8.
- [18] Emamgholipour, S., Arab, M. & Mohajerzadeh, Z. (2017). "Life insurance demand: Middle East and North Africa". *International Journal of Social Economics*, Vol. 44 No. 4, pp. 521-529. <https://doi.org/10.1108/IJSE-04-2015-0106>.

-
- [19] Esho, N., Kirievsky, A., Ward, D., & Zurbruegg, R. (2004). "Law and the Determinants of Property-Casualty Insurance". *Journal of Risk and Insurance*, 71(2), 265–283. <https://doi.org/10.1111/j.0022-4367.2004.00089.x>.
- [20] FMI. (2019). Lista de informes anuales. Recuperado el 3 de abril de 2021 de: <https://www.imf.org/es/publications/areb>.
- [21] García, E., Grant, M., & Mejía, F. (2015). "Contexto de la educación financiera en México". *Ciencia administrativa*, 1, 21-30. Recuperado el 2 de abril de 2021 de: <https://www.uv.mx/iiesca/files/2014/09/03CA201401.pdf>.
- [22] Gardner, M. P., & Hill, R. P. (1988). "Consumers' mood states: Antecedents and consequences of experiential versus informational strategies for brand choice". *Psychology and Marketing*, 5(2), 169–182. <https://doi.org/10.1002/mar.4220050206>.
- [23] Geruso, M. (2017). "Demand heterogeneity in insurance markets: Implications for equity and efficiency". *Quantitative Economics*, 8(3), 929-975.: <http://www.nber.org/papers/w22440>.
- [24] Guiso, L., & Paiella, M. (2005). "The Role of Risk Aversion in Predicting Individual Behavior". CEPR Discussion Paper No. 4591. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <https://repec.cepr.org/repec/cpr/ceprdp/DP4591.pdf>.
- [25] INEGI. (2010). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2010. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/tradicional/2010/>.
- [26] INEGI. (2012). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2012. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/tradicional/2012/>.
- [27] INEGI. (2014). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2014. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/tradicional/2014/>.
- [28] INEGI. (2016). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2016. Nueva serie. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2016/>.
- [29] INEGI (2018). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2018. Nueva serie. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2018/>.
- [30] Jaspersen, J. G., & Aseervatham, V. (2015). "The Influence of Affect on Heuristic Thinking in Insurance Demand". *Journal of Risk and Insurance*, 84(1), 239–266. <https://doi.org/10.1111/jori.12088>.
- [31] Joskow, P. L. (1973). "Cartels, Competition and Regulation in the Property-Liability Insurance Industry". *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4(2), 375. <https://doi.org/10.2307/3003047>.
- [32] Kahneman, D., & Tversky, A. (2013). "Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk". En *World Scientific Handbook in Financial Economics Series* (pp. 99–127). https://doi.org/10.1142/9789814417358_0006.
- [33] Kahneman, D., Slovic, S. P., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press.
- [34] Kindurys, V. (2008). "Theoretical Research Aspects of the Behaviour of the Insured and their Manifestations in the Lithuanian Life Assurance Market". *Ekonomika*, 81(SE-Articles). <https://doi.org/10.15388/Ekon.2008.17645>.
- [35] Ko, H. (2020). "Moral hazard effects of supplemental private health insurance in Korea". *Social Science & Medicine*, 265, 113325. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113325>.
- [36] Kunreuther, H., & Pauly, M. (2004). Neglecting disaster: "Why don't people insure against large losses?". *Journal of Risk and Uncertainty*, 28(1), 5–21. <https://doi.org/10.1023/B:RISK.0000009433.25126.87>.
- [37] Kunreuther, H., & Slovic, P. (1978). "Economics, psychology, and protective behavior". *American Economic Review*, 68(2), 64–69. <https://doi.org/10.2307/1816663>.

- [38] Li, D., Moshirian, F., Nguyen, P., & Wee, T. (2007). "The demand for life insurance in OECD countries". *Journal of Risk and Insurance*, 74(3), 637-652. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2007.00228.x>.
- [39] Lin, C., Hsiao, Y. J., & Yeh, C. Y. (2017). "Financial literacy, financial advisors, and information sources on demand for life insurance". *Pacific Basin Finance Journal*, 43, 218-237. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2017.04.002>.
- [40] Lin, X., Bruhn, A., & William, J. (2019). "Extending financial literacy to insurance literacy: a survey approach". *Accounting & Finance*, 59(S1), 685-713. <https://doi.org/10.1111/acfi.12353>.
- [41] Macías, M. (2008). "Técnicas de Minería de Datos para la Retención de Clientes en el Sector Asegurador". Trabajo presentado para el XV Premio de Investigación sobre Seguros y Finanzas. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: http://www.cnsf.gob.mx/Eventos/Premios_2014/ANIVDELAREV.pdf.
- [42] Mossin, J. (1968). "Aspects of Rational Insurance Purchasing". *Journal of Political Economy*, 76(4, Part 1), 553-568. <https://doi.org/10.1086/259427>.
- [43] Newhouse, J. (1978). *The Economics of Medical Care*. Addison -Wesley.
- [44] OCDE. (2020). Insurance indicators. Recuperado el 24 de Agosto de 2020, de <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=INSIND>.
- [45] Ordaz, J. A., Guerrero, F. M., & Murillo, C. (2005). "Análisis empírico de la demanda de seguro privado de enfermedad en España". *Estudios de Economía Aplicada*, 23(1), 303-329. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30123115>.
- [46] Outreville, J. F. (2013). "The relationship between insurance and economic development: 85 empirical papers for a review of the literature". *Risk Management and Insurance Review*, 16(1), 71-122. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6296.2012.01219>.
- [47] Pauly, M. V., Zweifel, P., Scheffler, R. M., Preker, A. S., & Bassett, M. (2006). "Private health insurance in developing countries". *Health Affairs*, 25(2), 369-379. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.25.2.369>.
- [48] Pfister, H. R., & Böhm, G. (2008). "The multiplicity of emotions: A framework of emotional functions in decision making". *Judgment and Decision Making*, 3(1), 5-17. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <http://journal.sjdm.org/bb1.pdf>.
- [49] Pinilla, J., López-Valcárcel, B.G. "Income and wealth as determinants of voluntary private health insurance: empirical evidence in Spain, 2008-2014". *BMC Public Health* 20, 1262 (2020). <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09362-5>.
- [50] Pitthan, F., & De Witte, K. (2021). "Puzzles of insurance demand and its biases: A survey on the role of behavioural biases and financial literacy on insurance demand". *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, Volume 30, 100471 <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2021.100471>.
- [51] Quintero, C. (2013). Mecanismos de aseguramiento de los hogares ante choques de desastres. [Trabajo de Magister en Economía] Universidad de los Andes. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/12310/u671653.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [52] Reyes-Durán, J. F. (2008). "Sector asegurador y economía mexicana". *Problemas del desarrollo*, 39(154), 157-181. Recuperado el 3 de abril de 2021 de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362008000300008&lng=es&tlng=es.
- [53] Rottenstreich, Y., & Hsee, C. K. (2001). "Money, Kisses, and Electric Shocks: On the Affective Psychology of Risk". *Psychological Science*, 12(3), 185-190. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00334>.
- [54] Saltzman, E. (2019). "Demand for health insurance: Evidence from the California and Washington ACA exchanges". *Journal of Health Economics*, 63, 197-222.

-
- [55] Samuelson, W., & Zeckhauser, R. (1988). "Status quo bias in decision making". *Journal of Risk and Uncertainty*, 1(1), 7–59. <https://doi.org/10.1007/bf00055564>.
- [56] Schade, C. H., Kunreuther, H., & Kaas, K. P. (2004). "Probability neglect and concern in insurance decisions with low probabilities and high stakes". Wharton Risk Management and Decision Processes Center Working Paper, 04-07. Recuperado el 5 de abril de 2021 de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.386.9179&rep=rep1&type=pdf>.
- [57] Schade, C., Kunreuther, H., & Kaas, K. P. (2005). "Low-Probability Insurance Decisions". Humboldt-Universität zu Berlin, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät. Recuperado el 5 de abril de 2021 de: <https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/4123/23.pdf?sequence=1>.
- [58] Senol, Z., Zeren, F., & Canakci, M. (2020). "The relationship between insurance and economic growth". *Montenegrin Journal of Economics*, 16(4), 145–155. <https://doi.org/10.14254/1800-5845/2020.16-4.12>.
- [59] SHCP. (2011). Estudio de Evaluación de Nacional Financiera (NAFIN) 2008- 2010. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <https://www.gob.mx/shcp/documentos/estudio-de-evaluacion-de-nacional-financiera-nafin-2008-2010>.
- [60] Simon, M., Houghton, S. M., & Aquino, K. (2000). "Cognitive biases, risk perception, and venture formation: How individuals decide to start companies". *Journal of business venturing*, 15(2), 113-134. [https://doi.org/10.1016/S0883-9026\(98\)00003-2](https://doi.org/10.1016/S0883-9026(98)00003-2).
- [61] Smith, E. D., Piatelli-Palmarini, M., & Bahill, T. (2008). "Cognitive Biases Affect the Acceptance of Tradeoff Studies". En *Decision Modeling and Behavior in Complex and Uncertain Environments*, T. Kugler, J. C. Smith, T. Connolly, & Y.-J. Son, pp. 227–249. Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-77131-1_10.
- [62] Sunstein, C. R. (2003). "Terrorism and Probability Neglect". *Journal of Risk and Uncertainty*, 26(2–3), 121–136. <https://doi.org/10.1023/a:1024111006336>.
- [63] Swiss Re. (2011). "Insurance in emerging markets: Growth drivers and profitability". *Sigma*, Vol.5. Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <https://www.swissre.com/institute/research/sigma-research/sigma-2011-05.html>.
- [64] Thaler, R. (1985). "Mental Accounting and Consumer Choice". *Marketing Science*, 4(3), 199–214. <https://doi.org/10.1287/mksc.4.3.199>.
- [65] Truett, D. B., & Truett, L. J. (1990). "The Demand for Life Insurance in Mexico and the United States: A Comparative Study". *The Journal of Risk and Insurance*, 57(2), 321. <https://doi.org/10.2307/253306>.
- [66] Tversky, Amos, & Kahneman, D. (1973). "Availability: A heuristic for judging frequency and probability". *Cognitive Psychology*, 5(2), 207–232. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90033-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(73)90033-9).
- [67] Tversky, A., & Kahneman, D. (1986). "Rational Choice and the Framing of Decisions". En *The Journal of Business* (Vol. 59, Issue 4). Recuperado el 21 de marzo de 2021 de: <https://www.jstor.org/stable/2352759?seq=1>.
- [68] Tversky, A, & Kahneman, D. (1991). "Loss Aversion in Riskless Choice: A Reference-Dependent Model". *The Quarterly Journal of Economics*, 106(4), 1039–1061. <https://doi.org/10.2307/2937956>.
- [69] Ulbinaitė, A., & Moullec, Y.L. (2010). "Towards an ABM-Based Framework for Investigating Consumer Behaviour in the Insurance Industry". *Ekonomika*, 89(2), 95–110. <https://doi.org/10.15388/ekon.2010.0.983>.
- [70] Williamson, G. M., & Clark, M. S. (1989). "Providing help and desired relationship type as determinants of changes in moods and self-evaluations". *Journal of Personality and Social Psychology*, 56(5), 722–734. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.56.5.722>.
- [71] Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics: A modern approach*. Nelson Education, 2016.
- [72] Zerriaa, M., Amiri, M. M., Noubbigh, H., & Naoui, K. (2017). "Determinants of life insurance demand in Tunisia". *African Development Review*, 29(1), 69-80.

¿Realmente fue positivo el saldo de la privatización de la Reforma Energética en México?

Aldo Iván Varela Costarrica¹ - Universidad Autónoma Metropolitana, México

Carolina Carbajal De Nova² - Universidad Autónoma Metropolitana, México

Resumen

Objetivo: El propósito de este documento es evaluar si fue positivo el saldo de la privatización de la Reforma Energética (RE) en México sobre sus objetivos de aumento de la producción petrolera y baja del precio de la gasolina. Metodología: Se implementa la prueba econométrica de cambio estructural de Chow (1960) en los periodos a analizar son dos sexenios: el primero previo a la RE, bajo la administración del Presidente Felipe Calderón Hinojosa, y el segundo cuando se implementa la RE del Presidente Enrique Peña Nieto. Datos: Se utilizan datos mensuales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para el periodo 2006-2016. Resultados: Los resultados empíricos sugieren la inexistencia de un cambio estructural entre los dos sexenios analizados. Aparentemente la RE no logro los objetivos aquí analizados. Originalidad: No se han encontrado estudios previos con análisis econométrico, para evaluar el cambio estructural que supone la RE en México. Por lo anterior, el análisis que se propone en este documento es novedoso. Limitaciones: Esta investigación se limita al estudio de los objetivos de la RE concernientes al aumento de la producción petrolera y baja del precio de la gasolina. Otros objetivos de la RE quedan fuera del alcance de este documento. Análisis posteriores se podrían beneficiar de la introducción de otros objetivos.

Clasificación JEL: P48, Q43.

Palabras clave: reforma energética, cambio estructural, producción petrolera, precio gasolina, México.

Was the balance of the privatization of the Energy Reform in Mexico really positive?

Abstract

Objective: The paper is aimed to assess whether the balance of the privatization of the Energy Reform (RE) in Mexico was positive on its objectives of increasing oil production and lowering the gasoline price. Methodology: the econometric test of structural change from Chow (1960) is implemented. The periods to be analyzed are two six-year terms: the first prior to the RE, under the administration of President Felipe Calderón Hinojosa, and the second when the RE of President Enrique Peña Nieto is implemented. Data: Monthly data from the National Institute of Statistic and Geography (INEGI for its acronym in Spanish) is used for the period 2006-2016. The empirical results suggest the absence of a structural change between the two six-year periods analyzed. Apparently the RE did not achieve the objectives analyzed here. Novelty: No previous studies with econometric analysis have been found to evaluate the structural change that RE supposes in Mexico. Therefore, the analysis proposed in this document is novel. Limitations: This research is limited to studying the objectives of the RE concerning an increase in oil production and a decrease in the price of gasoline. Other objectives of the RE are outside the scope of this document. Further analysis could benefit from the introduction of other objectives.

JEL Classification: C61, C63, G12, G17, G14.

Keywords: Energy reform, structural change, oil production, gasoline prices, Mexico.

¹ Autor de correspondencia. Email: aldocost_16@hotmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5500-5752>

² Email: enova@xanum.uam.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6135-4094>

Los autores desean agradecer a los árbitros anónimos por sus comentarios constructivos y expresar su aprecio por sus sugerencias valiosas.

*Sin fuente de financiamiento para el desarrollo de la investigación.



1. Introducción

En todo el mundo las últimas décadas han sido dedicadas a la privatización, por un lado, y liberalización, por el otro, de los principales sectores de la economía (Navarro-Rodríguez y Ruiz-Robledo, 2016). Lo anterior, considerando que los sectores energéticos y de servicios ligados a redes se encontraban sometidos a una planificación y gestión estatal, casi siempre en forma de monopolios naturales. Los sectores involucrados en estas reformas de privatización y liberalización son: la energía (petróleo, gas y electricidad), transportes (especialmente el aéreo), telecomunicaciones en todas sus formas, abastecimiento de agua, suelo y servicios urbanos, banca y crédito.

De acuerdo con Wolfgang (2001), la reforma energética (RE) que arrancó en 2000 se vio enmarcada en el proyecto conjunto de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL), Asistencia Recíproca Petrolera Empresarial Latinoamericana (ARPEL), Organización Latinoamericana de Energía (OLADE, 1997), y el programa SYNERGY de la Comisión Europea. Este autor menciona que el Mercado Común Europeo y la tendencia hacia la desregulación y la liberación particularmente en el Reino Unido y Escandinavia, dio lugar a un nuevo concepto: “integración del mercado de energía mediante la liberalización.” En América Latina algunos países en los cuales se implementó la reforma energética, señala Wolfgang (2001), son Argentina, Bolivia, Brasil (Programas de Eficiencia Energética) Colombia, El Salvador, Perú (Proyecto de Ahorro de Energía), Guatemala (Téllez-Kuenzler, 1999 y Wolfgang 2001). En el caso de América Latina, las políticas de privatización y liberalización se vincularon con la modernización del sector energético (OLADE, 1997).

En el caso de España la RE tuvo implicaciones normativas y constitucionales. Estas reformas se implementaron para paliar el “déficit de tarifa” en gas, hidrocarburos, energía nuclear y electricidad, que se dijo en su momento implican un peso significativo en las finanzas gubernamentales de ese país (Navarro-Rodríguez y Ruiz-Robledo, 2016). Los autores recién mencionados se enfocan en estudiar las modificaciones legislativas, administrativas y de jurisprudencia constitucional que ayudaron a revertir el déficit de tarifa. Además, mencionan ellos que en el caso de España, los efectos a largo plazo de la RE no fueron considerados.

De acuerdo con IILSEN (2002), en el caso de la reforma al sector eléctrico en Estados Unidos en el estado de California, se utilizó el modelo de Actos y Políticas Reguladoras de la Utilidad Pública (PURPA). PURPA consistió fundamentalmente, en la creación de los Productores Independientes de Energía (PIES) que autoriza la compra de electricidad a un agente comprador mayorista para repartirla a los distribuidores. Los últimos la venderían al consumidor final. Siguiendo con IILSEN (2002) se describe la creación de organismos independientes para la operación del sistema eléctrico (Independent System Operator, ISO), también los organismos operadores del mercado (Power Exchange, PX), y por último, los sistemas de información para la operación de mercados competitivos (Open Access Same Time Information System, OASIS). La reforma del sector eléctrico californiano se basó en la reestructuración y la competencia, sin incluir la privatización, debido a que la mayor parte del sector ya era privado en 1995.

En el caso de México, los procesos de privatización implicaron cambios estructurales en los sectores energéticos del país (Téllez-Kuenzler, 1999). Menciona Téllez-Kuenzler que el cambio estructural se encuentra vinculado con reformas constitucionales, nuevas estructuras industriales, y

cambios en la organización del sector. Este cambio estructural busca una baja considerable de los costos de la electricidad para otras ramas industriales, aumentando, se esperaba, la competitividad de toda la economía mexicana con relación a sus principales socios comerciales. De acuerdo con este autor, el cambio estructural previsto por los cambios en los objetivos de las políticas públicas era el aliviar una presión insostenible, sobre el presupuesto federal y liberar recursos públicos para el gasto social. Aunque Téllez-Kuenzler preveía un cambio estructural en lo normativo, operaciones y funciones con respecto a la RE, este autor no propone método econométrico alguno, para evaluar el cambio estructural que él describe.

Para Breceda (2000) la propuesta de cambio estructural de la industria eléctrica en México responde a la necesidad de reformar el sector eléctrico. Este cambio, argumenta este autor, se dirige a garantizar el abasto futuro de una demanda nacional de electricidad que está creciendo a tasas superiores a las del resto de la economía. El garantizar este abasto, menciona Breceda, implica una nueva realidad tecnológica. La adopción de una nueva tecnología se esperaba, reduciría costos de producción lo que generaría mayor competitividad y protección ambiental. Breceda al igual que Téllez-Kuenzler (1999), tampoco propone un método econométrico o determinístico para evaluar el cambio estructural implicado en la RE.

De acuerdo con la revisión de la literatura relacionada, no se han encontrado estudios previos de un análisis econométrico vinculado al cambio estructural, dada la implementación de la RE en México. Por lo anterior, los autores de este documento consideran que es de vital importancia la determinación cuantitativa del cambio estructural introducido por la RE.

El objetivo de este documento es evaluar el impacto de la RE y el saldo de la privatización, reestructuración y liberalización, en el caso de México. Entre los objetivos principales de la RE se encuentran el crecimiento de la producción petrolera y la baja de los precios de las gasolinas. Cabe recordar que la RE afecta principalmente a Petróleos Mexicanos (PEMEX). PEMEX es una pieza fundamental de la economía mexicana al proporcionar la mayor fuente de ingreso del estado mexicano. PEMEX antes de la RE funcionaba como productora, transportista, refinadora y comercializadora de petróleo y gas natural. El presidente Enrique Peña Nieto y su gobierno (2012-2018), impulsaron una serie de reformas estructurales que pretendían mejorar la calidad de diferentes servicios públicos del país, entre ellas estaba la RE. La RE figuraba como una de las más prometedoras para la economía mexicana, pues con ella se pretendía que los mexicanos pagarán menos por servicios eléctricos, hidrocarburos, gasolinas y gas natural (Arredondo, 2014, Rubio, 2017). Adicionalmente, con la RE se busca proveer los servicios previamente mencionados con una mejor calidad. El argumento fuerte de la RE era que la tecnología privada de última generación se haría presente en el sector energético mexicano a través de procesos industriales más productivos, con respecto a los que se venían empleando previamente (Martínez, 2017, Merchand, 2015).

Hay diversas investigaciones que analizan la evolución de la producción de petróleo en años previos a la RE, como la de Colmenares (2008) quien estudió la producción petrolera en México. Este autor estima que para principios de 2006 la producción de barriles diarios de petróleo era de 4.16 mil barriles diarios. La anterior cifra refleja una producción por encima de los 3 mil barriles diarios

registrados, para ese mismo año. Colmenares resalta la contribución económica del petróleo a las finanzas públicas de nuestro país, hasta el año 2006. La anterior consideración la realiza al analizar 70 años previos al 2006. En otros estudios, se sigue el proceso de la reforma energética observando el precio de los combustibles, en especial el de la gasolina magna. Por ejemplo, Menéndez

(2019) analizó la elasticidad precio de la demanda de la gasolina magna, durante un periodo antes de la aprobación a la RE. Este autor encontró que la elasticidad precio de la demanda de la gasolina magna es negativa. Lo anterior debido a un aumento en el precio de la gasolina magna durante el periodo 2000-2016. Como resultado del aumento en el precio de la gasolina magna, la demanda de ésta disminuyó, de acuerdo con Guzmán (2015) e Ibarra (2008).. Menéndez menciona que la disminución de la demanda de la gasolina magna se acompaña de las existencias, de más y mejores sustitutos como son los biocombustibles y la electricidad. Lo anterior se observa, toda vez que estos sustitutos se distribuyen a menores precios, con respecto al precio de la gasolina magna.

Otros estudios previos, sobre la implementación de la RE hablan de las irregularidades en la licitación de sus contratos. Por ejemplo, Vargas (2015) destaca la forma en que el estado opera a favor de los capitales extranjeros. Estos capitales, menciona esta autora, son aquellos que se apropian de bienes naturales, transformándolos y tomando ventajas de sus cadenas de valor. También, esta autora analiza una de las modificaciones más importantes de la RE, como es la de quitar a PEMEX la exclusividad de la exploración y explotación de los hidrocarburos, así como el resto de actividades de la cadena de valor correspondiente a la industria petrolera. Cabe recordar que PEMEX, antes de la RE se encontraba nacionalizada. De acuerdo con Gabilondo (2000), y Schmidt y Rivera (2015) la RE abre a la privatización las actividades como la exploración y producción petrolera a los capitales extranjeros. Esta privatización se ejecutó a través de contratos entre la Secretaría de Energía y empresas transnacionales.

Por otro lado Vargas (2005) señala que PEMEX y el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) fueron presionados, para ceder información estratégica a empresas privadas. Lajous (2006) señala que estas instituciones fueron comprometidas a entregar información relevante de cada cuenca, campo y yacimiento petrolero, a un centro de información de empresas privadas. En caso de no entregar dicha información, PEMEX y el IMP podrían ser multadas con entre 20 y 100 millones de pesos. También, de acuerdo con Vargas (2005) el valor de una empresa petrolera radica en su libro de reservas de hidrocarburos. Estas reservas son volúmenes de crudo y gas que se acumulan en el subsuelo y están clasificadas por categorías 1P, 2P y 3P. Las reservas probadas 1P son volúmenes de crudo, gas natural y líquidos de gas natural que tienen un alto potencial de recuperación en un tiempo determinado. La reserva categoría 1P ofrece mayor certeza de comercialización, al tener identificado el lugar y el volumen a extraer con base en información geológica. Las reservas probables 2P son volúmenes de hidrocarburos que tienen al menos 50 por ciento de probabilidad de ser extraídos del subsuelo. Las reservas posibles 3P son aquellas donde los hidrocarburos se caracterizan por tener una recuperación comercial menor al de las reservas probables. Las reservas totales de hidrocarburos $3P_t$ (donde el subíndice t indica el total de las reservas) incluyendo las reservas probadas (1P), probables (2P) y posibles (3P) de crudo, gas natural y otros líquidos. La RE estableció que PEMEX debía elegir las reservas con las cuales se quedaría de las categorías antes mencionadas. La versión oficial manejó que PEMEX se quedaba con un 83% de las reservas probadas (1P), y con un 21% de recursos prospectivos. En realidad, a PEMEX no le fueron otorgadas las reservas de la categoría 3P lo que redujo a la mitad las reservas solicitadas. Dado lo anterior, la privatización implicada en la RE alcanzó a una de las últimas empresas cien por ciento nacionales prevaecientes en México.

Con respecto a los sustitutos de los productos petroleros y sus derivados, la RE también busca energías más limpias. De acuerdo con Wolfgang (2001), desde el inicio de la década de los setenta, la mayoría de los gobiernos europeos han venido interviniendo, en el sector energético para estimular el uso eficiente de la energía y sustituir las fuentes de energía no renovables. En la actualidad, estas intervenciones se encuentran alineadas a las metas globales del protocolo de Kyoto, que proponen la disminución en el uso de combustibles fósiles y de emisiones de bióxido de carbono.³ Con lo anterior se trata de frenar las emisiones de gases con efecto invernadero y el cambio climático. En específico la RE busca disminuir en el largo plazo el uso del combustóleo (desperdicio resultado de la refinación del petróleo) que se usa como combustible, en plantas termoeléctricas.

Este documento se organiza como sigue: las estadísticas descriptivas sobre los datos analizados en este estudio se encuentran reportados en la sección uno. También, en esta sección se aportan gráficas que señalan la evolución de las dos variables consideradas para este estudio, como son los barriles diarios producidos, y el precio de la gasolina magna. La sección dos presenta la implementación de la prueba de Chow de manera teórica. Además, en esta sección se presenta una breve explicación sobre la teoría que subyace al modelo de cambio estructural. La sección tres reporta los resultados empíricos del modelo econométrico de series temporales necesarios, para implementar la prueba de cambio estructural de Chow. En esta sección se determina estadísticamente la existencia o no del cambio estructural. Por último, se presentan las conclusiones.

2. Naturaleza y descripción de los datos

2.1 Estadística Descriptiva

Las estadísticas reportadas a continuación son la media, mediana, desviación estándar y la curtosis, para las series temporales de producción de barriles en miles de barriles diarios y precio de la gasolina magna en pesos corrientes.

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas, 2006-2016, observaciones mensuales

	media de la variable (y desviación estándar)	mediana de la variable (y curtosis)
Producción de barriles	2,992.431	2,930.500
	(338.5030)	(3.110327)
Precio gasolina magna	9.857385	9.360000
	(2.567680)	(1.540267)

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) y E-Views 11.

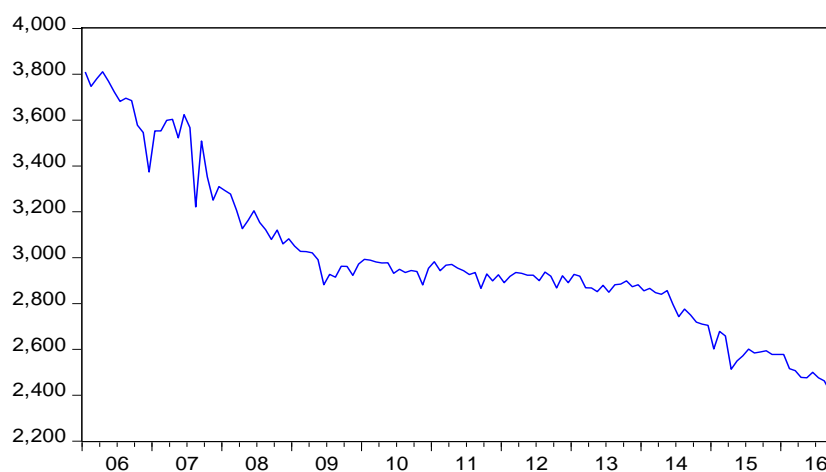
En el cuadro 1 se observa que la producción de barriles de petróleo mantuvo una media de 2,992 miles de barriles diarios. Por su parte, el precio de la gasolina magna presenta un valor medio de 9.85 pesos por litro a lo largo del periodo del 2006 al 2016. El valor mediano de los miles de

³ ONU (2008).

barriles diarios fue de 2,930. Se observa que los valores reportados de la mediana son menores a los de la media para barriles. Lo anterior indica que la producción de barriles tiene una tendencia a disminuir durante todo el periodo de 2006 a 2016. La desviación estándar de la producción barriles arrojó un valor de 338. La dispersión de la producción de la producción barriles diarios durante los diez años observados es considerable, con respecto a la desviación estándar del precio de la gasolina magna. La desviación estándar de la gasolina magna reporta un valor aproximado de 2.57. La curtosis describe una curva de distribución menos afilada, para el caso de la producción de barriles (3.11). Este mismo estadístico para el precio de la gasolina magna es de 1.54. Dados los valores de los estadísticos anteriormente reportados, se deduce que la variable con mayor variación con respecto a su media es la producción de petróleo en miles de barriles diarios. En resumen, en el cuadro 1 se puede observar que entre las variables analizadas la más volátil es la producción de petróleo.

2.2 Análisis gráfico de las series de temporales

A continuación, se muestran tres gráficas generadas con datos mensuales, desde el primer mes del año 2006, y hasta el décimo mes del año 2016. Estas gráficas ayudan a visualizar la evolución temporal de las series temporales reportadas en el cuadro 1.



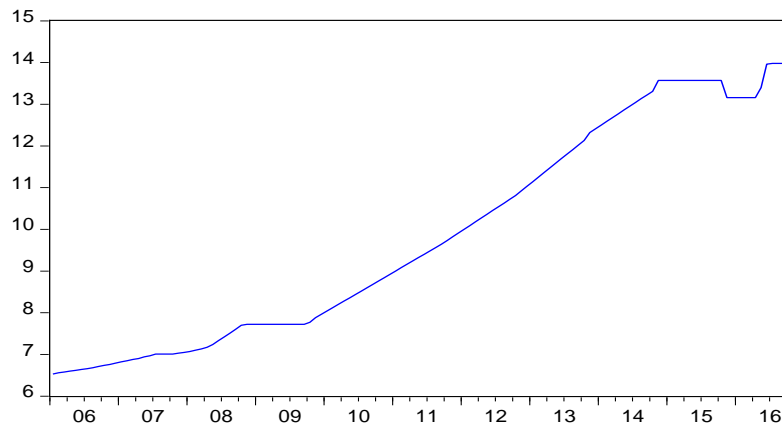
Gráfica 1. México. Producción de barriles de petróleo diarios. 2006-2016.

Miles de barriles diarios. Datos mensuales

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).

La gráfica 1 muestra una producción cercana a los 3.8 mil barriles diarios al inicio del sexenio del Presidente Calderón Hinojosa en 2006. Durante el periodo de 2006 a 2009 la producción de barriles tiene un periodo constante de decrecimiento, alcanzando valores cercanos a 2.9 mil barriles diarios. Esta variable alcanzó un periodo de estabilidad justo a la mitad de su mandato, con una producción promedio de 2.9 mil barriles diarios. En 2014 la producción tiene una caída aún más profunda a la observada en 2007. Para el año 2016, bajo el mando del ex-presidente Enrique Peña Nieto, y con la RE en vigor se alcanza casi los 2.4 mil barriles diarios. La disminución de la producción de petróleo también es descrita por Hernández-Ochoa (2016), para el periodo anual de 1997 al 2014.

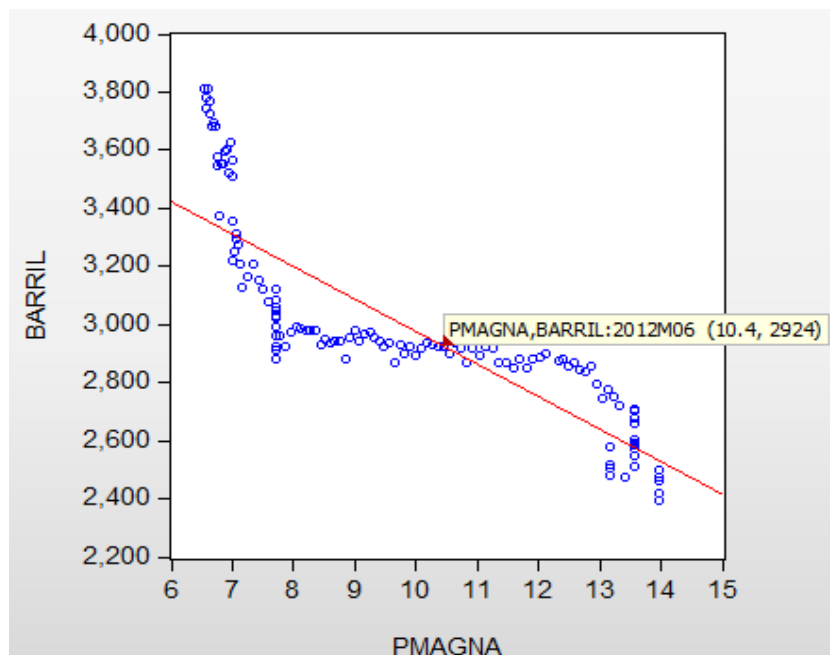
Este autor señala que la producción de petróleo en México ha disminuido, pese al incremento de las inversiones en exploración y producción.



Gráfica 2. México. Precio de la gasolina magna. 2006-2016.
Pesos por litro. Datos mensuales

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).

La gráfica 2 describe que el precio de la gasolina magna rondaba casi los 7 pesos por litro hacia finales de 2006. En 2009 se observa un aumento sostenido en la pendiente del precio de la serie temporal hasta el 2014, donde se incrementa de los 8 pesos hasta los 13 pesos por litro. El anterior incremento se observa a pesar de la aprobación de la RE.



Gráfica 3. México. Precio de la gasolina magna *versus* barriles diarios de petróleo. 2006-2016
Pesos por litro y miles de barriles diarios. Datos mensuales

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) y E-Views 11.

La gráfica 3 de dispersión muestra la nube de puntos correspondientes a las dos variables de este estudio, los barriles de petróleo como variable dependiente y el precio de la gasolina magna como variable independiente. En este tipo de gráfico se señala visualmente la correlación existente entre las variables analizadas. La correlación visualizada indica la dirección de la relación a largo plazo entre estas dos variables. Para todo el periodo analizado se observa que la línea de regresión ajustada a la nube de datos tiene una pendiente negativa. Ésta pendiente indica que hay una relación negativa entre el precio de la gasolina magna y los barriles de petróleo. La etiqueta del punto junio de 2012 separa dos regiones: en la primera región la mayoría de los puntos de dispersión se encuentran por debajo de la línea ajustada; en la segunda región la mayoría de los puntos de dispersión se encuentran por encima de la línea ajustada. Esto indica en su conjunto un cambio en la velocidad de ajuste entre las variables, siendo más lenta antes de junio de 2012 y más rápida después de esta fecha. Estos resultados confirman las tendencias de las series temporales establecidas en el cuadro 1 con respecto a sus volatilidades.

La información estadística descrita en esta sección parece indicar que después de la implementación de la RE, las variables como los miles de barriles producidos diariamente decrecieron con una mayor vitalidad y rapidez. Por su parte, el precio de la gasolina magna se incrementó aceleradamente.

3. Descripción de la metodología econométrica

A continuación, se explican los pasos necesarios para implementar el modelo de cambio estructural de Chow de manera teórica.⁴ La prueba de Chow sirve para determinar en este caso, si existe o no un cambio estructural a partir de la implementación de la RE. Se considera dentro de un modelo donde existe cambio estructural que los valores de los parámetros antes y después de un punto de quiebre son diferentes. La forma general de la prueba de Chow considera tres ecuaciones. La primera de ellas representa el sub-periodo previo a un punto de quiebre dado. La segunda ecuación representa el sub-periodo posterior al punto de quiebre. La tercera ecuación representa la suma de los dos sub-periodos, o alternativamente, el periodo completo de análisis. A continuación, se describen estas tres ecuaciones:

$$\text{Primer sub-periodo} \quad Y_{t_1} = \lambda_1 + \lambda_2 X_t + u_{1t} \quad n_1 \quad (1)$$

$$\text{Segundo sub-periodo} \quad Y_{t_2} = \gamma_1 + \gamma_2 X_t + u_{2t} \quad n_2 \quad (2)$$

$$\text{Periodo completo} \quad Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_t + u_t \quad n \quad (3)$$

donde Y_t representa la variable dependiente, el subíndice t indica el tiempo con $t_1 = 1, 2, \dots, n_1$, $t_2 = n_1 + 1, n_1 + 2, \dots, n_2$, $t = 1, \dots, n$, $\alpha_1, \gamma_1, \lambda_1$ son los interceptos, $\alpha_2, \gamma_2, \lambda_2$ son las pendientes, X_t es la variable independiente, y u_t es el término de error que se considera independiente e idénticamente

⁴ Gujarati (2003), Chow (1960).

distribuido (i.i.d.). A continuación, se presenta la secuencia de seis pasos que describen detalladamente la prueba de Chow.

Primer paso. La estimación de la ecuación (3), considera todo el periodo de análisis. Sus grados de libertad (*g.l.*) se computan como sigue: $g.l. = n_1 + n_2 - k$, donde k es el número de estimadores calculados.

Segundo paso. Se computa los grados de libertad para el primer sub-periodo representado en la ecuación (1) como sigue: $g.l. = n_1 - k$.

Tercer paso. Se computa los grados de libertad para el segundo sub-periodo representado en la ecuación (2) como sigue: $g.l. = n_2 - k$.

Cuarto paso. Dado que se supone que los residuos son i.i.d. (independiente e idénticamente distribuidos) se pueden sumar SRC_1 (suma de los residuales al cuadrado del primer sub-periodo) y SRC_2 , (suma de los residuales al cuadrado del segundo sub-periodo), para obtener la suma de los residuos al cuadrado no restringidos SRC_{NR} como sigue:

$$SRC_{NR} = SRC_1 + SRC_2 \quad (4)$$

Quinto paso. Calcular la estadística F de Fisher, como se expresa a continuación:

$$F_{cal} = \frac{(SRC_R - SRC_{NR})/k}{(SRC_{NR})/(n_1 + n_2 - 2k)} \sim F_{crítico}[k, (n_1 + n_2 - 2k)] \quad (5)$$

donde F_{cal} se refiere a la estadística F calculada en la ecuación (5) con la suma de los residuos al cuadrado de las ecuaciones (1)-(3), $F_{crítico}$ se refiere a la estadística F de tablas correspondiente al número de grados de libertad k y $n_1 - n_2 - 2k$, SRC_R representa la suma de los residuales al cuadrado de la ecuación estimada correspondiente al periodo completo.

Sexto paso. Verificar si existe un cambio estructural bajo los criterios de Chow, donde la hipótesis nula y alternativa se plantean a continuación:

$H_0: F_{cal} \not> F_{crítico}$, implica que no hay cambio estructural (hipótesis nula).

$H_a: F_{cal} > F_{crítico}$, implica que existe un cambio estructural.

Se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, donde H_0 es la hipótesis nula, y H_a es la hipótesis alterna. La implementación en este caso de la metodología de la prueba de Chow sirve para determinar la existencia de un cambio estructural en las variables analizadas, dado un punto de quiebre determinado.

Este trabajo busca determinar si existe un cambio estructural entre el periodo anterior y posterior a la RE, a través de un modelo econométrico de series temporales. Estas series se les transforma con primeras diferencias de los logaritmos, lo que proporciona información de corto plazo. Esta transformación permite leer directamente los estimadores como elasticidades. Es

importante mencionar, que esta transformación elimina la información estadística de largo plazo incluida en las series temporales. Por este motivo, las tendencias a largo plazo de la RE, como son la sustitución de combustibles fósiles por energías limpias quedan fuera del alcance de la presente investigación.

4. Implementación de la prueba de Chow

Para llevar a cabo la evaluación del saldo de la RE para el caso mexicano se implementa la prueba econométrica de cambio estructural de Chow (1960), en el sector petrolero mexicano, en lo que respecta a la producción de barriles diarios y el precio de la gasolina. Para evaluar empíricamente si ha ocurrido un cambio estructural entre dos sexenios seleccionados, dada la implementación de la RE. Se considera como el primer sub-periodo el sexenio del Presidente Felipe Calderón Hinojosa, y como el segundo sub-periodo el sexenio del Presidente Enrique Peña Nieto. El periodo completo comprende los dos sexenios previamente mencionados. En este documento se considera que la prueba de Chow es estadísticamente apropiada, para determinar si existe un cambio estructural entre sexenios, dada la RE.

$$\text{Primer sub-periodo} \quad 2006-2012 \quad b_{1t} = \lambda_1 + \lambda_2 pmagna_{1t} + u_{1t} \quad n_1 = 84 \quad (6)$$

$$\text{Segundo sub-periodo} \quad 2013-2016 \quad b_{2t} = \gamma_1 + \gamma_2 pmagna_{2t} + u_{2t} \quad n_2 = 46 \quad (7)$$

$$\text{Periodo completo} \quad 2006-2016 \quad b_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 pmagna_{it} + u_{it} \quad n = 130 \quad (8)$$

donde b_{it} es la cantidad de barriles diarios producidos en un mes, $pmagna_{it}$ es el precio de la gasolina magna con i rezagos (con $i = 1, \dots, 12$), el subíndice t se refiere al tiempo, u_t es el término de error que se considera *i.i.d.* Los nombres en minúsculas de las series temporales representan sus primeras diferencias de los logaritmos.⁵

La regresión expresada en la ecuación (8) considera que no hay cambio estructural entre los dos sub-periodos, y por tanto sus estimadores representan la totalidad del periodo consistente en 130 observaciones. Dicho de otro modo, la ecuación (8) supone que la intersección, así como el coeficiente de la pendiente permanecen constantes durante el periodo completo. Lo anterior significaría que el intercepto es igual para las ecuaciones (6), (7) y (8). Es decir:

$$\alpha_1 = \gamma_1 = \lambda_1 \quad (9)$$

donde α_1 es el intercepto del periodo 2006-2016, γ_1 es el intercepto del sub-periodo 2013-2016, y λ_1 es el intercepto del sub-periodo 2006-2012. La ecuación (9) se conoce como la restricción con respecto al intercepto. Un razonamiento similar al de la constante aplica para la pendiente:

$$\alpha_2 = \gamma_2 = \lambda_2 \quad (10)$$

⁵ Las primeras diferencias de los logaritmos permiten leer directamente los estimadores como elasticidades.

donde α_2 es la pendiente del periodo 2006-2016, γ_2 es la pendiente del sub-periodo 2013-2016, y λ_2 es la pendiente del sub-periodo 2006-2012. La ecuación (10) se conoce como la restricción con respecto a la pendiente.

La ecuación (8) se conoce como el modelo restringido puesto que, si fuera verdadera, para todo el periodo los valores del intercepto y de la pendiente serían iguales. Esto se ejemplifica en las ecuaciones (9) y (10).

Los estimadores de las regresiones de las ecuaciones (4) y (5) tendrían que ser distintos, si se asume que hay un cambio estructural. Por ejemplo, $\gamma_1 \neq \lambda_1$, y $\gamma_2 \neq \lambda_2$, respectivamente.

Por último es importante hacer algunas consideraciones técnicas de la prueba estadística del cambio estructural de Chow. Esta prueba supone que los errores u_{1t} y u_{2t} tienen una distribución normal, y poseen varianzas homoscedásticas en los dos sub-periodos analizados. También, asume que la varianza de los errores u_{1t} y u_{2t} son iguales en ambos sub-periodos.

5. Resultados empíricos

Para llevar a cabo el análisis empírico se considera inicialmente el análisis de cointegración entre los miles de barriles producidos diarios y el precio de la gasolina magna. La prueba de cointegración determina si existe una relación verdadera entre ambas variables en el largo plazo. En el siguiente cuadro 2 se presentan los resultados de esta prueba.

Cuadro 2. Resultados de las pruebas de cointegración de Johansen, 2006-2016, observaciones mensuales

Especificación de la ecuación cointegrante	Número de ecuaciones cointegrantes	Valor Eigen	Estadístico de traza	Valor crítico al 0.05	Probabilidad**
Sin tendencia determinista en los datos					
1. Sin tendencia y sin intercepto	Ninguna*	0.1481	20.6683	12.3209	0.0016
2. Intercepto y sin tendencia	Ninguna*	0.1681	23.6288	20.2618	0.0040
Con tendencia determinista					
3. Intercepto y sin tendencia	Ninguna	0.0702	9.1059	15.4947	0.3557
4. Intercepto y tendencia	Ninguna	0.1047	22.3984	25.8721	0.1275
Con tendencia cuadrática determinista					
5. Intercepto y tendencia	Ninguna*	0.1019	21.0013	18.3977	0.0212
n	125				

Notas: La prueba de la traza indica una ecuación cointegrante al nivel del 0.05, * significa rechazo de la hipótesis al nivel del 0.05, ** MacKinnon-Haug-Michelis (1999) valores de p, n es el número de observaciones en la muestra. Variables exógenas no incluidas, los intervalos en los rezagos se seleccionan automáticamente conforme al tamaño de la muestra.

Fuente: estimación propia con base en E-Views 11.

De los resultados de la prueba de cointegración reportados en el cuadro 2 se puede observar, que existen al menos tres ecuaciones cointegrantes entre los barriles y el precio de la gasolina magna. Dado los resultados anteriores se puede decir con una certeza estadística del 95%, que existe una relación verdadera de largo plazo entre las variables analizadas.

Para determinar la causalidad estadística entre estas variables, y así determinar la forma funcional entre ellas, con respecto a la dependencia e independencia entre ellas, se lleva a cabo la prueba de causalidad de Granger. En el siguiente cuadro 3 se reportan los resultados correspondientes.

Cuadro 3. Resultados de las pruebas de causalidad apareadas de Granger, 2006-2016, observaciones mensuales

Hipótesis nula	<i>n</i>	Estadística <i>F</i> de Fisher	Probabilidad
precio magna no causa en el sentido de Granger a barril	129	4.3904	0.0381
barril no causa en el sentido de Granger a precio magna	129	0.6887	0.4082

Notas: el número de rezagos es uno, *n* representa el número de observaciones en la muestra.

Fuente: estimación propia con base en E-Views 11.

Los resultados reportados en el cuadro 3 indican con una certeza del 97% que el precio de la gasolina magna causa a los miles de barriles producidos diariamente. La hipótesis de que los barriles no causan en el sentido de Granger al precio de la gasolina magna no se rechaza. Es decir, la relación de causalidad estadística encontrada en esta prueba señala que la variable dependiente son los miles de barriles de petróleo producidos, mientras que el precio de la gasolina magna se determina como la variable independiente.

Otra consideración importante por realizar, antes de llevar a cabo la estimación econométrica es determinar el grado de integración de las series temporales, con el fin de no reportar estimadores provenientes de una regresión espuria. Para llevar a cabo esta determinación, se utiliza la prueba de raíz unitaria. Los resultados de la prueba se presentan a continuación.

Cuadro 4. Resultados de las pruebas de raíz unitaria Aumentada de Dickey-Fuller, 2006-2016, observaciones mensuales

Variable	Orden de integración	Rezago	<i>t</i> de Student	Probabilidad	Opciones
precio de la gasolina magna	1	4	-3.2856	0.0176	A
			-3.3100	0.0694	B
			-1.9821	0.0458	C
miles de barriles producidos	1	4	-5.5427	0.0000	A
			-5.1543	0.0002	B
			-4.0295	0.0001	C

Notas: A es contante, B tendencia y constante, C ninguno. Las variables entraron a la prueba en niveles.

Fuente: estimación propia con base en E-Views 11.

Con base en los resultados expuestos en el Cuadro 4 se observa que el orden de integración para el precio de la gasolina magna y de los miles de barriles producidos diariamente es uno. Estos resultados señalan que para evitar resultados espurios en la estimación de la forma funcional aquí propuesta entre estas dos series temporales, ellas deben de contener primeras diferencias.

Si se toman en consideración los resultados reportados en los cuadros 2-4, se procede a realizar la estimación de la forma funcional detectada con las pruebas de causalidad de Granger. En el siguiente cuadro 5, se reportan los resultados principales obtenidos de la implementación del modelo econométrico expresado en las ecuaciones (6)-(8).

Cuadro 5. Resultados de las estimaciones de las ecuaciones (6)-(8), 2006-2016, observaciones mensuales, primeras diferencias de los logaritmos

Variable independiente (y error estándar)	Variable dependiente miles de barriles producidos diariamente		
	periodo completo 2006.01 2016.10	primer sub-periodo 2006.01 2012.12	segundo sub-periodo 2013.01 2016.10
Precio de la gasolina magna	-0.3402 (-2.0532)***	-0.3723 (-2.2107)***	-0.4710 (-1.8117)**
MA(1)	-0.4088 (-7.2920)***	-0.4947 (-4.8065)***	
Criterio de información Akaike	-5.16	-4.95	-5.56
Criterio de información Schwarz	-5.09	-4.89	-5.52
Suma de los residuos al cuadrado	0.03947	0.02915	0.00850
n	124	84	46

Notas: ***: significativo al 99%, ** significativo al 95%, * significativo al 90%. MA(1) significa media móvil de orden uno, n es el número de observaciones.

Fuente: estimación propia con base en E-Views 11.

Para el periodo completo, los resultados presentados en la ecuación (8) se tiene que $\alpha_2 = -0.3402$, lo que significa que por 1% de cambio en el precio de la gasolina magna los miles de barriles producidos diariamente variarán en -0.3402%. Adicionalmente, el coeficiente para una media móvil con un rezago es de -0.4088. En este caso, el MA(1) sirve como un elemento de ajuste del modelo, y su interpretación no es económicamente relevante. De acuerdo con los resultados reportados en el cuadro 4, las series temporales correspondientes a los barriles y precio de la gasolina magna son estacionarias en primeras diferencias. Es decir, la media de sus primeras diferencias es cercana a cero. Cabe recordar que, en una regresión en primeras diferencias, el estimador del intercepto proporciona coeficientes cercanos a cero, sin agregar ninguna información útil. Por esta razón, se excluye la constante de los resultados reportados en el cuadro 5.

Para el primer sub-periodo, ecuación (6) el estimador del precio de la gasolina magna es de $\lambda_2 = -0.3723$, lo que significa que por 1% de cambio en el precio de la gasolina magna los miles de barriles producidos diariamente variarán en -0.3723%. Adicionalmente, el estimador para una media móvil con un rezago es de -0.4947. Los comentarios sobre el estimador correspondiente a MA(1) arriba mencionados, también aplican en este caso.

Para el segundo sub-periodo, ecuación (7), se tiene que $\gamma_2 = -0.4710$. El anterior estimador indica que por 1% de cambio en el precio de la gasolina magna los miles de barriles producidos diariamente variarán en -0.4710%. En este caso no fue necesario incluir una media móvil.

Para realizar el computo de la estadística F de la prueba de Chow se siguen los pasos descritos en la sección tres:

Primer paso: $g.l. = 84 + 46 - 2 = 128$, donde k es el número de estimadores calculados, uno para la constante y otro para la pendiente.

Segundo paso: $g.l. = 84 - 2 = 82$.

Tercer paso: $g.l. = 46 - 2 = 44$.

Cuarto paso: $SRC_{NR} = SRC_1 + SRC_2 = 0.029153 + 0.008521 = 0.037674$.

Quinto paso: Calcular la estadística F de Fisher como sigue:

$$F_{cal} = \frac{\frac{SRC_R - SRC_{NR}}{k}}{\frac{SRC_{NR}}{n_1 + n_2 - 2k}} = \frac{\frac{0.03947 - 0.037674}{2}}{\frac{0.037674}{84 + 46 - 2 \cdot 2}} = 2.73.$$

Con $F_{crítico[2,(126)]} = 4.77$.

Sexto paso, H_a : $2.73 \not\geq 4.77$, dados los valores de la estadística F de Fisher arriba calculado y del F crítico de tablas, se rechaza la hipótesis alterna de que existe cambio estructural. Es decir, se acepta la hipótesis nula de que no hay cambio estructural dada la implementación de la RE.

El resultado de la prueba de cambio estructural de Chow permite inferir estadísticamente que las políticas públicas que acompañaron a la RE continuaron las tendencias de la administración del Presidente Felipe Calderón Hinojosa de reducir el nivel de producción de barriles diarios y aumentar el precio de la gasolina magna.

6. Conclusiones

Este trabajo aporta estadísticas descriptivas, gráficas, resultados de pruebas estadísticas y de estimaciones econométricas y el computo de la prueba de cambio estructural de Chow, los cuales ayudan a una mejor comprensión sobre el impacto de la RE en la producción y precios de los hidrocarburos en la economía mexicana, bajo los sexenios de Calderón y de Peña. Los resultados paramétricos del cambio estructural reportados en el cuadro 5 y el cálculo de la F estadística de la prueba de Chow rechazan la hipótesis nula de cambio estructural. Lo anterior permite inferir con un 99% de significancia estadística la inexistencia del cambio estructural asociado a la RE de un sexenio

a otro. Bajo esta perspectiva se puede decir que aparentemente la RE no causó un cambio estructural sobre la producción y precios de los hidrocarburos en México. Aparentemente, se continuó con las tendencias del gobierno Calderonista de reducir el nivel de producción de barriles diarios y aumentar el precio de la gasolina magna.

Por lo arriba mencionado se puede inferir que el discurso de la administración de Enrique Peña Nieto asociado a la RE, sobre alcanzar un mayor nivel de producción de hidrocarburos con menores precios aparentemente no se vio reflejado en la realidad. Es decir, no se logró el aumento de la producción petrolera antes de 2018. Tampoco, la implementación de la RE logró la disminución paulatina del precio de la gasolina magna.

No se han encontrado estudios previos con análisis econométrico, para evaluar el cambio estructural que supone la RE en México. Por lo anterior, el análisis que se propone en este documento es novedoso. Esta investigación se limita al estudio de los objetivos de la RE concernientes al aumento de la producción petrolera y baja del precio de la gasolina. Otros objetivos de la RE quedan fuera del alcance de este documento. Análisis posteriores se podrían beneficiar de la introducción de otros objetivos.

Referencias

- [1] Arredondo, A. N. (2014). La Reforma Energética y su Vínculo con la Transparencia Presupuestaria. *Mirada Legislativa*, IBD. Recuperado de: <http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/handle/123456789/1991>
- [2] Breceda, M. (2000). Propuesta de Cambio Estructural de la Industria Eléctrica en México. *Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte*. Recuperado de: <http://www3.cec.org/islandora/es/item/1611-debate-reform-electricity-sector-in-mexico>
- [3] Chow, G.C. (1960). Test of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Equations. *Econometría*, 28(3), 591-605. DOI: <https://doi.org/10.2307/1910133>
- [4] Colmenares, F. (2008). Petróleo y Crecimiento Económico en México 1938-2006. *Economía UNAM*, 5(15), 53-65. Recuperado de: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/pde/article/view/7360/6855>
- [5] Gabilondo, L.A. (2000). La Inversión Extranjera Directa Española en América Latina. El caso de Repsol-YPF. *Problemas del Desarrollo*, 31(123), 181-190. DOI: <https://doi.org/10.18356/89bd3721-es>
- [6] Gujarati, D. (2003). *Econometría*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- [7] Guzmán, E.H. (2015). *Espejismo Energético*. Maestrías UDLAP. Recuperado de: <http://blog.udlap.mx/wp-content/uploads/2016/03/Espejismo-energetico.pdf>
- [8] Hernández-Ochoa, C.E. (2016). Reforma Energética: Política Industrial para el Cambio Estructural. *SENER Secretaría de Energía*. Recuperado de: https://periododesesiones.cepal.org/36/sites/pses36/files/presentations/cesar_hernandez_0.pdf
- [9] Ibarra-Salazar, J., y Sotres-Cervantes, L. (2008). La Demanda de Gasolina en México: el Efecto en la Frontera Norte. *Frontera Norte*, 20(39), 131-156. DOI: <https://doi.org/10.2307/j.ctv26d8jg.8>
- [10] IILSEN. (2002). Reforma al Sector Eléctrico. Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República. Recuperado de: http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/1719/Reforma_Sector_Electrico.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [11] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Subsector petrolero* [base de datos] recuperado en febrero. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>

-
- [12] Lajous, A. (2006). México: Producción y Reservas de Petróleo y Gas Natural. *Este País*, 186, 36-48. Recuperado de: https://petroleo.colmex.mx/images/stories/archivos/misc/lajous_mexico_produccion.pdf
- [13] MacKinnon, J.G., Haug, A.A. y Michelis, L. (1999). Numerical Distribution Functions of Likelihood Ratio Tests for Cointegration. *Journal of Applied Econometrics*, 14(5), 563-577. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1099-1255\(199909/10\)14:5<563::aid-jae530>3.0.co;2-r](https://doi.org/10.1002/(sici)1099-1255(199909/10)14:5<563::aid-jae530>3.0.co;2-r)
- [14] Martínez-Lara, M.E. (2017). La Reforma Energética 2013. Un Análisis de Política Pública. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de la Ciudad de México: Colegio de Humanidades y Ciencias Sociales, Licenciatura en Ciencia Política y Administración Urbana. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0188-9478\(16\)30087-1](https://doi.org/10.1016/s0188-9478(16)30087-1)
- [15] Menéndez-Vázquez, A. (2019). Liberalización y Análisis de Bienestar Económico Ex-ante. El Caso de la Gasolina Magna en México. Tesis Doctoral, Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C. DOI: <https://doi.org/10.24201/es.2017v35n104.1526>
- [16] Merchand, M.A. (2015). Estado y Reforma Energética en México. *Problemas del Desarrollo*, 46(183), 117-139. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2015.183.52627>
- [17] Navarro-Rodríguez, P. y Ruiz-Robledo, A. (2016). La Reforma Energética en España: Análisis Constitucional y Administrativo. *Revista CEFLEGAL*, 189, 75-116. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5804997>
- [18] OLADE. (1997). La Modernización del Sector Energético en América Latina y el Caribe. Marco Regulatorio, Desincorporación de Activos y Libre Comercio. *Organización Latinoamericana de Energía*. DOI: <https://doi.org/10.2307/j.ctv18mspvz.4>
- [19] ONU. (2008). Kyoto Protocol Reference Manual. On Accounting of Emissions and Assigned Amount. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Recuperado de: https://unfccc.int/sites/default/files/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf
- [20] Rubio, J. (2017). Usos Políticos del Imaginario Social: el Caso de la Reforma Energética en México. *Revista Eduser Educación*, 8(2), 62-72. DOI: <http://dx.doi.org/10.34620/eduser.v8i2.71>
- [21] Schmidt, S., y Rivera, R. (2015). La Doctrina del Shock en México. Los Cambios Neoliberales Estructurales Arriban del Exterior. *Revista Forbes México*. Recuperado de: <https://www.forbes.com.mx/la-doctrina-del-shock-en-mexico-los-neopols-en-el-poder-i/>
- [22] Téllez-Kuenzler, L. (1999). Propuesta de Cambio Estructural de la Industria Eléctrica en México. *Comercio Exterior*, 355-361. Recuperado de: <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/281/7/RCE7.pdf>
- [23] Vargas-Suárez, R. (2015). Reforma Energética: de Servicio Público a Modelo de Negocios. *Política y Cultura*, 43, 125-145. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422015000100007

Exchange Markets and Stock Markets Integration in Latin-America

Jorge A. Muñoz Mendoza¹ - Universidad de Concepción, Chile

Carmen L. Veloso Ramos - Universidad de Concepción, Chile

Sandra M. Sepúlveda Yelpo - Universidad de Concepción, Chile

Carlos L. Delgado Fuentealba - Universidad de Concepción, Chile

Edinson E. Cornejo Saavedra - Universidad de Bio-Bio, Chile

Abstract

We analyze the relationship between the exchange markets and the integration process of the Latin American stock markets (MILA), focusing the analysis on two points. First, we evaluate the existence and nature of exchange risk premium and its relationship with the uncovered interest parity (UIP) bias. Second, we analyze the effect of MILA on Latin American foreign exchange markets. We use monthly time series between January 1997 and December 2021 for the exchange markets of Brazil, Chile, Colombia, Mexico and Peru. The econometric analysis was based on OLS, GARCH-in-Mean and DCC-MGARCH regressions. Our results indicate that UIP is does not meet. Even the GARCH-in-Mean models results indicates that there is no individual risk premium that corrects UIP bias. However, the results of the DCC-MGARCH model show that there is a risk premium generated simultaneously by the correlation between markets. Finally, MILA increased the dynamic correlations of exchange returns and risk premiums, mainly among the MILA markets. These results have relevant implications for policymakers and investors due to the impacts on exchange markets dependence and international investment decision-making.

JEL Classification: F31, F36, G15.

Keywords: exchange returns, risk premium, market integration, GARCH, DCC-MGARCH.

Sobre la prelación de las restricciones al crecimiento económico: abogando por la perspectiva basada en la huella ecológica

Resumen

Analizamos la relación entre los mercados cambiarios y el proceso de integración de los mercados bursátiles de América Latina (MILA), centrandó el análisis en dos puntos. Primero, evaluamos la existencia y la naturaleza de un premio por riesgo cambiario y su relación con el sesgo de la paridad descubierta de interés (UIP). Segundo, analizamos el efecto de MILA en los mercados cambiarios latinoamericanos. Utilizamos series de tiempo mensuales entre enero de 1997 y diciembre de 2021 para los mercados cambiarios de Brasil, Chile, Colombia, México y Perú. El análisis econométrico se basa en regresiones OLS, GARCH-in-mean y DCC-MGARCH. Nuestros resultados indican que la UIP no se cumple. Incluso los resultados de los modelos GARCH-in-mean indican que no hay un premio por riesgo individual que corrija el sesgo de la UIP. Sin embargo, los resultados del modelo DCC-MGARCH muestran que existe una prima por riesgo generada simultáneamente por la correlación entre mercados. MILA incrementó las correlaciones dinámicas de los retornos cambiarios y de los premios por riesgo, principalmente entre los mercados MILA. Estos resultados tienen implicancias para inversores y policymakers. *Clasificación JEL: F31, F36, G15.*

Palabras clave: retornos cambiarios, prima de riesgo, integración de mercados, GARCH, DCC-MGARCH.

¹ Corresponding author. Juan Antonio Coloma 0201, Los Angeles, Chile. Phone: (56 - 43) 2405215. ORCID: 0000-0002-6775-5307. Corresponding author: jormunozm@udec.cl

* No source of funding for research development



1. Introduction

The last decades have been marked by exchange markets development and various stock markets integration processes around the world. These facts have meant important benefits for investors in terms risk value and assets pricing. At academic level, these events have attracted the researchers interest to study new lines of analysis based on relationship between both events.

Exchange market and exchange rates pricing have been widely investigated in recent decades. Based on short-term equilibrium conditions such as Uncovered Interest Parity (hereinafter UIP), a vast empirical literature has shown that exchange market is not equilibrium because interest rate differential would not fully explain currencies values (Froot, 1990; Froot and Thaler, 1990). Even most of this evidence argues that the interest rate differential less predicts the subsequent direction of exchange rate, fact known as forward discount bias or forward premium puzzle (Lewis, 1995; Engel, 1996; Isard, 2006; Choudhry, 2013). In this way, diverse researches have formulated that UIP deviations are explained by a risk premium, constant or time-varying, but without a clear consensus (Domowitz and Hakkio, 1985; Baillie and Bollerslev, 1990a, 1990b; Chinn and Meredith, 2004).

In addition, the recent regional stock markets integrations could have significant effects on foreign exchange markets and risk premium dynamics. Theses integrations would promote higher capital movements and changes on risk pricing by investors (Glick and Rose, 1999; Beine, 2004). The co-movements between the exchange markets and the possible effects of the regional stock markets integration, would cause a regional risk assessment. So, the regional stock markets integration would affect the exchange market behavior and the UIP validity.

The events described previously are relevant for Latin American markets and constitute a little explored research area. On May 2011, Integrated Market of Latin America (hereinafter MILA) began to operate through a virtual integration process between Chile, Colombia and Peru, which would later be incorporated into Mexico. Each stock market has continued to operate independently despite the integration. Due to this process, MILA has become the second largest stock market in the region, second only to the Brazilian stock exchange. Although the MILA effects on liquidity and stock market activity have been favorable, its impacts on risk diversification have been limited (Castro and Marín, 2014). This could be explained by lower segmentation degree that characterizes Latin American markets and which would lead investors to assess risk regionally (De Jong and De Roon, 2005; Abid, Kaabia and Guesmi, 2014; Berggrun, Lizarzarburu and Cardona, 2016). This point would have two relevant aspects for Latin American exchange markets and that are still unanswered questions. If there was a risk premium, *would it be valued individually in each market? or regionally through the co-movements between the exchange markets?;* and if MILA has affected the behavior of exchange markets then, *the co-movements between these markets would be different after MILA?.*

Therefore, the aim of our research is to determine the possible risk premium nature for Latin American exchange markets and the effect of MILA on exchange returns and risk premium. Our work contributes to empirical evidence in three points. First, we evaluate the risk premium presence and its capability to correct the UIP bias. Second, we analyze the possible regional nature of risk premium explained by interaction between markets. Finally, we evaluate the MILA effect on exchange returns, risk premium and their co-movements.

To achieve this goal, we use monthly time series between January 1997 and December 2021 for Brazil, Chile, Colombia, Mexico and Peru markets. The data was extracted from Bloomberg database. The OLS and GARCH-in-Mean regressions results show that there is not risk premium that corrects UIP deviations. Only the Chilean market was the time-varying risk premium presence evidenced. However, through DCC-MGARCH models, a time-varying risk premium was observed in all exchange markets. This result shows that risk premium in the Latin American exchange markets is valued regionally and not individually. Even the risk premium correlates positively and significantly between markets, mainly among MILA markets. Finally, the MILA implementation intensified the dynamic correlation of exchange returns and risk premium between MILA markets, despite the effects of the Covid-19 pandemic.

This article is structured as follows. After this introduction, section 2 presents the theoretical and empirical evidence about exchange market through the UIP, its relationship with risk premium and how the exchange markets have interacted with stock markets integration processes. This section also indicates the research hypotheses. Section 3 presents the data and analysis methodologies. Section 4 shows the results obtained. Finally, section 5 groups the conclusions and implications.

2. Theoretical framework and hypothesis

2.1. A quick review about Exchange rate and UIP

Exchange market has been an analysis focus for many researchers. An important part of the researches has centered the study in the exchange market equilibrium, mainly through UIP. The UIP indicates that the exchange rate expected depreciation $[E(e_{t+k})-e_t]/e_t$ is adjusted according to differential between the local i_t and foreign i_t^* interest rate, where $E(e_{t+k})$ is the expected exchange rate and e_t is the spot exchange rate. This relationship has been tested empirically through this regression:

$$\frac{E(e_{t+k} - e_t)}{e_t} = a + b_1(i_t - i_t^*) + \varepsilon_t \quad (1)$$

Under this specification, short-term exchange market equilibrium will be fulfilled if the interest rate differential fully explains the exchange rate return. That is, $\alpha=0$, $\beta_1=1$ and ε_t is a non-autocorrelated residue. Empirical researches have shown a persistent lack of consensus and most of them have demonstrated contrary results for UIP. This literature has indicated that UIP prediction is biased, so that the interest rate differential only explains a fraction of the exchange rate return (Frenkel, 1981; Mussa, 1984). Indeed, most studies have found that $\alpha=0$, although often $\beta_1<0$, fact that reveals that the interest rate differential less predicts the subsequent direction of the exchange rate. Froot and Thaler (1990) summarized 75 empirical studies and found very few cases where $\beta_1>0$. Most studies showed $\beta_1<0$ with -0.88 average. In this sense, diverse studies have supported this empirical finding, called *forward premium puzzle* or *forward discount bias*, and which would be

common in developed countries foreign exchange markets (Fama, 1984; Mussa, 1984; Hodrick, 1987; Froot, 1990; Lewis, 1995; Engel, 1996; Olmo and Pilbeam, 2011; Bhatti, 2014). Even other studies that analyzed periods prior to Bretton Woods, characterized by lower exchange rate volatility, found results similar to forward premium puzzle (McFarland, McMahon and Ngama, 1994; Phillips, McFarland and McMahon, 1996; Choudhry, 2013).

Other researches have found favorable results to UIP under very specific conditions such as the use of long-term interest rates or high interest rate differentials (Chinn and Meredith, 2004, 2005; Chaboud and Wright, 2005; Lambelet and Mihailov, 2005; Sarno, Valente and Leon, 2006; Baillie and Kilic, 2006; Bekaert, Wei and Xing, 2007; Lothian and Wu, 2011; Lothian, Pownall and Koedijk, 2013; Lothian, 2016). Under these conditions, the empirical evidence show that the bias would be lower in emerging markets, while *forward discount bias* would be concentrated in developed markets (Bansal and Dahlquist, 2000; Frankel and Poonawala, 2010).

2.2. Exchange risk premium in the foreign exchange market

Various theories have explained the persistent UIP deviation; being one of them the risk premium existence. Frankel (1982) indicates that the risk premium is a function of prediction error variance and exchange rate movements. Fact supported by Froot and Frankel (1989) and Mark and Wu (1998). In this line, Domowitz and Hakkio (1985) elaborated a model for UIP that extends the Lucas (1982) and Hodrick and Srivastava (1984) models, and that incorporates a time-varying risk premium associated to exchange rate volatility σ_t . Following Engle (1982), Engle, Lilien and Robins (1987) and Bollerslev (1990), this relationship has been tested empirically through GARCH models for:

$$\frac{E(e_{t+k} - e_t)}{e_t} = a + b_1(i_t - i_t^*) + b_2 S_t + e_t \quad (2)$$

Under this specification, short-term equilibrium for exchange rate will be fulfilled if the interest rate differential fully explains the exchange rate return and there is no risk premium. That is, $\alpha=0$, $\beta_1=1$, $\beta_2=0$ and ε_t is a non-autocorrelated residue. If there is a risk premium, Frankel and Chinn (1993) and Cavaglia, Verschoor and Wolff (1994) point out that risk premium would have the capacity to correct the UIP deviation. That is, $\alpha=0$ and $\beta_1=1$. Empirically, the existence, nature, and capability of risk premium to correct the UIP deviation has been the focus of debate.

Various studies argue that the risk premium existence does not correct the UIP deviation. Domowitz and Hakkio (1985), analyzing the currencies of Germany, France, Japan, Switzerland, and United Kingdom through ARCH-in-Mean models, finding evidence that support the time-varying risk premium existence for Japan and United Kingdom markets. However, the UIP bias was only partially reduced. Tai (2001) finds similar evidence for Asian markets, ruling out UIP compliance. Despite the advantages of GARCH models for modeling exchange rate volatility, other studies have showed similar results (Baillie and Bollerslev, 1990a, 1990b; Forsberg and Bollerslev, 2002; Olmo and Pilbeam, 2011; Aysun and Lee, 2014; Engel, 2016). Another relatively minor part of empirical

evidence has found that risk premium inclusion corrects the UIP deviation. Aggarwal (2013), in an empirical study for Japan, Australia and United States foreign exchange markets found favorable evidence for UIP. The author argues that the individual risk premium of each market is attributable to high interest rate differentials episodes. Li, Ghoshray and Morley (2012) corroborate this view and add that the risk premium adjustment would be more evident in emerging markets, where interest rate differentials are greater than developed markets. According to Yung (2017), the risk premium of each exchange market, would explain more than half of the exchange rate changes. The Latin American markets have these qualities and for this reason we formulate this hypothesis:

H1: The exchange risk premium in each market corrects the UIP bias.

The exchange risk premium could not only have each market characteristics, but also regional. The greater international trade between same region countries, common financial development policies and the greater interdependence degree among the countries would favor the regional valuation for exchange risk premium (He, 2017). Bollerslev (1990), in an empirical analysis for the German mark, Italian lira, Swiss franc, French franc and pound sterling showed that the monetary unification increased the exchange returns correlations. This fact increased the risk premium for all these markets due to higher co-movements between exchange markets. Even crises periods increased the foreign exchange markets dependence (Yang, Kolari and Min, 2003; Assidenou, 2011). The Latin American markets are characterized by low segmentation degree and have similar idiosyncratic qualities that make it difficult, on the one hand, the diversification possibilities in the region for investors, and on the other, they force them to value financial assets through a regional vision (Mellado and Escobari, 2015). Mellado and García (2014) argue that in Latin American markets these qualities would be supported by high correlations between markets. When risk premium is valued regionally, the UIP itself would not be valid because those co-movements between markets would explain the exchange rate return, in addition to interest rate differentials. The literature for Latin American markets is almost nonexistent in this matter, and for that reason we formulate this hypothesis:

H2: The exchange risk premium is valued regionally in the Latin American foreign exchange markets.

2.3. Effect of MILA on Latin-American exchange markets

The economic or financial integration processes developed by different countries would have significant effects on macroeconomic and financial system, mainly on markets financial liberalization (Francis, Hasan and Hunter, 2002; Seerattan and Birchwood, 2004). Several empirical studies have evaluated the effects of these processes. Fratzscher (2002) states that the economic and financial integration process developed in Europe helped to mitigate the markets uncertainty and positioned them better in relation to the United States. For Asian markets, Shin and Sohn (2006) argue that, although the integration degree of the region is lower than that European markets, the main effects of regional integration are visible in larger price movements.

The stock and exchange markets relationship is narrow. However, the empirical evidence that has investigated the effects of stock markets integration on foreign exchange markets is still scarce. Glick and Rose (1999) affirm that capital flows movements, inherent to these integration processes, could affect the foreign currency portfolios investors' positions. This fact, according to Beine (2004) and Tai (2007), would increase the financial contagion probability due to the higher

exchange markets dependence. Conclusion that is also supported by Syllignakis and Kouretas (2011) and Celik (2012). Bollerslev (1990) analyzed the effect of these processes on exchange markets of Europe. Their results indicated that the monetary unification increased the exchange returns correlations. Along the same lines, Fratzscher (2002) argues that the equity markets integration deepened the effect of economic integration in Europe, generating a significant reduction of exchange volatility. Similar results were found by De Brouwer (1997) and Janor, Ali and Shaharudin (2007) for the Asian markets. These authors add that the exchange rate parity would be closely related to the countries financial openness. More recently, other studies reveal that both economic and financial integration processes deepen dependence on foreign exchange markets in both developed (Reboredo et al., 2021) and emerging (Aftab et al., 2020) markets. This would be seen in higher levels of correlation and spillover effects. Even Malik and Umar (2019) warn that this interdependence could be affected by the interaction between the foreign exchange, stock and commodity markets.

In Latin America, MILA began its operations in May 2011 through virtual financial integration between Chilean, Colombian and Peruvian markets, to which Mexico would later join. Despite integration, each stock markets continues to operate independently. Currently, MILA has become the second largest stock market in the region, second only to the Brazilian stock market. Some studies have argued that MILA has reported benefits in terms of stock market activity, liquidity, and depth (Castro and Marín, 2014; Lizarzaburu, Burneo, Galindo and Berggrun, 2015; Cardona, Gutiérrez and Agudelo, 2017). Even other research has shown that MILA implementation has generated support for economic activity during crisis periods (Asness, Israelov and Liew, 2011).

Despite of the above, its effects on exchange markets of the region have been scarcely investigated. Mellado and García (2014), in an empirical work carried out for MILA initial markets (Chile, Colombia and Peru) found that the exchange returns are significantly and dynamically correlated to their long-term average. This, according to Heston, Geert and Wessels (1995), reflects the greater dependence between these markets. In any case, Mellado y García (2014) indicate that MILA implementation did not have major effects on exchange returns dynamic correlations, except for co-movements between Chilean and Peruvian markets, where MILA generated a reduction. According to these authors, this reduction would allow to diversify the exchange risk in these markets. But this research did not analyze the MILA effect on exchange risk premium.

Thus, the higher dependence between Latin American markets observed by Chen, Firth and Meng (2002), added to its scant segmentation degree that mitigates the potential diversification benefit, would mean that the exchange returns, and risk premium of the region's exchange markets would experience co-movements. Given that MILA has strengthened the financial market integration in the region, it would be expected that such co-movements will be accentuated in the exchange markets, mainly among the MILA' markets. In this area, the evidence is scarce and motivates us to formulate this hypothesis:

H3: MILA positively affects the correlations between the exchange returns of Latin American markets.

H4: MILA positively affects the correlations between the exchange risk premiums of Latin American markets.

3. Data and methods

3.1. Sample data

The research data were extracted from Bloomberg database. The information corresponds to monthly time series between January 1997 and December 2021 for Brazil, Chile, Colombia, Mexico and Peru markets. Each time series contains 300 observations. We use monthly time series to attenuate the effects of volatility on the parametric convergence of the multivariate models. Table 1 shows the variables.

The exchange return (EXRET), measured by exchange rate monthly percentage change, is the dependent variable. The exchange rate quantifies the US dollar value in terms local currency. This measure is widely used by several international studies (Fama, 1984; Domowitz and Hakkio, 1985; Baillie and Bollerslev, 1990a; Lewis, 1995). While that, interest rate differential (DIF) is measured as the difference between the 30-day interbank rate of country *i* and the United States rate. Both variables are used to specify the UIP, theory that will be used for valuing exchange rates in the short-term.

The foreign exchange risk premium (PREM) is measured by the conditional standard deviation of foreign exchange returns. This measurement is based on prediction obtained from a GARCH-in-Mean(1,1) model where the conditional mean equation corresponds to ARMA(1,1) specification for exchange returns. To control systematic factors associated with economic and financial crises we define three dummy variables, which adopt the value 1 for the Asian (ASIA), Subprime (SUB) crises periods, and the Covid-19 pandemic respectively; and 0 otherwise. Finally, we define the MILA variable as a dummy variable that adopts value 1 since May 2011, the date on which MILA started to operate.

Table 1. Variables

Variables		Description
EXRET	Monthly exchange return	Monthly percentage change of the nominal exchange rate
DIF	Interest rate differential	Difference between 30-day interbank interest rate of country <i>i</i> and the United States
PREM	Exchange risk premium	Exchange volatility measured by the conditional standard deviation estimated by the GARCH-in-Mean model (1,1)
MILA	MILA stock integration	Dummy equal to 1 since May 2011 and 0 otherwise
ASIA	Dummy Asia	Dummy equal to 1 between January 1997 and June 1998, and 0 otherwise
SUB	Dummy Subprime	Dummy equal to 1 between September 2008 and August 2009, and 0 otherwise
COVID	Covid-19 pandemic	Dummy equal to 1 since the month of the first case detected in the country and 0 otherwise

Source: Own elaboration.

3.2. Econometric methodology

In this section we present the econometric models used in this research. For a UIP preliminary analysis, we estimate the following regression by OLS:

$$EXRET_t = a + b_1 DIF_t + e_t \quad (3)$$

Where $EXRET_t$ is the exchange return in period t , which is controlled on interest rates differential (DIF_t). Moreover, e_t is a random disturbance. According to (1) and (3) the exchange market will be in equilibrium if $\alpha=0$ and $\beta_1=1$.

As the first analysis model, we used the GARCH-in-Mean(1,1) model proposed by Engle, Lilien and Robins (1987) on UIP condition. The purpose is to determine the particular risk premium presence to each exchange market. The conditional mean equation is:

$$EXRET_t = a + b_1 DIF_t + b_2 S_t + e_t \quad (4)$$

Where $EXRET_t$ is the exchange return in period t , which is controlled on interest rates differential (DIF_t) and conditional standard deviation of exchange returns (σ_t). This last regressor is the GARCH-in-Mean component, while e_t is a random disturbance. According to (4), the exchange market will be in short-term equilibrium if $\alpha=0$, $\beta_1=1$ and $\beta_2=0$. That is, there is no risk premium ($\alpha=0$ and $\beta_2=0$) and that the interest rates differential fully explains the exchange return ($\beta_1=1$). Note that if $\alpha \neq 0$ the risk premium is constant, whereas if $\beta_2 \neq 0$ the risk premium is time-varying. Both facts would support the risk premium existence in the exchange market. Additionally, the equation for conditional variance of exchange returns is:

$$S_t^2 = g_0 + g_1 S_{t-1}^2 + g_2 e_{t-1}^2 + U_t \quad (5)$$

Where σ_{t-1}^2 is the GARCH(1) component represented by lag of the conditional variance in $t-1$, while e_{t-1}^2 is the ARCH(1) component measured by quadratic residue in $t-1$. Note that the coefficients γ_0 , γ_1 and γ_2 are non-negative. If γ_1 and γ_2 were not significant, then the conditional variance of exchange returns would be homoscedastic and equal to γ_0 . In addition, the variance persistence coefficient is equivalent to $(\gamma_1 + \gamma_2)$, a factor that the closer it is to 1, more persistent are the variance temporal moves.

Second, we estimate a multivariate GARCH model with dynamic conditional correlation (DCC-MGARCH) proposed by Engle (2002) and Tse and Tsui (2002). The purpose is to determine if exchange risk premium is valued regionally. The model is:

$$EXRET_t = A_0 + B_1 DIF_t + Q_1 PREM_t + e_t \quad (6)$$

The model (6) is the UIP multivariate representation, where the dependent variable is the exchange return ($EXRET_t$) at time t . Moreover, A_0 is the constants vector, B_1 is the coefficients matrix for interest rate differentials (DIF_t) in period t and Θ_1 is the coefficients matrix associated with risk premiums ($PREM_t$). Finally, ε_t is the errors vector. The advantage of model (6) over (4) is that it allows evaluating whether the risk premium affects the exchange rate return when co-movements between exchange markets are included. If Θ_1 is significant, then risk premium would be valued regionally in Latin American markets.

Thirdly, to estimates and predict the dynamics correlation for exchange risk premiums, we estimated a DCC-MGARCH(1,1) model:

$$PREM_t = F_0 + F_1 PREM_{t-1} + e_t \quad (7)$$

The model (7) is a VAR(1) process for exchange risk premium. Where $PREM_t$ is the risk premium matrix for period t and $PREM_{t-1}$ is the risk premium matrix lagged in $t-1$. In addition, Φ_0 and Φ_1 are matrices that group the constants and lags coefficients of the VAR(1) process, respectively. Finally, ε_t is the errors vector.

For multivariate (6) and (7) models, we define σ_{ijt} as the conditional covariance between exchange markets i and j in period t , which is modeled by a GARCH(1,1) process:

$$S_{ijt} = d_{ij} + \lambda_1 e_{it-1} e_{jt-1} + \lambda_2 S_{ijt-1} \quad (8)$$

Where ε_{it} is the residue of the market i in period t and σ_{ijt-1} is the conditional covariance between exchange markets i and j in period $t-1$. Note that when $i=j$ the conditional variance is modeled. The parameters λ_1 and λ_2 are coefficients to be estimated and represent the correlations dynamic adjustment, such that $0 < (\lambda_1 + \lambda_2) < 1$. So, we can rewrite (8) in its multivariate form MGARCH(1,1):

$$S_t = D + L_1 E_{t-1} E_{t-1}' + L_2 S_{t-1} \quad (9)$$

Where Σ_t the conditional variances and covariances matrix, and E_{t-1} is the vector of lagged residuals in $t-1$. The conditional dynamic correlation model proposed by Engle (2002) spectrally decomposes the matrix Σ_t as follow:

$$S_t = D_t G_t D_t \quad (10)$$

Where D_t is the standard deviation matrix such as $D_t D_t' = \text{diag}(\Sigma_t)$ and G_t the correlation matrix whose approximation we will denote by quasi-correlations matrix Q_t . Thus, dynamic quasi-correlations can follow this process:

$$Q_t = W + L_1 X_{t-1} X_{t-1}' + L_2 Q_{t-1} \quad (11)$$

Being ξ_t the standardized residuals vector, and $\xi_t = \varepsilon_{it} / \sigma_{it}$. Note that Λ_1 and Λ_2 are the dynamic quasi-correlations adjustment parameters to their long-term averages. If Λ_1 and Λ_2 are non-significant parameters, then these correlations will be constants.

Finally, we estimate the following AR(1) process for determine the MILA effects on exchange markets:

$$y_t = \hat{f}_0 + \hat{f}_1 y_{t-1} + W_{MILA} MILA + e_t \quad (12)$$

Where y_t is the dependent variable measured by exchange returns, risk premiums and their dynamic correlations. These dynamic correlations were predicted from (6) model for exchange returns and from (7) model for risk premium. MILA is a dummy variable that adopts value 1 since May 2011 and 0 otherwise, and therefore ω_{MILA} measures the effect of this financial integration process on y_t . Moreover, we use a t-test to evaluate the means differences for these variables before and after MILA. All estimations include dummy variables for Asian, Subprime and Covid-19 periods. These variables allow us to control the effects of the crisis periods and the Covid-19 pandemic on exchange returns, exchange volatilities, and dynamic correlations.

4. Empirical results

4.1. Data description

Table 2 shows the statistical summary. The exchange returns oscillate on average between 0% and 1%. However, Colombia and Mexico stand out with slightly higher exchange returns than the rest of countries, being Peru the lower.

Interest rate differentials and risk premium series have similar behavior across countries. Brazil, Mexico and Colombia markets have the highest interest rate differentials in relation to the United States, with averages of 14.27%, 9.05% and 7.17%, respectively. Moreover, these same markets exhibit the highest risk premiums. While Chile and Peru markets have lower interest rate differentials and risk premiums. The highest record of exchange volatility occurred during the Subprime crisis and the Covid-19 pandemic.

Table 2 show that the Augmented Dickey-Fuller tests are significant at 1%. So, exchange returns, interest rate differentials and risk premiums are stationary processes. The results of the KPSS test confirm the stationary behavior of the time series. The time series of exchange returns, and exchange risk premium have ARCH structure that it justifies the use of GARCH models. In addition, the correlations between interest rate differentials and risk premium show a possible relationship with exchange returns. We observe that interest rate differentials are positively correlated with the exchange returns, except for Mexico. In addition, the risk premium would be positively associated with exchange rate returns of the Brazilian and Peruvian markets (except the Chilean market).

Table 2. Statistical summary.

Variables	Statistical summary by country				
	Brazil	Chile	Colombia	Mexico	Peru
<i>Exchange returns (%)</i>					
Mean	0.27	0.59	0.78	0.69	0.23
Standard deviation	4.15	3.96	5.32	4.08	2.64
ADF test	-13.28***	-9.57***	-16.97***	-20.35***	-13.19***
KPSS test	0.09	0.10	0.17	0.04	0.19
ARCH test	32.27***	18.26***	21.33***	8.99***	10.08***
<i>Interest rates differentials (%)</i>					
Mean	14.27	3.34	7.17	9.05	5.64
Standard deviation	7.36	4.17	7.99	8.04	5.08
ADF test	-7.03***	-5.58**	-6.92***	-5.26***	-3.93***
KPSS test	0.11	0.09	0.18	0.17	0.20
Correlation with EXRET	0.11*	0.16**	0.26***	0.09	0.21***
<i>Exchange risk premium (%)</i>					
Mean	4.36	3.84	4.69	5.17	2.95
Standard deviation	2.18	1.29	2.62	1.91	1.08
ADF test	-8.10***	-6.24***	-4.97***	-14.31***	-10.39***
KPSS test	0.03	0.14	0.06	0.07	0.05
ARCH test	54.81***	41.11***	49.03***	32.18***	17.68***
Correlation with EXRET	0.07*	-0.09*	0.08	0.04	0.07*

Notes: ADF test correspond to Augmented Dickey-Fuller test. This test includes random walk and drift. For the KPSS tests, the critical value at 1% of significance is 0.216 and it considers 15 lags. ARCH is a chi-squared test for autoregressive conditional heteroskedasticity structure. Superscripts ***, **, * indicate statistical significance at 1%, 5%, and 10%, respectively.

Source: Own elaboration.

4.2. Testing the presence and nature of exchange risk premium

In this section we analyze the potential risk premium presence on Latin American exchange markets. Table 3 presents the UIP results, where panel A shows the model (3) results and panel B presents model (4) estimation.

Panel A of Table 3 shows the UIP results through OLS estimations. We observe that constant $\alpha=0$, which rules out the constant risk premium presence in each exchange markets. Additionally, the coefficient β_1 is not significant, so the interest rate differential (DIF) does not explain the exchange return (EXRET). The UIP1 test that under the null hypothesis indicates the short-term equilibrium for exchange market ($H_0: \alpha=0$ and $\beta_1=1$), is rejected at 1% significance. Even, the Wald test shows that OLS estimation is not significance. So, UIP is not fulfilled, and each exchange market is not at its short-term equilibrium. The UIP non-compliance is supported by several international studies (Fama, 1984; Mussa, 1984; Froot, 1990; Engel, 1996; Choudhry, 2013). But the observed bias is

clearly lower than that exhibited in developed markets, which also be in accordance with international evidence (Bansal and Dahlquist, 2000; Lothian, 2016).

Panel B shows the model (4) results estimated through GARCH-in-mean specification. The purpose of this UIP specification is to include a time-varying risk premium that potentially corrects the UIP bias. This premium would be generated individually in each exchange markets and would be independent among them. The results do not differ from panel A. The UIP2 test, which under the null hypothesis indicates $\alpha=0$, $\beta_1=1$ and $\beta_2=0$, is rejected at 1% for all markets. Even, the risk premium existence and short-term equilibrium are discarded for Latin American exchange markets. Despite of that the Chilean market has a time-varying negative risk premium and Brazil market presents favorable evidence for forward discount bias. This result goes against hypothesis H1, so the risk premium presence in each market capable to correct the UIP bias is discarded (Domowitz and Hakkio, 1985; Frankel and Chinn, 1993; Cavaglia, Verschoor and Wolff, 1994; Tai, 2001; Forsberg and Bollerslev, 2002; Olmo and Pilbeam, 2011).

Table 3. OLS and GARCH in Mean (1,1) estimators for UIP in Latin-American countries.

<i>Explanatory variables</i>	<i>Dependent variable: Monthly exchange returns</i>				
	Brazil	Chile	Colombia	Mexico	Peru
<i>A. OLS estimation</i>					
Const.	0.0137 (1.26)	-0.0113 (-1.26)	0.0038 (0.62)	0.0102 (1.58)	0.0023 (0.47)
DIF	0.0789 (0.64)	-0.0731 (-1.49)	0.0349 (0.97)	-0.0099 (-0.81)	0.0461 (1.60)
Dummy Asia	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Dummy Subprime	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Dummy Covid-19	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Variance robust	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Sample	300	300	300	300	300
Wald	2.36	1.59	2.17	3.25	2.74
Test UIP1	1071.39***	374.07***	619.25***	862.68***	951.47***
ARCH LM test	40.26***	17.33***	29.74***	20.93***	15.29***
<i>B. GARCH-in-Mean (1,1) estimation</i>					
<i>Mean equation</i>					
Const.	0.0079 (0.26)	0.0143** (2.31)	-0.0054 (-0.77)	0.0098 (0.89)	-0.0017 (-0.57)
DIF	-0.0956*** (-3.18)	-0.0009 (-0.45)	0.0241 (1.19)	0.0106 (0.64)	0.0256 (1.26)
PREM	1.4582 (1.37)	-6.9563*** (-2.62)	1.8576 (0.68)	-0.2753 (-0.35)	-1.8692 (-0.90)
<i>Variance equation</i>					
Const.	0.0007*** (4.01)	0.0003** (2.04)	0.0008** (2.48)	0.0009*** (4.16)	0.0009*** (4.03)

ARCH(1)	0.7147***	0.2196***	0.3067***	0.4203***	0.6851***
	(3.54)	(2.91)	(3.19)	(3.35)	(3.22)
GARCH(1)	0.1496***	0.7348***	0.6625***	0.2759***	0.2596***
	(2.65)	(8.41)	(7.36)	(2.88)	(3.02)
Variance persistence	0.86	0.95	0.97	0.70	0.94
Dummy Asia	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Dummy Subprime	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Dummy Covid-19	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Sample	300	300	300	300	300
Wald	29.43**	31.09***	26.85***	30.02***	24.82***
Test UIP2	5574.48***	385.06***	2309.58***	2085.17***	3869.94***

Notes: Superscripts ***, **, * indicate statistical significance at 1%, 5%, and 10%, respectively.

Source: Own elaboration.

The previous results, although they reveal that there is no individual risk premium in each market (except Chile), do not conclude if this risk premium is regionally valued for Latin American markets. Investors assess risk regionally when markets have a low segmentation and diversification degree, as Latin America (De Jong and De Roon, 2005; Abid, Kaabia and Guesmi, 2014; Berggrun, Lizarzaburu and Cardona, 2016). To evaluate the regionally valued risk premium existence, the model (6) was estimated by DCC-MGARCH specification. Table 4 shows its results. This UIP specification considers that the exchange returns are explained by interest differential (DIF), risk premium (PREM) and co-movements between exchange returns. The model includes dummy variables to control the effects of the Asian, Subprime crises, and Covid-19 pandemic.

For all cases, the correlations between exchange returns are significant, which indicate the higher integration degree between these markets. We observe that the returns correlations between MILA markets -Chile, Colombia, Mexico and Peru- are positive, while the correlations between these markets and Brazil are negative and not significant in general. This result shows a diversification possibility between Brazilian and MILA exchange markets, while among the MILA markets diversification benefit is more limited. About these correlations, we note that the quasicorrelations adjustment parameters, λ_1 and λ_2 , are significant. So, the exchange returns correlations between Latin American markets are dynamically adjusted, which validate the DCC-MGARCH model. The LR test that evaluates the significance for λ_1 and λ_2 also supports this conclusion.

Table 4. DCC-MGARCH model for exchange returns.

Variables	<i>Dependent Variable: Monthly exchange returns</i>				
	Brazil	Chile	Colombia	Mexico	Peru
<i>Conditional mean equation</i>					
Const.	-0.0185**	0.0175***	-0.0106	0.0258**	0.0091
	(-2.09)	(2.67)	(-0.92)	(2.19)	(0.49)
DIF	0.0693	-0.0298	0.0072	0.0027	0.0326
	(1.06)	(-0.30)	(0.11)	(0.84)	(1.17)
PREM	2.0937***	-1.6822***	2.3867***	-2.9841***	-2.0572***
	(2.91)	(-3.18)	(4.10)	(-3.28)	(-3.51)

<i>Conditional variance equation</i>					
Const.	0.0008***	0.0001	0.0003**	0.0004***	0.0002***
	(3.74)	(1.33)	(2.47)	(3.96)	(4.11)
ARCH(1)	0.4176***	0.2365***	0.3179***	0.3168***	0.5875***
	(3.66)	(2.90)	(3.11)	(3.39)	(3.60)
GARCH(1)	0.4868***	0.7384***	0.6168***	0.2973***	0.2987***
	(2.76)	(9.62)	(6.15)	(2.79)	(3.01)
Variance persistence	0.90	0.97	0.93	0.61	0.89
<i>Dynamic quasi-correlations</i>					
Brazil	1.00				
Chile	-0.11	1.00			
Colombia	-0.16*	0.44***	1.00		
Mexico	-0.07	0.47***	0.61***	1.00	
Peru	-0.03	0.31***	0.49***	0.40***	1.00
<i>Dynamic adjustment parameters</i>					
λ_1					0.3289***
					(27.64)
λ_2					0.6471***
					(44.36)
Sample					300
Wald test					75.53***
Dummy Asia	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Dummy Subprime	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Dummy Covid-19	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
LR test					39.02***

Notes: Superscripts ***, **, * indicate statistical significance at 1%, 5%, and 10%, respectively.

Source: Own elaboration.

Table 5. DCC-MGARCH model for exchange risk premium.

Variables	<i>Dependent Variable: Monthly exchange risk premium</i>				
	Brazil	Chile	Colombia	Mexico	Peru
<i>A. Conditional mean equation VAR(1)</i>					
Const.	0.0195***	0.0226***	0.0271***	0.0401***	0.0127***
	(4.10)	(4.58)	(5.92)	(6.14)	(3.41)
PREM(BRAZIL) _{t-1}	0.4028***	0.0482	0.0003	0.0038	0.0229
	(4.39)	(1.50)	(0.01)	(0.26)	(1.51)
PREM(CHILE) _{t-1}	-0.1648*	0.3174***	0.0184	0.0157**	-0.0017
	(-1.69)	(3.86)	(1.15)	(2.10)	(-0.12)
PREM(COLOMBIA) _{t-1}	0.1048	0.0291	0.3327***	-0.3016***	0.2547***
	(1.03)	(0.90)	(3.28)	(-2.97)	(2.60)
PREM(MEXICO) _{t-1}	0.1682*	0.1477**	-0.0094	0.2850***	0.0035
	(1.71)	(2.03)	(0.87)	(3.74)	(0.46)

PREM(PERU) _{t-1}	0.0026	-0.1943***	0.1759**	-0.0682**	0.5648***
	(0.49)	(-3.17)	(2.30)	(-1.98)	(4.73)
<i>B. Conditional variance equation</i>					
Const.	0.0001***	0.0002***	0.0001***	0.0001***	0.0002***
	(10.27)	(8.74)	(4.13)	(3.56)	(11.95)
ARCH(1)	0.6947***	0.5992***	0.7025***	0.4860***	0.4763***
	(3.12)	(4.01)	(4.28)	(3.09)	(4.15)
GARCH(1)	0.2658***	0.3027***	0.2290***	0.4451***	0.3801***
	(3.77)	(2.86)	(3.33)	(4.42)	(2.90)
Variance persistence	0.96	0.90	0.93	0.93	0.86
<i>C. Dynamic quasi-correlations</i>					
Brazil	1.00				
Chile	0.09**	1.00			
Colombia	0.18***	-0.07*	1.00		
Mexico	0.17***	-0.02	0.21***	1.00	
Peru	0.33***	-0.05	0.19***	0.28***	1.00
<i>D. Dynamic adjustment parameters</i>					
λ_1					0.1842***
					(6.08)
λ_2					0.4801***
					(4.22)
Sample					300
Wald test					150.39***
Dummy Asia	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Dummy Subprime	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Dummy Covid-19	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
LR test					104.26***

Notes: Superscripts ***, **, * indicate statistical significance at 1%, 5%, and 10%, respectively.

Source: Own elaboration.

The conditional mean equation results show that UIP condition is not met for these exchange markets. However, we observed that there is a significant time-varying risk premium valued regionally in Latin American markets. This fact supports hypothesis H2. Even Table 5 that shows the model (7) results, also support this conclusion. We add that risk premium correlates significantly between the Latin American markets. The VAR(1) component for conditional mean equation indicates also the temporal dependence between risk premiums. These results confirm hypothesis H2 from another perspective, which also agrees with Mellado and García (2014).

4.3. Effect of MILA on foreign exchange markets

In this section we analyze the effects of MILA on Latin American exchange markets. Table 6 shows the t-test that quantifies the mean difference significance through MILA implementation and model (12) results. It should be noted that the dynamic correlations for exchange returns and risk premiums were predicted from the DCC-MGARCH models (6) and (7), respectively. In addition, the idea of analyzing the exchange markets of Latin America through Brazil, which does not belong to MILA; and Chile, Colombia, Mexico and Peru, which do belong, is to visualize the potential complementary effect (positive co-movements) or substitute (negative co-movements) of exchange returns and risk between these markets.

Table 6. AR(1) regression and *t*-test for mean difference across MILA process.

Variables	Before MILA	After MILA -Before Covid-19	<i>t</i> -statistics	After MILA -with Covid-19	<i>t</i> -statistics	ϖ_{MILA} coefficient from model (12)
<i>A. Exchange returns</i>						
Brazil	-0.12	-0.64	-1.16	-0.81	-1.57	-0.0075
Chile	0.09	0.32	0.70	0.37	1.18	0.0031
Colombia	0.39	0.62	0.45	0.65	0.98	0.0034
Mexico	0.25	0.61	0.83	0.82	1.25	0.0049
Peru	0.06	0.17	0.56	0.20	0.31	0.0019
<i>B. Interest rate differential</i>						
Brazil	14.05	10.36	-7.06***	11.71	-9.17***	-0.0201***
Chile	1.41	3.55	10.16***	4.26	8.35***	0.0243***
Colombia	8.06	4.45	-5.74***	4.81	-6.23***	-0.0298***
Mexico	8.73	4.38	-8.61***	5.39	-5.60***	-0.0312***
Peru	4.65	3.60	-3.50***	4.00	-4.01***	-0.0053***
<i>C. Exchange risk premium</i>						
Brazil	3.69	3.41	-1.22	4.83	3.89***	0.0141***
Chile	2.57	2.18	-4.87***	3.73	6.27***	0.0108***
Colombia	3.44	4.02	3.03**	5.45	4.19***	0.0182***
Mexico	3.03	3.17	1.98**	4.07	3.10***	0.0115***
Peru	1.71	1.75	0.14	2.26	2.60***	-0.0096***
<i>D. Dynamics correlations for Exchange returns</i>						
Brazil v/s Chile	-0.017	-0.081	-10.13***	-0.055	-5.37***	-0.0346***
Brazil v/s Colombia	-0.025	-0.098	-8.27***	-0.071	-7.05***	-0.0461***
Brazil v/s Mexico	0.006	-0.045	-9.74***	-0.030	-9.16***	-0.0257***
Brazil v/s Peru	0.003	-0.017	-7.13***	-0.012	-4.77***	-0.0163***
Chile v/s Colombia	0.262	0.318	8.70***	0.376	11.46***	0.1086***

Chile v/s Mexico	0.274	0.321	9.94***	0.425	9.89***	0.1325***
Chile v/s Peru	0.195	0.248	8.19***	0.278	10.57***	0.0756***
Colombia v/s Mexico	0.423	0.511	10.91***	0.558	8.68***	0.1649***
Colombia v/s Peru	0.390	0.460	12.47***	0.663	9.24***	0.2541***
Mexico v/s Peru	0.366	0.414	10.36***	0.524	13.46***	0.1946***
<i>E. Dynamics correlations for Exchange risk premiums</i>						
Brazil v/s Chile	0.017	0.031	3.93***	0.042	6.16***	0.0190***
Brazil v/s Colombia	0.055	0.065	6.17***	0.106	8.04***	0.0454***
Brazil v/s Mexico	0.175	0.223	10.12***	0.276	7.21***	0.0895***
Brazil v/s Peru	0.164	0.155	-2.79***	0.182	4.33***	0.0138***
Chile v/s Colombia	-0.070	-0.086	-9.26***	-0.132	-12.07***	-0.0728***
Chile v/s Mexico	-0.041	-0.047	-0.52	-0.055	-3.18***	-0.0203***
Chile v/s Peru	-0.067	-0.118	-3.15***	-0.136	-6.72***	-0.0562***
Colombia v/s Mexico	0.168	0.220	15.90***	0.298	13.07***	0.1745***
Colombia v/s Peru	0.161	0.215	14.39***	0.286	15.29***	0.1126***
Mexico v/s Peru	0.180	0.231	9.58***	0.279	14.84***	0.1248***

Notes: Superscripts ***, **, * indicate statistical significance at 1%, 5%, and 10%, respectively. Model (12) includes a dummy variable for the periods of Asian and Subprime crises, and Covid-19 pandemic.

Source: Own elaboration.

The results indicate that MILA did not have significant effects on exchange returns of Brazil, Chile, Colombia, Mexico and Peru markets. However, MILA had significant effects on dynamic correlations of exchange returns between these markets. At this point, we observe two interesting results. First, the dynamic correlations of exchange returns between the markets that belong to MILA increased significantly. This result shows that exchange markets integration degree has increased due to MILA. This fact supports hypothesis H3 and the view of the various authors regarding the effects of these integration processes on price moves (Bollerslev, 1990; Shin and Sohn, 2006). However, this finding shows that the exchange diversification opportunities within MILA markets are more limited. For these reasons, it is considered that Latin American markets have low segmentation degree and investors would value their risk regionally. Second, the dynamics correlations of exchange returns between each MILA market and Brazil were significantly reduced.

This fact contradicts hypothesis H3. In general, these correlations were negatives, and as a MILA's result, these correlations became little more negative. This result indicates that the Brazilian market is a relevant diversification source for international investors in Latin America. The Covid-19 pandemic increased the dynamic correlations, but it did not affect the previous results.

Regarding risk premium, the results are mixed after MILA and before Covid-19. On one hand, the MILA implementation significantly increased the exchange risk premium for Colombia (0.58%) and Mexico (0.14%), while in Chile it reduced it by 0.39%. In Brazil and Peru it did not have significant effects. Including the Covid-19 period, all exchange risk premium figures increased. On the other hand, the MILA's effects on dynamic correlations of exchange risk premium between each market were significant. The increase on dynamic correlations between the exchange risk premium of Brazil and the MILA markets stands out (except for Peru market). We observe a similar situation between Colombia, Mexico and Peru markets. These facts corroborate that exchange risk premium has regional qualities in Latin America. So, the increase on dynamic correlations of risk premium between these markets supports the hypothesis H4. However, the dynamic correlations of risk premium between Chile and the MILA markets are negative and due to MILA they decreased a little (except for Mexico). Fact that is against hypothesis H4. From a regional perspective, any risk increase in Latin America would generate capital flows movements to Chile, a country characterized by low risk. In fact, these movements generate a lower exchange rate return, consistent with the negative individual risk premium in this market and the Chilean peso strengthening. A similar pattern was observed when it included the Covid-19 period.

We observe that the interest rate differentials decreased significantly, except for Chilean market. However, they increased after Covid-19 period due to the inflationary pressures. In general, these results are conditioned by monetary policy direction implemented for these countries in the last two decades because inflation and economic crisis scenarios.

5. Conclusions and discussion

At the present, the exchange markets analysis can hardly be dissociated from financial development policies adopted by countries. The interaction between exchange markets and stock markets has intensified in recent decades. The integration processes that many countries have developed among their stock exchanges have facilitated the interaction between these markets and international capital flows movements. This fact has a relevant effect on investor's mechanisms to value the exchange rate and risk, and of which Latin America has not been exempt.

Our research focuses on this relationship for the main Latin American markets. Combining the classic valuation fundamentals of exchange rates through UIP, risk premium and stock market integration processes, we provide evidence on risk premium presence and nature in the region's exchange markets and how MILA has influenced them.

Our results are summarizing in three points. First, in Brazil, Chile, Colombia, Mexico and Peru exchange markets, the exchange rates are not in equilibrium. According to a vast empirical literature, our estimates show that the exchange returns of these markets persistently deviate from UIP fundamentals, and the interest rate differential does not fully explain the exchange rate subsequent direction. Additionally, in the Latin American exchange markets, as in most of the emerging countries,

the UIP bias is lower than that indicated in developed countries. This fact does not constitute any novelty and supports the previous researches findings. In an attempt to evaluate the risk premium existence, we estimate the UIP through GARCH-in-Mean models. Our results reveal that there is no time-varying risk premium, except for Chilean market where was found a negative time-varying risk premium that promotes the Chilean peso appreciation. These results indicate that the Latin American exchange markets have not a risk premium that is valued individually.

Second, the DCC-MGARCH models indicate that in the Latin American markets there is risk premium regionally valued. This result has two implications based on significant co-movements between these exchange markets. On one hand, the exchange returns are significantly correlated, which facilitates the financial contagion possibilities in the region. On the other hand, the exchange risk premium is also correlated between these markets, a fact that corroborate the regional valuation of risk premium in Latin America. So, the investors would value regionally these markets because they are characterized by low segmentation degree and make it difficult diversification strategies.

Finally, the MILA start had significant effects on regional exchange markets behavior. Although MILA did not have significant effects on exchange returns, its impacts on dynamic correlations show an increasing integration degree between these markets, mainly within MILA markets. This result corroborates that these exchange markets have become less segmented, hinder the international diversification strategies and facilitate the financial shocks transmission. However, due to this stock markets integration process, the dynamic correlations between Brazilian foreign exchange market and MILA markets became little more negative. This result shows that investors seeking to diversify risk in the region outside MILA can use the Brazilian foreign exchange market for this purpose. MILA also had relevant effects on risk premium, mainly on its regional co-movements. The dynamic correlations of risk premium between each market were significant, which confirms our previous results regarding the regional value of risk. Due to MILA, there was a significant increase in the risk premium co-movements between Brazilian exchange market and MILA markets. A result that was also observed between Colombia, Mexico and Peru markets. However, the risk premium from the Chilean exchange market correlates negatively with the other Latin American markets; correlations that decreased after MILA. This fact positions Chile as a countercyclical market over foreign exchange risk, which favors the fly to quality in the region and would state it as a partial exception in the regional risk assessment. In general, the Covid-19 increased the exchange risk premium and the dynamic correlations of the exchange returns and risk premium, but it does not affect the previous results.

Our results provide relevant implications for investors and researchers. To the firsts, these results will allow them to adapt their strategies and positions in currencies of Latin American markets by identifying their risk patterns and co-movements among them. For the seconds, it provides an empirical explanation about relationship between exchange markets and capital markets development in this region. From this point, we can continue towards future research that address the analysis of co-movements between exchange markets in relation to productive sectors that make up the stock markets of the region. This is a way of linking exchange markets behavior with economic activity that is more frequently related to international business operations.

Future research could focus on spillover effects between foreign exchange markets. This would make it possible to quantify not only the dependence between exchange markets but also to measure which ones are transmitters or receivers of shocks and their temporal dynamics. This would contribute to a better understanding of the links between foreign exchange markets and their potential effects on foreign exchange investment decisions.

References

- [1] Abid, I., Kaabia, O., and Guesmi, K. (2014). Stock market integration and risk premium: Empirical evidence for emerging economies of South Asia. *Economic Modelling*, 37, 408–416. doi: 10.1016/j.econmod.2013.11.015
- [2] Aftab, M., Ahmad, R., Ismail, I., and Phylaktis, K. (2020). Economic integration and the currency and equity markets nexus. *International Journal of Finance and Economics*, 26(4), 5278-5301. doi: [10.1002/ijfe.2065](https://doi.org/10.1002/ijfe.2065)
- [3] Aggarwal, S. (2013). The uncovered interest rate parity puzzle in the foreign exchange market, New York University, working paper. Retrieved from https://web-docs.stern.nyu.edu/old_web/economics/docs/workingpapers/2013/Aggarwal_ParityPuzzle_May2013.pdf
- [4] Assidenou, K. (2011). Cointegration of major stock market indices during the 2008 global financial distress. *International Journal of Economics and Finance*, 3(2), 212–222. doi: 10.5539/ijef.v3n2p212
- [5] Asness, C., Israelov, R., and Liew, J. (2011). International diversification works (Eventually). *Financial Analysts Journal*, 67(3), 24-38. doi: 10.2307/23032038
- [6] Aysun, U., and Lee, S. (2014). Can time-varying risk premiums explain the excess returns in the interest rate parity condition?. *Emerging Markets Review*, 18, 78–100. doi: 10.1016/j.ememar.2014.01.002
- [7] Bhatti, R. (2014). The existence of uncovered interest parity in the CIS countries. *Economic Modelling*, 40, 227–241. doi: 10.1016/j.econmod.2014.04.002
- [8] Baillie, R., and Bollerslev, T. (1990a). Intra-day and inter-market volatility in foreign exchange rates. *Review of Economic Studies*, 58(3), 565-585. doi: 10.2307/2298012
- [9] Baillie, R., and Bollerslev, T. (1990b). A multivariate generalized ARCH approach to modeling risk premia in forward foreign exchange rate markets. *Journal of International Money and Finance*, 9(3), 309-324. doi: 10.1016/0261-5606(90)90012-0
- [10] Baillie, R., and Kilic, R. (2006). Do asymmetric and nonlinear adjustments explain the forward premium anomaly?. *Journal of International Money and Finance*, 25(1), 22–47. doi: 10.1016/j.jimonfin.2005.10.002.
- [11] Bansal, R., and Dahlquist, M. (2000). The forward premium puzzle: different tales from developed and emerging economies. *Journal of International Economics*, 51(1), 115–144. doi: 10.1016/S0022-1996(99)00039-2.
- [12] Beine, M. (2004). Conditional covariances and direct central bank interventions in the foreign exchange markets. *Journal of Banking and Finance*, 28(6), 1385–1411. doi: 10.1016/S0378-4266(03)00124-9.
- [13] Bekaert, G., Wei, M., and Xing, Y. (2007). Uncovered interest rate parity and the term structure. *Journal of International Money and Finance*, 26(6), 1038-1069. doi: 10.1016/j.jimonfin.2007.05.004.

-
- [14] Berggrun, L., Lizaraburu, E., and Cardona, E. (2016). Idiosyncratic volatility and stock returns: Evidence from the MILA. *Research in International Business and Finance*, 37, 422–434. doi: 10.1016/j.ribaf.2016.01.011
- [15] Bollerslev, T. (1990). Modelling the coherence in short-run nominal exchange rates: A multivariate generalized ARCH model. *The Review of Economics and Statistics*, 72(3), 498-505. doi: 10.2307/2109358
- [16] Cardona, L., Gutiérrez, M., and Agudelo, D. (2017). Volatility transmission between US and Latin American Stock Markets: Testing the decoupling hypothesis. *Research in International Business and Finance*, 39(Part A), 115–127. doi: 10.1016/j.ribaf.2016.07.008
- [17] Castro, C., and Marín, N. (2014). Stock return comovements and integration within the Latin American integrated market. Universidad de Rosario, working paper No. 154. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/275337142_Castro_C_Marin_N_J_2014_Stock_return_comovements_and_integration_within_the_Latin_American_integrated_market_No_011041_UNIVERSIDAD_DEL_ROSARIO
- [18] Cavaglia, S., Verschoor, W., and Wolff, C. (1994). On the biasedness of forward foreign exchange rates: Irrationality or risk premia?. *The Journal of Business*, 67(3), 321-343. <http://www.jstor.org/stable/2353131>
- [19] Celik, S. (2012). The more contagion effect on emerging markets: The evidence of DCC-GARCH model. *Economic Modelling*, 29(5), 1946–1959. doi: 10.1016/j.econmod.2012.06.011
- [20] Chaboud, A., and Wright, J. (2005). Uncovered interest parity: it works, but not for long. *Journal of International Economics*, 66(2), 349–362. doi: 10.1016/j.jinteco.2004.07.004
- [21] Chen, G., Firth, M., and Meng Rui, O. (2002). Stock market linkages: Evidence from Latin America. *Journal of Banking and Finance*, 26(6), 1113-1141. doi: 10.1016/S0378-4266(01)00160-1
- [22] Chinn, M., and Meredith, G. (2004). Monetary policy and long-horizon uncovered interest parity. *IMF Staff Papers*, 51(3), 409–430. Retrieved from <https://www.imf.org/External/Pubs/FT/staffp/2004/03/chinn.htm>
- [23] Chinn, M., and Meredith, G. (2005). Testing uncovered interest parity at short and long horizons during the post-Bretton Woods era. *National Bureau of Economic Research*, Working Paper 11077. doi: 10.3386/w11077
- [24] Choudhry, T. (2013). The long memory of the forward premium during the 1920s' float: Evidence from the European foreign exchange market. *The European Journal of Finance*, 19(10), 964–977. doi: 10.1080/1351847X.2012.703142
- [25] De Brouwer, G. (1997). Interest parity conditions as indicators of financial integration in East Asia. *Australia-Japan Research Center*, Pacific Economic Papers No. 268. Retrieved from <https://crawford.anu.edu.au/pdf/pep/pep-268.pdf>
- [26] De Jong, F., and De Roon, F. (2005). Time-varying market integration and expected returns in emerging markets. *Journal of Financial Economics*, 78(3), 583-613. doi: 10.1016/j.jfineco.2004.10.010
- [27] Domowitz, I., and Hakkio, C. (1985). Conditional variance and the risk premium in the foreign exchange market. *Journal of International Economics*, 19(1-2), 47-66. doi: 10.1016/0022-1996(85)90018-2
- [28] Engel, C. (1996). The forward discount anomaly and the risk premium: A survey of recent evidence. *Journal of Empirical Finance*, 3(2), 123–192. doi: 10.1016/0927-5398(95)00016-X.
- [29] Engel, C. (2016). Exchange rates, interest rates, and the risk premium. *American Economic Review*, 106(2), 436–474. doi: 10.1257/aer.20121365.
- [30] Engle, R. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4), 987-1007. <http://www.jstor.org/stable/1912773>

-
- [31] Engle, R. (2002). Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroscedasticity models. *Journal of Business and Economic Statistics*, 20(3), 339–350. doi: 10.1198/073500102288618487
- [32] Engle, R., Lilien, D., and Robins, R. (1987). Estimating time varying risk premia in the term structure: The ARCH-M model. *Econometrica*, 55(2), 391-407. doi: 10.2307/1913242
- [33] Fama, E. (1984). Forward and spot exchange rates. *Journal of Monetary Economics*, 14(3), 319-338. doi: 10.1016/0304-3932(84)90046-1
- [34] Forsberg, L., and Bollerslev, T. (2002). Bridging the gap between the distribution of realized (ECU) volatility and ARCH modelling (of the Euro): The GARCH-NIG model. *Journal of Applied Econometrics*, 17(5), 535-548. doi: 10.1002/jae.685
- [35] Francis, B., Hasan, I. and Hunter, D. (2002). Emerging market liberalization and the impact on uncovered interest rate parity. *Journal of International Money and Finance*, 21(6), 931–956. doi: 10.1016/S0261-5606(02)00029-3
- [36] Frankel, J. (1982). In search of the exchange risk premium: A six currency test assuming mean-variance optimization. *Journal of International Money and Finance*, 1(3), 255-274. doi: 10.1016/0261-5606(82)90019-5
- [37] Frankel, J., and Chinn, M. (1993). Exchange rate expectations and the risk premium: Test for a cross section of 17 currencies. *Review of International Economics*, 1(2), 136-144. doi: 10.1111/j.1467-9396.1993.tb00011.x
- [38] Frankel, J., and Poonawala, J. (2010). The forward market in emerging currencies: Less biased than in major currencies. *Journal of International Money and Finance*, 29(3), 585-598. doi: 10.1016/j.jimonfin.2009.11.004
- [39] Fratzscher, M. (2002). Financial market integration in Europe: On the effects of EMU on stock markets. *International Journal of Finance and Economics*, 7(3), 165-193. doi: 10.1002/ijfe.187
- [40] Frenkel, J. (1981). Flexible exchange rates, prices and the role of “news”: Lessons from the 1970s. *Journal of Political Economy*, 89(4), 665-705. <http://www.jstor.org/stable/1833030>.
- [41] Froot, K. (1990). Short rates and expected asset returns. *National Bureau of Economic Research*, Working paper No. 3247. Retrieved from <https://www.nber.org/papers/w3247>
- [42] Froot, K., and Frankel, J. (1989). Forward discount bias: Is it an exchange risk premium?. *The Quarterly Journal of Economics*, 104(1), 139-161. doi: 10.2307/2937838
- [43] Froot, K., and Thaler, R. (1990). Anomalies: Foreign exchange. *The Journal of Economic Perspectives*, 4(3), 179-192. doi: 10.1257/jep.4.3.179
- [44] Glick, R., and Rose, A. (1999). Contagion and trade: Why are currency crises regional?. *Journal of International Money and Finance*, 18(4), 603–617. doi: 10.1016/S0261-5606(99)00023-6
- [45] He, H. (2017). Regional currency and regional trade integration. *Journal of Global Economics*, 5(2), 1-8. doi: 10.4172/2375-4389.1000245
- [46] Heston, S., Geert, K., and Wessels, R. (1995). The structure of international stock returns and the integration of capital markets. *Journal of Empirical Finance*, 2(3), 173-197. doi: 10.1016/0927-5398(95)00002-C
- [47] Hodrick, R. (1987). *The empirical evidence on the efficiency of forward and futures foreign exchange markets*. Harwood Academic Publishers, Chur, Switzerland.
- [48] Hodrick, R., and Srivastava, S. (1984). An investigation of risk and return in forward foreign exchange. *Journal of International Money and Finance*, 3(1), 5-29. doi: 10.1016/0261-5606(84)90027-5
- [49] Isard, P. (2006). Uncovered interest parity. *International Monetary Fund*. IMF Working Paper WP/06/96. Retrieved from <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.453.7058&rep=rep1&type=pdf>

- [50] Janor, H., Ali, R., and Shaharudin, R. (2007). Financial integration through equity markets and the role of exchange rate: Evidence from Asean-5 countries. *Asian Academy of Management Journal of Accounting and Finance*, 3(1), 77-92.
- [51] Lambelet, J., and Mihailov, A. (2005). The triple-parity law, unpublished working paper. Retrieved from <http://www.audentia-gestion.fr/economie/PDF/TripleParity.pdf>
- [52] Lewis, K. (1995). Puzzles in international financial markets. In: Grossman, G., Rogoff, K. (Eds.), *Handbook of International Economics* vol. 3. Elsevier, 1913-1971.
- [53] Li, D., Ghoshray, A., and Morley, B. (2012). Measuring the risk premium in uncovered interest parity using the component GARCH-M model. *International Review of Economics and Finance*, 24, 167-176. doi: 10.1016/j.iref.2012.02.001
- [54] Lizarzaburu, E., Burneo, K., Galindo, H., and Berggrun, L. (2015). Emerging markets integration in Latin America (MILA) stock market indicators: Chile, Colombia, and Peru. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 20(39), 74-83. doi: 10.1016/j.jefas.2015.08.002
- [55] Lothian, J. (2016). Uncovered interest parity: The long and the short of it. *Journal of Empirical Finance*, 36, 1-7. doi: 10.1016/j.jempfin.2015.12.001
- [56] Lothian, J., Pownall, R., and Koedijk, K. (2013). I discovered the peso problem: Irving Fisher and the UIP puzzle. *Journal of International Money and Finance*, 38, 5-17. doi: 10.1016/j.jimonfin.2013.06.003
- [57] Lothian, J., and Wu, L. (2011). Uncovered interest-rate parity over the past two centuries. *Journal of International Money and Finance*, 30(3), 448-473. doi: 10.1016/j.jimonfin.2011.01.005
- [58] Lucas, R. (1982). Interest rates and currency prices in a two country world. *Journal of Monetary Economics*, 10(3), 335-359. doi: 10.1016/0304-3932(82)90032-0
- [59] Malik, F., and Umar, Z. (2019). Dynamic connectedness of oil price shocks and exchange rates. *Energy Economics*, 84. doi: 10.1016/j.eneco.2019.104501
- [60] Mark, N., and Wu, Y. (1998). Rethinking deviations from uncovered interest parity: The role of covariance risk and noise. *The Economic Journal*, 108(451), 1686-1706. doi: 10.1111/1468-0297.00367
- [61] McFarland, J., McMahon, P., and Ngama, Y. (1994). Forward exchange rates and expectations during the 1920s: A re-examination of the evidence. *Journal of International Money and Finance*, 13(6), 627-636. doi: 10.1016/0261-5606(94)90035-3
- [62] Mellado, C., and García, S. (2014). The effects of the Latin American integrated market (MILA) on the foreign exchange of Colombia, Peru and Chile. *American Journal of Economics*, 4(2A), 42-50. doi: 10.5923/s.economics.201401.04
- [63] Mellado, C., and Escobari, D. (2015). Virtual integration of financial markets: A dynamic correlation analysis of the creation of the Latin American Integrated Market. *Applied Economics*, 47(19), 1956-1971. doi: 10.1080/00036846.2014.1002892
- [64] Mussa, M. (1984). The theory of exchange rate determination, in *Exchange Rate Theory and Practice*, University of Chicago Press, pp. 13-58.
- [65] Olmo, J., and Pilbeam, K. (2011). Uncovered interest parity and the efficiency of the foreign exchange market: A re-examination of the evidence. *International Journal of Finance and Economics*, 16(2), 189-204. doi: 10.1002/ijfe.429
- [66] Phillips, P., McFarland, J., and McMahon, P. (1996). Robust tests of forward exchange market efficiency with empirical evidence from the 1920s. *Journal of Applied Econometrics*, 11(1), 1-22. doi: 10.1002/(SICI)1099-1255(199601)11:1<1::AID-JAE367>3.0.CO;2-Q
- [67] Reboredo, J., Ugolini, A., and Arreola J. (2021). Dynamic spillovers and network structure among commodity, currency, and stock markets. *Energy Policy*, 74. doi:10.1016/j.resourpol.2021.102266

- [68] Sarno, L., Valente, G., and Leon, H. (2006). Nonlinearity in deviations from uncovered interest parity: An explanation of the forward bias puzzle. *Review of Finance*, 10(3), 443–482. doi: 10.1007/s10679-006-9001-z
- [69] Seerattan, D., and Birchwood, A. (2004). Financial market integration, arbitrage and interest rate parity in the Caribbean, Presented at: The inaugural International Conference on Business, Banking and Finance. Retrieved from <https://sta.uwi.edu/conferences/financeconference/Conference%20Papers/Session%2022/Financial%20Market%20Integration,%20Arbitrage%20and%20Interest%20Rate%20Parity%20in%20the%20Caribbean.pdf>
- [70] Shin, K., and Sohn, C. (2006). Trade and financial integration in East Asia: Effects on co-movements. *The World Economy*, 29(12), 1649-1669. doi: 10.1111/j.1467-9701.2006.00862.x
- [71] Syllignakis, M., and Kouretas, G. (2011). Dynamic correlation analysis of financial contagion: Evidence from the Central and Eastern European markets. *International Review of Economics and Finance*, 20(4), 717–732. doi: 10.1016/j.iref.2011.01.006
- [72] Tai, C. (2001). A multivariate GARCH in mean approach to testing uncovered interest parity: Evidence from Asia-Pacific foreign exchange markets. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 41(4), 441-460. doi: 10.1016/S1062-9769(01)00105-3
- [73] Tai, C. (2007). Market integration and contagion: Evidence from Asian emerging stock and foreign exchange markets. *Emerging Markets Review*, 8(4), 264-283. doi: 10.1016/j.ememar.2006.09.011
- [74] Tse, Y., and Tsui, A. (2002). A multivariate GARCH model with time-varying correlations. *Journal of Business and Economic Statistics*, 20(3), 351–362. doi: 10.1198/073500102288618496
- [75] Yang, J., Kolari, J., and Min, I. (2003). Stock market integration and financial crises: the case of Asia. *Applied Financial Economics*, 13(7), 477-486. doi: 10.1080/09603100210161965
- [76] Yung, J. (2017). Can interest rate factors explain exchange rate fluctuations?. *Federal Reserve Bank of Dallas*, Globalization and Monetary Policy Institute Working Paper No. 207. Retrieved from <https://www.dallasfed.org/~media/documents/institute/wpapers/2014/0207.pdf>

Madurez de la deuda corporativa como variable de tiempo: evidencia de las empresas públicas de México

Lianet Farfán Pérez - Universidad Autónoma de Nuevo León, México

Jorge O. Moreno¹ - Universidad Autónoma de Nuevo León, México

María de las Mercedes Adamuz² - Instituto Tecnológico Autónomo de México, México

Resumen

El objetivo de esta investigación es identificar los determinantes de la madurez de la deuda para las empresas mexicanas que cotizan en la BMV, usando una definición alternativa de esta variable dependiente. En particular, se define la madurez como "tiempo para expiración del contrato" considerando el promedio ponderado del tiempo a vencimiento, contribución original del presente trabajo. Se utilizan modelos de datos panel y de selección de Heckman, pues el uso de datos longitudinales en un panel desbalanceado puede presentar problemas de selección en forma de atrición. Los resultados sugieren que el sesgo por atrición es significativo, y que la madurez promedio de la deuda está determinada por variables como tamaño y apalancamiento, entre otras características de las empresas, así como la tasa de interés del mercado. Como principal limitación, se tienen las omisiones de datos de las fuentes de información utilizadas generando un panel corto y desbalanceado. Se concluye que al usar este método de medición de madurez se obtienen mejores resultados para analizar el plazo de vencimiento de la deuda, comparado con las métricas tradicionales en la literatura.

Clasificación JEL: C23, C58, G11, G32.

Palabras clave: Madurez de deuda, estructura de capital, determinantes, BMV, México.

Maturity of Corporate Debt as a Time Variable: Evidence of Public Firms from Mexico

Abstract

This research aims to determine the factors of debt maturity for Mexican companies listed on the BMV, using an alternative method to define the dependent variable. Maturity is defined as "time to contract expiration" considering the weighted average of the expiration time, which contributes to the originality of this work. Panel data models and the Heckman selection model are used, since working with an unbalanced longitudinal panel can present sample selection problems due to attrition. The results suggest that the attrition bias is significant, and that the average maturity of the debt is determined by firm characteristics such as size and leverage, among others, and the interest rate of the Mexican market. As a limitation and due to the omissions of data reported by the information sources used for the analysis, a short and unbalanced panel is used. It is concluded that, by using this maturity alternative measurement method, better results are obtained to analyze the maturity of the debt, compared to the traditional metrics in the literature.

JEL Classification: C23, C58, G11, G32.

Keywords: Debt maturity, capital structure, determinants, BMV, Mexico.

¹ Jorge O. Moreno, Profesor de Economía y Finanzas, Facultad de Economía, UANL. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5658-6763>. Av. Lázaro Cárdenas 4600 Ote., UANL Campus Mederos, C.P. 64930, Monterrey, Nuevo León, México. Teléfono: (+52) 818-329-4150, Ext. 2408. Correo electrónico: jorge.morenotr@uanl.edu.mx.

² La coautora agradece el apoyo financiero recibido por la Asociación Mexicana de la Cultura, A.C.



1. Introducción

El teorema fundamental de las finanzas plantado por Ross (1973) y demostrado en equilibrio general por Lucas (1978), establece las condiciones para definir un vínculo único entre la relación que guarda el valor, el rendimiento y el riesgo de cualquier activo bajo condiciones de equilibrio y no arbitraje en el mercado financiero. Entre las múltiples implicaciones que este enfoque ha tenido, una de las más importantes ha sido determinar, a partir de fundamentos económicos, la relación que define el uso de los instrumentos financieros al alcance de una empresa en términos de deuda y capital, así como la estructura de capital óptima en términos de la proporción entre estas dos partidas empleada por una corporación (Harris y Raviv, 1991). Sin embargo, a pesar de lo amplio que ha sido abordado el tema de estructura de capital y los fundamentos de la optimalidad de los contratos de deuda (inicialmente demostrado por Townsend, 1982), uno de los tópicos que esta literatura no ha estudiado a profundidad es determinar la importancia de la madurez de la deuda como estrategia de financiamiento de las empresas, particularmente en su alcance para determinar la administración óptima de la liquidez en su formato de deuda. La repercusión de la madurez dentro de los instrumentos elegidos por una empresa está estrechamente vinculada con el manejo óptimo y eficiente de los recursos con los que esta cuenta y con la situación financiera que enfrenta, así como potencialmente con el propio valor creado por la compañía en el largo plazo.

La motivación del presente trabajo surge por el interés de explorar esta brecha sobre la madurez de la deuda como instrumento financiero, teniendo en cuenta que, en la mayoría de la literatura existente sobre este tema, esta variable se maneja tradicionalmente como una razón entre la deuda a largo plazo y la deuda total y en los muy pocos y contados casos en los que se usa un concepto diferente, como lo es el de promedio ponderado de la madurez de la deuda, aún se pueden explorar otras formas de usar este concepto de manera novedosa. Por tanto, no existen para México estudios donde la madurez de la deuda corporativa sea analizada en su dimensión temporal (*time to maturity*) y tampoco involucrando fundamentos microempresariales en su determinación. Los estudios realizados hasta el momento, habitualmente analizan los determinantes de la madurez de la deuda corporativa sobre la base del análisis de la razón de deuda relativa, y si bien es una manera conveniente y fácil de medir el vencimiento, se considera que no es la más acertada y exacta para determinar plazos.

Cuando la madurez se define como una razón financiera de largo plazo solo se puede ver para cada año la variación, en cuánto a monto se refiere, de los niveles de deuda para cada una de las empresas, sin tener en cuenta el tiempo que falta para su vencimiento. Por otra parte, solo se está considerando la deuda de largo plazo, cuando en realidad pudieran existir empresas que fundamentan su estructura de deuda en créditos de corto plazo, presentando elevados montos en el valor total de sus compromisos y una razón de deuda pequeña, lo cual pudiera estar provocando una distorsión en el análisis.

Al utilizar una variable que pueda medir el tiempo que resta de vencimiento para cada una de las partidas de deuda (ya sea a corto o largo plazo), se muestra un panorama más amplio a los analistas financieros y directivos de las empresas, con herramientas más sólidas a la hora de tomar decisiones de liquidez, al considerar la deuda que pudieran tener vencida y la que está próxima a vencer.

Por lo antes mencionado, el problema de investigación pretende responder la siguiente interrogante: ¿Cómo los factores asociados a la estructura fundamental de las empresas determinan la emisión y madurez de la deuda de las firmas en México? Por tanto, la hipótesis hace referencia a como la madurez, calculada como variable de tiempo y no como razón de deuda, es en efecto susceptible a las características empresariales y los cambios en las tasas de mercado. La principal aportación de esta investigación es la idea de probar las teorías ya existentes sobre madurez, pero con un enfoque diferente a la mayoría de la literatura escrita hasta el momento, tomando en cuenta que usualmente los autores miden la madurez de la deuda como una razón y en este artículo se utiliza una forma distinta para obtener el vencimiento de las obligaciones corporativas, con el objetivo de lograr que los tomadores de decisiones cuenten con instrumentos más precisos para desarrollar de la manera más eficiente la actividad empresarial.

Para dar respuesta a la pregunta de investigación y probar la hipótesis planteada se aplica una metodología de datos panel combinado con el Modelo de Heckman de Selección muestral, con el objetivo de detectar y corregir, en caso de que exista, el problema de selección muestral por atrición de información que pueden presentar los datos de la muestra. Se espera encontrar que las variables asociadas a las características de las empresas, así como la tasa de interés a corto plazo para emisiones de deuda del mercado mexicano (TIIE) logren explicar la madurez de la deuda corporativa en las empresas mexicanas listadas en la BMV.

Es fundamental que las entidades conozcan su capacidad de liquidez y de pagos, para no caer en deudas impagables y posibles bancarrotas. Es importante tener en cuenta que la presente investigación no está realizada sobre la idea de determinar la estructura de capital óptima de las empresas de la muestra; sino más bien dada una estructura de capital determinada por las empresas, el estudio se enfoca en el análisis de los determinantes del plazo de la deuda. En particular, se analizan los factores que influyen en que las empresas emitan deuda a corto o largo plazo, una vez definida la madurez, determinada en años, de la deuda corporativa para las empresas mexicanas que cotizan en la BMV.

Considerando las estimaciones realizadas, los resultados relevantes confirman la hipótesis inicial, teniendo en cuenta que las características de las empresas sí tienen influencia en la madurez de la deuda corporativa para México, al igual que la mayoría de los sectores económicos y la tasa de interés a corto plazo. Se encuentra que el tamaño, la liquidez, los activos colaterales y el apalancamiento de las empresas explican de manera significativa y positiva el vencimiento de sus obligaciones, por lo que incrementos en alguna de ellas hace que las firmas coloquen deuda a más largo plazo. Por otra parte, la calidad, la tasa de interés de mercado a corto plazo y los sectores de la economía, a excepción del energético, revelan que las compañías emiten deuda a más corto plazo ante incrementos en alguno de estos factores. Las variables que no influyen en la madurez de la deuda son la tasa Libor en dólares, la volatilidad, la tasa impositiva y la razón market to book de las empresas. En otro orden de ideas se determina que el modelo que más se ajusta a los datos es el Modelo de Selección de Heckman (Heckit), ya que detecta y corrige el problema de selección muestral que está presente en los datos utilizados.

Es necesario además tener en cuenta que a pesar de obtener resultados consistentes con la literatura previa, el trabajo presenta limitaciones, que si bien no impidieron alcanzar el objetivo propuesto, de no existir se hubieran logrado resultados más robustos. Entre ellas se debe mencionar que el hecho de trabajar con un panel desbalanceado hace que la pérdida de información no permita

aplicar otras metodologías, dígase modelos dinámicos, sugeridas por la literatura, que pudieran explicar de una mejor manera el fenómeno que se desea medir, ya que se perderían muchas observaciones y los estimadores carecerían de consistencia. Por otra parte, se pueden presentar problemas de selección muestral, limitando la comprobación de la robustez de los resultados. En otro orden y tratándose de la variable dependiente, al existir información incompleta en las fuentes de donde se extraen los datos, lo que se puede obtener es un aproximado del valor real correspondiente al promedio ponderado anual de la deuda para cada una de las empresas, ya que ninguna de las dos fuentes utilizadas cuenta con toda la información necesaria para un cálculo exacto.

Dado que la tasa de interés es el único factor que muestra la relación contraria a la esperada, sería muy interesante explicar en investigaciones venideras el porqué de esta relación, ya que se esperaba que si aumentaba la tasa de mercado a corto plazo, las empresas sustituyeran colocaciones menores a un año por otras a más largo plazo, sin embargo ocurre lo contrario. Por otra parte, sería de gran interés entender a qué se debe la gran variabilidad existente en la madurez promedio anual de las empresas mexicanas, yendo este valor entre colocaciones a menos de un año hasta emisiones a más de 15 años.

El resto del artículo está estructurado de la siguiente manera: la Sección 2 presenta la revisión de literatura. La Sección 3 explica la metodología comenzando con el análisis de los datos y la muestra, describiendo las variables que se usan en los modelos empíricos y las fuentes de donde fueron obtenidas; también se expone la estrategia empírica que se siguió en el trabajo. En la Sección 4 se reportan los resultados obtenidos. En la Sección 5 se discuten y comentan los resultados de las estimaciones a la luz de la revisión de literatura. La Sección concluye el artículo.

2. Revisión de literatura

Los primeros estudios sobre las decisiones en cuanto a la estructura de deuda y capital y sobre el valor de la empresa se remontan a Modigliani y Miller (1958) y se encuentran en un excelente compendio en Harris y Raviv (1991). La premisa del Teorema de Modigliani y Miller establece que, bajo ausencia de arbitraje en el precio de los activos financieros, el valor de la empresa no se ve afectado por la forma en que esta es financiada; lo anterior en un mercado con ausencia de impuestos, costos de quiebra y asimetrías en la información de los agentes. El teorema refiere que, bajo las circunstancias ya mencionadas, una empresa está indiferente a cómo obtiene los recursos necesarios para su funcionamiento, ya sea acudiendo a sus accionistas o emitiendo deuda. Sin embargo, de antemano sabemos que este mercado ideal o “perfecto” no existe, ya que las empresas se enfrentan a una combinación de factores relacionados a sus propias características y al entorno institucional en el que operan, aspectos que deben ser considerados a la hora de tomar decisiones.

Miglo (2021) se enfoca en probar teorías alternativas sobre la estructura de capital óptima haciendo referencia a dos teorías fundamentales: la teoría del orden jerárquico³ y la teoría del intercambio de la estructura de capital⁴. En el primer caso plantea que existe un orden jerárquico donde las empresas emiten acciones solo como último recurso, pero existe un inconveniente con esta

³ Conocida como *Pecking Order Theory*.

⁴ Conocida como *Trade-Off Theory of Capital Structure*.

teoría y es que a pesar de lo que sugiere el orden jerárquico, muchas compañías emiten acciones, incluso teniendo otras opciones para financiarse. En el segundo caso expone que el impuesto corporativo crea un escudo fiscal para las firmas que emiten deuda, pero a su vez, al usar deuda, estas enfrentan cierta probabilidad de quiebra, lo cual es costoso, por tanto, la estructura óptima de capital está basada en un intercambio entre los beneficios que les da el escudo fiscal y los costos de quiebra esperados. En su estudio demostró que, efectivamente, en un mercado “perfecto”, no es una preocupación para los tomadores de decisiones la manera en la que financian sus inversiones. Por otra parte, también probó que, cuando surgen asimetrías de información, costos de quiebra e impuestos, las decisiones cambian, en unos casos es más factible emitir deuda, en otros acudir a los accionistas e incluso, bajo ciertas condiciones y con imperfecciones de mercado, existe indiferencia sobre la manera en la que se obtienen los recursos financieros. En sus resultados finales encuentra que, en la mayoría de los casos, la relación que existe entre la deuda y las variables consideradas en el análisis, tales como: los impuestos, la rentabilidad, los costos de quiebra, etc., existe la misma relación que otros autores habían encontrado en investigaciones anteriores.

Siguiendo la línea de investigación sobre la estructura de capital, y dado que es el punto de partida de este estudio, al analizar la deuda como una parte fundamental de este concepto, encontramos el trabajo realizado por Kruk (2021). Este autor realiza una síntesis de los principales estudios realizados sobre el tema, sobre todo en el contexto de la creación de valor de las empresas. Esta autora encuentra que el concepto de estructura de capital es entendido de varias maneras y que no hay un consenso en su definición. También encontró que la mayoría de las investigaciones en esta área se han centrado en la relación deuda-capital y que la estructura de capital suele presentarse en el contexto de una elección entre ellas. Por otra parte, la autora precisó que la estructura de capital se entiende como el patrimonio proveniente de la emisión de acciones, capital privilegiado y deuda a largo plazo. En este sentido, la estructura de capital forma parte de la estructura de financiamiento. Finalmente realiza un desglose entre las teorías sobre la estructura de capital que afectan el valor de las empresas y las que no. En las primeras se encuentran la teoría de los beneficios operativos y la de Modigliani y Miller sin los impuestos. En el segundo grupo manifiesta la teoría de costos de quiebra, la teoría del orden jerárquico, la teoría de señalización y la teoría de Modigliani y Miller con impuestos, entre otras, de las cuales, algunas ya fueron mencionadas con anterioridad.

Algunos autores han examinado las ineficiencias del mercado con el objetivo de analizar y explicar su importancia y los determinantes del vencimiento de la deuda. Dentro de estas primeras teorías se encuentran las referidas a las características de la empresa y su estrecha relación con la madurez de las obligaciones corporativas, tales como: oportunidades de crecimiento (Myers, 1977), tamaño (Stohs y Mauer, 1996), impuestos (Kane et al., 1985), volatilidad del valor de la empresa (Kane et al., 1985), calidad de la empresa (Flannery, 1986), calificación y liquidez (Diamond, 1991), vencimiento de los activos y razón de apalancamiento (Diamond, 1993).

Otros autores hacen alusión a las condiciones existentes en el entorno institucional y financiero en el que operan las empresas, dígase los países donde están radicadas [(Demirgüç-Kunt y Maksimovic, 1999), (Fan et al., 2012), (Kirch y Terra, 2012), (Zheng et al., 2012)]. Algunas de las variables que ellos utilizan para describir el ambiente en el que se desenvuelven las compañías son: estructura temporal y volatilidad de las tasas de interés, eficiencia y tipo de sistema legal, tamaño del sector bancario, volumen de negocios, tamaño de la bolsa, entre otras.

En cuanto a la bibliografía existente referida a la madurez de la deuda, encontramos una amplia gama de estudios relacionados con diferentes enfoques, aunque con resultados similares en cuanto a las variables que determinan la madurez. Sin embargo, muchos realizan comparaciones entre países o zonas geográficas, utilizando además de las variables corporativas, variables macroeconómicas que explican el entorno en el que las empresas se desarrollan. En esta investigación, se tomarán en cuenta solamente las variables que describen las características propias de las firmas y se incluirán otras variables que son de interés específico.

En un acercamiento a la idea de tratar la madurez de la deuda como un promedio ponderado existen 3 artículos que deben ser tomados en cuenta. Tal es el caso de Cortina, Didier y Schmukler (2017), Scherr y Hulburt (2001) y Stohs y Mauer (1996). En el primer caso usan un promedio ponderado de la deuda solo considerando los bonos corporativos y los préstamos sindicados. En el segundo caso, los autores usan todas las partidas de deuda que son reportadas en la hoja de Balance y las agrupan en 5 categorías: líneas de crédito, arrendamientos, hipotecas, préstamos para automóviles y vehículos y préstamos para equipos, asignándoles un valor de madurez determinado y fijo a cada categoría. Finalmente, el tercer grupo de autores, calcula la madurez de la deuda como una suma ponderada de las razones entre pasivo circulante y deuda total más deuda a largo plazo sobre deuda total. Para la ponderación de la primera proporción utilizan la inversa de la razón entre el costo de venta y el pasivo circulante, estimando el tiempo promedio en el que los pasivos corrientes de una empresa están pendientes de pago dentro de un año y atendiendo a la ponderación correspondiente para la segunda proporción usan un promedio ponderado del vencimiento de la deuda a largo plazo que obtienen al sumar las multiplicatorias de cada partida de deuda por el tiempo restante de vencimiento y dividir el resultado entre el valor total de la deuda.

Por otra parte, Castañeda y Contreras (2017) estudian los determinantes de la madurez de la deuda mayor a un año para las empresas chilenas que cotizan en la Bolsa de Valores de Santiago de Chile. Mediante modelos de datos panel prueban que variables como el tamaño, la razón entre el valor de mercado y el valor en libros de la empresa y la regulación, guardan una relación significativa con el vencimiento de las obligaciones corporativas y tienen el signo esperado. Sin embargo, la calidad de la empresa, aunque significativa, revela un efecto contrario al que sugiere la literatura. En otro orden, la madurez de los activos y la tasa efectiva de impuestos no arrojan significancia para explicar la madurez.

En otro estudio, Kalsie y Nagpal (2018) realizan un análisis de 29 empresas no financieras de la Bolsa de Valores Nacional de la India, encontrando que el tamaño de las empresas y la madurez de los activos tienen una relación positiva y estadísticamente significativa con la madurez de la deuda y, por otra parte, el tamaño, aunque muestra importancia para explicar la variable dependiente, no es consistente con la literatura, ya que refiere el signo contrario. Para el resto de las variables corporativas, tales como, las opciones de crecimiento, la calidad de las empresas, el apalancamiento y la tasa efectiva de impuestos, no hallan evidencia de que afecten el vencimiento de las obligaciones de las empresas. Estas autoras también usan variables macroeconómicas en su investigación, pero descubren que solamente la tasa base, que definen como la tasa mínima establecida por el Banco de la Reserva de la India por debajo de la cual los bancos no pueden otorgar préstamos a clientes, se relaciona de forma significativa y positiva con la variable dependiente, sin embargo, no con el signo

esperado, lo que implica que si la tasa de interés es baja, las empresas preferirán disminuir la deuda de largo plazo, lo que parece no ser concluyente.

Dentro de los estudios más recientes destaca el trabajo de Phan (2020), el cual investiga a las empresas no financieras listadas en la Bolsa de Valores de Vietnam, con el objetivo de encontrar los factores principales que explican sus estructuras de madurez de deuda. Este autor separa las empresas estatales de las no estatales y encuentra que, para ambos grupos, las variables que tienen un efecto positivo y significativo sobre la madurez son la tangibilidad de los activos, la liquidez, el tamaño, el apalancamiento, la tasa de inflación y la escala de crecimiento crediticio. La madurez de los activos es importante solamente para el primer grupo de empresas. Por otra parte, las variables referidas a los impuestos corporativos, la rentabilidad y el producto interno bruto no son estadísticamente significativas para ninguna de las empresas.

Otra investigación reciente, realizada por Mohammed y Musa-Mubi (2020), analiza mediante un modelo dinámico (GMM) y uno estático (MCO Agrupado), los determinantes de la estructura de vencimiento de la deuda, relacionados con características específicas de las empresas para compañías nigerianas no financieras que cotizan en bolsa. Estos autores encuentran que el modelo dinámico es el más eficiente para explicar sus datos. Algunas de las variables significativas en su estudio fueron el tamaño, las oportunidades de crecimiento, la liquidez, entre otras, resultados que son consistentes con la mayoría de la literatura existente.

En otros múltiples trabajos como González (2017) y Etudaiye-Muthar, Ahmad y Tunde (2017) se estudia también la estructura de deuda de las empresas. En sus estudios, los autores utilizan variables explicativas como el tamaño, el apalancamiento, los activos garantizados o colaterales, la liquidez, entre otras muchas, para explicar el vencimiento de la deuda corporativa. Los resultados obtenidos, aunque en algunos factores difieren dada la heterogeneidad existente entre los datos usados para cada uno de los análisis, en otros elementos son consistentes con la bibliografía precedente en términos de los efectos esperados.

Siguiendo la literatura anterior, y teniendo en cuenta la inclusión de nuevas variables de mercado, el objetivo de la presente investigación lleva a considerar también el efecto de la política monetaria (variación de la tasa de interés de referencia en México) sobre las empresas mexicanas y sus decisiones de financiamiento, ya que la teoría financiera ha demostrado que, el mecanismo de política monetaria de corto plazo a través del cual se ajusta la economía es mediante las tasas de interés. Se sabe además que, ante una política monetaria restrictiva, la tasa de interés se incrementa y esto implica que las empresas sustituyan deuda de corto plazo por la de largo plazo, pues esta última se abarata en comparación con la primera. Sin embargo, si estamos frente a una política monetaria del tipo expansiva o laxa, la tasa de interés de corto plazo disminuye y las empresas optan por deuda de plazos menores a un año. Es de gran importancia para el estudio determinar que sucede con la estructura de deuda de las empresas en México y los plazos de sus vencimientos, teniendo en cuenta las variaciones en el mercado y sus propias características.

3. Metodología

3.1 Fuente de información y bases de datos

Para desarrollar esta investigación, se construyó una muestra de 93 empresas mexicanas no financieras listadas en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) para un período de 18 años, desde el 2002 hasta el 2019, por lo que se estudia bajo la estructura de un panel de datos. Cabe mencionar que no todas las empresas cuentan con la información completa para el período mencionado, por tanto, el análisis se hará sobre un panel desbalanceado. La información necesaria para construir las variables fue extraída, en su mayoría, de la plataforma CAPITAL IQ⁵. De ella se extrajo la estructura de deuda detallada de cada una de las empresas muestreadas y además sus reportes anuales, con el objetivo de comparar los datos con los de la plataforma. Cuando los reportes anuales de las compañías no fueron encontrados en la plataforma, fueron extraídos de la página web oficial de cada una de las firmas. Para el caso de las variables de mercado, los datos fueron obtenidos de la página oficial del Banco de México (BANXICO) y la página oficial del Fondo Monetario Internacional (IMF por sus siglas en inglés).

3.2 Variable dependiente: definición de madurez

Considerando que el concepto que se pretende usar en esta investigación, a pesar de ser novedoso, ya ha sido utilizado con anterioridad, la variable fundamental (dependiente) del análisis, pretende ser lo más ajustada y robusta posible para medir el vencimiento de la deuda como un promedio ponderado de los vencimientos de deuda que reportan las empresas cada año, entre el 2002 y el 2019.

Otros autores han empleado este concepto de una manera un tanto rígida e inflexible o sin tener en cuenta todas las partidas de deuda involucradas, lo cual puede traer como consecuencia problemas de inconsistencia en la medición. La madurez promedio ponderada de la deuda corporativa para las empresas en México pretende corregir estos inconvenientes, tratando de tomar en cuenta solamente partidas correspondientes a la deuda de corto y largo plazo, así como los vencimiento correspondiente a cada una de ellas, para lograr tener una variable lo más acertada posible.

Para crear esta variable, es necesario que al extraer los datos de Capital IQ, las empresas cuenten con una estructura de deuda lo más detallada posible que muestre los contratos vigentes a la fecha del análisis, así como el monto y vencimiento de cada uno de ellos. Esta información se verifica y completa con los reportes anuales de cada una de las compañías cuando los datos de la plataforma están incompletos.

⁵ La plataforma S&P Capital IQ, ofrecida por S&P Global Market Intelligence, es una fuente única para acceder a una gran variedad de datos financieros, análisis e investigación. Esta plataforma, basada en la web, combina información exhaustiva sobre empresas, mercados y personas en todo el mundo con herramientas sólidas para el análisis, la generación de ideas y la gestión del flujo de trabajo.

Siguiendo esta lógica, se calcula la proporción de cada partida o contrato de deuda con respecto al valor total de la deuda reportada cada año, multiplicado por el tiempo que falta para su vencimiento y finalmente, se realiza una sumatoria de las ponderaciones, obteniendo un promedio ponderado anual de la deuda para cada una de las empresas.

Con el objetivo de homogenizar los vencimientos de los contratos de deuda y tratar de ajustar la madurez lo más posible al momento exacto en el que cada contrato concluye, se determinó una serie de criterios para el cálculo de la madurez de la deuda. Si los contratos presentan un vencimiento entre enero y marzo se consideran 0.25 años, si vencen entre abril y junio se consideran 0.5 años, entre julio y septiembre 0.75 años y entre octubre y diciembre el año completo. A manera de ejemplo, si se analiza una empresa con cierre de año 2015 con un contrato vigente hasta el 17 de agosto de 2020, la madurez actual de esa partida de deuda sería de 4.75 años, pues del 31 de diciembre de 2015 al 31 de diciembre de 2019 hay 4 años, pero adicionalmente, se deben considerar los 8 meses del 2020 que corresponden aproximadamente a 0.75 años más, según la escala explicada anteriormente, dando como resultado el valor de 4.75 años.

Formulando lo antes dicho, el vencimiento promedio ponderado anual de la deuda para cada empresa "i", en el período "t", quedaría como sigue:

$$\bar{m}_{i,t} = \sum_{j=1}^J s_{j,i,t} * m_{j,i,t} \tag{1}$$

Definiendo $m_{j,i,t}$ como la madurez actual de cada partida "j", de la empresa "i", en el período "t", determinada para el tiempo efectivo que resta para que concluya el contrato, la cual se calcula como la diferencia entre el vencimiento total (Vt) y el año de cierre (Ac) que se analiza de la partida "j", de la empresa "i", en el período "t". Esta formulación se presenta a continuación:

$$m_{j,i,t} = Vt_{j,i,t} - Ac_{j,i,t} \tag{1a}$$

El término $s_{j,i,t} \in [0,1]$ de la fórmula 1, se entiende como la proporción de cada partida de deuda "j", de la empresa "i", en el período "t" en la deuda total, siendo esta última la sumatoria de cada partida de deuda "j", de cada empresa "i", para el período "t", expresándose matemáticamente como sigue:

$$s_{j,i,t} = \frac{D_{j,i,t}}{\sum_{j=1}^J D_{j,i,t}} \tag{1b}$$

En caso de no contar con una plataforma financiera para calcular de una manera más rápida y precisa la variable dependiente, se puede recurrir a las notas de los estados financieros en la que se desglosa la deuda, teniendo en cuenta monto y vencimiento. Es importante aclarar que en este caso, lo que se puede obtener es un proxi de lo que en realidad pudiera ser el vencimiento promedio anual de la deuda, ya que para lograr mayor exactitud se den combinar los datos que se adquieren de la plataforma financiera con los que brindan las notas de los reportes anuales, ya que ninguna de las

dos fuentes cuenta con la información completa. En el Anexo 1 se puede ver claramente el procedimiento empírico del cálculo del promedio ponderado anual de la madurez de la deuda.

Para esta variable se cuenta con los datos procesados de 93 empresas, como se menciona anteriormente, de las 106 que se pretendían incluir en la muestra, ya que las 13 faltantes no cuentan con la información necesaria para ser consideradas. El rango promedio de vencimiento para las empresas mexicanas que cotizan en bolsa es de entre 0.65 y 15.8 años, comportándose como se describe en la Figura 1. En esta figura se observa que existe una gran heterogeneidad entre los vencimientos de la deuda de las empresas de la muestra y un dato curioso es que, a excepción de dos, tienen un vencimiento promedio ponderado que excede los 12 meses, o sea mayor a un año, por lo que podemos afirmar que, en su mayoría, se caracterizan por la emisión de deuda de largo plazo. Algo interesante sería encontrar a qué se debe que la estructura de la deuda de las empresas mexicanas tenga un comportamiento tan variado.

También se consideró realizar una comparación entre el promedio anual del vencimiento de la deuda y la TIE promedio a 28 días. Se observa que en los primeros años (2002-2007) hay una tendencia creciente en la madurez de la deuda, esto puede ser una muestra de estabilidad en el mercado y cierta confianza por parte de las empresas. Luego entre 2007 y 2008 hay una disminución y posteriormente entre los años 2008-2016 se comporta con poca variabilidad, no se aprecia una tendencia definida a simple vista. Para los últimos años de la muestra (2017-2019) se percibe una disminución en el vencimiento de la deuda corporativa, lo cual puede estar explicado por la contracción que ha venido sufriendo la economía y la incertidumbre en el mercado financiero mexicano. La tasa de interés para México tiene un comportamiento irregular durante los primeros 7 años del estudio. Se puede distinguir que después de la crisis del sector Inmobiliario en EE. UU. (año 2008) esta variable sufre una caída y no fue hasta el año 2016 que comienza a recuperarse y a partir de ese momento empezó su ascenso hasta el año 2019. Considerando las variaciones simultáneas de ambas variables, no se puede identificar, a simple vista, una relación directa entre ellas. La Figura 2 evidencia lo antes sugerido.

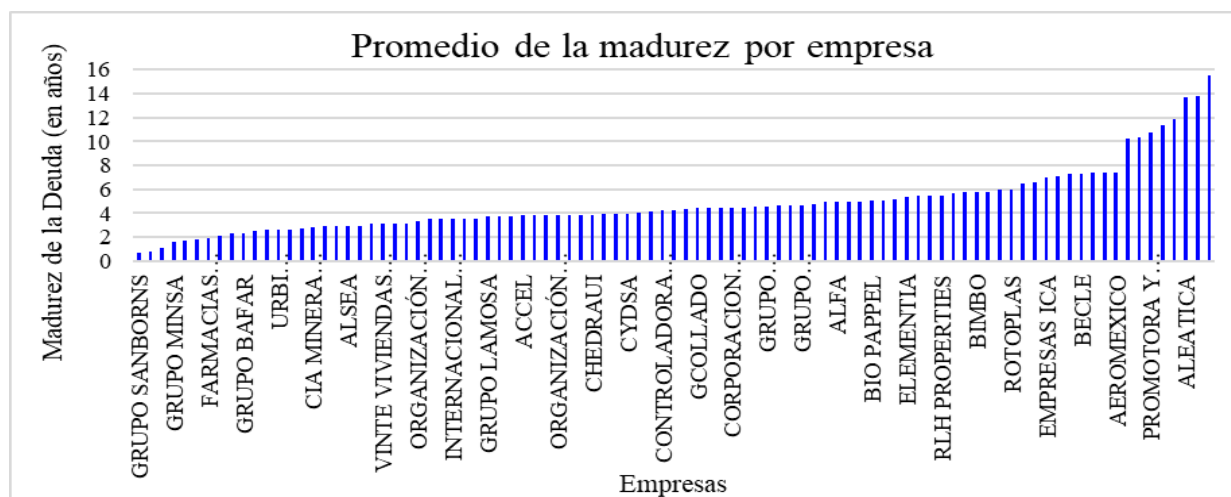


Figura 1. Vencimiento promedio por empresas (en años)

Fuente: Elaboración de los autores usando datos anuales de la plataforma Capital IQ.

Con respecto a la tasa de interés de referencia para los préstamos en dólares (tasa Libor), se puede decir que, según la figura 3, no se identifica tampoco una analogía definida entre ella y la madurez de la deuda de las empresas mexicanas. Del 2003 al 2007 la tasa Libor aumenta su valor y luego entre el 2007 y el 2009 se produce una disminución bastante importante, lo cual puede estar explicado por la crisis del 2008. Luego del año 2015 se comienzan a ver indicios de aumento y se mantiene en crecimiento hasta el 2019.

Para enriquecer el análisis, se realiza un comparativo (figura 4) entre la manera tradicional en que se calcula el vencimiento de la deuda (razón entre la deuda a largo plazo y la deuda total) y la manera que se propone en esta investigación (promedio ponderado anual) usando como base el año 2002. Se alcanza a ver que hasta el año 2010 ambos métodos se mueven de una manera muy similar, sin embargo, de ahí en adelante comienzan a verse ciertas diferencias, mostrando cambios un poquito más notorios la variable propuesta en este estudio, en cambio la razón de deuda de largo plazo, que se usa tradicionalmente como proxi de la madurez, se modela prácticamente invariante.

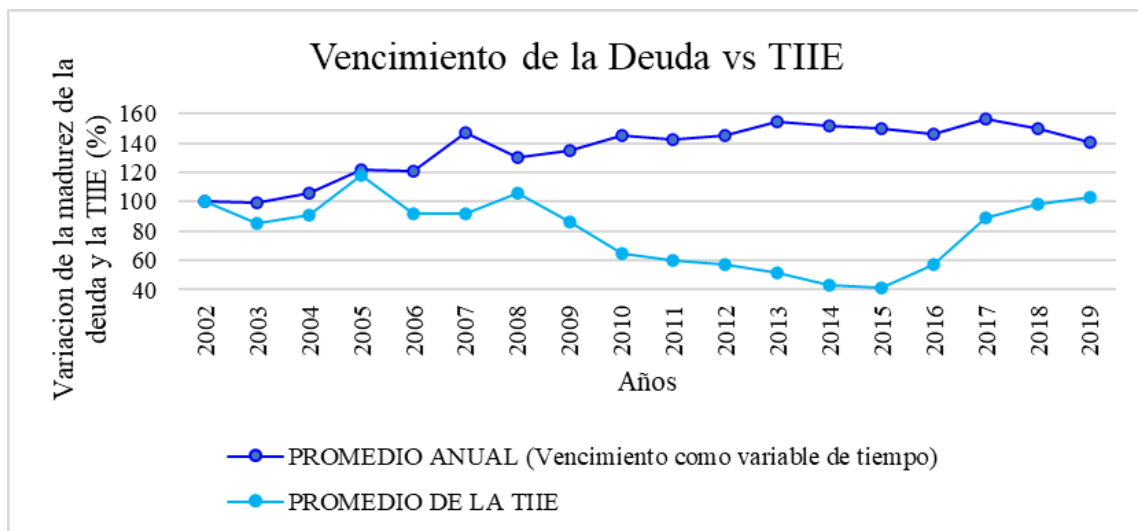


Figura 2. Comparación entre el vencimiento promedio de la deuda y la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio promedio a 28 días teniendo en cuenta el 2002 como año base. Fuente: Elaboración de los autores usando datos anuales de la plataforma Capital IQ y el Banco de México.

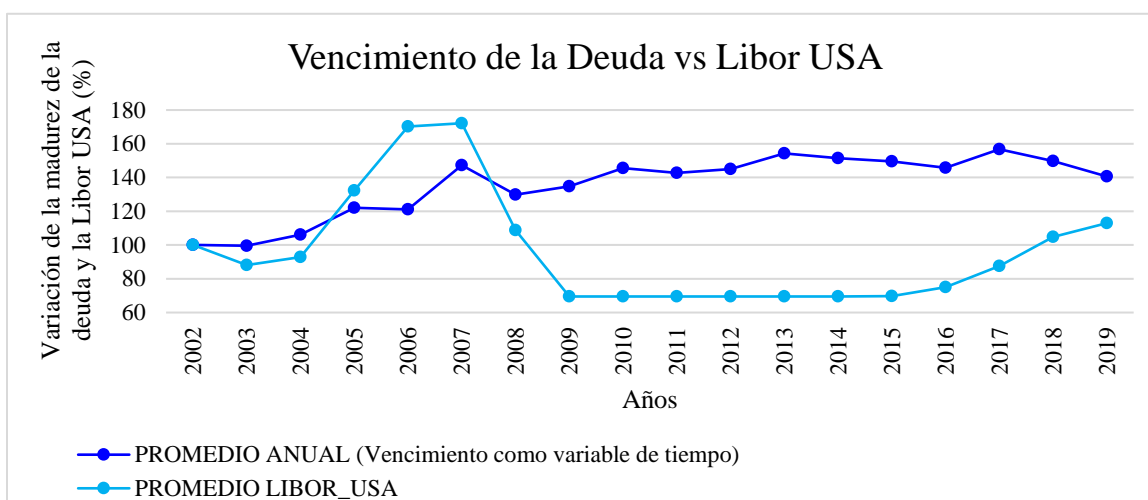


Figura 3. Comparación entre el vencimiento promedio de la deuda y la Tasa de Interés Libor promedio en dólares teniendo en cuenta el 2002 como año base.

Fuente: Elaboración de los autores usando datos anuales de la plataforma Capital IQ y el Fondo Monetario Internacional.

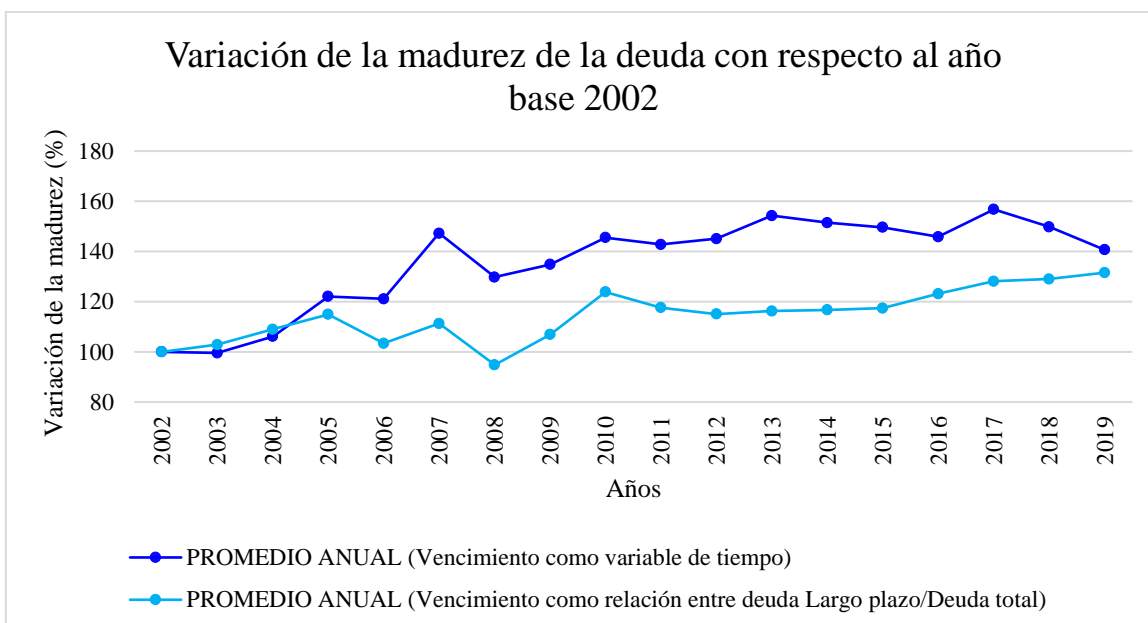


Figura 4. Variación comparativa entre los dos métodos de cálculo para el vencimiento de la deuda usando el año 2002 como base.

Fuente: Elaboración de los autores usando datos anuales de la plataforma Capital IQ.

3.3 Variables independientes: empresa y mercado relevante

Teniendo en cuenta la literatura previa analizada para determinar las variables con las que se pretende explicar el vencimiento de la deuda corporativa, a continuación, se describen las que serán utilizadas para las estimaciones. Se parte de la premisa de que, en su mayoría, corresponden a características particulares de las empresas, con excepción de dos de ellas que no dependen del actuar empresarial, o sea, sobre las cuales las empresas no pueden influir.

En cuanto al tamaño, como determinante del vencimiento de la deuda corporativa, Antoniou et al., (2006) plantean que en empresas pequeñas es mucho más común que exista un conflicto de intereses entre los acreedores y los accionistas, ya que este tipo de empresa se caracteriza por tener menos activos para ofrecer como garantía ante sus reclamaciones. Por lo tanto, se espera que cuanto mayor sea el tamaño de la empresa, mayor será el vencimiento de la deuda. Como en Antoniou et al. (2006) y en Fan et al. (2012) se usará en logaritmo natural del valor en libros del total de activos⁶, teniendo esta variable, según los autores, una relación positiva con la madurez de la deuda.

$$TAM_{i,t} = \ln(\text{valor en libro del activo total})_{i,t} \quad (2)$$

Otra de las variables que se usará determina la calidad de las empresas, con la cual sugiere la literatura una relación negativa con la variable dependiente, ya que Flannery (1986) plantea que las empresas de buena calidad, que cuentan con costos de transacción positivos pueden distinguirse de las de mala calidad, mandando la señal correcta al mercado y emitiendo deuda a más corto plazo. Según Stephan et al. (2011), se puede medir esta variable mediante la relación que existe entre las ventas netas⁷ y el valor en libros de los activos totales, teniendo en cuenta que la empresa es más rentable (mayor calidad) mientras mayor sea el valor de esta razón.

$$CAL_{i,t} = \frac{\text{Ventas Netas}_{i,t}}{\text{Valor en libros del Activo Total}_{i,t}} \quad (3)$$

Según la literatura, los activos colateralizados también son importantes en la estructura de vencimiento de la deuda. Körner (2007) plantea que las empresas con una mayor proporción de activos garantizados pueden pignorarlos a favor de los deudores a largo plazo. Esto favorece a estas empresas en comparación con las empresas con menos activos garantizados. Por tanto, se cree que las empresas con menos activos garantizados tienen menos deuda a largo plazo y más deuda a corto plazo, por lo que se espera una relación positiva entre la madurez y los activos colaterales. Es importante considerar que esta variable puede estar reflejando, en cierta medida, la ejecución de inversiones referidas al incremento de la capacidad tecnológica de las empresas, teniendo en cuenta la compra de maquinarias y equipo y dependiendo de la actividad a la que se dediquen las firmas, ya que no se cuenta con un desglose específico para ciertos rubros dentro de los estados financieros.

⁶ El valor en libros del total de los activos se toma del saldo correspondiente a esta partida reflejada en el Balance General de cada una de las empresas para cada año correspondiente.

⁷ Las ventas netas corresponden al total de ingresos menos los costos de ventas y su valor se puede encontrar en el Estado de Resultados de cada una de las empresas.

Los activos colaterales serán medidos como la razón entre activos tangibles netos⁸ y el valor en libros de los activos totales.

$$COLATERAL_{i,t} = \frac{Activos\ Tangibles\ Netos_{i,t}}{Valor\ en\ libros\ de\ los\ Activos\ Totales_{i,t}} \quad (4)$$

Otra manera de explicar el vencimiento de la deuda es a través del nivel de apalancamiento de las empresas. Según Diamond (1993), para reducir el riesgo de liquidez, las empresas más endeudadas emiten deuda a más largo plazo y también Stohs y Mauer (1996) plantean que existe una correlación automática entre el nivel de deuda y la madurez de esta, pues un nivel de deuda elevado a largo plazo conduce inevitablemente a una mayor proporción de deuda. Por tanto, la relación esperada entre estas variables es positiva y será calculada como lo hacen Antoniou et al. (2006) y Körner (2007), mediante la razón entre la deuda total⁹ y el valor en libros de los activos totales. Esta relación también juega un papel importante en la manera en la que los administradores toman decisiones operativas, pues deben tener en cuenta si el incremento o no de esta razón, mediante el aumento de la deuda de la empresa, sin tener un respaldo en cuanto a activos se refiere, es factible o no para mantener una adecuada salud financiera.

$$APAL_{i,t} = \frac{Deuda\ Total_{i,t}}{Valor\ en\ libros\ de\ los\ Activos\ Totales_{i,t}} \quad (5)$$

Uno de los principales instrumentos de deuda son los bonos. Si las empresas emiten bonos a largo plazo, los inversores están expuestos al riesgo de que las condiciones de la empresa se deterioren o que la dirección de la misma se interese por proyectos muy riesgosos dentro del período de vigencia del bono, por tanto, Morris (1992) plantea la hipótesis de que empresas con mayor liquidez pueden incrementar el vencimiento de su deuda a más largo plazo, evadiendo así, de cierta manera, las restricciones que los prestamistas pueden poner a los prestatarios que buscan endeudarse a largo plazo y refiriendo una relación positiva entre estas variables. Para medir la liquidez de las compañías se tendrá en cuenta la razón utilizada por Antoniou et al. (2006) y Mateus y Terra (2013), que relaciona los activos y pasivos corrientes¹⁰ de las firmas.

$$LIQ_{i,t} = \frac{Activos\ Corrientes_{i,t}}{Pasivos\ Corrientes_{i,t}} \quad (6)$$

En sus investigaciones, Kane et al. (1985) y Sarkar (1999) demostraron que la madurez de la deuda se relaciona con la volatilidad del valor de la empresa de manera inversa, ya que empresas con

⁸ Los activos tangibles netos corresponden al valor reportado anualmente por cada empresa en el Balance General de la partida nombrada "Propiedad, Plantas y Equipos Netos".

⁹ La deuda total corresponde a la suma de los pasivos circulantes, los pasivos a largo plazo y otros pasivos. Esta partida se reporta en el Balance General de cada una de las empresas.

¹⁰ Los activos y pasivos circulantes corresponden en el primer caso a los recursos líquidos o convertibles en dinero dentro de los próximos 12 meses y en el segundo caso a los recursos externos obtenidos para financiar las operaciones que deben ser pagados dentro de los próximos 12 meses. Estas partidas se reportan en el Balance General de cada una de las empresas.

valores poco volátiles inspiran a los administradores a reequilibrar su estructura de capital con poca frecuencia. Para evadir el riesgo potencial de quiebra, estas empresas emiten deuda a largo plazo en lugar de deuda a corto plazo. En este contexto se espera una relación negativa entre la estructura de vencimiento de la deuda y la volatilidad del valor de la empresa. Como en Körner (2007), se usará la tasa de crecimiento del EBITDA¹¹ para medir la volatilidad:

$$VOL_{i,t} = \frac{EBITDA_{i,t} - EBITDA_{i,t-1}}{EBITDA_{i,t-1}} \quad (7)$$

Haciendo referencia a la relación que existe entre los impuestos y la madurez de la deuda debemos citar a Kane et al. (1985). Ellos plantean que los beneficios de la deuda disminuyen ante una tasa impositiva efectiva baja, lo cual trae como consecuencia emisiones de deuda a largo plazo para lograr que las ventajas fiscales de la deuda superen los costos de transacción de la nueva deuda emitida, existiendo una relación negativa entre el vencimiento de las obligaciones y la tasa impositiva. También Ozkan (2000) refiere en su investigación que los autores Brick y Ravid (1985) incluyen esta variable en su estudio. Para obtener la tasa impositiva efectiva se tomará la relación entre el impuesto pagado y su base imponible¹², como en Antoniou et al. (2006).

$$TIEf_{i,t} = \frac{Impuesto\ pagado_{i,t}}{Base\ imponible_{i,t}} \quad (8)$$

Otra relación importante que nos puede dar una idea de cómo las empresas eligen su estructura de vencimiento es teniendo en cuenta sus opciones de crecimiento. Referente a este tema, Myers (1977) sugiere que las empresas en crecimiento pueden aminorar los inconvenientes de subinversión que se relacionan con costos de agencia si utilizan deudas a corto plazo que vencen antes de ejercer las opciones de crecimiento, por tanto, los prestatarios y prestamistas pudieran renegociar en caso de ser necesario. También Titman (1992) sustenta que las empresas en crecimiento pueden beneficiarse de los préstamos a corto plazo ya que tienen una mayor probabilidad de quiebra y una perspectiva optimista a futuro. Por lo tanto, la oportunidad de crecimiento debería estar inversamente relacionada con el vencimiento de la deuda. Para medir esta variable se tomará en cuenta la relación entre el valor de mercado¹³ y el valor en libros¹⁴ del capital, así como lo referencia Correira, Brito & Brandão (2014).

$$MTB_{i,t} = \frac{Valor\ de\ mercado\ del\ capital_{i,t}}{Valor\ en\ libros\ del\ capital_{i,t}} \quad (9)$$

¹¹ Utilidad antes de Intereses, Impuestos, Depreciación y Amortización. El valor de esta partida se obtiene de la siguiente manera: EBITDA = Ventas-Costo de ventas-Gastos generales de venta y administrativos+Amortización y Depreciación.

¹² La base imponible corresponde a la Utilidad Antes de Impuesto reportada anualmente por las empresas en el Estado de Resultado.

¹³ El valor de mercado del capital de una empresa se obtiene de la multiplicación entre la cantidad de acciones en circulación de la compañía y el precio actual de mercado de dichas acciones.

¹⁴ El valor en libros del capital se obtiene del valor reportado como capital total en el Balance General de cada una de las empresas.

La tasa de interés interbancaria de equilibrio (TIIE) es de gran importancia ya que sirve de referencia para las operaciones de crédito entre instituciones bancarias. También es utilizada por las instituciones financieras para fijar las tasas de sus productos comerciales, tales como, créditos corporativos, créditos puentes, entre otros, y además es la tasa de referencia que usan, en su gran mayoría, las empresas mexicanas para emitir deuda en pesos mexicanos. Por tal razón, es de gran interés saber si esta variable tiene algún efecto sobre la madurez de la deuda corporativa y será incluida en el estudio, como el promedio anual de la TIIE a 28 días¹⁵. Para este factor no se cuenta con referencias previas, ya que ningún artículo analizado la incluye en sus estimaciones, pero teniendo en cuenta la teoría financiera, se espera una relación positiva, ya que si el precio de la deuda de corto plazo se encarece, las empresas deben migrar a emisiones a plazos más largos.

$$\overline{TIIE}_t = \frac{\sum_{t=1}^T TIIE \text{ a 28 días}}{T} \quad (10)$$

Otra variable que se considera importante para analizar el vencimiento de la deuda es la tasa de interés de referencia para los préstamos en dólares (Libor del USD¹⁶). Muchas de las empresas mexicanas se endeudan en moneda extranjera, fundamentalmente en dólares americanos, y si bien no es la única, es la que más peso tiene, luego del peso mexicano, dentro de otras tantas monedas que también son utilizadas para acceder a financiamiento. Al analizar los reportes anuales, se encuentra que, la tasa Libor del dólar es la tasa de referencia usada por los bancos para otorgar créditos en dólares americanos, es por esa razón que se decide incluir en el análisis. No existe literatura que respalde el comportamiento de esta variable, sin embargo, siguiendo la intuición financiera, se espera que, si el costo de la deuda extranjera en dólares a corto plazo se encarece, las empresas optarían por irse al largo plazo, asumiendo que el monto de colocación se mantiene constante y que no acceden a otro mercado financiero. Por tanto, se prevé una relación positiva entre la tasa libor y la variable dependiente. Para su cálculo se realizó un promedio anual de la tasa libor mensual del dólar, quedando como sigue:

$$\overline{Libor_USD}_t = \frac{\sum_{t=1}^T Libor \text{ mensual en dólares}}{T} \quad (11)$$

En cada una de las variables, los subíndices “i” y “t” están asociados a cada una de las empresas de la muestra y a cada uno de los períodos de análisis, respectivamente.

Adicionalmente se agrega una variable dummy con el objetivo de captar si existe una relación significativa entre el vencimiento de la deuda y los sectores de la economía que se reportan en la BMV a los que pertenecen las empresas de la muestra. Para ello se tienen en cuenta siete sectores, como se muestra en el cuadro 1, donde la variable va tomando valor 1 si la empresa pertenece al sector objeto de estudio y 0 de otra manera. En este caso, se siguen las definiciones de los sectores ofrecidas

¹⁵ Corresponde a la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio que reporta diariamente el Banco de México en su página oficial.

¹⁶ La tasa Libor en dólares es utilizada por los bancos para los préstamos que ofrecen en dólares y se puede obtener de la página oficial del Fondo Monetario Internacional.

por la BMV: Energía, Industria, Materiales, Productos de Consumo Frecuente, Salud, Servicios de Bienes de Consumo No Básico y Servicios de Telecomunicaciones.

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de las variables que serán consideradas en el estudio. En la última columna de la tabla se hace referencia a los autores que explican la relación que de alguna manera guardan cada una de ellas con el hecho de que las empresas aumenten o disminuyan los plazos en el cumplimiento de sus obligaciones.

Para calcular las variables que se emplean en la investigación referidas a las características de las empresas, en caso de no contar con una plataforma financiera que arroje los datos necesarios de manera directa para simplificar el cálculo, se puede acudir a los reportes anuales. El Balance General y el Estado de Resultado brindan la información necesaria para construir estas variables. En el Anexo 2 se muestra un ejemplo empírico de cómo se pueden obtener cada una de las variables independientes referidas a las firmas.

3.4 Estadísticas descriptivas

Teniendo en cuenta la muestra con la que se cuenta, se obtuvieron 10 variables para explicar el vencimiento de la deuda corporativa de las empresas mexicanas que cotizan en bolsa. En el cuadro 2 se reportan las estadísticas descriptivas de cada una de estas variables involucradas en la investigación. Se puede observar que el promedio de vencimiento de la deuda corporativa de las empresas mexicanas es aproximadamente de 4.7 años, con un mínimo y un máximo de 0 y 28 años respectivamente. Algo importante que aclarar es que el hecho de que una empresa tenga vencimiento cero significa que la empresa no tiene deudas en ese año, por tanto, esta variable no puede ser negativa.

Para el apalancamiento y la tasa impositiva efectiva que cuentan con un mínimo de cero, esto se debe en el caso del primero a que las empresas no tenían deuda en algunos años y al ser cero el numerador, la razón se hace cero y en el caso de la segunda a que las empresas tenían pérdidas antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización y por tanto en ese caso no pagan impuestos.

Cuadro 1. Descripción de las variables en estudio.

Variable	Descripción	Signo Esperado	Bibliografía de Referencia
<i>Vencimiento de la deuda</i> _{i,t}	$\sum_{j=1}^J s_{j,i,t} * m_{j,i,t}$		
<i>TIE Promedio 28 días</i> _t	$\frac{\sum_{t=1}^T TIE \text{ a 28 días}}{T}$	+	
<i>Libor_USA</i> _t	$\frac{\sum_{t=1}^T \text{Libor mensual en dólares}}{T}$	+	
<i>Tamaño</i> _{i,t}	<i>ln (valor en libro del activo total)</i> _{i,t}	+	Correira, Brito, Brandao (2014) Antoniou et al (2006)
<i>Calidad de la Empresa</i> _{i,t}	$\frac{\text{Ventas Netas}_{i,t}}{\text{Activo Total}_{i,t}}$	-	Correira, Brito, Brandao (2014)

			Stephen et al (2011) Flannery (1986)
$Liquidez_{i,t}$	$\frac{Activos\ Corrientes_{i,t}}{Pasivos\ Corrientes_{i,t}}$	+	Mateus y Terra (2013) Antoniou et al (2006) Morris (1992)
$Colateralización_{i,t}$	$\frac{Activos\ Tangibles\ Netos_{i,t}}{Activos\ Totales_{i,t}}$	+	Correira, Brito, Brandao (2014) Körner (2007)
$Apalancamiento_{i,t}$	$\frac{Deuda\ Total_{i,t}}{Activos\ Totales_{i,t}}$	+	Correira, Brito, Brandao (2014) Körner (2007) Diamond (1993) Stohs y Mauer (1996)
$Volatilidad_{i,t}$	$\frac{EBITDA_{i,t} - EBITDA_{i,t-1}}{EBITDA_{i,t-1}}$	-	Körner (2007) Stephen et al (2011) Kane et al (1985) Sarkar (1999)
$Tasa\ efectiva\ de\ impuesto\ corporativo_{i,t}$	$\frac{Cargos\ por\ impuesto_{i,t}}{Base\ imponible_{i,t}}$	-	Correira, Brito, Brandao (2014) Körner (2007) Kane et al (1985)
$Market\ to\ Book_{i,t}$	$\frac{Valor\ de\ mercado\ del\ capital_{i,t}}{Valor\ en\ libros\ del\ capital_{i,t}}$	-	Correira, Brito, Brandao (2014) Fan, Titman y Twite (2012) Myers (1977) Titman (1992)
$Sector_{i,t}$	Dummy 0 y 1	Indeterminado	

Fuente: Elaboración de los autores usando referencias bibliográficas.

También se puede ver que el número de observaciones para cada una de las variables varía entre 1277 y 1674. Esto sucede porque al estar trabajando con un panel desbalanceado existe pérdida de información para algunas empresas en algunos años del análisis.

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de las principales variables de estudio.

Variable	Media	Mediana	Desv. Estd.	Mínimo	Máximo	Observaciones Totales
VENC_DEUDA	4.74	3.96	3.72	0	27.93	N = 1434
TIE_AVG	6.36	6.92	1.84	3.37	9.61	N = 1674
LIBOR_USA	1.49	1.11	1.56	0.09	5.22	N = 1674
TAMAÑO	9.68	9.68	1.48	4.30	14.24	N = 1495
CALIDAD	0.73	0.68	0.43	0.01	2.54	N = 1493
LIQUIDEZ	2.48	1.62	5.36	0.05	161.91	N = 1494
COLATERAL	0.41	0.43	0.23	0	0.97	N = 1495
APALANCAMIENTO	0.28	0.26	0.23	0	5.45	N = 1493
VOLATILIDAD	0.18	0.10	2.39	-27.64	55.17	N = 1459
TASA IMPOSITIVA	0.31	0.27	1.18	0	42.54	N = 1492
MARKET_TO_BOOK	1.95	1.40	2.94	-0.32	74.19	N = 1277

Fuente: Elaboración de los autores usando datos de la plataforma Capital IQ y datos mensuales del Banco de México y el Fondo Monetario Internacional.

Con el objetivo de identificar la probabilidad de que las variables de la muestra se puedan encontrar linealmente correlacionadas, se decidió realizar un análisis de correlación aplicando el coeficiente de Pearson¹⁷, ya que en caso de existir dos variables explicativas altamente correlacionadas, el modelo econométrico utilizado puede ser sobreestimado, pues se tendrían dos variables que explican lo mismo y los estimadores no serían correctos. También es importante considerar que este análisis es un primer acercamiento a la relación que guardan las variables explicativas con la variable dependiente, sin embargo no es el definitivo, ya que este coeficiente no tiene en cuenta la incidencia de otros factores más que para los que se mide la correlación.

La relación que existe entre la mayoría de las variables es baja, con excepción de la relación entre las tasas de interés de referencia de México y EEUU, que muestra un valor positivo del 75%. Otros casos que pueden llamar la atención son la correlación positiva entre “tamaño” y “vencimiento de la deuda” (41%), y el “apalancamiento” y “vencimiento de la deuda” (21%). Por otra parte con correlación negativa están las variables “calidad de la empresa” y “vencimiento de la deuda” (23%) y el “apalancamiento” y “calidad de la empresa” (20%). Para el resto de las combinaciones la correlación es inferior al 20%, incluso para las mencionadas, sin tener en cuenta las tasas de interés, la relación que guardan unas con otras tampoco es preocupante, por lo que se puede decir que la multicolinealidad no es un agravante. Sin embargo, por seguridad se realizó la prueba del factor de inflación de la varianza (VIF por sus siglas en inglés) y se descartó definitivamente cualquier problema de multicolinealidad, encontrándose los valores entre 1 y 4. El cuadro 3 muestra la correlación existente entre las variables de la muestra.

¹⁷ La correlación o coeficiente de Pearson mide la relación lineal que existe entre dos variables, básicamente muestra en qué dirección y magnitud (proporcional, más que proporcional o menos que proporcional) se mueve una variable cuando la otra cambia. Sin embargo, esto no necesariamente quiere decir que una variable explique a la otra, estadísticamente hablando, para eso entonces se usan los modelos de regresión y se considera la significancia de las variables explicativas sobre la dependiente.

Cuadro 3. Matriz de correlación entre variables de estudio.

Variable	Venc_Deuda	TIE_Avg	Libor_USA	Tamaño	Calidad_Emp	Liquidez	Activos_Col	Apalancamiento	Volatilidad	Tasa_Imp	MtoB
Venc_Deuda	1										
TIE_Avg	-0.08	1									
Libor_USA	-0.06	0.75	1								
Tamaño	0.41	-0.06	-0.09	1							
Calidad_Emp	-0.23	0.03	0.06	-0.15	1						
Liquidez	0.01	0.01	0.02	-0.08	-0.16	1					
Activos_Col	-0.02	0.08	0.07	-0.12	0.11	-0.15	1				
Apalancamiento	0.21	-0.07	-0.09	0.12	-0.2	-0.1	-0.01	1			
Volatilidad	-0.03	0.03	0.01	-0.01	-0.02	0.09	-0.04	-0.08	1		
Tasa_Imp	0.01	0.02	0.04	0.06	0.05	-0.04	0.03	-0.03	0	1	
MtoB	0.08	-0.12	-0.06	0.16	0.17	-0.02	-0.06	0.05	0.03	-0.01	1

Fuente: Elaboración de los autores usando datos anuales de la plataforma Capital IQ y datos mensuales del Banco de México y el Fondo Monetario Internacional .

3.5 Estrategia empírica: datos panel y selección por atrición

Los análisis que se realizan son efectuados teniendo en cuenta la metodología de datos panel. Trabajar con este tipo de datos, que incluye dimensiones de corte transversal y series de tiempo, permite obtener mejores estimadores y estudios más realistas. Este método también permite incrementar los grados de libertad y el número de observaciones. En el caso de este estudio se trata de un panel corto, ya que el número de individuos, empresas en este caso, supera al número de períodos, según Gujarati & Porter (2010). Una de las ventajas de esta metodología es el poder controlar factores que no se pueden observar o que están omitidos y a su vez la posible heterogeneidad que puede existir entre las observaciones de la muestra.

Para estudiar datos panel, usualmente se pueden estimar varios modelos y seleccionar la mejor opción. Los enfoques que se utilizan en este artículo son descritos a continuación y algunos de los autores que aplicaron estos modelos fueron Körner (2007) y Mateus y Terra (2013), entre otros.

Modelo de Mínimos Cuadrados Agrupado (MCO Agrupado): Usar este modelo es muy común en la literatura. Este modelo permite ver, de manera general, cual es el impacto de las variables independientes definidas anteriormente sobre el vencimiento de la deuda, aunque tiene como limitación el no tener en cuenta la naturaleza de corte transversal ni de serie de tiempo que presentan los datos.

$$\begin{aligned} \bar{m}_{i,t} = & \beta_0 + \beta_1 \overline{TII\bar{E}}_t + \beta_2 \overline{Libor_USA}_t + \beta_3 TAM_{i,t} + \beta_4 CAL_{i,t} + \beta_5 LIQ_{i,t} \\ & + \beta_6 COL_{i,t} + \beta_7 APAL_{i,t} + \beta_8 VOL_{i,t} + \beta_9 TIEf_{i,t} + \beta_{10} MTB_{i,t} \\ & + \beta_{11} DummySector_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (12)$$

También se aplica un MCO con efectos temporales, agregando una variable *dummy* de tiempo con el objetivo de controlar el potencial efecto del tiempo, lo cual constituye un factor de sesgo para los estimadores.

$$\begin{aligned} \bar{m}_{i,t} = & \beta_0 + \beta_1 \overline{TII\bar{E}}_t + \beta_2 \overline{Libor_USA}_t + \beta_3 TAM_{i,t} + \beta_4 CAL_{i,t} + \beta_5 LIQ_{i,t} \\ & + \beta_6 COL_{i,t} + \beta_7 APAL_{i,t} + \beta_8 VOL_{i,t} + \beta_9 TIEf_{i,t} + \beta_{10} MTB_{i,t} \\ & + \beta_{11} DummySector_{i,t} + \beta_{12} DummyAño_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (13)$$

Es importante aclarar que el modelo 12 y 13, se realizaron con fines exploratorios, ya que por la literatura sabemos, que los estimadores que se obtienen no son los más adecuados, sin embargo, nos dan una idea de la relación que pueden guardar las variables independientes con nuestra variable fundamental.

Modelo de Efectos Fijos (EF): Este modelo representa las cantidades observadas en las variables explicativas que son tratadas como si las cantidades fueran no-aleatorias y los efectos específicos de cada individuo miden la heterogeneidad no observada, que posiblemente esté correlacionada con los regresores y con los errores. Nos muestra si las características específicas de los individuos (empresas en este caso) tienen incidencia en la madurez de la deuda.

$$\begin{aligned} \bar{m}_{i,t} = & \alpha_i + \beta_1 \overline{TII\bar{E}}_t + \beta_2 \overline{Libor_USA}_t + \beta_3 TAM_{i,t} + \beta_4 CAL_{i,t} + \beta_5 LIQ_{i,t} + \\ & \beta_6 COL_{i,t} + \beta_7 APAL_{i,t} + \beta_8 VOL_{i,t} + \beta_9 TIEf_{i,t} + \beta_{10} MTB_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (14)$$

Modelo de Efectos Aleatorios (EA): También se conoce como modelo de componentes de la varianza. En este modelo se considera que el efecto idiosincrático, expresado por α_i , no se correlaciona con ninguna variable explicativa.

$$\begin{aligned} \bar{m}_{i,t} = & \alpha_i + \beta_0 + \beta_1 \overline{TII\bar{E}}_t + \beta_2 \overline{Libor_USA}_t + \beta_3 TAM_{i,t} + \beta_4 CAL_{i,t} + \beta_5 LIQ_{i,t} + \\ & \beta_6 COL_{i,t} + \beta_7 APAL_{i,t} + \beta_8 VOL_{i,t} + \beta_9 TIEf_{i,t} + \beta_{10} MTB_{i,t} + \\ & \beta_{11} DummySector_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (15)$$

Dado que la muestra tiene una gran cantidad de datos faltantes que no fueron reportados, que desea saber si esa falta de información está dada por factores endógenos o exógenos, ya que de ser el primer caso eso puede estar afectando la consistencia y efectividad de los estimadores al utilizar modelos de datos panel como los desarrollados anteriormente. Para conocer si la base de datos presenta sesgo de selección muestral se estima el modelo de Heckman [(Heckman, 1979), (Puhani, 2000)], mejor conocido como Heckit, el cual ayuda a detectar el problema y en caso de que haya, corregirlo.

Modelo Heckit: Al presentarse potencialmente el problema de selección endógena en el reporte de la deuda dentro de una base de datos, el modelo parte de la estimación de dos ecuaciones: la primera ayuda a identificar el problema de selección muestral y la segunda proporciona los estimadores ajustados por selección. En el primer caso, a la ecuación se le suele llamar “ecuación de selección” y estima una variable latente, que en este caso llamaremos y_{2i}^* , determinando la participación o no de un individuo en la muestra. Para este estudio, dicha variable describe si la empresa revela o no la información necesaria que permite calcular el vencimiento de la deuda. En el segundo caso, se tiene la ecuación conocida como “ecuación de resultado”, representada por y_{1i}^* , que es la que arroja los estimadores ya corregidos en caso de que el problema de selección esté presente y la que realmente interesa. En este caso se incluye en la estimación un parámetro $\lambda(X_1' \hat{\beta}_1) = \frac{\phi(X_1' \hat{\beta}_1)}{\Phi(X_1' \hat{\beta}_1)}$, que representa la Razón Inversa de Mills y al ser incluido en la estimación de la segunda ecuación se encarga de resolver el problema antes descrito. El modelo se describe como sigue:

$$y_{1i}^* = X_{1i}' \beta_1 + \varepsilon_{1i} \quad (16)$$

$$y_{2i}^* = X_{2i}' \beta_2 + \varepsilon_{2i} \quad (17)$$

donde,

$$\begin{cases} y_{1i} = y_{1i}^* & \text{si } y_{2i}^* > 0 \\ y_{1i} = 0 & \text{si } y_{2i}^* \leq 0 \end{cases} \quad (18)$$

De manera general, en cada uno de los modelos el subíndice i , se refiere a cada una de las empresas de la muestra y el subíndice t , expresa cada uno de los períodos.

5. Resultados

Al realizar las estimaciones descritas en la sección anterior, se obtuvieron resultados interesantes que se pueden observar en el cuadro 4 y se discuten a continuación. En el caso de las ecuaciones (12) y (13), se está en presencia de modelos, que, en teoría, son los que mejor explican la variable en estudio dadas sus R^2 ajustadas. En ambos casos, la madurez de la deuda está siendo explicada por el tamaño, la calidad de la empresa, la liquidez, los activos colaterales, el apalancamiento, la TIIE y los sectores de la economía, a excepción del energético. El resto de las variables no son de gran importancia. Como mencionamos anteriormente, estos modelos nos dan una idea de cuáles factores pudieran estar afectando el vencimiento de las obligaciones corporativas, pero al perder de vista el efecto idiosincrático de cada una de las empresas y la dimensión temporal, los estimadores que se obtienen no son totalmente confiables.

Si le prestamos interés a los modelos más complejos, dígame modelo de EF (14) y modelo de EA (15), las variables que muestran significancia son las mismas para los dos: el promedio de la TIIE a 28 días, la tasa Libor de USA, el tamaño, la liquidez, los activos colaterales y el apalancamiento, con lo cual se puede decir que estas variables son más acertadas que las obtenidas por los modelos (12) y (13), aunque en algunos casos coinciden a la hora de explicar la estructura de deuda en las empresas

mexicanas, y algo interesante a destacar es que todas ellas presentan el signo esperado a excepción de la TIIE a 28 días y la tasa Libor de USA. En este caso se está en presencia de vencimientos de la deuda más pequeños ante incrementos porcentuales de estas últimas dos variables, lo que implica que cuando las empresas se enfrentan a incrementos en las tasas de interés de referencia de sus contratos de deuda, estas tienden a endeudarse a plazos más cortos, contradiciendo la intuición financiera. El resto de las variables significativas presentan una relación positiva con la variable dependiente, como lo sugiere la literatura previa, evidenciando así, que ante incrementos en cada una de ellas, la madurez de las obligaciones de las empresas mexicanas también va en aumento, o sea, las empresas adquieren obligaciones a más largo plazo. En cuanto a los sectores de la economía y observando el modelo de EA, solo el que corresponde a “Productos de Consumo Frecuente” muestra una relación significativa con la madurez de la deuda.

Es importante señalar que al realizar la prueba “F” de Fisher y el test de endogeneidad de Hausman, con el objetivo de identificar potenciales pruebas de endogeneidad en los modelos pane para estudiar la variable dependiente se encuentra que, en el primer caso el modelo de EF es el más acertado, sin embargo, en el segundo caso los resultados dicen que los efectos específicos individuales de las empresas mexicanas no están correlacionados con las variables independientes, sugiriendo que el modelo de efectos aleatorios es el más apropiado, aceptando la hipótesis nula en el test de Hausman. En el cuadro 5 se evidencia la significancia de las pruebas.

Al estimar el modelo Heckit, los resultados sugieren que la base de datos efectivamente estaba sesgada, presentando problemas de selección muestral, ya que como se puede observar en el cuadro 6, la razón inversa de Mills sale significativa al 1%. Como se menciona anteriormente, este modelo detecta y corrige este problema, por tanto, los estimadores obtenidos, son insesgados y son los que se tomarán como resultado definitivo para explicar la variable dependiente. La R^2 ajustada muestra, que en su conjunto, las variables explicativas son capaces de predecir el vencimiento de la deuda en un 24% aproximadamente, siendo de las más altas al ser comparada con los modelos anteriores. Para el caso del tamaño de la empresa, se observa que guarda una relación fuerte y positiva con el vencimiento de la deuda, lo cual demuestra, de acuerdo con la teoría, que empresas más grandes tienden a colocar deuda a más largo plazo debido a que tienen menores costos de agencia y mayor poder de negociación.

Por otra parte, la relación negativa entre la madurez de la deuda y la calidad de las empresas presenta una fuerte significancia, evidenciando así, que empresas de mayor calidad pueden emitir deuda a más corto plazo, siguiendo la correspondencia teórica planteada por Flannery (1986). En cuanto a liquidez se refiere, se prueba que, y de acuerdo con Morris (1992), empresas con mayor liquidez pueden incrementar el vencimiento de sus obligaciones, ya que los prestamistas están dispuestos a correr un mayor riesgo ante firmas con buena postura financiera y ofrecer plazos más largos, logrando así, reforzar la relación positiva y significativa entre estas dos variables. Teniendo en cuenta los activos colaterales de las empresas y observando los resultados obtenidos, se encuentra una dependencia fuerte y positiva con la variable dependiente, lo cual asienta Körner (2007), al referir que las empresas con mayor cantidad de activos colaterales son capaces de emitir deuda a más largo plazo, pues los pueden pignorar a favor de esta como garantía.

Otra variable de significativa importancia para explicar la madurez es el apalancamiento, ya que las estimaciones apuntan a que existe una relación positiva y fuerte entre ellas, mostrando que, ante incrementos en el nivel de deuda de las empresas mexicanas, el vencimiento a más largo plazo

se hace más evidente y esto con el objetivo de reducir el riesgo de liquidez, manteniéndose en correspondencia con lo que plantea Diamond (1993) y Stohs y Mauer (1996). Al observar los sectores de la economía, se distingue que, en su mayoría, guardan una relación negativa y significativa con el vencimiento de la deuda corporativa, a excepción del sector energético, que no muestra significancia. Si se toma al sector de Telecomunicaciones como referencia, se puede afirmar que, con respecto a este, el pertenecer a cualquier otro sector, excluyendo al sector Energía, disminuye el vencimiento de la deuda de las empresas entre 1.7 y 2.5 años aproximadamente.

Algo interesante a comprobar en esta investigación era que entre las tasas de interés de referencia y el vencimiento de la deuda existe, no solo una fuerte relación, sino además positiva. No obstante, ocurre algo interesante. En el caso de la tasa de interés mexicana (TIIE) se encuentra evidencia estadística que afirma su correspondencia significativa con la madurez, sin embargo, muestra el signo contrario al esperado, lo cual refleja una relación inversa entre estas variables, si una sube la otra baja, o sea que ante incrementos porcentuales en la TIIE de corto plazo las empresas mexicanas tienden a acortar el vencimiento de sus obligaciones.

Por otra parte, analizando la tasa referente para las emisiones en dólares (Libor USA), se encuentra que esta variable no influye en la madurez de la deuda de las empresas mexicanas. En cuanto al resto de las variables, dígase volatilidad, tasa impositiva y razón market to book tampoco presentan significancia para explicar la variable dependiente.

Cuadro 4. Comparativo entre Regresiones.

Modelos de Regresión bajo distintos criterios de estimación				
	Variable Dependiente: Venc_Deuda			
Variable	OLS Pooled (12)	OLS Pooled Ef. Temporales (13)	Efectos Fijos (14)	Efectos Aleatorios (15)
TIIE_Avg	-0.168** (0.984)	-0.069*** (0.498)	-0.181*** (0.058)	-0.183*** (0.057)
Libor_USA	0.132 (0.097)	-1.775 (1.965)	0.148** (0.071)	0.146** (0.071)
Tamaño	0.978*** (0.073)	0.986*** (0.074)	1.610*** (0.140)	1.385*** (0.118)
Calidad_Emp	-0.901*** (0.268)	-0.979*** (0.270)	0.659 (0.443)	0.138 (0.389)
Liquidez	0.030* (0.017)	0.028* (0.017)	0.037** (0.016)	0.037** (0.015)
Activos_Col	1.149** (0.484)	1.259*** (0.486)	2.730*** (0.857)	1.835** (0.721)
Apalancamiento	2.174*** (0.447)	2.276*** (0.450)	1.157*** (0.390)	1.224*** (0.384)
Volatilidad	-0.031 (0.040)	-0.027 (0.040)	-0.028 (0.030)	-0.031 (0.030)
Tasa_Imp	0.031 (0.206)	0.039 (0.207)	-0.166 (0.154)	-0.147 (0.154)
Market_to_Book	0.044	0.039	-0.052	-0.049

	(0.049)	(0.049)	(0.050)	(0.048)
Energía	-0.949 (1.318)	-0.840 (1.320)		-0.728 (2.813)
Industria	-1.740*** (0.393)	-1.690*** (0.393)		-1.173 (1.086)
Materiales	-1.901*** (0.411)	-1.869*** (0.411)		-1.482 (1.149)
Productos de Consumo Frecuente	-2.433*** (0.427)	-2.343*** (0.427)		-2.572** (1.182)
Salud	-1.809** (0.721)	-1.682** (0.723)		-1.488 (2.075)
Bienes de Consumo no Frecuente	-1.888*** (0.429)	-1.831*** (0.430)		-1.013 (1.176)
Constante	-2.553*** (0.984)			-7.489*** (1.705)
Observaciones	1261	1261	1261	1261
R ²	0.246	0.257	0.135	0.146
R ² Ajustada	0.237	0.238	0.061	0.135
Estadístico F	25.398*** (df = 16; 1244)	98.648*** (df = 32; 1229)	18.162*** (df = 10; 1160)	201.745*** (df = 16)

Nota: ***Significancia al 1%, **Significancia al 5%, *Significancia al 10%. Entre paréntesis se reporta el error estándar.

Fuente: Elaboración de los autores usando datos anuales de la plataforma Capital IQ, datos mensuales del Banco de México y el Fondo Monetario Internacional e información de la Bolsa Mexicana de Valores.

Cuadro 5. Prueba “F de Fisher” y prueba de endogeneidad de Hausman.

Prueba F para contrastar los modelos OLS Pooled y Efectos Fijos	Test de Hausman para contrastar los modelos Efectos Fijos y Aleatorios
F (84, 1160) 14.607*** (0.000)	X ² (10) 12.226* (0.270)

Nota: ***Significancia al 1%, **Significancia al 5%, *Significancia al 10%. Entre paréntesis se reporta, en el primer caso los grados de libertad y en el segundo caso el p-value, para ambas pruebas.

Fuente: Elaboración de los autores usando datos anuales de la plataforma Capital IQ, datos mensuales del Banco de México y el Fondo Monetario Internacional e información de la Bolsa Mexicana de Valores.

Cuadro 6. Modelo de Selección Muestral (Heckit)

	Variable Dependiente: Venc_Deuda
TIIE_Avg	-0.137* [0.081]
Libor_USA	0.148 [0.098]

Tamaño	0.955***
	[0.074]
Calidad_Emp	-0.986***
	[0.277]
Liquidez	0.033*
	[0.018]
Activos_Col	1.158**
	[0.494]
Apalancamiento	1.919***
	[0.471]
Volatilidad	-0.039
	[0.041]
Tasa_Imp	0.013
	[0.212]
Market_to_Book	0.066
	[0.051]
Energía	-0.929
	[1.353]
Industria	-1.693***
	[0.404]
Materiales	-1.627***
	[0.437]
Productos de Consumo Frecuente	-2.327***
	[0.439]
Salud	-1.856**
	[0.740]
Bienes de Consumo no Básico	-1.903***
	[0.441]
Intercepto	-2.455***
	[1.009]
Observaciones	1273
R^2	0.249
R^2 Ajustada	0.239
Rho	-1.530
Razón Inversa de Mills	-5.256*** [2.010]

Nota: ***Significancia al 1%, **Significancia al 5%, *Significancia al 10%. Entre paréntesis se reporta el error estándar.

Fuente: Elaboración de los autores usando datos anuales de la plataforma Capital IQ, datos mensuales del Banco de México y el Fondo Monetario Internacional e información de la Bolsa Mexicana de Valores.

6. Discusión

Los resultados alcanzados son consistentes, en gran medida, con la literatura, donde las características asociadas a la estructura fundamental de las empresas determinan la madurez de la deuda corporativa, incluso considerando una forma alternativa de medir la variable dependiente, que es donde justamente radica la originalidad de esta investigación, así como la inclusión de las tasas de interés, referente de las emisiones de deuda de las firmas mexicanas.

A pesar de haber obtenido resultados consistentes con la evidencia empírica existente, el trabajo cuenta con ciertas limitaciones. En primer lugar el hecho de trabajar con un panel desbalanceado hace que la investigación carezca de información completa, trayendo como consecuencia problemas de selección muestral en los datos, que aunque corregible, se pierde la oportunidad de aplicar otros modelos para probar la robustez de las estimaciones. Por otra parte y específicamente para el caso de México, el panel de datos que se puede obtener es corto, lo cual no permite la utilización de modelos dinámicos que sugiere la literatura, ya que al usar variables rezagadas se pierden muchas observaciones. También es importante considerar que para lograr un cálculo más preciso de la variable dependiente, es importante que todas las empresas incluyan en sus contratos el monto y el vencimiento, sin embargo en algunas ocasiones esto no sucede, por lo que los valores que se obtienen son aproximaciones del verdadero vencimiento anual de la deuda para cada una de las empresas

Dado que para la tasa de interés mexicana (TIIE) no se encuentra el signo esperado en las estimaciones, se abre una línea de investigación que puede ser cubierta en posteriores estudios. Es de gran importancia entender por qué las empresas mexicanas incrementan su vencimiento ante incrementos en la TIIE, cuando debería tener el efecto contrario. Por otra parte, también sería interesante explicar y entender a qué se debe que las empresas listadas en la bolsa mexicana tengan un comportamiento de madurez de deuda tan variado y de largo plazo, en su mayoría.

Los hallazgos que este trabajo muestra abren el espectro para que las corporaciones puedan contar con instrumentos más efectivos para lograr una mejor salud financiera, ya que, la evidencia muestra que emitir deuda a mayor o menos plazo depende, en gran medida, de la actividad de cada una de ellas y que controlando variables internas se puede lograr una economía empresarial sana.

7. Conclusiones

Con este artículo se desea proponer un enfoque diferente a las teorías que hasta la actualidad se han desarrollado para estimar el vencimiento o madurez de la deuda corporativa en cuanto a su método de cálculo se refiere. Dado que para México no se ha realizado ningún trabajo que implique analizar los determinantes que influyen en la toma de decisiones de las empresas, al conformar o establecer cómo está diseñada su estructura de capital, específicamente su deuda, se consideró interesante evaluar la incidencia de algunos de ellos, sobre la premisa de una manera distinta de cálculo para la variable dependiente, utilizando, en este caso, un promedio ponderado anual de la deuda corporativa en vez de una razón de deuda. De manera general, se consideran ciertas conclusiones interesantes dados los resultados obtenidos en la sección anterior.

Teniendo en cuenta que la investigación se realiza sobre un panel desbalanceado, donde existen datos omitidos, se aplica el Modelo de Selección de Heckman (Heckit), detectándose en los datos el problema de selección muestral, el cual queda corregido al ser usado dicho modelo. Este problema causa que los demás modelos utilizados pierdan efectividad, por lo que los resultados se enfocan en la estimaciones arrojadas por el Heckit.

En el modelo de selección muestral (Heckit), las variables que resultaron estadísticamente significativas y por tanto que explican la madurez de la deuda corporativa para las empresas listadas en la bolsa mexicana son, con una relación positiva, el tamaño, la liquidez, los activo colaterales y el apalancamiento. Este resultado sugiere que ante incrementos en las variables antes mencionadas, las empresas tienden a colocar deuda a más largo plazo, siendo esto consistente con la literatura. Por otra parte y con una relación negativa tenemos a la TIIE y la calidad de las empresas, esta última en correspondencia con la literatura previa. En este caso, los resultados sugieren que, si alguna de ellas se incrementa las empresas emitirán deuda a más corto plazo. Por último y en cuanto a los sectores de la economía se refiere, si se toma como referencia el sector de telecomunicaciones, los resultados muestran que pertenecer a cualquier otro sector, a excepción del energético que no muestra significancia, disminuye la colocación de deuda entre 1.7 y 2.5 años aproximadamente.

Por otra parte, se encuentra que la política monetaria, actuando a través de la tasa de interés (TIIE a 28 días), tiene el efecto contrario al esperado, por tanto en investigaciones posteriores se puede analizar cuáles son los factores que llevan a las empresas mexicanas a colocar deuda menor a un año ante incrementos en la tasa de interés de corto plazo. También es de gran utilidad estudiar a que se debe la heterogeneidad de la madurez de la deuda en empresas mexicanas, ya que sus vencimientos promedios van desde menos de un año hasta casi 16 años aproximadamente.

En otro orden, los factores que no muestran importancia sobre la madurez de la deuda corporativa en México son la tasa Libor en dólares, la volatilidad, la tasa efectiva de impuesto corporativo y la razón market to book, así como la dummy referida al sector energético.

En contraste con la consistencia de los resultados encontrados, el estudio presenta ciertas limitaciones. El estar trabajando con un panel desbalanceado provoca que la información necesaria no esté completa, lo cual puede traer problemas de selección muestral en los datos. A pesar de que este problema puede ser corregido, se pierde la posibilidad de aplicar otros modelos para probar la robustez de las estimaciones. Por otra parte y específicamente para el caso de México, se usa un panel de datos corto, lo cual no permite que se puedan usar modelos dinámicos que sugiere la literatura, ya que se pierden muchas observaciones al usar variables rezagadas. En cuanto a la variable dependiente se refiere, es importante considerar que para su cálculo todas las empresas deben incluir en sus contratos de deuda el monto y el vencimiento, sin embargo, esto no siempre sucede, por lo que se obtienen valores aproximados al vencimiento promedio anual real de la deuda para cada una de las empresas.

Finalmente, es importante mencionar, que el utilizar el promedio ponderado del vencimiento de la deuda como método de cálculo, permite tener una mayor claridad a la hora de tomar decisiones financieras en general, pero más específicamente de endeudamiento, pues refleja una medida de tiempo más exacta que posibilita saber el período que la deuda de la empresa tardará en vencer y en base a eso los directivos pueden contar con herramientas más sólidas para negociar sus créditos.

Referencias

- [1] Antoniou, A., Guney, Y., & Paudyal, K. (2006). The determinants of debt maturity structure: Evidence from France, Germany, and the UK. *European Financial Management*, 12(2), 161-194. <https://doi.org/10.1111/j.1354-7798.2006.00315.x>
- [2] Brick, I. E., & Ravid, S. A. (1985). On the relevance of debt maturity structure. *Journal of Finance*, 40(5), 1423-1437. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1985.tb02392.x>
- [3] Castañeda, F. & Contreras, F. (2017). Los determinantes de la estructura de la madurez de la deuda corporativa. El caso de Chile. *El Trimestre Económico*, 84(334), 411-425. <https://doi.org/10.20430/ete.v84i334.306>
- [4] Correia, S., Brito, P., & Brandão, E. (2014). Corporate debt maturity: An international comparison of firm debt maturity choices. Conference Paper. *ReserchGate*. DOI:10.13140/2.1.4420.8649
- [5] Cortina, J. J., Didier, T., & Schmukler, S. L. (2017). Corporate debt maturity in developing countries: Sources of long- and short-termism. *World Bank, Washington, DC*, Policy Research Working Paper No. 8222. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-8222>
- [6] Demirgüç-Kunt, A., & Maksimovic, V. (1999). Institutions, financial markets, and firm debt maturity. *Journal of Financial Economics*, 54(3), 295-336. [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(99\)00039-2](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(99)00039-2)
- [7] Diamond, D. W. (1991). Debt maturity structure and liquidity risk. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(3), 709-737. <https://doi.org/10.2307/2937924>
- [8] Diamond, D. W. (1993). Seniority and maturity of debt contracts. *Journal of Financial Economics*, 33(3), 341-368. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(93\)90011-Y](https://doi.org/10.1016/0304-405X(93)90011-Y)
- [9] Etudaiye-Muhtar, O.F., Ahmad, R., & Tunde, B. (2017). Corporate debt maturity structure: The role of firm level and institutional determinants in selected african countries. *Global Economic Review*, 46(4), 422-440. <https://doi.org/10.1080/1226508X.2017.1350589>
- [10] Fan, J., Titman, Sh., & Twite, G. (2012). An international comparison of capital structure and debt maturity choices. *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*, 47(1), 23-56. <https://doi.org/10.1017/S0022109011000597>
- [11] Flannery, M. J. (1986). Asymmetric information and risky debt maturity choice. *The Journal of Finance*, 41(1), 19-37. <https://doi.org/10.2307/2328342>
- [12] Gonzalez, V. M. (2017). Firm and country determinants of debt maturity: New international evidence. *International Finance*, 20(3), 256-270. <https://doi.org/10.1111/infi.12116>
- [13] Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. Ciudad de México. *McGraw-Hill Interamericana*.
- [14] Harris, M., & Raviv, A. (1991). The theory of capital structure. *The Journal of Finance*, 40(1), 297-355. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1991.tb03753.x>
- [15] Heckman, J. J. (1979). Sample selection bias as a specification error. *Econometría*, 47(1), 153-161. <https://doi.org/10.2307/1912352>
- [16] Kalsie, A., & Nagpal, A. (2018). The determinants of corporate debt maturity for NSE-listed corporates. *FIIB Buissness Review*, 7(1), 43-56. <https://doi.org/10.1177/2319714518766117>
- [17] Kane, A., Marcus, A. J., & McDonald, R. L. (1985). Debt policy and the rate of return premium to leverage. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 20(4), 479-499. <https://doi.org/10.2307/2330763>
- [18] Kirch, G., & Terra, P. R. (2012). Determinants of corporate debt maturity in South America: ¿Do institutional quality and financial development matter? *Journal of Corporate Finance*, 18(4), 980-993. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2012.05.004>
- [19] Körner, P. (2007). The determinants of corporate debt maturity structure: Evidence from czech firms. *Czech Journal of Economics and Finance*, 57(3), 142-158. https://www.researchgate.net/publication/5022002_The_determinants_of_corporate_debt_maturity_structure_Evidence_from_Czech_firms

- [20] Kruk, S. (2021). Impact of capital structure on corporate value – Review of literature. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(4), 155. <https://doi.org/10.3390/jrfm14040155>
- [21] Lucas, R. E. Jr. (1978). Asset pricing in an exchange economy. *Econometrika*, 46(6), 1429-1445. <https://doi.org/10.2307/1913837>
- [22] Mateus, C., & Terra, P. (2013). Leverage and the maturity structure of debt in emerging markets. *Journal of Mathematical Finance*, 3(3A), 46-59. <http://dx.doi.org/10.4236/jmf.2013.33A005>
- [23] Miglo, A. (2021). A new capital structure theory: The four-factor model. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3562254>
- [24] Modigliani, F., & Miller, M. H. (1958). The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *American Economic Review*, 48(3), 261-297. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/1809766>
- [25] Mohammed, L., & Musa-Mubi, A. (2020). Firm-specific determinants of debt maturity structure of listed non-financial firms in Nigeria. *Malaysian Management Journal*, 24, 77-102. <https://doi.org/10.32890/mmj.24.2020.9732>
- [26] Morris, J.R. (1992). Factors affecting the maturity structure of corporate debt. Unpublished manuscript, University of Colorado at Denver, Denver, CO, p. 39.
- [27] Myers, S. C. (1977). Determinants of corporate borrowing. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 147-175. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(77\)90015-0](https://doi.org/10.1016/0304-405X(77)90015-0)
- [28] Ozkan, A. (2000). An empirical analysis of corporate debt maturity structure. *European Financial Management*, 6(2), 197-212. <https://doi.org/10.1111/1468-036X.00120>
- [29] Phan, D. T. (2020). Factors Affecting Debt Maturity Structure: Evidence from listed enterprises in Vietnam. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(10), 141-148. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2020.vol7.no10.141>
- [30] Puhani, P. A. (2000). The Heckman Correction for sample selection and its critique. *Journal of Economic Surveys*, 14(1), 53-68. <https://doi.org/10.1111/1467-6419.00104>
- [31] Ross, S. A. (1973). The Economic Theory of Agency: The Principal's Problem. *The American Economic Review*, 63(2), 134-139. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/1817064>
- [32] Sarkar, S. (1999). Illiquidity risk, project characteristics, and the optimal maturity of corporate debt. *The Journal of Financial Research*, 22(3), 353-370. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6803.1999.tb00733.x>
- [33] Scherr, F. C., & Hulburt, H. M. (2001). The debt maturity structure of small firm. *Financial Management*, 30(1), 85-111. <https://www.jstor.org/stable/3666392>
- [34] Stephan, A., Talavera, O., & Tsapin, A. (2011). Corporate debt maturity in emerging financial markets. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 51(2), 141-151. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2010.12.003>
- [35] Stohs, M. H., & Mauer, D.C. (1996). The determinants of corporate debt maturity. *The Journal of Business*, 69(3), 279-312. <http://dx.doi.org/10.1086/209692>
- [36] Titman, S. (1992). Interest rate swaps and corporate financing choices. *The Journal of Finance*, 47(4), 1503-1516. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04667.x>
- [37] Townsend, R. (1982). Optimal multiperiod contracts and the gain from enduring relationships under private information. *Journal of Political Economy*, 90(6), 1166-1186. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/1830943>
- [38] Zheng, X., El Ghouli, S., Guedhami, O., & Kwok, Ch. C. Y. (2012). National culture and corporate debt maturity. *Journal of Banking & Finance*, 36(2), 468-488. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.08.004>

Anexos

Partidas de deuda por contratos	Monto (en millones de MXN)	Vencimiento	Promedio ponderado
Línea de crédito	292.8	sep-01-2020	$\frac{292.8}{10500.8} * (0.75) = 0.0209$
Línea de Crédito	810.3	abr-30-2021	$\frac{810.3}{10500.8} * (1.5) = 0.1157$
Préstamo	10.1	ene-02-2020	$\frac{10.1}{10500.8} * (0.25) = 0.0002$
Préstamo	700.0	ene-02-2020	$\frac{700.0}{10500.8} * (0.25) = 0.0167$
Préstamo	154.0	ene-02-2020	$\frac{154.0}{10500.8} * (0.25) = 0.0037$
Préstamo	50.0	ene-02-2020	$\frac{50}{10500.8} * (0.25) = 0.0048$
Préstamo	1,169.1	jun-04-2025	$\frac{1169.1}{10500.8} * (4.5) = 0.5010$
Préstamo	553.1	sep-30-2026	$\frac{553.1}{10500.8} * (6.5) = 0.3424$
Préstamo	1,187.5	nov-10-2027	$\frac{1187.5}{10500.8} * (8) = 0.9047$
Préstamo	431.3	jul-27-2023	$\frac{431.3}{10500.8} * (3.75) = 0.1540$
Préstamo	431.3	sep-08-2023	$\frac{431.3}{10500.8} * (3.75) = 0.1540$
Préstamo Sindicado	4,711.3	oct-30-2021	$\frac{4711.3}{10500.8} * (1) = 0.4487$
Deuda Total	10,500.8		2.5128

Anexo 1: Ejemplo empírico del cálculo del promedio ponderado la madurez de la deuda para el año 2019.

Fuente: Elaboración de los autores usando datos del reporte anual 2019 de la Empresa "Chedraui".

Empresa "X" para el año 2019
 Datos obtenidos de los estados financieros (en millones de MXN):

Ventas Netas	129 442.6
Activos Totales	87 391.9
Total de Activos Circulantes	18 599.0
Total de Pasivos Circulantes	24 968.6
Activos Tangibles Netos	52 183.7
Deuda Total	32 857.3

EBITDA 2018	6 391.6
EBITDA 2019	7 835.5
Impuestos Pagados	928.1
Base Imponible	2 465.1
Número de acciones en circulación	963.9
Valor en libros del Capital	27 410.3
Precio de Mercado de las acciones	27.12

Variable	Descripción	
Tamaño	$\ln(\text{valor en libro del activo total}) = \ln(87\,391.9)$	11.38
Calidad de la Empresa	$\frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Activo Total}} = \frac{129\,442.6}{87\,391.9}$	1.48
Liquidez	$\frac{\text{Activos Corrientes}}{\text{Pasivos Corrientes}} = \frac{18\,599.0}{24\,968.6}$	0.74
Colateralización	$\frac{\text{Activos Tangibles Netos}}{\text{Activos totales}} = \frac{52\,183.7}{87\,391.9}$	0.60
Apalancamiento	$\frac{\text{Deuda Total}}{\text{Activos Totales}} = \frac{32\,857.3}{87\,391.9}$	0.38
Volatilidad	$\frac{\text{EBITDA}_t - \text{EBITDA}_{t-1}}{\text{EBITDA}_{t-1}} = \frac{7\,835.5 - 6\,391.6}{6\,391.6}$	0.23
Tasa efectiva de impuesto corporativo	$\frac{\text{Cargos por impuesto}}{\text{Base imponible}} = \frac{928.1}{2\,465.1}$	0.38
Market-to-Book	$\frac{\text{Valor de mercado del capital}}{\text{Valor en libros del capital}} = \frac{963.9 * 27.12}{27410.3}$	0.95

Anexo 2: Ejemplo empírico del cálculo de las variables explicativas correspondientes a las características de las empresas para el año 2019.

Fuente: Elaboración de los autores usando datos del reporte anual 2019 de la Empresa "Chedraui".

Modelos de Regresión				
	Variable Dependiente: Venc. Ratio (Vencimiento como razón de deuda)			
	OLS Pooled (12)	OLS Pooled con Ef. Temporales (13)	Efectos Fijos (14)	Efectos Aleatorios (15)
TIIE_Avg	0.011* (0.006)	0.026 (0.040)	0.009* (0.005)	0.009* (0.005)
Libor_USA	-0.011 (0.008)	-0.019 (0.157)	-0.007 (0.007)	-0.009 (0.007)
Tamaño	0.056*** (0.006)	0.054*** (0.005)	0.089*** (0.013)	0.070*** (0.010)
Calidad_Emp	-0.055** (0.022)	-0.050** (0.021)	0.070* (0.041)	-0.004 (0.032)
Liquidez	0.006***	0.007***	0.004**	0.004***

	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
Activos_Col	0.153*** (0.039)	0.159*** (0.039)	-0.021 (0.079)	0.045 (0.059)
Apalancamiento	0.166*** (0.036)	0.169*** (0.036)	0.053 (0.036)	0.069** (0.035)
Volatilidad	-0.001 (0.003)	-0.001 (0.003)	-0.0004 (0.003)	-0.0006 (0.027)
Tasa_Imp	0.028 (0.017)	0.023 (0.017)	0.017 (0.014)	0.019 (0.014)
Market_to_Book	0.012*** (0.004)	0.010*** (0.004)	0.005 (0.005)	0.007 (0.004)
Energía	-0.232** (0.106)	-0.245** (0.105)		-0.238 (0.185)
Industria	-0.051 (0.032)	-0.057* (0.031)		0.071 (0.070)
Materiales	-0.049 (0.033)	-0.055* (0.034)		-0.056 (0.074)
Productos de Consumo Frecuente	-0.088** (0.034)	-0.092*** (0.034)		-0.141* (0.077)
Salud	-0.166*** (0.058)	-0.1741*** (0.058)		-0.206 (0.134)
Bienes de Consumo no Frecuente	0.029 (0.035)	0.022 (0.034)		0.031 (0.076)
Constante	0.052 (0.079)			-0.006 (0.129)
Observaciones	1265	1265	1265	1265
R ²	0.170	0.191	0.058	0.118
R ² Ajustada	0.160	0.170	-0.022	0.107
Estadístico F	15.948*** (df = 16; 1248)	292.369*** (df = 32; 1233)	7.243*** (df = 10; 1164)	93.494*** (df = 16)
Nota: ***Significancia al 1%, **Significancia al 5%, *Significancia al 10%. Entre paréntesis se reporta el error estándar.				

Anexo 3: Comparación entre las regresiones teniendo en cuenta el método de cálculo tradicional de la variable dependiente (Razón de deuda).

Fuente: Elaboración de los autores usando datos anuales de la plataforma Capital IQ, datos mensuales del Banco de México y el Fondo Monetario Internacional e información de la Bolsa Mexicana de Valores.

Modelo de Selección Muestral (Heckit)	
Variables Independientes	Variable Dependiente: Venc_Ratio
TIIE_Avg	0.019** (0.008)
Libor_USA	-0.01 (0.009)
Tamaño	0.050*** (0.007)
Calidad_Emp	-0.078*** (0.027)
Liquidez	0.007***

	(0.001)
Activos_Col	0.156*** (0.049)
Apalancamiento	0.100** (0.047)
Volatilidad	-0.003 (0.004)
Tasa_Imp	0.023 (0.022)
Market_to_Book	0.017*** (0.005)
Energía	-0.228* (0.138)
Industria	-0.039 (0.041)
Materiales	0.021 (0.043)
Productos de Consumo Frecuente	-0.062 (0.044)
Salud	-0.177** (0.075)
Bienes de Consumo no Básico	0.026 (0.045)
Constante	-2.455*** (1.009)
Observaciones	1273
R^2	0.205
R^2 Ajustada	0.194
Rho	-3.893
Razón Inversa de Mills	-1.363 (2.010)
Nota: ***Significancia al 1%, **Significancia al 5%, *Significancia al 10%. Entre paréntesis se reporta el error estándar.	

Anexo 4: Modelo Heckit teniendo en cuenta el método de cálculo tradicional de la variable dependiente (Razón de deuda).

Fuente: Elaboración de los autores usando datos anuales de la plataforma Capital IQ, datos mensuales del Banco de México y el Fondo Monetario Internacional e información de la Bolsa Mexicana de Valores.

Sustainable Biofuels. Strategy for Growth and Energy Security

Noé Aguilar-Rivera¹ - Universidad Veracruzana, México

Abstract

In Mexico, the goal of economic growth, sustainability, decrease consumption of imported oil fuels and additives meeting the climate change commitments with ethanol biofuel is a development goal not yet resolved. This work is based on the premise that feedstock, the use of agricultural lands as a function of economic, ecological and social aspects, inefficient public policies, disinformation and lack of knowledge, culture and attitude of the population and stakeholders towards biofuels has been identified as critical success factors for the transition of conventional sugar mill to an agro-industrial complex. Therefore, a systematic review of academic and technological research was carried out on the recent innovations and scope for future endeavours in ethanol biofuel. Ethanol can gain importance in developing countries as Mexico, producers, and exporters of oil without refining capacity for environmental, climatic and financial benefits. In such a scenario, investments, and public policies in the sector for increasing production efficiency and crop yields as sugarcane will play a critical role in bioethanol value chain.

JEL Classification: O130, Q420, Q480, Q510, O210, O320.

Keywords: Ethanol fuel, feedstocks, public policy, technological innovations, barriers.

Biocombustibles sostenibles. Estrategia para el crecimiento y la seguridad energética

Resumen

En México, la meta de crecimiento económico, sustentabilidad, disminución del consumo de combustibles petroleros importados y aditivos que cumplan con los compromisos de cambio climático con biocombustible de etanol es una meta de desarrollo aún no resuelta. Este trabajo se basa en la premisa de que la materia prima, el uso de las tierras agrícolas en función de los aspectos económicos, ecológicos y sociales, las políticas públicas ineficientes, la desinformación y la falta de conocimiento, la cultura y la actitud de la población y los actores hacia los biocombustibles se han identificado como factores críticos de éxito para la transición de un ingenio azucarero convencional a un complejo agroindustrial. Por lo tanto, se llevó a cabo una revisión sistemática de la investigación académica y tecnológica sobre las innovaciones recientes y el alcance de los esfuerzos futuros en biocombustible de etanol. El etanol puede ganar importancia en países en desarrollo como México, productores y exportadores de petróleo sin capacidad de refinación para beneficios ambientales, climáticos y financieros. En tal escenario, las inversiones y las políticas públicas en el sector para aumentar la eficiencia de la producción y los rendimientos de los cultivos como la caña de azúcar jugarán un papel crítico en la cadena de valor del bioetanol.

Clasificación JEL: O130, Q420, Q480, Q510, O210, O320.

Palabras clave: Combustible de etanol, materias primas, políticas públicas, innovaciones tecnológicas, barreras.

¹ Corresponding author. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Km. 1 Carretera Peñuela Amatlán de los Reyes S/N. C.P. 94945, Córdoba, Veracruz, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7833-6749>

* No source of funding for research development



1. Introduction

In recent years, bioenergy has become a sustainable power source for modern industrial economies, domestic energy security, concerns over global warming from greenhouse gases (GHG) emissions and instability of fuel prices, provide income to poor farmers and rural communities, create jobs and additional markets for agricultural commodities and waste biomass around the globe, besides growing energy demand, and increased openness to renewable energy resources, and the push for expansion into new markets for plantation crops, wastes and biomass are all factors driving interest in expanding biofuels, bioenergy and biorefineries (Koutinas et al. 2014).

The novel processes of biofuels production have been oriented towards the use of biomass (carbohydrates, fats, and lignin); all of them are found in roots, stems, leaves, seeds and waste fruits and vegetables. They can be exploited directly by being the plant cultivated or indirectly using the residues of agro-industrial or forestry processes. Besides, livestock residues or even organic matter from sewage treatment plants can also be used as a source in agro-industrial facilities (Abdulkareem-Alsultan et al. 2020).

In this regard, it is necessary adequate political and regulatory conditions that allow in a general way the use of wastes towards biofuels evolution. Most of countries that are involved in obtaining biofuels have established regulations that guide their production processes considering technological and socioeconomic aspects that permit generating the necessary infrastructure and optimal comparative and competitive advantages for the production of biofuel and bioenergy. At the global level, there are countries that have established laws to encourage the generation of internal markets that allow the production of biofuels in an integral manner, considering incentives for the establishment of crops or the use of waste to generate the raw material (Arnold et al. 2019; Gregg et al. 2017)

Lin et al. (2014) and Arancon et al. (2013) discuss various approaches related to current valorization strategies and alternatives for wastes from food production to be developed to maximize the value as source for biofuels and biochemical.

There is a growing multidisciplinary campaign related to biofuels, which has been primarily addressed with issues as public policy instruments, environmental impact and greenhouse gas emission reductions, food and poverty interactions and countless scientific papers on technological advances in ethanol manufacturing (Gaurav et al. 2017; Ji et al. 2016).

Sukumara et al. (2014) and Pérez et al (2017) presented overall frameworks and multidisciplinary methodologies to estimate various factors for sustainable biorefining encompassing feedstock assessment, supply chain optimization, and process systems engineering can be implemented to estimate the total production cost of energy, fuel, and inputs from various renewable resources in a specific geographic region.

Several studies indicate that biofuels have the capacity to reduce GHG; nevertheless, the environmental impact analysis in the production of biofuels production, the development of different production technologies and potential impacts has become controversial. Indicators should be developed to evaluate the effects of each of the processes and steps carried out to produce biofuels from the generation of crops or their biomass sources, the production or refining processes, the cogeneration systems, the conversion of their waste and the compounds that are released into the

atmosphere according to each geographic region (Callegari et al. 2020; Venturini et al. 2020; Ziolkowska, 2014)

On the one hand, there is uncertainty about the current and future availability of suitable biomass for bioenergy use with dynamic physical, technological, economic, politics and social constraints because they are strongly interrelated with other economic sectors and sustainability, and ultimately depend of political-normative decisions (Leibensperger et al., 2021).

The main barriers to bioenergy and biofuels deployment are:

- Lack of awareness and understanding of bioenergy
- Perception that bioenergy and biofuel are unsustainable
- Lack of policy stability
- Lack of catalytic finance
- Lack of sustainable supply chains
- Poor yields, bad roads, infrastructure etc

Ziolkowska, (2014) concluded the design of biofuels policy, multiple economic, environmental and social goals and stakeholders perceptions need to be considered to be sustainable in three ways simultaneously:

- 1) Economic objectives: Reducing feedstock and biofuels production costs, increasing profitability (biofuel productivity/acreage), insuring domestic food and energy security, stable economic income for growers and rural development
- 2) Environmental objectives: Reducing greenhouse gas emissions, water, land, and inputs use preserved to the maximum the biodiversity and landscapes
- 3) Social objectives: Achieve common goals of well-being, health, food and energy safety, for communities and growers and the creation of job opportunities.

The objective of this review is to analyze the Mexican context, opportunities, barriers and political, socioeconomic and technological challenges for the establishment of a national sugar cane ethanol program based in sugarcane

2. Literature Review

2.1 Worldwide biofuel production and management

The 1G (first-generation biofuels) are largely associated to ethanol produced from sugar- and starch-based feedstocks derived from food crops such as sugarcane (*Saccharum spp.*), sugar beet (*Beta vulgaris subsp. vulgaris*), cassava (*Manihot esculanta*), corn (*Zea mays*) and other food grains.

Kumar et al (2020); Meneghin (2016) and Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) - FAO (2020) reported that forty-five countries are ethanol producers. As the main biofuel, ethanol production is undergoing exponential growth and is a mature market with

three large geographic areas currently dominating the value chain: the United States, Brazil and European Union. Demand for fuel ethanol in the United States is expected to remain strong. The world leaders in ethanol production in 2020 were United States produced from corn (53 %), followed by Brazil from sugarcane (molasses, juice and syrup) (30 %), European Union (5 %), China (3 %), India (2 %), Canada (2 %), Thailand (2 %), Argentina (1 %) and accounting for the rest of world production (2 %) using wheat or sugar beet.

Beet or cane molasses are the most established carbon source for ethanol production, equivalent to around 70% of world production. Other countries, growers of maize, cane or beet, are planning to implement competitive domestic biofuel programs (<https://ethanolrfa.org/statistics/annual-ethanol-production/>) Biofuel ethanol as a mixture with gasoline vary between regions depending on the geopolitics of oil and the availability of raw materials from agroindustries, public policies, industrialists and automobile companies and at 2020 because of COVID-19 pandemic (Figure 1 and 2).

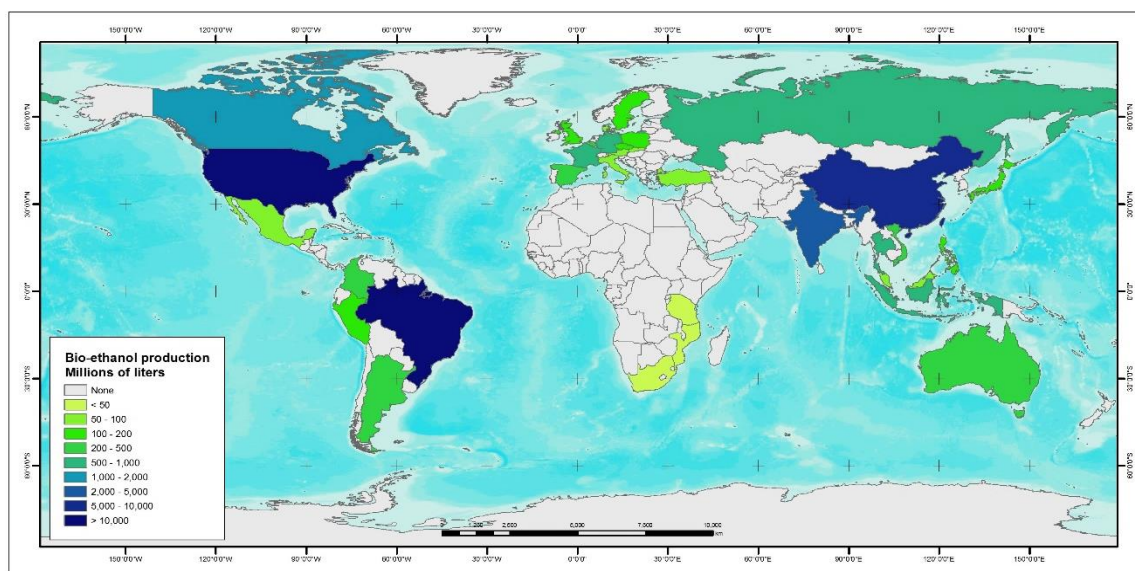


Figure 1. Ethanol producing countries (OECD-FAO, 2020)

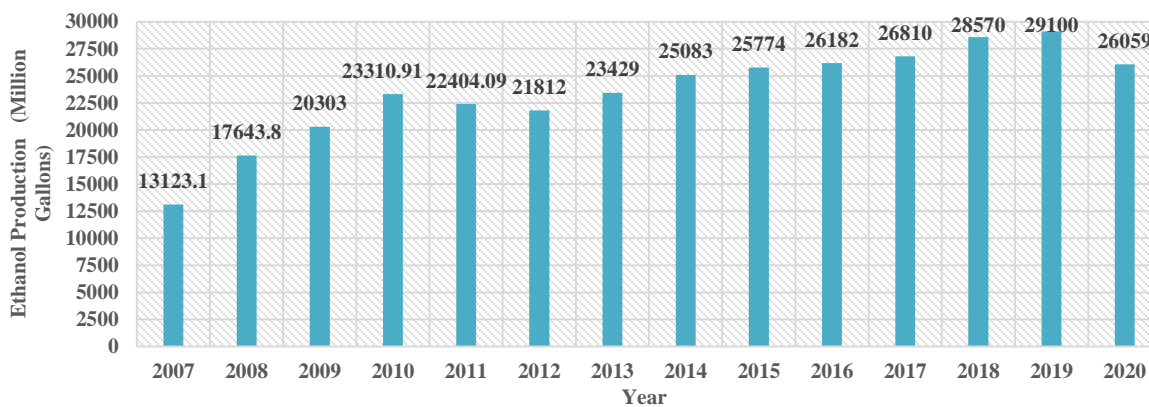


Figure 2. World ethanol production

Source: Data from <https://ethanolrfa.org/statistics/annual-ethanol-production/>

The bioethanol-based motor biofuels and programs most popular are E5 (UK), E10 (EU), E15 (United States of America), and E25-100 (Brazil). Meneghin (2016) reported that the main blend mandates of ethanol are Brazil (27 %), Paraguay (24 %), Argentina (12 %), the United States, China, and India (10 %), whereas for the rest of the world (approximately 60 countries) it ranges from 2 to 10%.

The biofuel ethanol value chain is generically divided into three different stages: Processing of carbon sources (sugarcane, cereals, beet, agro-industrial by-products or energy plantations), anhydrous ethanol production technology, and transportation logistics, distribution, mixed and retail to users. Derived from these stages, there are three forces that shape the evolution of the biofuel ethanol chain structure: (i) permeable industrial borders, (ii) security in the supply of inputs, and (iii) access to the retail market. These forces structure vertical integration in the development of the biofuels biorefinery (Banerjee et al. 2019).

Therefore, worldwide some countries and regions have introduced ethanol biofuel programs and mandates over the last 30 years, the main goals are:

1. Rising or decreasing oil, petrochemical, fuel (gasoline and diesel) and fuel additive prices (MTBE etc)
2. Concern about fuel emissions (CO_x, SO_x, NO_x, ozone) and other potentially carcinogenic chemicals, etc.
3. The Kyoto Protocol of industrialized nations and Paris Agreement about carbon emissions (GHGs)
4. The generation of alternative jobs and income for growers and industrialization in developing countries (Chen and Chao 2020; Azad et al. 2016).

Thus, the increasing use of bioethanol, as a replacement for fossil fuels, has already been pushed for years, based on competitive core technology models from Brazil and the USA, which, despite being competitive and sustainable, consist of several controversial issues such as: anhydrous and hydrous ethanol prices and end uses, taxes, bioethanol policies and regulatory framework, world markets and drivers, use of different feedstocks, trade policies, flex-fuel vehicle production, market prospects, economic and energetic ethanol balances (inputs/outputs) shares of fuel and energetic balance & gasoline, industrial and beverage ethanol production, byproduct output of wet and dry milling from corn and sugarcane vinasses and development of ethanol byproduct value chain, future ethanol plants and projects as ethanolchemistry, impacts of the gasoline price and additives such as MTBE (Methyl-Tert Butyl Ether), ETBE (Ethyl-Tert Butyl Ether), or TAME (*tert*-Amyl methyl ether) etc, the total cost of producing ethanol biofuel (capital-related or fixed, variable operating, feedstock costs and byproduct and wastes prices), change of agricultural land use for food, feed, destruction of native vegetation, pollution by additional agricultural practices, methodological frameworks and approaches to evaluate the sustainability and environmental impacts such as life cycle assessment (LCA), eMergy, ecological footprint (carbon and water), and Energy Return on Investment (EROI), among many other socio-economic, political, technological and environmental issues (Yang et al. 2020).

Besides, there are other key economic factors:

- Ethanol is more expensive than gasoline and additives mainly in developing countries oil producers, except for Brazil, due to multiple factors influence the biofuels final costs such as the carbon source, crop type, production efficiency, technology among others
- Faces an unfavorable opportunity cost structure in relation to the replacement of gasoline and additives without a holistic program with stakeholder agreements.
- Feedstock price support by government with investments, tax incentives, infrastructure and research available land with high suitability to increase the productivity of current or energy crops such as sugar cane, maize etc. and increase the current agricultural frontier.
- Capital cost support.
- Income tax concessions.
- Excise tax concessions.
- Diversify markets and move gradually towards a flexible sugar mill or integrated biorefinery.
- Guaranteed (captive) markets, such as late model car owners.
- Price guarantees.
- Direct price support from government.
- The recent worldwide increase in flex-fuel automobiles, which that can use gasoline, ethanol fuel or any mixture of them

About 46% of the world's sugar (beet or cane) producing countries and 40% of the corn producers are also ethanol producers. In this regard, Balat and Balat (2009), Sorda et al. (2010); Ji et al (2016); and Ghoddusi, (2017) reviewed the world's fuel ethanol programs, public policies, and mandates. Manochio et al. (2017) provided an extensive overview of ethanol biofuel production processes as 1G and 2G from cane, corn and beet related to energy, carbon emissions and economic indicators.

Moreover, the possibility to increase production capacity in starch- and sugar-based ethanol (first generation, 1 G) and lignocelulosic ethanol (second generation, 2G) through the use of agro-industrial residues, wastes and byproducts as feedstocks in developing countries is a sustainable option because the materials are abundant and have negligible production costs, and labor is qualified and inexpensive. As a result, these regions have great comparative advantages and great potential for competitive advantages for ethanol biofuel and non-fuel production (Alalwan et al. 2019; Chang et al 2017)

The technologies used in current ethanol biofuel production are fairly mature and new advances are coming with the promise of sustainability and competitiveness, because biofuel use can provide air quality benefits in terms of lower emissions of key pollutants, such as carbon monoxide and sulfur dioxide, which leads to several questions: How "Green" is ethanol biofuel?, How large is the world and domestic potential for production?, With ethanol, is there a new future for rural communities as suppliers of raw materials?, What will be the impact on energy security and trade? These questions have been answered by stakeholders in several articles, publications and reports with three fundamental aspects of ethanol fuel (Bian & Liu, 2021; Berchi et al. 2018)

Moreover, the key components of future success for ethanol biofuel are:

1. Feedstocks (ethanol yields per ha, ethanol yields per ton of feedstock, gross feedstock costs per liter of ethanol, energy balance by feedstock)
2. Technology
3. Policy
4. World production will continue to grow strongly

Based in advantages and disadvantages the conclusions drawn by Goldstein, (2016) are:

1. Ethanol produced by biological means is commercially viable and profitable for farmers and producers.
2. Ethanol is another valued entity in the mix of viable energy alternatives, any of which can apply depending on specific circumstances of countries.
3. The ethanol industry is *de facto* a valued partner of the petroleum industry by helping to preserve our energy supply that provides fuel for automobiles.
4. The ethanol industry can be a primary pathfinder, seeking ways via research to show how fuel blends can be more efficient.
5. The industry can serve as a primary resource to lead research to improve the environment based on its actions and the products it can develop and refine.
6. The ethanol industry can provide ways to introduce health benefits to the animal feed industry using byproducts.
7. The industry covers all facets involving the production and use of ethanol.
8. Topics include the optimization of raw materials, energy, capital, software, and human resources to produce ethanol.

2.2. Ethanol fuel facts

There are several reviews published recently concerning first, second, third and fourth generation (1G, 2G, 3G and 4G) ethanol technologies (Khan and Usmani 2016; Aditiya et al. 2016; Jambo et al. 2016; Kumar et al. 2019; Callegari et al. 2020)

These are related to cost-benefit of novel processes and technologies to convert different feedstocks into biofuels and bioproducts (ethanol biorefinery), aiming at the integrated use of these feedstock for value-added biochemicals production with multidisciplinary approaches for sustainability. Likewise, Küüt et al. (2019) reviewed several issues related to ethanol profitability, covering both 1G and 2G ethanol processes, characteristics and advantages as a biofuel, economics, energy and environmental aspects. The issues discussed are: ethanol fermentation systems, yeast physiology to optimize ethanol production and enzymes as processing aids, energy balances of ethanol production, processing and supply chain of feedstocks, physical, chemical and biological pre-treatment of lignocellulosic biomass, liquefaction, fermentation, distillation, anhydrous (water-free) ethanol production with molecular sieves and solvents, analyzing distillation energy consumption and fuel alcohol formulations and blends, co-products from ethanol production with a focus on current challenges and future opportunities of lignocellulose.

It has been fully demonstrated that 1G and 2G ethanol bioethanol have advantages because they are cheaper than fossil fuels, because are obtained through simpler processing, and they offer technical advantages (Balat and Balat, 2009). and competitiveness because the ethanol chemistry (Dagle et al. 2020; Rosales-Calderon and Arantes, 2019).

Therefore, analysis of the advantages or disadvantages of ethanol production should be carried out from different perspectives:

1. Technological. Ethanol is used as a gasoline improver, with the property of boosting octane and reducing engine gas emissions (up to 108 octane). It also has higher flammability limits, higher flame velocity and greater heat of vaporization, In comparison with petroleum gasoline; ethanol is less toxic, biodegradable and generally releases fewer pollutants into the atmosphere (Mohd-Azhar et al. 2017).
2. Environmental. Studies indicate that biofuels can reduce emissions to the atmosphere. The indicators will depend on the type of biomass used and especially the agricultural land from which it is obtained (Palandri et al. 2019; Lewandrowski et al. 2020).
3. Geographical. Research is being carried out by means of simulation models using information from Geographic Information Systems (GIS); data such as agricultural land availability, input costs and environmental factors such as climate and soil are used to predict the productive potential for agro-ecological zones that can be used to increase current productivity and to have a surplus of plantation crops and the cultivation of plant species without food potential or to define low quality soils without a food vocation but with the capacity to nurture alternative plant species for ethanol biofuel production (Avtar et al. 2019).
4. Conversion of marginal lands into productive biomass lands is a subject of vigorous debate related to carbon sequestration and GHG generation; large-scale agricultural system planning should take into account that monocultures focused on the production of ethanol will inevitably have a significant negative impact on biodiversity (Muscat et al. 2019; Pancaldi et al. 2020).

Vanholme et al. (2013) and Tylecote, (2019) reviewed the fundamental aspects of sustainability considering seven major domestic and world issues: (1) integral sustainability, (2) global climate change, (3) biodegradability, (4) urban air pollution, (5) carbon sequestration, (6) national security, and (7) the farm economy.

2.3 Biofuels sustainability

Nunes et al. (2020); Eckert et al. (2018) and Martinez-Hernandez and Samsatli, (2017) concluded with reference to environmental and socioeconomic goals the following elements must be considered: (1) ethanol plants should use biomass as energetic (bagasse, sugarcane trash, straws, husks, shells, forest residues, corn waste) and not fossil fuels as fuel oil or natural gas, (2) cultivation of annual feedstock and energy crops should be avoided on land rich in organic carbon, prioritizing marginal lands (3) ethanol production by-products (mainly vinasses, dried distillers grains and yeast) should be utilized efficiently in irrigation, composting and feed in order to maximize their energy, nutrients, fiber and GHG benefits, (4) nitrous oxide emissions should be kept to a minimum

by means of efficient fertilization strategies, usage of manures and agroecological energy crop management and (5) appropriate methodological frameworks should be implemented to evaluate the ethanol biofuel value chain and sustainability.

If ethanol biofuel is projected to be used in developing countries with a complex number of vehicles of different ages and models, it seems clear that combustion characteristics will need to be evaluated, and adjusted with emission controls devised that will allow ethanol biofuel to meet these environmental standards according the performance of combustion in vehicles. Therefore, it will be desirable to use a low percentage of biofuels in the blends, to allow increasing use in the future according to the climate, elevation and type of vehicles in circulation, and to adapt to changing costs and availability of the ethanol biofuel and fossil fuel components (Tibaquiráet al. 2018).

In relation to the above, the Mexican automobile production industry has no flexible-fuel capability to use an anhydrous bioethanol/gasoline blend and the authorized company to blend ethanol with gasoline in Mexico is *Petróleos Mexicanos* (PEMEX).

3. Data and Methodology

This review was carried out to study the challenges and potential to produce ethanol from sugarcane in Mexico with the analysis of scientific literature proposed by Koutsos et al. (2019) during the last years and to understand their impact on the overall performance of the Mexican sugar mills before the objective of the productive reconversion to ethanol and electric cogeneration plants. These primary data along with secondary data from the sugar industry (technological and socioeconomic statistics) formed the basis for the analysis.

4. Mexican ethanol biorefinery from sugarcane

Sugarcane in Mexico is an agroindustry with 500 years of history that has created producing regions, popular culture and traditions related to sugarcane plantations, trapiches and sugar mills which have been studied by various disciplines such as chemical and agronomic engineering, economy, anthropology, sociology, geography, history, and others by Mexican and foreign researchers.

However, although there are various technological developments and management practices that would increase productivity by reducing pollution, production costs and expanding the value chain beyond the production of sucrose (raw, standard, refined, muscovado etc.), the low level of coordination and holistic solutions among stakeholders mainly farmers, ethanol producers, traders, sugar mill owners, technology and agrochemical companies, government, universities, researchers, shipping firms, logistics companies, PEMEX, CFE, and users of cane derivatives, industrial and beverage ethanol is the main characteristic of this agribusiness.

Furthermore, the political, socio-economic, environmental, business and academic debate of stakeholders, as well as the technologies employed for cogeneration, as a necessary complement for the joint production of ethanol, sugar, steam and electric energy under the concept of biorefining in sugar mills, remain largely unchanged since the establishing of last Decretos cañeros (1991) and the current legislation of 2005 (Law of sustainable development of sugar cane) and the national program

of sugar agroindustry (PRONAC) of each presidential sexennium by the National Sustainable Development Commission of Sugarcane (CONADESUCA).

In this regard, only the production of ethanol derived from molasses is considered in the annual statistical reports. Moreover, the ethanol in turn is imported, for the needs of the domestic food, beverages, chemical and pharmaceutical industries, as non-fuel ethanol or denatured and undenatured ethanol, of at least 80 degrees GL, from countries such as Brazil, the United States, Canada, the United Kingdom, Colombia, Guatemala, and Australia, among others (García-Chávez, 2014).

In the entire sugarcane value chain: raw material production, industrial processes, fermentations, distillation, vinasses uses and several environmental and socioeconomic impacts of the current low production of ethanol (as bioproduct) and low sugarcane yield ($t\ ha^{-1}$) (as raw material) with a high harvested area and sucrose monoproduction (Figures 3 and 4) are constraints of high controversy among stakeholders for future prospects in the use of this renewable feedstock to biofuel and its integration with sugar production in Mexico that have not been resolved.

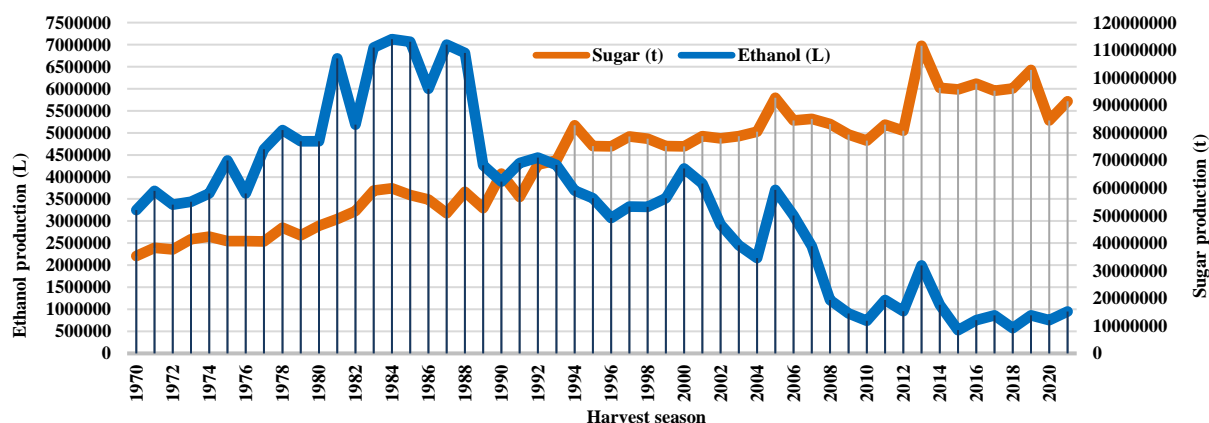


Figure 3. Ethanol and sugar production 1970-2021

Source: Data from CONADESUCA, 2021 and INEGI, 1994

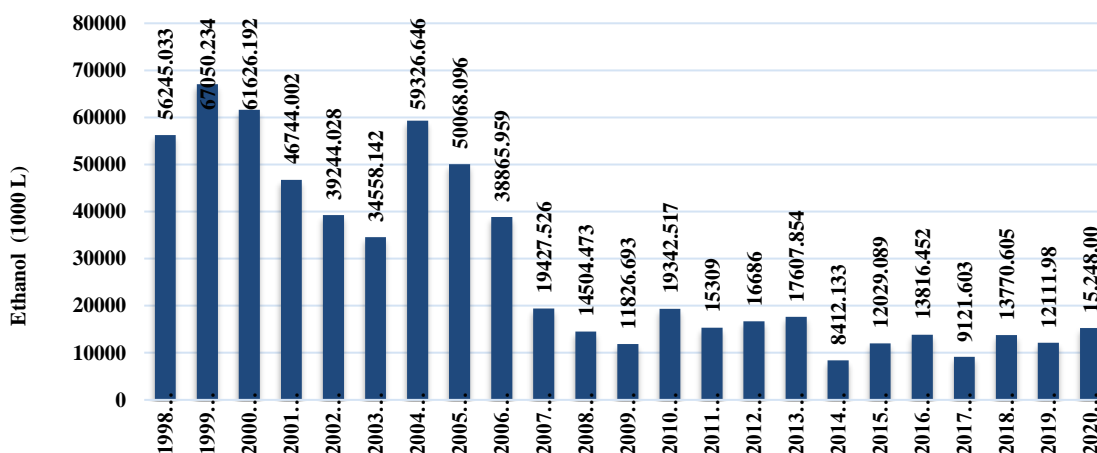


Figure 4. Historical ethanol production from sugarcane

Source: Data from CNPR, 2021 and CONADESUCA, 2021

The indicators show that the sugar industry has displaced ethanol production for several decades, and the sugar mills have a productive structure based on producing exclusively sugar with the increase in the area planted with stagnant or low yields, consequently an underutilization of the technological potential of sugarcane (Figures 5 and 6)

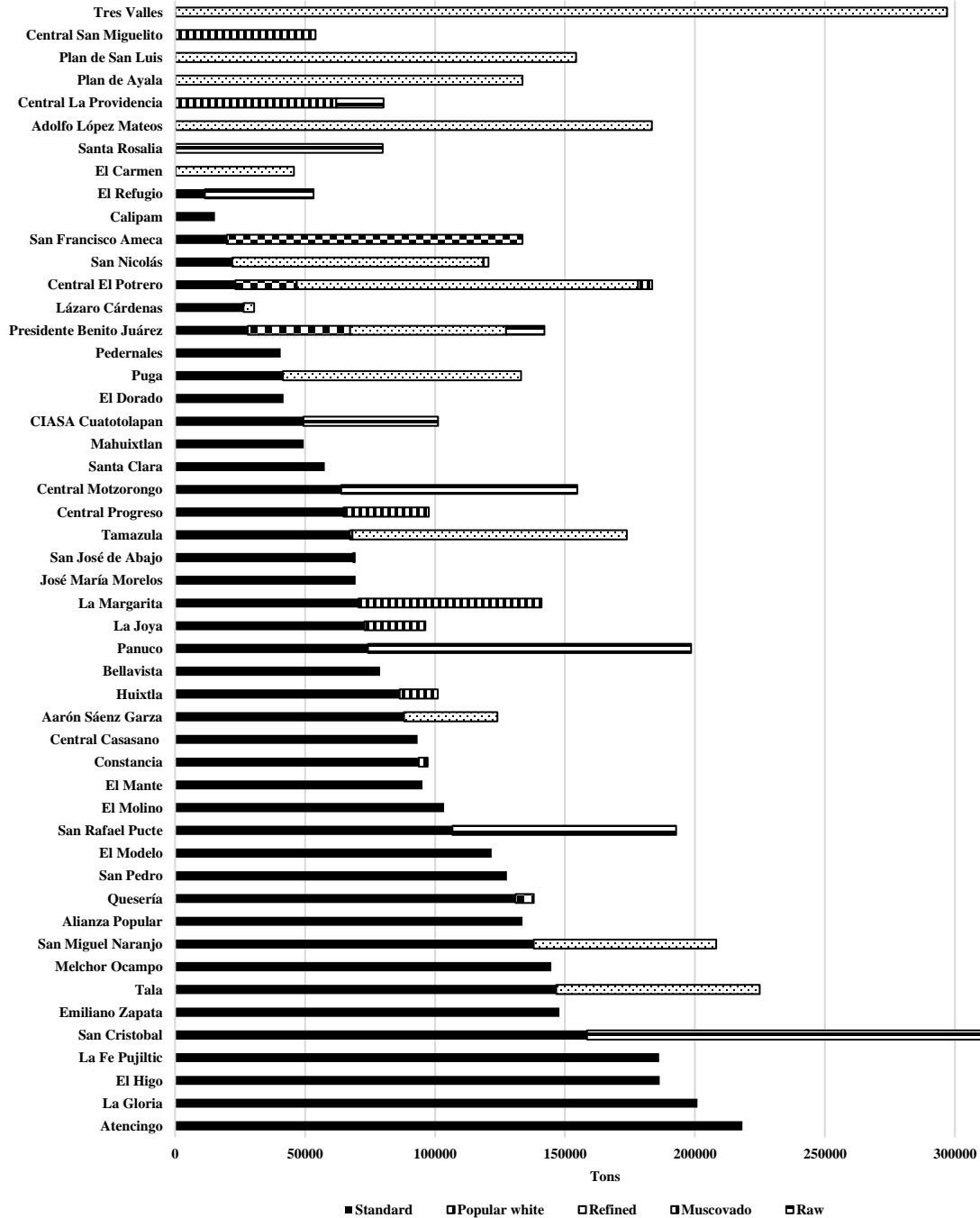


Figure 5. sugar production harvest season 2019/2020
 Source: Data from CONADESUCA, 2021

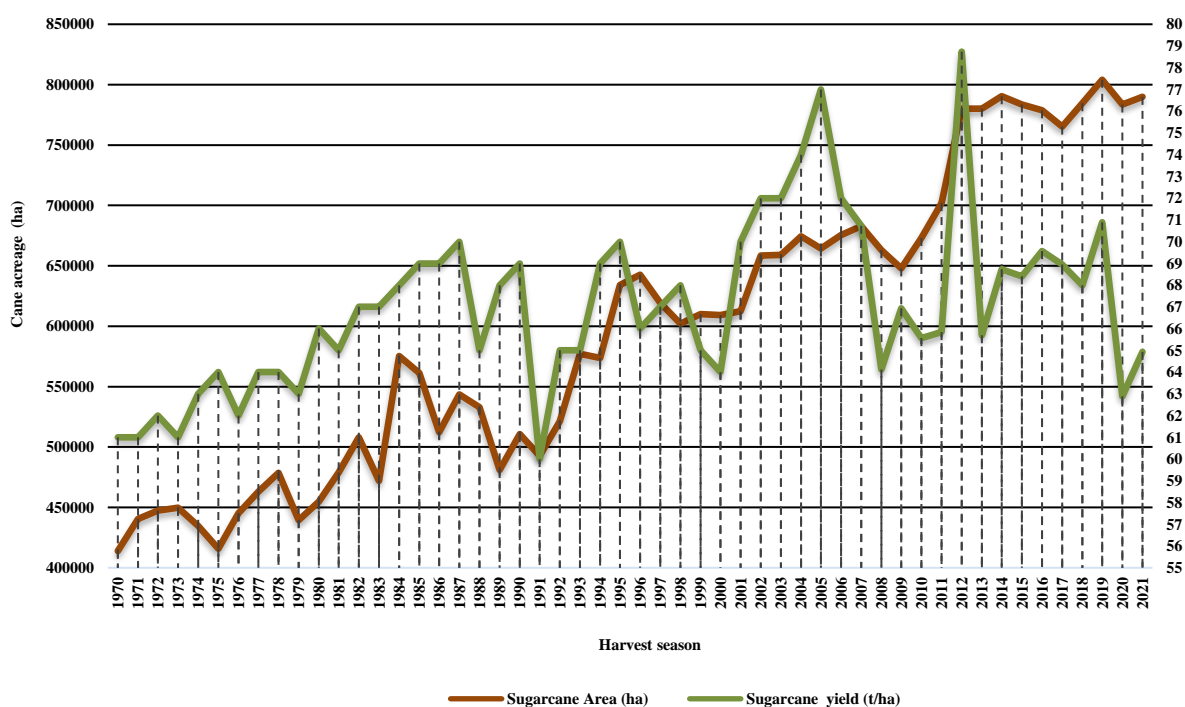


Figure 6. Harvested area and cane yield 1970-2021

Source: Data from CONADESUCA, 2021 and INEGI, 1994

This situation was seen directly during the harvest season 2020/2021 an area of 789,996 ha was industrialized with a cane production of 51,292,545 t with a field yield of 64,93 t ha⁻¹. The sugar production was 5'715,448 t, factory yield 11.14% and agroindustrial yield 7,23 t/ sucrose/ha. The sucrose production was classified by sugar qualities: Refined sugar 1'348,267 t, standard sugar 3'410,438 t, special white sugar 182,721 t, muscovado 35,876 t and raw 738,146 t. and ethanol production of 15'248.167,00 L.

Therefore, the production of ethanol under current conditions is not viable, mainly due to the lack of demand for automobiles, the low productivity of the field without determining a differentiated price of the sugarcane destined for this purpose. There is no program or public policy that allows directing the sugar agribusiness towards improving productivity and/or taking advantage of the opportunities that ethanol represents (Carrillo-Nieves et al. 2019).

Changes are required in the policies that currently support the sugar industry such as the establishment of a free market for sugar cane outside the context of the Sustainable Development Law of Sugar Cane (LDSCA), or linking the price of ethanol to the payment of cane. Encourage investment projects related to the diversification of the uses of sugarcane to transfer technology and capital. The labor-management relations, outside the contract, the related Sugar Industry Laws, and the Sugarcane Production Committee.

The attainment of these targets, to move to a new competitive model of the sugar industry and use of byproducts such as biorefineries and ethanol biofuel, requires major policy decisions which should be taken as soon as possible.

In relation to the above,

1. In Mexico 178 000 growers of sugarcane sell sugar mills
2. Zero child labor achieved in all sugar factories
3. Commitments of zero child labor in field (OIT program) and sugarcane cutter certification
4. Education provided to elderly people working in sugar mills
5. Bonsucro and other certifications in progress in some sugar mills
6. Numerous sugar cane producing regions are agroecologically suitable and have comparative advantages

Additionally, its necessary to make better decisions on technological and socioeconomic issues, agricultural land management, agroindustrial byproducts disposal, stakeholder opinions and formulation, monitoring and implementation of public policies under uncertain conditions and domestic needs of cane regions

Notwithstanding, the lack of efficient public policies for Mexican sugarcane agroindustry makes it difficult for stakeholders such as growers, and investors of sugar mill owners to make informed decisions about the economic viability of entire cane biomass utilization for ethanol biofuel. Besides the price paid for sugar cane in Mexico is high and there is no value addition with the production of biofuels, cogeneration and other bioproducts (Figure 7)

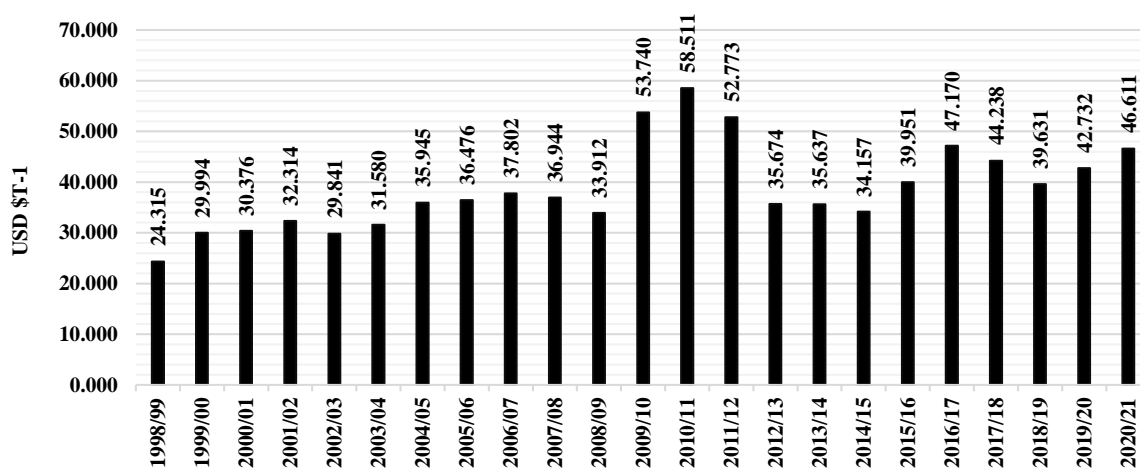


Figure 7. Cane price paid for sugar cane in Mexico by sugar mills (USD / t)

Source: Data from CONADESUCA, 2021

Therefore, the high price of cane as a raw material for sugar has created a productive inertia and is a factor that, together with stagnant productivity, limits the diversification of cane stalks and harvest residue towards other business options or is marginal such as piloncillo and livestock production.

In the particular case of the ethanol, the global trend has been driven mainly by environmental pollution and the reduction of oil reserves. Efforts have focused by Mexican researchers on the development of several technologies to achieve greater efficiency and

performance in yield of ethanol with high profits. However, it is necessary to analyze the implications of ethanol biofuel from a perspective that allows to approach the factors complexity involved in the context of each region or sugar mill to obtain ethanol biofuels and bioproducts from byproducts (vinasse, yeast, CO₂) by observing the socio-economic generation and use of raw materials, available and future technologies, political, spatial, technological and environmental implications of the transition to a biofuel economy (Islas-Samperio et al. 2020; Aguilar-Rivera et al. 2019; Carrillo-Nieves, et al. 2019).

In Mexico, according to Islas-Samperio et al. (2020) and Aburto and Hernandez, (2020), there are technological, environmental and social conditions (soil, raw materials, qualified labor, etc.) through multidisciplinary research, carried out by researchers at universities and research centers. Consequently, there are comparative and competitive advantages for the production of ethanol from sugarcane to improve the performance of gasoline and mainly reduce Volatile organic compounds (VOCs) from gasoline evaporation (Mugica-Alvarez et al. 2020). However, to date there are no concrete agreements so that national ethanol producers (sugar mills) can sell a potential production to Petroleos Mexicanos (PEMEX) and the parastatal company carry out the logistical and technological operations for the mixture and distribution of gasoline and ethanol as established by the official Mexican standard NOM-016-CRE-2016, about the maximum content of ethanol in gasoline at the national level with reductions of ozone (O₃), especially the Metropolitan Zones of the Valley of Mexico, Guadalajara and Monterrey based in research results of the use of ethanol in gasoline (Koupal and Palacios, 2019) and other pollutants not derived from the combustion of ethanol

In relation to the above, it is required a national ethanol program developed by the stakeholders of the sugar industry that allows: Revalue the inertial cultivation of sugar cane so that the sale price does not depend exclusively on the volatility and geopolitics of sugar in the national and international market, which each year loses profitability and competitiveness due to the incorporation of other sweeteners such as corn syrup of high fructose (HFCS) and stagnant sugarcane productivity or affected by environmental factors, the burning of cane fields, conventional management practices, the impact of climate change and others and the marginal reconversion or productive diversification.

Self-sufficiency of ethanol for all industrial uses, pharmaceuticals, perfumery beverages and currently for the production of antibacterial gel and reduce imports

Installation of new distilleries in the face of uncertainty in current public policies and future prospects in renewable energies

Therefore, if the complexity generated by the lack of agreements between the stakeholders for a national ethanol program is resolved, the following scenarios should be considered:

1. Establish production from the main agribusiness in Mexico, that is, the sugarcane industry due to experience in cultivation and processing, existing technology that can be significantly improved with technological developments by Mexican researchers to increase productivity and profitability without involving considerable increases of new agricultural land, water and inputs or compromise the production of food, sucrose or molasses in all its types under national and regional conditions

2. Initiate an ethanol production program in the main sugarcane producing area, the state of Veracruz, which presents ideal agroecological conditions today underused as the most important university in the southeast with a postgraduate degree in sugarcane and numerous research centers and technological institutes, technological universities, besides high poverty and rural marginalization that could be improved by creating infrastructure for the production of sugarcane and ethanol. This scheme represents for Mexico an opportunity for employment, investment and promotion of other types of alternatives for the main producing state of the sugarcane agribusiness.
3. If PEMEX does not have technological or financial capabilities for the production and distribution logistics infrastructure to handle ethanol-gasoline mixtures, encourage private investment that could come directly from sugar groups. However, it is not ruled out that PEMEX and CFE give certainty regarding the use of bioenergy in the medium term.
4. The sugar groups could satisfy the national demand for ethanol and electric energy cogeneration, export and explore the production of Second-Generation ethanol and chemical ethanol as a complement to the production of first-generation ethanol (Bautista-Herrera et al. 2021)

The self-sufficiency of ethanol in its anhydrous or hydrated type to satisfy the current needs of the food and beverage, pharmaceutical, perfumery industries, and as a biofuel or oxygenate for gasoline requires the transition of the current sugar agribusiness in three options.

1. Reconversion of mills very low productivity sugar mills (high consumption of external energy such as fuel oil or electrical energy), low level of utilization of installed capacity and high level of losses in the handling of cane to distilleries based on cane juice, molasses or both.
2. The revitalization of distilleries attached to most efficient sugar mills considering the use of cane juice, molasses A, B or C and energy self-sufficiency with harvest residues and bagasse.
3. The installation of autonomous distilleries based on cane juice or molasses.

In all three cases, it is essential to consider the gradual reduction of the harvest with the burning of cane fields, agroecological cultivation, optimization of inputs and technical irrigation and good management practices to increase productivity with the same area and therefore the increasing availability of the residue of harvest as an energy source in the own distillery, sugar mill and a cogeneration system and other derivatives (Klein et al. 2019; Cardoso et al. 2019).

Besides is fundamentally necessary to establish a constant link with universities and research centers to optimize the processes of sustainable production of sugarcane, sugar, anhydrous and hydrated ethanol, handling of by-products, and logistics, administrative, financial and environmental management processes and looking for ISO certifications and BONSUCRO.

In a national sugarcane biofuel ethanol program, entrepreneurs and owners of sugar mills must strongly consider various aspects such as strategic relationships with stakeholders, conflicting goals and participation of the automotive industry, economic valuation, finance and business strategy, carbon, capitals, and futures markets, climate change risk management and corporate social

responsibility (CSR) (Figure 8) because ethanol projects are highly strategic, therefore their valuation should not be based solely on technological or market analysis, but on real options and other industry-specific methodologies.

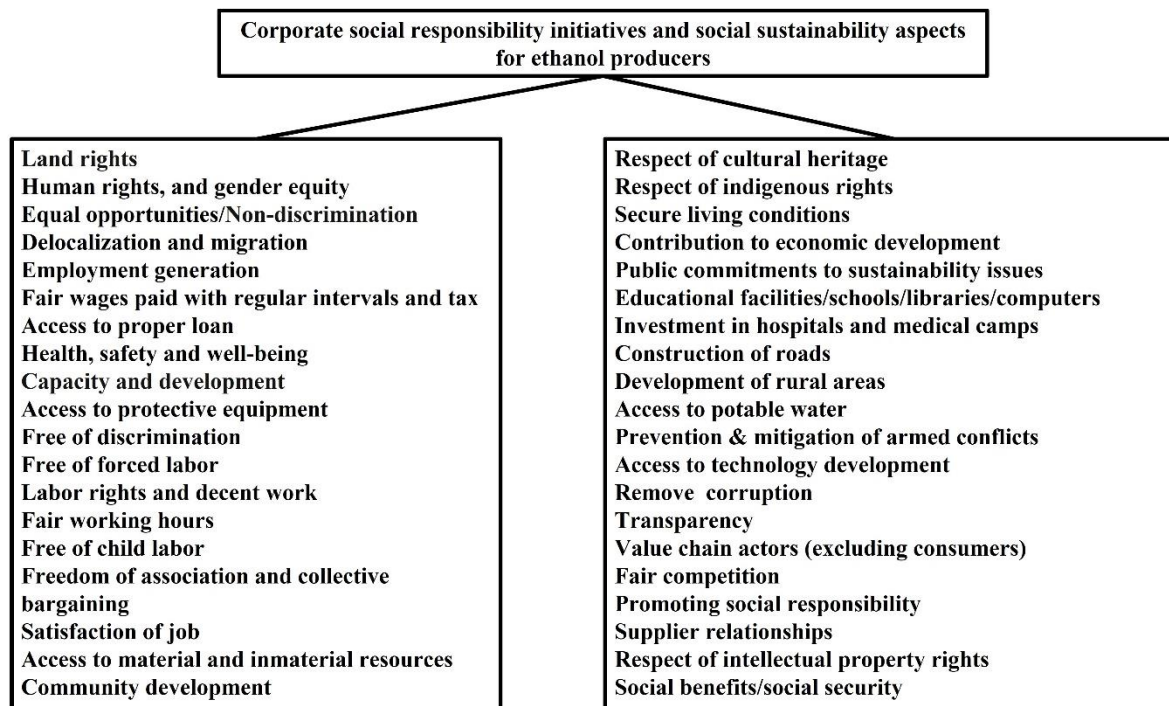


Figure 8. corporate social responsibility (CSR) for ethanol industry
Source: Data from Sawaengsak et al. 2019; De Rosa, 2018; Souza et al. 2018

The ethanol program in the state of Veracruz should consider several stages to resolve multidimensional limiting factors step by step according to López-Ortega et al. (2021) and Klein et al. (2019) employ some of the expertise acquired by Brazil during its transition from typical sugar mills into advanced biorefineries or integrated sugar-agro-complex to retrofit the Mexican sugar industry (Figure 9)

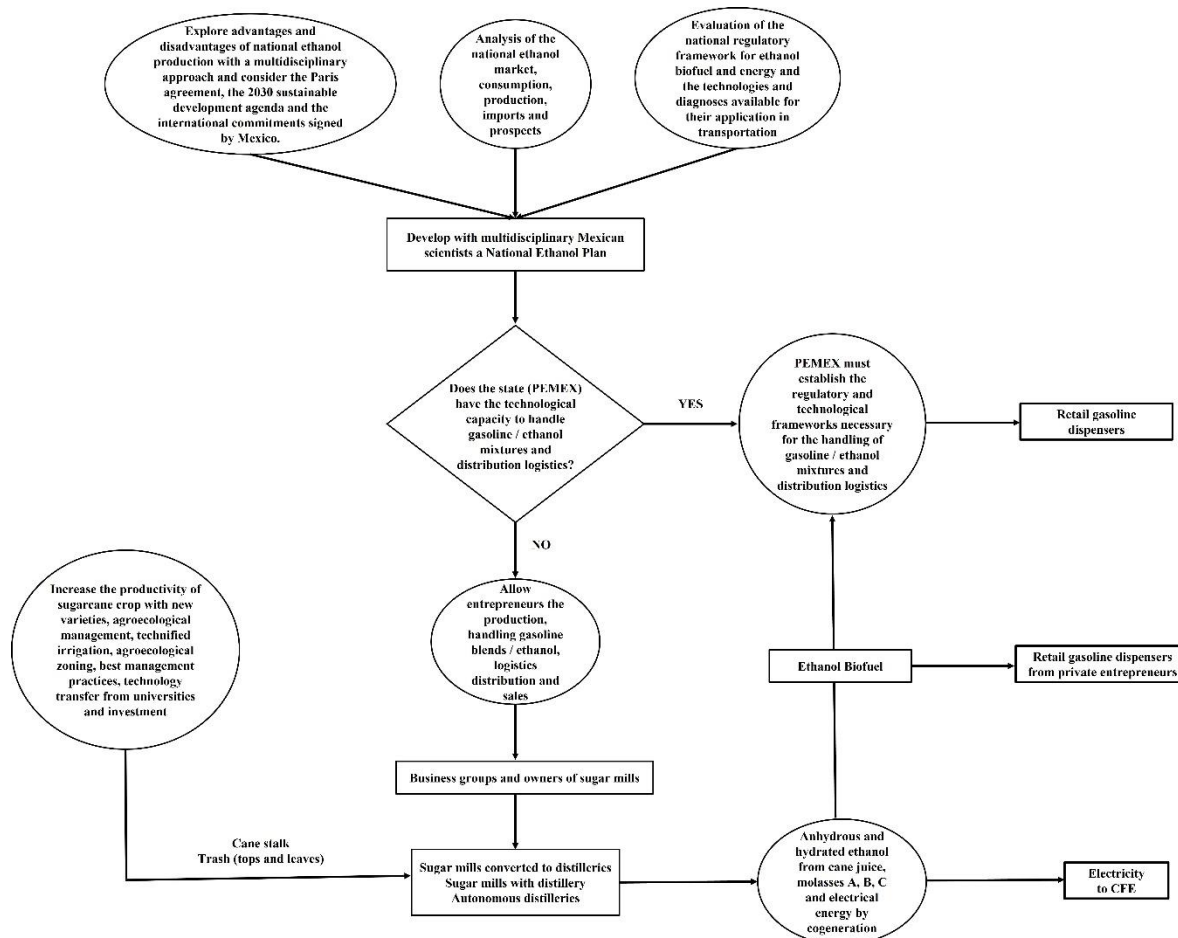


Figure 9. National program of ethanol biofuel from sugarcane

6. Veracruz Mexico and the challenges for the production of sugar, ethanol and energy

The state of Veracruz covers an area of 71,826 km² in northeast Mexico. The climate is warm subhumid and warm humid, with an average annual temperature of 23 °C and average annual rainfall of 1,500 mm. It is Mexico’s third most populous state with 8,112,505 inhabitants. In addition, 38,9 % of the population in the state lives in towns with less than 2,500 inhabitants, making it the state with the largest rural population in the country. The state is made up of 212 municipalities,

Veracruz is the third state of 32 with the largest population in poverty with where the 33 % are indigenous. Today, Veracruz residents are subject to increasing insecurity due to the rise in organized crime activity, including drug trafficking. Nationally, Veracruz is the state with the fourth lowest Human Development Index (HDI), just after Chiapas, Oaxaca and Guerrero. At the same time, state residents suffered the greatest decrease in real labor income in the period 2010 to 2020 and a considerable number of people live in extreme poverty (Table 1).

Table 1. Poverty indicators in Veracruz (%)

Poverty /Year	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Population in poverty	51,2	57,6	52,6	58,0	62,2	60,2	58,6
Population in moderate poverty	34,3	38,8	38,4	40,9	45,8	44,0	44,7
Population in extreme poverty	16,8	18,8	14,3	17,2	16,4	16,1	13,9
Vulnerable population due to social deprivation	32,7	23,6	30,6	24,8	19,9	20,7	21,7
Vulnerable population by income	3,1	4,5	4,0	5,0	5,0	7,0	5,9
Non-poor and non-vulnerable population	12,9	14,3	12,8	12,2	12,9	12,2	13,7
Social deprivation							
Population with at least one social deprivation	83,9	81,2	83,2	82,8	82,1	80,9	80,4
Population with at least three social deprivations	46,7	41,9	36,9	37,3	33,4	35,0	36,8
Indicators of social deprivation							
Educational backwardness	28,4	25,8	25,8	27,8	25,7	26,4	27,8
Lack of access to health services	42,9	34,9	25,7	21,7	19,4	16,7	31,0
Lack of access to social security	72,1	69,2	68,5	68,5	68,0	65,7	65,2
Lack of quality living space	30,5	24,0	19,7	16,8	17,5	16,9	15,0
Lack of access to basic housing services	42,7	39,3	39,2	40,0	39,2	42,1	37,8
Lack of access to food	25,6	26,1	28,2	30,0	22,2	28,5	24,4
Wellness							
Population with income below the extreme poverty line by income	20,8	27,8	24,0	29,2	30,6	26,2	24,4
Population with income below the income poverty line	54,3	62,1	56,6	63,0	67,1	67,1	64,5

Source: CONEVAL 2021

In contrast, it has the geographical, climate and soil conditions conducive to carrying out competitive agricultural activities as agriculture, livestock farming, forestry, hunting or fishing; however, low returns are obtained. There are several product systems operating in the state that cover the most economically important crops in Mexico. However, most of these crops require a larger acreage to reach these indicators, one of the most important being sugarcane (Figure 10).

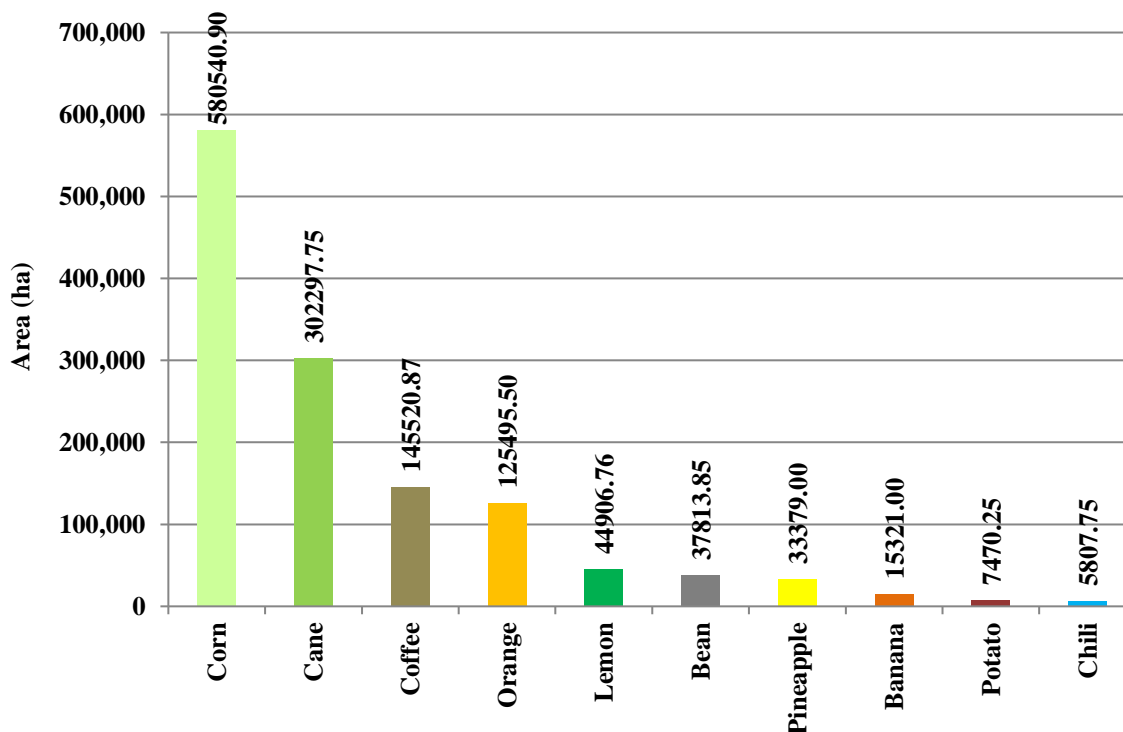


Figure 10. Crop area of Veracruz, Mexico
 Source: Data from SIAP, 2021

In this context, the agricultural sector has two major challenges. On the one hand, the productive performance of crops such as sugarcane, fruit species and other crops with potential must be improved through the accumulation of capital by small producers, because the 10 most important crops represent 88% of the planted area of the state of Veracruz and their conversion to more productive crops and the use of byproducts with a firm basis in sustainability and the circular bioeconomy is a priority. Moreover, the great variety of crops that are cultivated should use sustainable technologies to increase productivity and the value chain by exploiting the state's comparative advantages.

In this sense, in the state of Veracruz there are 173 municipalities where sugar cane is grown for delivery to sugar mills, trapiches, livestock farmers as survival food and other uses of which 92 are the most significant for the sugar agroindustry having the indicators presented in table 2 and Figure 11

Table 2. Sugar industry indicators in Veracruz Mexico

Indicator/Harvest season	1999/2000	2019/2020	Difference (%)
Cane production			
Number of sugar mills installed	22	18	-18,182
Average duration of crushing (Days)	173	148	-14,451
Average cane yield (t/ha)	74,17	56,587	-23,706
Sugar yield (t/ha)	8,111	5,766	-28,911

Area under sugarcane cultivation (ha)	241256	325405	34,880
Sucrose % cane	13,490	13,349	-1,045
Fibre % cane	13,14	13,421	2,139
Cane harvested with burning (%)	93,3	90,063	-3,469
Cane mechanically harvested (%)	7.110	12.554	76,568
Cane mechanically loaded (%)	76,281	73,018	-4,278
Sugarcane price (\$/t)	30,8	43,75	42,045
Sugar mill			
Sugarcane production (t)	17262712	17630181	2,129
Brix % clarified juice	16,270	15,38	-5,470
Sucrose loss (%)	2,25	2,358	4,800
Sucrose recovery rate (%)	82,883	81,088	-2,166
Sugar mill Yield (%)	11,01	10,191	-7,439
Total time loss (%)	25,90	17,33	-33,089
By products			
Sugar (t)	1956940	1876437	-4,114
Raw sugar (t)	807053	1383021	71,367
Refined Sugar (t)	1121062	490114	-56,281
Muscovado Sugar (t)	28825	3304	-88,538
Ethanol (L)	41778451	1841991	-95,591
Ethanol per tonne of molasses	290,75	235,639	-18,955
Molasses (85° Brix Total)	618105	713691	15,464
Molasses per tonne of cane	36,048	38,759	7,521
Molasses for ethanol (t)	70907	7817	-88,976
Filter Mud (Filter Cake) (t)	741761	866495	16,816
Filter Mud (% cane)	4,487	4,915	9,539
Bagasse (t)	5175583	5457673	5,450
Bagasse % cane	29,17	29,639	1,608
Bagasse for derivatives (t)	437117	10392	-97,623
Cogeneration (KWH)	268846821	488124576	81,562
Steam generation (energy) (t)	10664242	10166781	-4,665
Energy and termal balance			
External electricity (KWH)	15031898	15063889	0,213
Petroleum consumed in sugar mill (L)	296437388	7664012	-97,415
Petroleum (consumption per tonne of cane)	13,575	0,378	-97,215
Electricity consumption per tonne of cane	16,527	17,528	6,057
Steam (consumption per tonne of cane)	0,610	0,552	-9,508

Source: CNPR, 2021, CONADESUCA, 2021

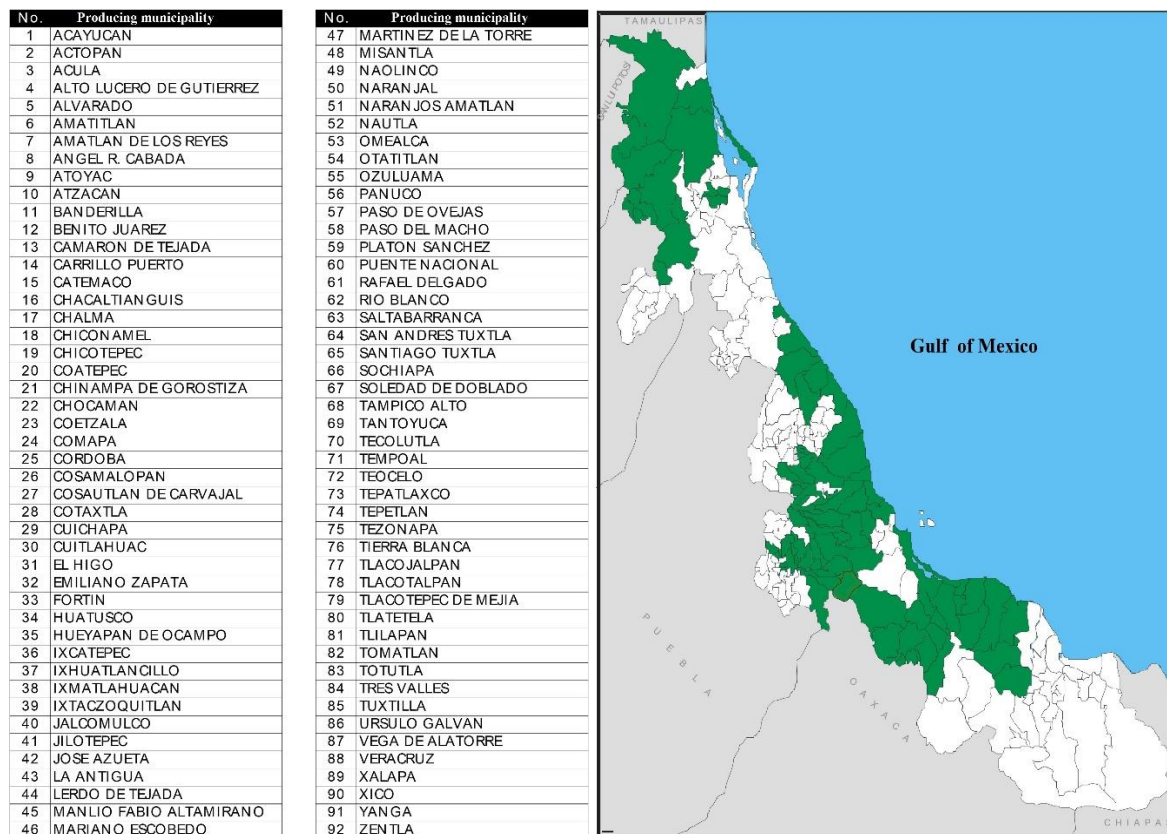


Figure 11. Sugar cane producing municipalities for sugar mills

In the 2020/2021 harvest season there was a planted area of 302,297.75 ha, 294,777.75 ha harvested with an average productivity of 65,083 tha^{-1} distributed in 18 supply areas to sugar mills (Table 3)

Table 3. Sugar industry indicators in Veracruz Mexico harvest season 2020/2021 (Zafranet, 2021)

Sugar mill	Cane yield (t/ha)	Factor y yield (%)	Agroindustria l yield (t/ha)	Factory efficienc y (%)	Pol % cane	% Fiber	Purity of mixed juice (%)
El Modelo	92,298	10,339	9,54	80,494	12,778	14,544	83,078
La Gloria	83,09	11,126	9,24	83,58	13,27	14,422	80,954
Mahuixtlán	69,519	10,548	7,33	84,991	12,34	12,751	83,332
Central San Miguelito	68,422	9,935	6,8	81,736	12,037	13,388	77,616
Pánuco	66,068	11,25	7,43	80,229	13,926	14,732	83,799
Central Motzorongo	64,907	10,642	6,91	82,475	12,813	12,44	81,63
San Nicolás	64,105	9,909	6,35	79,969	12,357	13,56	80,905

Central El Potrero	63,738	10,714	6,83	77,724	13,771	13,121	83,671
El Higo	63,478	11,275	7,16	83,501	13,426	13,391	80,963
Plan de Ayala	62,307	11,765	7,33	81,114	14,493	13,127	83,899
San José de Abajo	62,019	10,432	6,47	78,894	13,399	13,437	80,769
San Pedro	61,245	9,4	5,76	81,865	11,447	13,598	77,81
Central La Providencia	60,484	10,717	6,48	83,253	12,763	13,633	80,433
El Carmen	59,998	8,479	5,09	75,209	11,243	14,245	78,894
Constancia	57,992	10,069	5,84	82,98	12,079	13,4	76,939
Tres Valles	51,471	11,014	5,67	83,611	13,16	14,829	83,672
CIASA (Cuatotolapam)	51,405	11,237	5,78	83,234	13,408	14,096	82,552
Central Progreso	51,391	12,302	6,32	83,847	14,595	13,317	83,959
San Cristóbal	50,6	10,273	5,2	81,004	12,582	14,96	79,516
Average	65,083	11,151	7,26	82,428	13,227	13,261	80,493

The cultivation and processing of sugarcane, according to its indicators in 20 years and the last harvest season (2020/2021) represents an inertial and stagnant agribusiness, without growth options that are reflected in a decrease in the production of superior quality sucrose such as refined and muscovado, an increase in the production of low quality sugar as standard and raw, the disastrous reduction of 95.6% in the production of ethanol in addition to a reduction in the field and agro-industrial yield with increase in the harvested area, generation of by-products and the price of sugarcane on the rise due to an increase in production costs and low profitability. Among the indicators, the almost total reduction in oil consumption is important, but agribusiness is still dependent on external electricity. Some of the causes are:

- Smallholder ejidal agriculture
- Deforestation by the slash-and-burn method to expand the agricultural frontier
- Lack of application of precision agriculture strategies, agro-ecological zoning, subdivision and compaction of ranches, best management practices that increase productivity, profitability and reduce production costs
- Inertial management practices based on experience in monoculture and burning harvesting for old crop varieties
- High use of agrochemicals without technical recommendations
- Low technology transfer in sugarcane production and processing in sugar mills
- Rainfed cultivation highly vulnerable to environmental changes (rains, floods, droughts and their consequences)
- Monoculture for the mono production of sugar supported by public policies, federal government institutions, unions and owners of sugar mills

Therefore, significant changes are required in monoculture, the productive structure, energy self-sufficiency, production costs and profitability and in general the revaluation of sugarcane and

by-products within the approaches of circular bioeconomy and sustainable development in the face of changes in the global sugar consumption patterns that will necessarily imply a reduction in the demand for this sweetener and the potential projects to diversify the use of sugarcane (sucrochemical, ethanolchemical, lignochemical, etc.).

7. Agroecological zoning of sugarcane cultivation

The regionalization or agroecological zoning of the sugarcane crop is a tool that would allow the evaluation and determination of the productive surface susceptible to the implementation of bioenergetic projects for the production of anhydrous ethanol and the cogeneration of electrical energy, defining the zones and the potential in tons of sugarcane per hectare and the agro-industrial yield, in liters of ethanol and KWH per ton of sugarcane that allows a profitable and synergistic sharing. That is, to produce raw material, with the current surface area, reducing inputs mainly fuels, agrochemicals, land and water and consequently reducing production costs, environmental impacts and optimizing inputs, variety replacement, reducing the harvest with burning and generating new productions of harvest waste, management of impacts of climate change, direction of management practices, mechanization and harvest, minimizing restrictions or limiting factors to the possible expansion of crop in the future.

For the agroecological zoning modeling, the MaxEnt software (Gao et al. 2021; Kogo et al. 2019) was used, which is based on the maximum entropy theory, whose mathematical foundation determines the environmental variables that intersect at the georeference point of the presence of the crop to be analyzed generating zoning as a spatial decision-making instrument generating cartography in a Geographical Information System (ESRI ArcMap 10.1), (Figure 12)

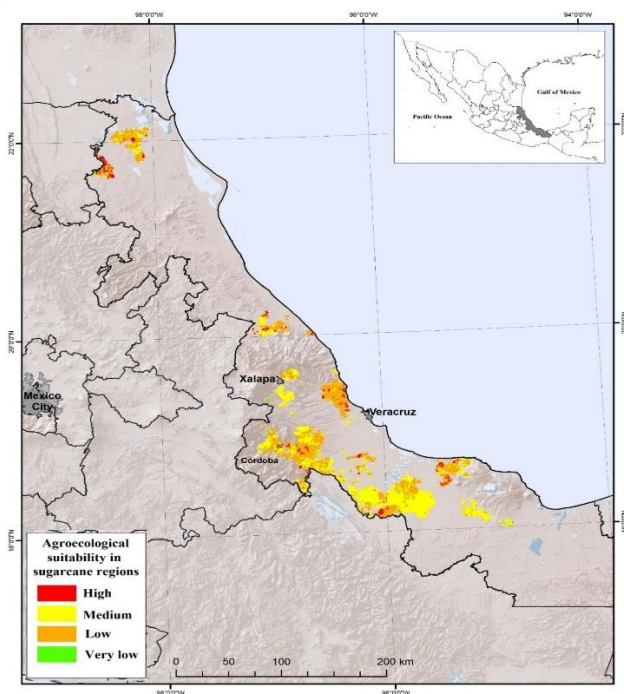


Figure 12. Agroecological zoning of cane areas in Veracruz, México

Of the total of the Veracruz area currently destined to the cultivation of sugarcane, 4.186% presented an average aptitude or high agroecological potential, 57, 114% medium 38.643% low and 0.057% very low. As a result, sugarcane production in different regions of sugar mills needs different use of new crop varieties, environmental management techniques and stakeholders participation to increase productivity reducing cost.

Sugarcane regions of high potential are located in the Higo Sugar Mill, medium potential areas are grouped around El Modelo, La Gloria, Central El Potrero, San José de Abajo, Central San Miguelito, San Pedro, Panuco, Central Progreso, La Constancia, San Nicolás, Central Motzorongo, Central La Providencia and El Carmen sugar mills. Most of the area with low potential is in the region of Mahuixtlan, CIASA Cuatotolapan, San Cristobal and Tres Valles areas

8. Strategies to produce ethanol in sugar mills

Evaluate the distance and strategic location to mixing and distribution centers and in the future to PEMEX refineries.

Incorporate cogeneration schemes in the mills for the steam and energy needs of the sugar and ethanol production processes and the surplus can be offered to CFE and / or associated companies or nearby cities.

Employ adequate technology and infrastructure for the treatment of stillage to agricultural irrigation and considering the recovery of yeast as livestock feed.

For sugar groups, it may be envisaged that one or two sugar mills in the group displace the equivalent of excess cane or molasses in ethanol production, in addition to their sugar production.

Increase competitiveness by reducing production costs and establish technological strategies for the flexibility of ethanol processes based on the fermentation of molasses A, B, C, cane juice or any combination of them according to the demand of the national or international market for ethanol, molasses and sugar

Therefore, the sugar mills must evaluate the infrastructure required for the production of sugar, ethanol and electrical energy such as: process equipment, civil infrastructure, electrical installations, instrumentation / automation, detailed engineering, environmental control and water treatment, generation of steam, batey and extraction (increased milling capacity), distillery, modifications in the sugar factory, turbines and power generation, industrial inputs, by-product management, professional services for administration and operation, among others.

9. Conclusions and prospects

The problems related to generation of greenhouse gases, have become more pronounced in recent years due to the rapid pace of development towards modernization throughout the world. Therefore, the sustainable production of biofuels is a priority in Mexico in terms of improving energy security, environmental protection, and the well-being of the population. The state of Veracruz, Mexico, an impoverished region with social conflicts and an economy heavily oriented towards agricultural and livestock activities with comparative and competitive advantages for the production of sugar cane

presents a real potential for the production of biofuel ethanol. This work showed that even with conventional technologies, cane stalks, molasses and trash can be successfully transformed into ethanol and new value chains can be started to reduce rural poverty and dependence on gasoline additives. At the same time, it is necessary a program with stakeholders for the use of cane and agro-industrial by-products in bioproducts

References

- [1] Abdulkareem-Alsultan, G., Asikin-Mijan, N., Lee, H. V., & Taufiq-Yap, Y. H. (2020). Biofuels: Past, Present, Future. In *Innovations in Sustainable Energy and Cleaner Environment* (pp. 489-504). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9012-8_21
- [2] Aburto, J., & Hernandez, E. (2020). Is sugarcane a convenient feedstock to provide ethanol to oxygenate gasolines in Mexico?: a process simulation and techno-economic-based analysis. *Frontiers in Energy Research*, 8, 378. DOI: 10.3389/fenrg.2020.612647
- [3] Aditiya, H. B., Mahlia, T. M. I., Chong, W. T., Nur, H., & Sebayang, A. H. 2016. Second generation bioethanol production: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 631-653. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.015>
- [4] Aguilar-Rivera, N., Serna-Lagunes, R., Michel-Cuello, C., & Trujillo-Mata, A. (2019). Upgrading comparative and competitive advantages for ethanol fuel production from agroindustrial crops in developing countries: Mexico as a case study. In *Bioethanol Production from Food Crops* (pp. 401-415). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813766-6.00020-5>
- [5] Aguilar-Rivera, N., Michel-Cuello, C., Serna-Lagunes, R., de Jesús Debernardi-Vázquez, T., & Trujillo-Mata, A. (2019). Ethanol Production from the Mexican Sugar Industry: Perspectives and Challenges. In *Sugarcane Biofuels* (pp. 203-235). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18597-8_10
- [6] Alalwan, H. A., Alminshid, A. H., & Aljaafari, H. A. (2019). Promising evolution of biofuel generations. Subject review. *Renewable Energy Focus*, 28, 127-139. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2018.12.006>
- [7] Arancon, R. A. D., Lin, C. S. K., Chan, K. M., Kwan, T. H., & Luque, R. (2013). Advances on waste valorization: new horizons for a more sustainable society. *Energy Science & Engineering*, 1(2), 53-71. <https://doi.org/10.1002/ese3.9>
- [8] Arnold, M., Tainter, J. A., & Strumsky, D. (2019). Productivity of innovation in biofuel technologies. *Energy policy*, 124, 54-62. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.09.005>
- [9] Avtar, R., Sahu, N., Aggarwal, A. K., Chakraborty, S., Kharrazi, A., Yunus, A. P., ... & Kurniawan, T. A. (2019). Exploring Renewable Energy Resources Using Remote Sensing and GIS—A Review. *Resources*, 8(3), 149. <https://doi.org/10.3390/resources8030149>
- [10] Azad, A. K., Rasul, M. G., Khan, M. M. K., Sharma, S. C., Bhuiya, M. M. K., & Mofijur, M. (2016). A review on socio-economic aspects of sustainable biofuels. *International Journal of Global Warming*, 10(1-3), 32-54. <https://doi.org/10.1504/IJGW.2016.077903>
- [11] Balat, M., & Balat, H. 2009. Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel. *Applied energy*, 86(11), 2273-2282. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.03.015>
- [12] Banerjee, S., Kaushik, S., & Tomar, R. S. (2019). Global Scenario of Biofuel Production: Past, Present and Future. In *Prospects of Renewable Bioprocessing in Future Energy Systems* (pp. 499-518). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14463-0_18
- [13] Bautista-Herrera A, Ortiz-Arango F, Álvarez-García J. Profitability Using Second-Generation Bioethanol in Gasoline Produced in Mexico. *Energies*. 2021; 14(8):2294. <https://doi.org/10.3390/en14082294>

- [14] Berchin, I. I., Da Silva, S. A., Bocquillon, P., Fornasari, V. H., Ribeiro, L. P. C., Ribeiro, J. M. P., & de Andrade, J. B. S. O. (2018). Contributions of public policies to greening sugarcane ethanol production in Brazil. In *Towards a Sustainable Bioeconomy: Principles, Challenges and Perspectives* (pp. 375-393). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73028-8_20
- [15] Bian, Z., & Liu, D. (2021). A Comprehensive Review on Types, Methods and Different Regions Related to Water–Energy–Food Nexus. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(16), 8276. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168276>
- [16] Callegari, A., Bolognesi, S., Ceconet, D., & Capodaglio, A. G. (2020). Production technologies, current role, and future prospects of biofuels feedstocks: A state-of-the-art review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, *50*(4), 384-436. <https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1629801>
- [17] Cardoso, T. F., Watanabe, M. D. B., Souza, A., Chagas, M. F., Cavalett, O., Morais, E. R., ... & Bonomi, A. (2019). A regional approach to determine economic, environmental and social impacts of different sugarcane production systems in Brazil. *Biomass and Bioenergy*, *120*, 9-20. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.10.018>
- [18] Carrillo-Nieves, D., Alanís, M. J. R., de la Cruz Quiroz, R., Ruiz, H. A., Iqbal, H. M., & Parra-Saldívar, R. (2019). Current status and future trends of bioethanol production from agro-industrial wastes in Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *102*, 63-74. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.11.031>
- [19] CONADESUCA (2021). 7 Informe Estadístico del Sector Agroindustrial de la Caña de Azúcar en México, zafras 2009-2010 / 2019-2020. http://conadesuca.gob.mx/DocumentosExternos/7_Informe_Estadistico.pdf
- [20] CONEVAL (2021). Estadísticas de pobreza en Veracruz <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Veracruz/Paginas/principal.aspx>
- [21] Chang, W. R., Hwang, J. J., & Wu, W. (2017). Environmental impact and sustainability study on biofuels for transportation applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *67*, 277-288. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.020> Get rights and content
- [22] Chen, Y., & Chao, Q. (2020). Implementing the Paris Agreement: Forging Ahead Despite Challenges. In *Annual Report on China's Response to Climate Change (2017)* (pp. 1-6). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9660-1_1
- [23] CNPR (2021) Estadísticas históricas de la industria azucarera <http://caneros.org.mx/historica/>
- [24] Dagle, R. A., Winkelman, A. D., Ramasamy, K. K., Lebarbier Dagle, V., & Weber, R. S. (2020). Ethanol as a renewable building block for fuels and chemicals. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, *59*(11), 4843-4853. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.9b05729>
- [25] De Rosa, M. (2018). Land use and land-use changes in life cycle assessment: green modelling or black boxing?. *Ecological Economics*, *144*, 73-81. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.07.017>
- [26] Eckert, C. T., Frigo, E. P., Albrecht, L. P., Albrecht, A. J. P., Christ, D., Santos, W. G., & Egewarth, V. A. (2018). Maize ethanol production in Brazil: characteristics and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *82*, 3907-3912. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.082>
- [27] Gao, Y., Zhang, A., Yue, Y., Wang, J. A., & Su, P. (2021). Predicting Shifts in Land Suitability for Maize Cultivation Worldwide Due to Climate Change: A Modeling Approach. *Land*, *10*(3), 295. <https://doi.org/10.3390/land10030295>
- [28] García-Chávez L. R. (2014). Analysis of the current situation, issues and alternatives for ethanol production and use in Mexico. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas* *6*(1). 31 - 42. [10.5154/r.inagbi.2014.06.028](https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2014.06.028)

- [29] Gaurav, N., Sivasankari, S., Kiran, G. S., Ninawe, A., & Selvin, J. (2017). Utilization of bioresources for sustainable biofuels: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 205-214. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.070>
- [30] Ghodduji, H. (2017). Blending under uncertainty: Real options analysis of ethanol plants and biofuels mandates. *Energy Economics*, 61, 110-120. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.11.007>
- [31] Goldstein, W. E. (2016). *The Science of Ethanol*. CRC Press/Taylor & Francis Group, LLC. 274 p. <https://doi.org/10.1201/9781315307398>
- [32] Gregg, J. S., Bolwig, S., Hansen, T., Solér, O., Ben Amer-Allam, S., Pladevall Viladecans, J., & Fevolden, A. (2017). Value Chain Structures that Define European Cellulosic Ethanol Production. *Sustainability*, 9(1), 118. <https://doi.org/10.3390/su9010118>
- [33] INEGI (1994). Estadísticas históricas de México. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvini/egi/productos/historicos/2104/702825460238/702825460238.pdf
- [34] Islas-Samperio, J. M., Manzini, F., & Grande-Acosta, G. K. (2020). Toward a Low-Carbon Transport Sector in Mexico. *Energies*, 13(1), 84. <https://doi.org/10.3390/en13010084>
- [35] Jambo, S. A., Abdulla, R., Azhar, S. H. M., Marbawi, H., Gansau, J. A., & Ravindra, P. (2016). A review on third generation bioethanol feedstock. *Renewable and sustainable energy reviews*, 65, 756-769. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.064>
- [36] Ji, X., & Long, X. (2016). A review of the ecological and socioeconomic effects of biofuel and energy policy recommendations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 61, 41-52. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.026>
- [37] Khan, A. A., & Usmani, R. A. (2016). Lignocellulosic Ethanol: A Review of Status and Potential. *Journal of Biofuels*, 7(1), 28-36. [10.5958/0976-4763.2016.00005.2](https://doi.org/10.5958/0976-4763.2016.00005.2)
- [38] Klein, B. C., de Mesquita Sampaio, I. L., Mantelatto, P. E., Filho, R. M., & Bonomi, A. (2019). Beyond ethanol, sugar, and electricity: a critical review of product diversification in Brazilian sugarcane mills. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 13(3), 809-821. <https://doi.org/10.1002/bbb.1969>
- [39] Kogo, B. K., Kumar, L., Koech, R., & Kariyawasam, C. S. (2019). Modelling climate suitability for rainfed Maize cultivation in Kenya using a Maximum Entropy (MaxENT) approach. *Agronomy*, 9(11), 727. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110727>
- [40] Koupal, J., & Palacios, C. (2019). Impact of new fuel specifications on vehicle emissions in Mexico. *Atmospheric Environment*, 201, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.12.028>
- [41] Koutinas, A. A., Vlysidis, A., Pleissner, D., Kopsahelis, N., Garcia, I. L., Kookos, I. K., & Lin, C. S. K. (2014). Valorization of industrial waste and by-product streams via fermentation for the production of chemicals and biopolymers. *Chemical Society Reviews*, 43(8), 2587-2627. <https://doi.org/10.1039/C3CS60293A>
- [42] Koutsos, T. M., Menexes, G. C., & Dordas, C. A. (2019). An efficient framework for conducting systematic literature reviews in agricultural sciences. *Science of The Total Environment*, 682, 106-117. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.354>
- [43] Kumar, B., Bhardwaj, N., Agrawal, K., & Verma, P. (2020). Bioethanol Production: Generation-Based Comparative Status Measurements. In *Biofuel Production Technologies: Critical Analysis for Sustainability* (pp. 155-201). Springer, Singapore.
- [44] Kumar, G., Dharmaraja, J., Arvindnarayan, S., Shoban, S., Bakonyi, P., Saratale, G. D., ... & Kim, S. H. (2019). A comprehensive review on thermochemical, biological, biochemical and hybrid conversion methods of bio-derived lignocellulosic molecules into renewable fuels. *Fuel*, 251, 352-367. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.04.049>

-
- [45] K  t, A., Ritslaid, K., K  t, K., Ilves, R., & Olt, J. (2019). State of the Art on the Conventional Processes for Ethanol Production. In *Ethanol* (pp. 61-101). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811458-2.00003-1>
- [46] Leibensperger, C., Yang, P., Zhao, Q., Wei, S., & Cai, X. (2021). The synergy between stakeholders for cellulosic biofuel development: Perspectives, opportunities, and barriers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137, 110613. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110613>
- [47] Lewandrowski, J., Rosenfeld, J., Pape, D., Hendrickson, T., Jaglo, K., & Moffroid, K. (2020). The greenhouse gas benefits of corn ethanol—assessing recent evidence. *Biofuels*, 11(3), 361-375 <https://doi.org/10.1080/17597269.2018.1546488>
- [48] Lin, C. S. K., Koutinas, A. A., Stamatelatou, K., Mubofu, E. B., Matharu, A. S., Kopsahelis, N., Luque, R. (2014). Current and future trends in food waste valorization for the production of chemicals, materials and fuels: a global perspective. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 8(5), 686-715. <https://doi.org/10.1002/bbb.1506>
- [49] López-Ortega, M. G., Guadalajara, Y., Junqueira, T. L., Sampaio, I. L., Bonomi, A., & Sánchez, A. (2021). Sustainability Analysis of Bioethanol Production in Mexico by a Retrofitted Sugarcane Industry based on the Brazilian Expertise. *Energy*, 121056. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121056>
- [50] Manochio, C., Andrade, B. R., Rodriguez, R. P., & Moraes, B. S. (2017). Ethanol from biomass: A comparative overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 743-755. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.063>
- [51] Martinez-Hernandez, E., & Samsatli, S. (2017). Biorefineries and the food, energy, water nexus—towards a whole systems approach to design and planning. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 18, 16-22. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2017.08.003>
- [52] Meneghin F. (2016). International ethanol markets. 3rd Miami Sugar Conference September 12th 2016
- [53] Mohd-Azhar, S. H.; Abdulla R.; Azma J. S.; Marbawi H.; Azlan G. J.; Mohd F. A. A.; Francis R., K. (2017). Yeasts in sustainable bioethanol production: A review. *Biochemistry and Biophysics Reports* 10 (2017) 52–61p. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2017.03.003>
- [54] Mugica-Alvarez, V., Martínez-Reyes, C. A., Santiago-Tello, N. M., Martínez-Rodríguez, I., Gutiérrez-Arzaluz, M., & Figueroa-Lara, J. J. (2020). Evaporative volatile organic compounds from gasoline in Mexico City: Characterization and atmospheric reactivity. *Energy Reports*, 6, 825-830. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.11.010>
- [55] Muscat, A., de Olde, E. M., de Boer, I. J., & Ripoll-Bosch, R. (2019). The battle for biomass: A systematic review of food-feed-fuel competition. *Global Food Security*, 100330. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100330>
- [56] Nunes, L. J. R., Causer, T. P., & Ciolkosz, D. (2020). Biomass for energy: A review on supply chain management models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120, 109658. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109658>
- [57] OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029 (2020) <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/3aeb7be3-en/index.html?itemId=/content/component/3aeb7be3-en>
- [58] Palandri, C., Giner, C., & Debnath, D. (2019). Biofuels' contribution to date to greenhouse gas emission savings. In *Biofuels, Bioenergy and Food Security* (pp. 145-162). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803954-0.00008-5>
- [59] Pancaldi, F., & Trindade, L. M. (2020). Marginal Lands to Grow Novel Bio-Based Crops: A Plant Breeding Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 11, 227. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00227>
- [60] Pérez, A. T. E., Camargo, M., Rinc  n, P. C. N., & Marchant, M. A. (2017). Key challenges and requirements for sustainable and industrialized biorefinery supply chain design and management: a bibliographic

- analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 350-359. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.084>
- [61] Rosales-Calderon, O., & Arantes, V. (2019). A review on commercial-scale high-value products that can be produced alongside cellulosic ethanol. *Biotechnology for biofuels*, 12(1), 240. <https://doi.org/10.1186/s13068-019-1529-1>
- [62] Sawaengsak, W., Olsen, S. I., Hauschild, M. Z., & Gheewala, S. H. (2019). Development of a social impact assessment method and application to a case study of sugarcane, sugar, and ethanol in Thailand. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(11), 2054-2072. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01624-8>
- [63] SIAP, (2021). Avance de Siembras y Cosechas. https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/
- [64] Sorda, G., Banse, M., & Kemfert, C. (2010). An overview of biofuel policies across the world. *Energy policy*, 38(11), 6977-6988. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.06.066>
- [65] Souza, A., Watanabe, M. D. B., Cavalett, O., Ugaya, C. M. L., & Bonomi, A. (2018). Social life cycle assessment of first and second-generation ethanol production technologies in Brazil. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(3), 617-628. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1112-y>
- [66] Sukumara, S., Faulkner, W., Amundson, J., Badurdeen, F., & Seay, J. (2014). A multidisciplinary decision support tool for evaluating multiple biorefinery conversion technologies and supply chain performance. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 16(6), 1027-1044. <https://doi.org/10.1007/s10098-013-0703-6>
- [67] Tibaquirá, J. E., Huertas, J. I., Ospina, S., Quirama, L. F., & Niño, J. E. (2018). The effect of using ethanol-gasoline blends on the mechanical, energy and environmental performance of in-use vehicles. *Energies*, 11(1), 221. <https://doi.org/10.3390/en11010221>
- [68] Tylecote, A. (2019). Biotechnology as a new techno-economic paradigm that will help drive the world economy and mitigate climate change. *Research Policy*, 48(4), 858-868. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.001>
- [69] Vanholme, B., Desmet, T., Ronsse, F., Rabaey, K., Van Breusegem, F., De Mey, M., & Boerjan, W. (2013). Towards a carbon-negative sustainable bio-based economy. *Frontiers in plant science*, 4, 174. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00174>
- [70] Venturini, O. J., Júnior, J. C. F., Palacio, J. C. E., Batlle, E. A. O., Carvalho, M., & Lora, E. E. S. (2020). Indicators for sustainability assessment of biofuels: Economic, environmental, social, and technological dimensions. In *Biofuels for a More Sustainable Future* (pp. 73-113). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815581-3.00004-X>
- [71] Yang, Q., Shao, S., Zhang, Y., Hou, H., Qin, C., Sun, D., & Liu, Y. (2020). Comparative study on life cycle assessment of gasoline with methyl tertiary-butyl ether and ethanol as additives. *Science of The Total Environment*, 724, 138130. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138130>
- [72] ZAFRANET, (2021). Estadísticas zafra 2020/2021. <https://www.zafranet.com/>
- [73] Zavala, M., Brune, W. H., Velasco, E., Retama, A., Cruz-Alavez, L. A., & Molina, L. T. (2020). Changes in ozone production and VOC reactivity in the atmosphere of the Mexico City Metropolitan Area. *Atmospheric Environment*, 238, 117747.
- [74] Ziolkowska, J. R. (2014). Optimizing biofuels production in an uncertain decision environment: conventional vs. advanced technologies. *Applied Energy*, 114, 366-376. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.09.060>



Source: CANVA

En la búsqueda de la inserción de México en la discusión de problemas económicos universales: Los economistas mexicanos (nacidos entre 1950 y 1970)

Fausto Hernández Trillo¹ - División de Economía, CIDE

Resumen.

Este escrito describe el largo proceso de insertar a México en la discusión de problemas económicos en los foros globales. Revisa los obstáculos que se han tenido que superar. Asimismo, de manera implícita concluye que el camino que la generación de economistas nacidos entre 1950 y 1970 ha sido tortuoso y que de ninguna forma se puede considerar como concluido. Con base en esto resalta los actores mexicanos que lo iniciaron, y que ha dedicado su vida a la academia.

Abstract

This essay describes the long process of inserting Mexican academics into the global arena. It identifies the different obstacles that people involved has faced and to an extent overcome. This road has not been smooth, and it can be said it is incomplete. At the same time the essay recognizes the generation of Mexican economists that have struggled to initiate the journey. The generation included is the economists born between 1950 and 1970.

JEL Classification : A2, B4, Z0

Palabras clave: México, Investigación, Academia, Economistas Mexicanos, Conocimiento Universal, Dictaminación de pares, artículo científico

¹ Este escrito es personal y no representa la visión de ninguna institución o personas que se mencionan en este escrito. La mayor parte de ellos no conoce siquiera el contenido del mismo. Agradezco comentarios a una versión preliminar de este escrito de Luz Marina Arias, Luis Miguel Galindo, Antonio Noriega, Carlos Urzúa, Arturo Vieyra y Antonio Yunes. Todo el contenido es de mi exclusiva responsabilidad.

1. Introducción

Las ciencias sociales en México son jóvenes. La facultad de economía de la UNAM, por ejemplo, abrió sus puertas en 1929 (como una sección en la escuela de jurisprudencia), mientras que la de ciencias políticas y sociales de la misma casa de estudios vio la luz hasta 1951. En un inicio la economía no fue reconocida tan ampliamente² pues la inserción de los “estrictamente” licenciados en economía tardó en aparecer. De hecho, el primer secretario de Hacienda³ con una licenciatura en economía como se conoce en la época moderna fue Don Jesús Silva Herzog Flores quien tomó posesión en 1982. Su antecesor, Don David Ibarra en realidad había estudiado la licenciatura en contaduría, aunque sus estudios de posgrado los había realizado ya en la disciplina de la economía.

Esta historia de la tardía influencia de los economistas no fue muy distinta en los EEUU y otros países de ingreso alto. El que fuera presidente de la Fed (el Banco Central de ese país), Paul Volcker, ha declarado que, de joven, trabajaba para la Fed de NY en los años 1950s, y que toda decisión de política monetaria la tomaban predominantemente banqueros y juristas quienes eran los que formaban la junta de gobierno de esa institución. No había pues economistas involucrados en esa decisión.

En repetidas ocasiones, incluso, distintos presidentes de los EEUU descartaban la posible ayuda de economistas. Es famosa la anécdota de que F. D. Roosevelt calificaba a J. M. Keynes como un matemático impráctico. Otro presidente, D. D. Eisenhower en su discurso de despedida a inicios de los 1960s aconsejó que no se tomara en cuenta a los economistas y, más aún, se les mantuviera alejados

de las decisiones de política pública (Appelbaum, 2019).

No es sino hasta la década de los 1970s que los economistas ganaron mucho terreno en la vida pública y en el diseño del sistema económico que prevalece todavía el día de hoy no solo en ese país, sino en buena parte del mundo, México incluido.

Acá nos referimos a contribuciones hechas por los economistas desde la academia. Muchas de ellas son palpables en su aportación para beneficio de la sociedad, como por ejemplo, el incremento de la disponibilidad de riñones listos para trasplantarse gracias al desarrollo de algoritmos de apareamiento entre el donador y los receptores; otras, no obstante, incluso algunos las han considerado muy dañinas, destacando el desarrollo de la curva de *Laffer* que sostenía que reducir la tasa de impuestos traería prosperidad por la vía de un incentivo a la inversión y con ello del incremento en la recaudación tributaria. Esto es hoy día muy criticado porque uno de los descontentos del sistema capitalista es precisamente un incremento en la desigualdad en la distribución del ingreso y esta recomendación, se ha mostrado, la propició en ese país.

Todavía en 1963 el secretario del tesoro en turno, Douglas Dillon, se negó a encargar estudios sobre un nuevo sistema monetario internacional a economistas académicos. Por su parte, la Suprema Corte americana fallaba sin el consejo y asesoramiento de los economistas a los que consideraba irrelevantes (Appelbaum, 2019). No obstante, entre 1970 y al menos hasta 2008, los economistas han sido muy influyentes en los EEUU. El historiador Thomas McCraw se refiere a este periodo de -excesiva- influencia de la profesión, como la “hora de los economistas”.⁴

² A pesar de los intentos de un grupo de intelectuales y abogados liderados por Don Daniel Cosío Villegas.

³ Don Antonio Ortiz Mena fue un abogado con estudios en la sección de economía de la escuela de jurisprudencia de la UNAM.

⁴ Hay toda una corriente que no ve esto de manera favorable e incluso argumenta que ha sido dañino para la sociedad. Applebaum (2019).

No es claro si esa “hora” ya terminó, pues el surgimiento de nuevas formas de hacer economía continúa a pasos firmes en muchos países del mundo. Así, no es posible olvidar la evidencia como parte fundamental en el diseño de política pública. Sería absurdo afirmar que la economía es estática, y que finalmente se llegará a un paradigma que solucione los problemas existentes. La sociedad y sus problemas cambian constantemente, por lo que siempre nos enfrentaremos a nuevos retos. Lo importante ha sido que la economía ha podido medianamente desarrollar, mejorar y/o adaptar las herramientas para el análisis (y en ocasiones, la solución) de dichos fenómenos. Y es cierto, la economía y muchas otras ciencias sociales dilatan en ocasiones en su autocritica, pero los cambios se dan gradualmente, sea por presión o por autoconvencimiento.

De esta manera, sobre todo Inglaterra y EEUU apoyaron el desarrollo de la disciplina de la economía metodológicamente rigurosa a través de las universidades de investigación (“research universities”). De las más de 2200 universidades en estos dos países, alrededor de 600 cuentan con un departamento de economía que realiza mínimamente algo de investigación en la disciplina. En estas dos naciones es que la disciplina en su acepción moderna adquiere un estatus que pudo etiquetarse como de generación del conocimiento universal en la materia de una manera más generalizada. Con anterioridad, los esfuerzos eran más aislados.

Posteriormente, muchos países de Europa Occidental se unieron a ese esfuerzo, aunque en muchos de ellos, correctamente en mi opinión, coexisten con otras formas de generar ese conocimiento. Entre estos últimos, resalta un tipo de investigación más ensayístico, reflexivo, más descriptivo, pero sobre todo muy “localista” y con conclusiones emanadas de juicios de valor válidos,

pero que no se someten al escrutinio de la prueba o la demostración. No obstante, aportan reflexión importante a considerar.

Pero la influencia en la definición de la política pública de la que se anotó arriba, así como de la generación de la teoría económica y del estudio del comportamiento humano ante decisiones incluso rutinarias, lo ha provisto para bien o para mal el tipo de la economía considerada más rigurosa metodológicamente hablando.

Incluso, puede decirse, la ideología ha sido relativamente independiente al intento por presentar los resultados de manera más formal. Y ello no ha quitado el debate y la divergencia de enfoques y orientaciones ideológicas.

De hecho, al intento por investigar con instrumentos más cuantitativos y basado en la evidencia y fundamentos teóricos, se le ha estigmatizado de manera muy monolítica por parte de sus detractores⁵, como si el uso de esas herramientas fuera en sí una corriente ideológica. Se ignora que los métodos cuantitativos son solo un instrumento que puede utilizarse para sistematizar información y arrojar así conclusiones basadas en evidencia acerca de fenómenos observados o bien, de teoría previamente desarrollada, sin necesariamente importar la ideología. Las hipótesis por comprobar se pueden formular desde cualquier espectro de la ideología.

En México esta última forma de hacer economía se dio muy incipientemente a partir de mediados de los 1970s; pero no es sino hasta fines de los 1980s e inicios de los 1990s que un grupo de economistas, reducido en número y distribuidos en un puñado de instituciones de investigación y educación superior, públicas y privadas, se dan a la tarea de incorporarse en ese movimiento que implicaba insertarse en la discusión de problemas económicos locales y no-locales desde México pero introduciendo el herramental común utilizado en la

⁵ Generalmente éstos provienen de economistas más tradicionales, cuyo trabajo es más ensayístico y descriptivo, así como de investigadores de otras disciplinas sociales. Esto lo

afirmo sin ningún dejo de denostación, sino más bien de señalar la dicotomía.

disciplina en otros lares del mundo, así como intentando incluso desarrollar nuevos métodos de análisis (destaca aquí Pedro Uribe Castañeda).

Se trataba pues de abordar los problemas y fenómenos económicos ocurridos en México como un caso de estudio de la teoría económica y, en su caso, si lo ameritaba, modificar el estado del arte de dicha teoría. De hecho, este rompimiento coincide con un movimiento en el subcampo de la economía conocido como desarrollo económico.

Este subcampo orientaba sus baterías a explicar cómo se obtenía el *desarrollo económico*, de una manera muy general de dualidad y política comercial y sin orientar las baterías hacia problemas muy específicos. En otras palabras, dentro de la disciplina a la teoría del subdesarrollo no se le integraba al cuerpo principal de análisis de la economía que se hacía en los departamentos de economía de los países de ingreso alto.

Esa teoría estaba representada por un buen número de economistas de diversas corrientes ideológicas como S Kuznets, Rosenstein-Rodan, Raúl Presbisch, Albert Hirschman, Ragnar Nurske, Hans Singer, Arthur Lewis, Gerald Meier, entre muchos otros. También en este campo ocurre un cambio en la manera de abordar los problemas de los países atrasados, al desarrollarse lo que Debraj Ray denominó como la “economía del desarrollo” (ver Ray, 1997).

Esta nueva forma de examinar los problemas de países atrasados consistía grosso modo en abordar el problema local haciendo uso de la teoría y metodología existente en la disciplina, y si era necesario modificarla (o incluso desarrollarla desde cero), para así comprender el fenómeno y en su caso, diseñar política pública. Por ejemplo, el fenómeno de la informalidad comenzó a tratarse desde distintas perspectivas, utilizando metodología menos descriptiva, con la que se había tratado hasta ese momento; se analiza hoy día dentro de la literatura en mercados laborales y hasta de crecimiento económico y productividad.

Otro ejemplo lo constituye la obesidad, un fenómeno mundial, pero que en países de ingresos medios y bajos provenía de otras causales. Por ello, en la disciplina hoy se le analiza como parte también de la economía de la salud, desde donde se ha podido, entre otras consideraciones, cuantificar sus costos, a partir de los cuales se ha propuesto medidas de mitigación del problema. Para un entendimiento mayor, sírvase comparar los libros de texto de desarrollo económico anteriores con el del propio Ray (1997).

En el fondo, esta nueva manera de aproximarse a los problemas de desarrollo (con la Economía del Desarrollo) hace también que en México cambie el perfil de algunos de los economistas.

Es decir, este cambio en la manera de hacer economía analizando distintos fenómenos que ocurren en México, como parte de un problema más universal afín a muchos países, cada uno con sus particularidades (la referida informalidad, por ejemplo), se da, reitero, hacia fines de 1980s o inicios de 1990s. Y para entonces un reducido número de los economistas mexicanos y latinoamericanos se entrenaron entonces acorde a esta nueva manera de hacer economía.

Pero para que el caso mexicano tuviera un impacto más general y pudiera insertarse en la generación de conocimiento más universal, los canales de difusión de esa investigación tenían que ser aquellos donde se desarrollaban inicialmente esas teorías. Es decir, se trataba de que el caso mexicano enriqueciera la discusión de ese problema en la aldea global. Era, pues, insertar a la academia mexicana en la discusión de los problemas y teorías más generalmente aceptadas en el mundo. Y a la vez, hacer uso de las experiencias en otras partes del mundo, así como del desarrollo de las teorías emanadas de esos casos.

Y no había de otra. Había que investigar a la economía mexicana y sus diversos fenómenos con metodologías más rigurosas y, entonces, publicarlas

en los canales de difusión científica mundiales de manera que se retroalimentara el conocimiento universal en la disciplina. Debe decirse que esto ocurre de manera paralela en la mayor parte de los países de la región, destacando Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México, enfrentando casi los mismos obstáculos.

También es cierto que economistas internacionales, trabajando en países de ingreso alto, estuvieron dispuestos a estudiar a la región con la nueva perspectiva de economía del desarrollo⁶.

No es la intención acá de realizar un análisis epistemológico de la disciplina, ni de examinar su evolución en el tiempo. Tampoco de denostar las otras formas de generar conocimiento, más tradicionales en la región, pero que no logran insertarse en una discusión más amplia, más universal. De hecho, considero esencial que coexistan junto con la manera descrita aquí.

El objetivo de este ensayo es reconocer a los economistas mexicanos que contribuyeron a formar un cuerpo académico en el país de este nuevo tipo de economía que, en turno, se ha insertado incipientemente en una academia más global. La investigación económica en México constantemente se ha debatido en si esa manera de hacer economía es lo correcto, o más bien, es un abandono de nuestra forma tradicional de mirar la economía, y con ello, implícita y subliminalmente, sugerir que se siguen maneras extranjeras que no se adaptan a las necesidades del país. Este debate existe y creo que seguirá existiendo, no es la intención aquí de entrar a esos cuestionamientos ni resolverlo.

Asimismo, omitiré la muy válida argumentación de si ese intento de cambiar la manera de analizar la economía y sus distintos temas implicaba el inicio de un proceso de “americanización” u “occidentalización” de la academia y con ello, se daba inicio a un “proyecto neoliberal de país” (ver Babb, 2001, y Romero

Sotelo, 2016). Como lo mencioné arriba, no hay que confundir el uso de la herramienta cuantitativa con el estigma de la palabra neoliberal. Esto es un error y muestra una falta de entendimiento de la disciplina. Permítaseme un ejemplo. El famoso autor considerado más “anti-neoliberal” en la actualidad es Thomas Picketty. Este economista, para dar a conocer su obra, ha utilizado los canales de difusión referidos aquí. Sus publicaciones más citadas están en las principales revistas científicas de la disciplina. En suma, solamente quiero argumentar que México merece contar con las distintas formas de hacer economía, y una de ellas es la que aquí defendemos. Es un error querer abolirla. En el fondo lo que se busca es hacer ciencia económica desde México, en lugar de ciencia económica à la mexicana, que denota un etnocentrismo inconveniente.

La intención aquí es simplemente resaltar las personas que **desde México** han intentado insertarse en la discusión reseñada arriba; esto es, aquellos economistas que han luchado para que el país cuente con este tipo de academia, sin abolir la otra, en beneficio del país. Pero no hay investigación más sistematizada sin instituciones de educación superior. Por eso me refiero brevemente a ellas a continuación.

2. Las Instituciones de educación superior

Hacia fines de los 1970s e inicios de los 1980s el centro de estudios económicos de El Colegio de México (CEE-COLMEX) y el departamento de economía del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) comenzaron a contratar a una serie de economistas jóvenes que recién habían terminado el doctorado en economía en las principales universidades del mundo. Todos ellos brillantes. No obstante, aunque con excepciones, la mayor parte de su investigación no buscó difundirse

⁶ Aunque esto también ha traído costos, como lo argumento en Hernández (2015). En síntesis, el estudio de la región debiera incluir bibliografía de la misma, cosa que rara vez ocurre.

en canales internacionales con dictaminación y de esa manera provocar que México contribuyera, con sus idiosincrasias y peculiaridades, a una discusión más global. Para ser justos, su investigación fue escasa.

Ambos casos, COLMEX e ITAM, son similares en tanto que varios de esos economistas jóvenes, altamente capacitados, abandonaron esas instituciones para integrarse al servicio público, que estaba ansioso de contar con ellos. Así, desde 1983 y hasta fines de esa década, la transición de la academia al sector público en esas instituciones fue casi la norma, con sus excepciones, de las que hablaré más adelante.

No obstante, en estas instituciones ya había antecedentes de economistas que publicaban en las revistas internacionales de prestigio. Destacan Pedro Uribe, considerado el primer economista matemático mexicano, y Jesús Seade, quienes sembraron esa semilla en el COLMEX, aunque no duraron mucho en ella. El primero siguió la ruta académica en México y se contrató en el CIDE donde fundó la primera maestría en economía matemática a finales de los 1970s (ver Puchet, 1993 y Plata, 2003). El segundo, abandonó la academia y el país.

Esta transición de academia a sector público y privado tuvo sus aspectos positivos, pero también muy negativos. Del lado amable es que se argumenta que el gobierno se alimentó de personal en extremo capacitado. Sin embargo, siempre hubo el cuestionamiento de si se necesitaban doctores en economía de Harvard, con una cuantiosa inversión monetaria por parte del gobierno mexicano para becarles, para ser directores generales en la Secretaría de Hacienda, o si a quien el país financiaba para obtener ese grado en ese tipo de universidades debía utilizar el grado para lo que supuestamente servía ése: integrarse a la academia para hacer investigación y docencia en beneficio de México (en su momento, en los países de ingreso

alto alrededor de 85% de los doctores se integraban a la academia al graduarse)⁷. Recientemente, esta cifra comienza a disminuir en esos países pues compañías como Google, Facebook y Amazon, entre muchas otras, han comenzado a reclutar doctores en economía.

Para fines de los 1980s e inicios de los 1990s el CEE-COLMEX contrató una serie de economistas que sí permanecieron y prevalecieron para hacer investigación en esa institución. No todo el cuerpo de la facultad estuvo de acuerdo, una vez adentro, a insertar su investigación en los canales internacionales. Quien sí lo hizo formó una escuela que ve sus frutos hoy día (que se mencionan más adelante). Se puede decir, el CEE se orienta hoy día fundamentalmente a ese tipo de academia. Tomó más de 30 años conseguirlo.

Por su parte, hacia mediados de 1990s, el ITAM crea un centro de investigación en economía (CIE) que buscaba que su institución adquiriera una calidad a nivel internacional. Para ello, adoptó los criterios referidos arriba: que sus investigadores publicaran en las principales revistas del orbe, con todo y lo que ello implicaba, sobre todo en términos de obstáculos, de los que me refiero adelante. Hoy día esa institución mexicana es tal vez la más conocida a nivel internacional. La inversión monetaria, así como la paciencia han resultado fundamentales para ello. Sin embargo, buena parte de esa reputación la construyeron para bien del país, investigadores internacionales. En un inicio se contrataron algunos mexicanos, pero éstos sucumbieron pronto ante la tentación del mercado laboral en el sector público y/o privado. No obstante, el fundador y líder de dicho centro es un mexicano, Alejandro Hernández, que continúa con esa labor actualmente.

Una tercera institución en ese intento, el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), ha tenido claroscuros, aún el día de hoy.

⁷ En su momento al famoso "Job-Market" acudían solo instituciones académicas.

Hacia fines de los 1970s e inicios de los 1980s logra construir una tradición más rigurosa, que, si bien no tenía como intención de insertarse en la producción de investigación a nivel internacional, era un experimento de lograr estudiar la economía con métodos muy rigurosos. Como se dijo antes, incluso incursionó, por primera vez en el país, en la economía matemática al abrir un programa de posgrado en ese campo (ver Puchet1993 y Plata, 2003). Infortunadamente, esta institución atravesó por un episodio gris entre 1983 y 1990 a la que se llama internamente como la “década perdida” (ver Tenorio, 2004).

Posteriormente, hacia mediados de los 1990s, después de la década perdida que tuvo ese centro, se creó un departamento de economía (que al interior denominan División) que buscó primordialmente hacer economía con estándares más internacionales. El esfuerzo tomó algunos años, pero desde un inicio se vislumbró su posterior éxito. Esta institución logró conjuntar un buen número de investigadores mexicanos coexistiendo con también un buen número de internacionales. Hoy se intenta revertir este esfuerzo nuevamente. La vulnerabilidad es y ha sido la constante de esta institución a la que se le niega la autonomía (Morcillo 2021), única manera de reducirla.

Hacia el nuevo siglo/milenio otras instituciones mexicanas han tratado de impulsar esta agenda, destacando la Universidad Autónoma de Nuevo León (de la mano de Jorge Valero principalmente), la Universidad de San Luis Potosí (con el liderazgo de Leobardo Plata) y la Universidad de Guanajuato (con Antonio Noriega). Algunas más, han incluido algunos miembros en su facultad con ese perfil, al menos para contar con ambos enfoques. Es respetable esta última visión, aunque en mi opinión ello no permite sinergias. Tengo para mí que el país debe contar con instituciones diversas, pero en la medida de lo posible separadas con respecto a su visión, de manera que la sociedad pueda elegir la opción que más le convenga y convenza.

Resulta curioso que siendo una minoría de instituciones públicas que comparten esta visión (tal vez el número no es mayor a cinco), se debata que debe haber pluralidad cuando se refiere a éstas, cuando en realidad el argumento de más diversidad sugeriría extender el número de instituciones que hacen el tipo de economía que aquí describo, dado que la proporción de departamentos de economía de corte más tradicional rebasan en por lo menos 10 veces a aquellos con las características que aquí se reseñan.

En otras palabras, el estudiante que quiera aprender economía con uso de métodos cuantitativos debe dirigirse a la institución que se especialice en ello; por el contrario, uno que quiera una economía marxista, pues debe direccionarse a la que así lo hace, y así sucesivamente. No se niega que ello conlleva necesariamente costos, pero son menores en comparación con sus enormes beneficios. Esto debe debatirse.

Antes de enumerar los criterios de elección de los investigadores que en mi opinión han contribuido a ese intento de inserción de México, **desde México**, en la discusión universal de los problemas económicos, pienso que es importante que la sociedad conozca un poco más qué hace un académico y cómo se mide la utilidad de las ciencias sociales.

3. Digresión: El beneficio de las ciencias sociales y su medición

Por su naturaleza, en el país las ciencias sociales (CS) frecuentemente se han movido en dos arenas, la política y la académica. Continúa siendo común el tránsito, de ida y vuelta, entre posiciones políticas y puestos académicos en universidades. Hay que reconocerlo, en la disciplina de la economía, esto ha disminuido un poco en el presente siglo, al menos en algunas instituciones. Debe decirse, ello no se menciona como algo peyorativo, sino simplemente

que la academia, en ocasiones, es vista por algunos como un refugio laboral, más que por convicción⁸.

Con la democratización del país y la emergencia de una mucho mayor libertad de prensa ha ocurrido una fuerte inserción de académicos a participaciones mediáticas, sin abandonar las universidades, que en ocasiones ha confundido a la sociedad del papel que juegan los científicos sociales, así como su "*raison de être*".

Lo que aquí sustento es que a la vez esa confusión distorsiona la medición (si es que puede hacerse) de la incidencia de los académicos, dependiendo del lado del espectro en que se ubiquen. Por un lado, hay quienes sostienen que debe medirse con menciones y participaciones en la prensa (lo he escuchado personalmente). De igual manera, hay otros que afirman que debe sopesarse con solamente diseño e implementación de la política pública. Esta última visión ha traído como consecuencia no-deseada que se privilegie la elaboración de reportes de investigación (algunos buenos, muchos otros no tanto) por sobre el artículo científico. Más aún, en ocasiones ello ha ocasionado cierto o mucho activismo por parte de l@s académic@s que han seleccionado esa vía.

Por otro lado, para quienes piensan que la "*raison de être*" de la academia es antes que nada la investigación rigurosa para la generación de conocimiento (que en ocasiones se decanta para elaborar política pública, es decir, no está peleado con ese objetivo, sino más bien la forma y la secuencia para lograrlo), el éxito se mide en términos de publicaciones científicas, cuyas características deseables las enumero en la siguiente subsección.

La crítica común a esta última visión es que no "tiene impacto"⁹. La aseveración tiene que

matizarse para que la sociedad sepa que el aporte científico las más de las veces tarda en manifestar su valía. Muy frecuentemente no se sabe *ex ante* si tendrá la relevancia buscada; para saberlo, no hay de otra, hay que llevar a cabo la investigación. Como ejemplo, en la ciencia de la farmacéutica, de cada millón de células que se producen en los experimentos, solamente una "pega", aunque nunca se sabe con anterioridad cuál será la buena, por lo que hay que realizar el millón de intentos.

En economía sucede lo mismo. Por esto, incluso colegas queridos y respetados dentro y fuera de la disciplina insinúan que nuestra investigación no es muy útil. No obstante, en los países de ingreso alto este tipo de investigación es muy impulsada y de las que más presupuesto recibe. Es, pues, la que domina en el mundo "avanzado". Con esto quiero decir, que acá debemos impulsarla en mayor medida, a pesar de que en ocasiones su utilidad no es inmediatamente tangible.

En esos países quien quiere dedicar su vida a elaborar reportes de investigación explícitamente para contribuir al diseño política pública cuenta con la opción de contratarse en una "think tank" (TT) o en un organismo internacional. Debe decirse aquí que algunas TT fueron abiertamente fundadas para defender una agenda específica (la que no se oculta), por lo que en ocasiones pierden la objetividad necesaria en la ciencia. En la siguiente subsección abundo sobre esto, pero es importante diferenciar las actividades, ambas muy dignas, pero distintas.

Esto no quiere decir que los académicos universitarios no los elaboren, pero en general la secuencia es distinta: primero la interesada se convierte en una autoridad relevante en su área por

⁸ Como se verá más tarde, algunos economistas con una extensa obra han incursionado en el sector público. Acá nos referimos como algo curioso solamente a los que, sin haber practicado la academia, se insertan y reinsertan a las universidades.

⁹ En alguna ocasión allá por el año 2007, una alta autoridad de mi centro señalaba que había que bajarse de la "torre de marfil",

para impactar más. Lo que en el presente ensayo quiero decir es que en mi propia institución primero había que subirse a la "torre de marfil", y después bajarse. La secuencia importa. La práctica común con ese tipo de comentarios es que el mensaje para los investigadores jóvenes es que no hay necesidad del trabajo arduo, y laborioso para subirse a la torre.

la vía de la investigación sólida, y solo entonces elabora un reporte basado en su temática de especialización. La autoridad moral es siempre indispensable.

En México por nuestra propia idiosincrasia navegamos con esa confusión. Por ello, acá insisto en mencionar a quienes han defendido esta visión de la academia. Antes de pasar a ello, presento de manera coloquial el proceso que sigue la publicación científica, para que así le comuniquemos a la sociedad nuestra supuesta relevancia en la vida del país.

4. El artículo científico: ¿Qué es la Dictaminación de Pares?

Esta tradición académica proviene de la tradición de las ciencias “duras” y tiene su origen en la replicación de los resultados de algún experimento que representaba un avance, como por ejemplo el desarrollo de una vacuna.

Las ciencias sociales la adoptaron hace poco más de 100 años, a su manera. En un inicio simplemente consistió en dictaminación de pares, que continúa hoy día. Se le ha añadido que, de haber información o datos, éstos deberán estar disponibles para quien quiera replicar el resultado. Cuando ello no es necesario, simplemente la revisión de los pares expertos es suficiente.

La población en general en todo el mundo no está familiarizada con este proceso. Para que se entienda, a continuación, explico de manera coloquial en qué consiste ese proceso y porqué es importante para que la investigación se considere un aporte científico.

Suponga que una investigadora en economía de una universidad escribe un artículo donde muestra mediante un modelo teórico y que valida con datos que el estado de derecho es fundamental para presentar crecimiento económico sostenido en el tiempo. Suponga además que completar este estudio le tomó un par de años. La tarea para la investigadora no termina aquí, sino

que inicia un largo camino para que esta investigación se considere un aporte científico.

El primer paso es seleccionar la revista científica en economía a la cual someter a consideración la investigación. Como en cualquier actividad, hay niveles de calidad en las revistas. En economía existen más de 600 revistas en el mundo, pero solo cinco se consideran como las mejores. Después viene una gama importante de revistas de muy alto nivel, aunque no pertenezcan a las primeras cinco. Y así sucesivamente. Existen índices y clasificaciones de las revistas y escritos científicos (ver, JCR y Scopus-Scimago, entre otras). Así, el mérito de la investigación depende, en parte, de en qué tipo de revista se publique.

El segundo paso es someterlo a la consideración de la revista científica en economía seleccionada. En general la editora de dicha revista es una figura prestigiada de la profesión, quien determina si el artículo reúne las características mínimas como para enviarlo a revisión a un número (dos es el promedio mundial) de dictaminador@s, quienes presumiblemente son “I@s” expertos mundiales del tema en cuestión. Frecuentemente también el trabajo se presenta en diversos seminarios y conferencias especializadas para enriquecerlo.

En tercer lugar, viene un periodo de espera de esas dictaminaciones. Ha habido intentos de acortar el tiempo de este último proceso, pero en general hay que esperar unos 5 o 6 meses para recibir los dictámenes. El artículo puede ser rechazado (la probabilidad es muy alta, dependiendo la revista, ver Card, 2013). En otras ocasiones y con suerte, el artículo puede mandarse a la autora para re-revisión, porque los dictaminadores consideran, que si bien vale la pena el artículo, todavía presenta algunas lagunas que hay que navegarlas para llegar a buen puerto. Una vez re-revisado el artículo, se re-envía a la revista. En esta segunda etapa, hay también una probabilidad (menor que la anterior) de que el artículo sea rechazado. Este proceso de revisiones

puede repetirse dos y hasta tres veces. Esto puede tomar hasta dos años, aunque el promedio suele ser de 15 meses.

Finalmente, si se considera que el escrito es un aporte científico, el artículo es aceptado. Acá ya se puede considerar una contribución científica, y queda pues en posteridad como una adición al conocimiento universal. Esto también dependerá de la calidad de la revista en la que se haya publicado la investigación.

Para que se entienda mejor, no hay premio nobel en economía que no haya seguido este proceso y no haya publicado en las mejores revistas académicas del mundo. Por ejemplo, el promedio de aceptación para las 5 principales revistas del mundo es de 5% de un promedio de envíos de 8,000 trabajos al año. (esto es, 7,600 investigaciones fueron rechazadas por año; ver Card, 2013). En caso de rechazo, la investigadora deberá optar por una revista en un escalafón menor, y así sucesivamente.

En suma, desde que un investigador inicia su trabajo, hasta que se publica, pueden pasar de 5 a 6 años. Y lo que es más, posteriormente se somete a la dura prueba de “impacto” en la sociedad. Este se mide con citas bibliográficas en las ciencias sociales y eventualmente en el diseño de política pública o de uso rutinario en la vida humana (como en el caso de los riñones). El artículo incluso puede pasar al olvido con el tiempo. Así de traicionera y dura es nuestra ocupación.

Como anécdota, el premio Nobel de economía Krugman, de manera irónica y jocosa, ha propuesto la creación de una revista de artículos rechazados, porque muchos de ellos se han convertido a la postre en artículos seminales que cambiaron el estado del arte, pero en su momento alguna revista las bateó. No obstante, la proporción de éstos se encuentra dentro del margen de error, y es natural que existan estos casos.

Vale una acotación. De cada 100 trabajos publicados, a su vez, solo un 2% modifican el “estado del arte” (mi cifra proviene de una

miniencuesta con colegas nacionales e internacionales). No obstante, es casi imposible inferir cuáles serán, por lo que el quehacer científico tiene esa naturaleza y precisamente hay que investigar y publicar los resultados. No hay de otra. La labor puede resultar ingrata, pero a quienes nos gusta el proceso la encontramos fascinante, a pesar de los constantes fracasos.

Conviene decir que el “reporte de investigación” que mencioné antes, se considera en el ámbito científico como *literatura gris*, pues no se sometió al riguroso proceso descrito arriba; y frecuentemente contiene falencias que se descubren después de publicado (aunque también las puede haber en los artículos científicos, pero la probabilidad es mucho menor), con una lectura cuidadosa de ellas. Esto reportes típicamente son financiados por distintos organismos. Más aún, comúnmente *ex ante* tienen sesgos producto de conflicto de interés, aunque hay que reconocer que esto no es generalizable. Esto se menciona sin un juicio de valor, lo hago por considerarlo importante para que la sociedad comience a diferenciar entre estas dos actividades. Ninguna de las dos es superior a la otra, no intento insinuar eso. Solo que el artículo científico puede prevalecer en el tiempo por su rigurosidad, mientras que el reporte es coyuntural, y muere cuando esta pasa.

Autocrítica

La disciplina en ocasiones, se le acusa, se ha salido del estudio de la realidad. Esto es cierto, y representa un reto a superar. No obstante, considero que aunque lentamente, esto se ha ido superando. Baste comparar el contenido de las principales revistas de los 1990s con las de hoy día, y el contenido es completamente distinto.

México no ha estado exento de ello, y en las instituciones que aquí se han citado todavía hay algo de ello. Y por supuesto, al abandonar “la realidad” en la construcción de modelos teóricos también se ha perdido cierta sensibilidad social,

sobre todo olvidando que la economía es una ciencia social.

Pero es importante no confundir que la construcción de modelos teóricos conlleva en su naturaleza ciertos costos. En el neto, la disciplina ha avanzado. Para saber cuál es el modelo aplicable, insisto, es necesario desarrollarlos. No se sabe ex ante cuál será, es la naturaleza de toda ciencia dura (sin que la economía lo sea).

En mi opinión, los teóricos de las universidades mexicanas no han sabido defender la valía de su investigación. Tal vez, su defecto es que tampoco han sido receptivos a otras formas de generar conocimiento y se han enfrascado en celos innecesarios. No veo esto como algo que me asuste, es natural que ocurra en todas las disciplinas y en todos los países. Al final, todos tenemos el común denominador de intentar imprimir rigor en lo que hacemos.

5. Criterios de selección

El siguiente paso es definir el proceso de selección de economistas que incluyo en la lista. Para ello establezco ciertos criterios. Es difícil decantarse por unos muy específicos y algunas decisiones tienen que tomarse, siempre con el riesgo de excluir a algún nombre que debiera bajo otras circunstancias aparecer en la lista. Una disculpa anticipada a los que pudieran resultar injustamente afectados. La lista no tiene como propósito seleccionar a los mejores economistas de México de esa generación. Solamente quiere resaltar aquellos que han dedicado su vida a la construcción de esta visión de la manera de hacer economía desde México¹⁰.

Los criterios por los que me decanté son los siguientes.

1. Haber laborado como investigador la mayor parte de la vida profesional en una institución de educación superior. De manera subjetiva, uno supondría que dada la edad (siguiente punto), un requerimiento mínimo es de 18 a 20 años de vida académica de tiempo completo.
2. El segundo se refiere a la edad. Como se mencionó arriba, se trata de incluir economistas que iniciaron esa ardua labor de crear ese “bien público” para la academia mexicana, luchando contra una inercia arraigada en las instituciones mexicanas. Como se menciona arriba, este proceso se da hacia fines de 1980s y buena parte de los 1990s. Y esto implica economistas mexicanos que nacieron entre 1950 y 1970 (con \pm un año de margen de error). En términos coloquiales, se incluyen aquellos que “picaron piedra” para abrir este camino a la generación siguiente. Debe decirse, economistas más jóvenes han destacado mucho recientemente, pero se encontraron ya con parte del camino andado (quien esto escribe se encuentra preparando un ensayo sobre ellos, resaltando sus contribuciones y cómo han continuado con la labor institucional para consolidar una academia con esta visión en el país). Por su parte, hubo economistas que sembraron la tradición con anterioridad (nacidos durante los 1940s), pero que lo hicieron de manera más aislada, aunque coadyuvaron a los que llegaron justo después. En particular, destacan aquéllos que inician la tradición de economía matemática (como Pedro Uribe Castañeda y Jesús Seade, entre otros).

¹⁰ No quiero obviar los economistas mexicanos que la han apoyado desde afuera, aunque las circunstancias para hacer investigación son muy distintas en todos los sentidos. Quiero mencionar a aquéllos que a su manera han impulsado esto desde afuera: Santiago Levy, Florencio López de Silanes, Enrique Mendoza y Aarón Tornel. Asimismo, desde instituciones públicas que realizan investigación, como el

Banco de México, hay figuras que indirectamente creaban la cultura de la investigación de rigor. Entre ellas, Daniel Chiquiar, Manuel Ramos Francia y Alejandro Werner; y otros que pasaron por la academia un periodo pero que continuaron su carrera en otros ámbitos y siguieron publicando, como Luis Rubalcava.

3. Como lo sugiere el título del escrito, la lista en esta ocasión incluye solamente economistas mexicanos que han hecho su carrera de investigador en el país. Por supuesto que la nación, a diferencia de muchas de Iberoamérica, ha tenido siempre la tradición de albergar académicos internacionales que sin duda han enriquecido la academia mexicana. Un escrito posterior se dedicará a revisar su obra y contribuciones. Por lo pronto, por los motivos hasta aquí enunciados, creo conveniente enfocarme en los economistas mexicanos, pues se “echaron en la espalda” el paquete no solo de investigar con estándares internacionales sino abriendo brecha al interior de sus instituciones. Debe admitirse que ello es loable porque en la mayor de las veces, los dirigentes de instituciones de educación superior en México no son estrictamente académicos, sino que provienen muchas de las veces del ámbito más político. Aún si esas autoridades son académicas, provienen de otras disciplinas donde el trabajo de los economistas no es muy apreciado (y yo sostengo que es incomprendido por esas autoridades, incluyendo mi propia institución de adscripción). Y esto hace que el economista mexicano, que conoce nuestras idiosincrasias, haya sido el encargado de echar a andar la maquinaria aquí descrita.
4. Tal vez el criterio más importante es que hayan tenido cierto éxito en publicar su investigación en revistas de prestigio internacional, de manera constante y regular, fundamentalmente en el área de economía¹¹. Esto último implicaría establecer un número mínimo de esos

productos, de manera que conste que no fue de manera aislada y esporádica. Considerando la edad propuesta aquí, uno esperaría alrededor de 8 a 10 artículos científicos publicados en canales de prestigio internacional; no obstante, solamente se usará este criterio como una guía rectora, y se le imprimirá cierta flexibilidad, sin caer en laxitud. Debo especificar que la selección de este camino, investigar desde México y publicar en revistas de prestigio internacional conlleva muchos retos y riesgos para lograr dicho objetivo. Como se sabe, los obstáculos cuando se quiere publicar desde México en esos canales van desde las carencias institucionales (a mediados de los 1990s el internet, por ejemplo, no era de uso generalizado en este país); las bibliotecas no estaban suscritas a las revistas internacionales (y no estaban todavía digitalizadas en los 1990s); falta de apoyo a la ciencia en México y, paradójicamente, en las propias instituciones de educación superior cuando se trata de apoyar este tipo de investigación en ciencias sociales. Peor aún, existe discriminación de las revistas de alta calidad hacia el trabajo realizado en países de ingresos medios y bajos. Greenspon y Rodrik (2021) muestran que la probabilidad de que una investigación que se realizó en un país fuera de la considerada elite sea aceptada en una revista de alto nivel es mucho menor que si la misma se llevó a cabo en una universidad de un país de primer mundo. Así que es importante resaltar el mérito de las personas que se incluyen acá. Para apreciar este criterio ver la sección de arriba de “¿qué es la dictaminación de pares?”

¹¹ En el área de Economía, Econometría y Finanzas en la clasificación de Scimago/Scopus & JCR.

5. Un criterio sumamente importante es que además de los cuatro anteriores, los enlistados deben haber participado de manera activa y regular en la formación de recursos humanos que se hayan a su vez insertado posteriormente en la discusión, no solamente mediante la impartición de clases, sino con mentoría que, entre otras posibilidades, se refleje en la asesoría de tesis en los tres niveles de educación superior, y en la inserción de estos en universidades de prestigio global para que realicen sus posgrados.
6. Por último, el haber contribuido a lo que se conoce “formación de la agenda” por medio de aportes institucionales, que van desde la creación de centros de investigación, dirección de departamentos académicos, impulso de programas de investigación, edición de revistas científicas, diseño, introducción y coordinación de programas de posgrado y pregrado, organización de conferencias, entre otras. Asimismo, haber mostrado un comportamiento probo dentro de la academia.

6. Los Economistas Mexicanos

Antes de proceder a enumerarlos se debe enfatizar que la mayor parte de los economistas que enumeraré, han seguido una carrera “mixta”, en la que se combina la publicación tanto de artículos en revistas de prestigio internacional, así como nacional. Esto último ha contribuido también a intentar desarrollar canales de difusión nacional que adquieran prestigio internacional. Esta última no debe olvidarse, y para formar una academia sólida, los investigadores mexicanos deberán ser capaces de jugar en las dos pistas.

Por último, debe decirse que esta lista no constituye una clasificación (ranking) de los

economistas. Si se observa, en la selección de personas hay mucho elemento cualitativo además de lo cuantitativo. Al final esto implica cierta subjetividad de mi parte, a pesar del esfuerzo por la objetividad. Los enlisto alfabéticamente por su apellido.

Por todo lo anterior, en la lista encontrará que la mayor parte de los economistas son más bien poco conocidos mediáticamente; más bien, son muy reconocidos en el medio académico. Los hay más teóricos, así como más aplicados, pero comparten el objetivo de realizar aportaciones científicas de largo aliento. Su impacto lo medimos por su obra y por el número de citas. Muchos de ellos ciertamente han influido en el diseño de política pública, pero más bien como resultado de su investigación que fue capaz de convencer a alguna hacedora de política¹².

La lista se enuncia a continuación. Todos ellos, líderes con autoridad moral en el impulso de esta visión de la academia.

Enrique Cárdenas Sánchez

Estudió su doctorado en la Universidad de Yale. Ha sido profesor del ITAM y del Universidad de las Américas-Puebla, donde en muy corto tiempo y a muy temprana edad llegó a ser su Rector. Desde esta posición impulsó la investigación en todas las áreas de esa institución, la economía incluida.

Esta Universidad a la postre resultó también un experimento interesante ya que durante su periodo alcanzó una posición importante en la investigación a nivel internacional. Incluso llegó a tocar las artes como la danza, la música y el drama.

Infortunadamente ese experimento terminó por diversos motivos, pero su departamento de economía llegó en su momento a insertarse de una manera sobresaliente en la discusión de los problemas nacionales desde una perspectiva

¹² Para cómo convencer al político que la ciencia importa, ver el ejemplo citado en Morcillo (2021).

moderna, que se plasmó en la publicación de artículos muy relevantes a nivel internacional.

Él formó parte de ese departamento y publicó escritos de relevancia en el campo de la historia económica de México, en el que rompió con resultados que se tomaban como verdad. Lo mismo mostró la importancia de los ferrocarriles en el desarrollo del país, que desmitificó el llamado populismo en el sexenio del presidente Lázaro Cárdenas. Su obra no solo fue publicada en revistas importantes, sino que, al ser historiador económico, se plasmó en libros en editoriales universitarias de altísimo prestigio en el mundo, como la editorial de la universidad de Oxford.

Posteriormente, fundó una “think-tank”, el Centro de Estudios Espinoza Yglesias, con el afán de influir más en el diseño de política pública. La fórmula de este centro se diferencia de las demás, todavía hoy, en dos aspectos. Primero, la agenda de investigación es muy neutra en términos de conflicto de interés pues se orienta al estudio y propuesta en materia de pobreza y distribución del ingreso, que se decantan en movilidad social. Segundo, que los estudios son muy rigurosos, al comisionárselos a los mejores académicos nacionales, que en turno los publican en revistas científicas. No hay una “think-tank similar en México.

Como profesor ha impartido numerosas clases y ha impulsado el estudio de la historia económica por la vía de la mentoría de sus numerosos estudiantes. Ha creado, pues escuela.

Sin duda, uno de los economistas que impulsó la investigación rigurosa en el país.

Gonzalo Castañeda Ramos

El profesor Gonzalo Castañeda Ramos obtuvo su doctorado en la universidad de Cornell en 1989. Ese mismo año se integró a la Universidad de las Américas-Puebla (UDLAP). Para entonces la UDLAP era un proyecto interesante para construir una

academia insertada a la globalidad, donde los investigadores publicaran con altos estándares internacionales. Ese objetivo para la disciplina de la economía fue impulsado por el profesor Castañeda, apoyado por el rector de entonces, el Dr. Enrique Cárdenas.

Partir prácticamente de cero, es muchas veces más fácil, aunque el reto siempre es difícil pues se trabaja en un entorno institucional con una inercia compleja que es difícil modificar. Desde mi perspectiva el Dr. Castañeda impulsó el objetivo con su ejemplo. Muy temprano, desde la propia UDLAP supo construir una carrera muy completa al haber publicado un buen número de artículos en revistas de reconocido prestigio internacional, pero a la vez logró que el grupo reducido de economistas de esa institución lo hicieran de igual manera. Es uno de los pocos intentos para contar con una academia de esas características en el interior de la República. Infortunadamente el experimento se acabó, lo que refleja la debilidad de las instituciones públicas y en este caso privadas del país.

Este fallido experimento de la UDLAP muestra de manera contundente la dificultad a que se enfrentan los académicos para lograr construir una carrera en México que se inserte a la discusión más global.

Posteriormente, el profesor Castañeda se integra al Colegio de México, y más tarde al CIDE. En estas dos instituciones solidifica sus nuevas líneas de investigación, en particular, la de complejidad. En este campo ha logrado publicaciones de altísimo nivel. Más aún, ha plasmado su investigación en libros accesibles para un público más general. En adición, ha invitado al país a los principales exponentes mundiales de esta rama de investigación. Es, se puede decir, uno de los impulsores de ésta en el país.

Es indudable que el profesor Castañeda ha coadyuvado a la construcción de una academia más sólida en el país, alejada de reflectores mediáticos, lo que le añade mérito.

Gerardo Esquivel Hernández

El profesor Gerardo Esquivel obtiene su doctorado en la universidad de Harvard en 1997, y en el año 1998 se incorpora al centro de estudios económicos de El Colegio de México como profesor. Desde el inicio de su carrera profesional el Dr. Esquivel consiguió publicaciones internacionales que lo situaron como un líder en su campo. Destaca su trabajo seminal sobre crecimiento económico y convergencia a muy temprana edad. Es uno de los economistas mexicanos más citados bibliográficamente en el resto del mundo.

El Dr. Esquivel, al convertirse en un referente, ha tenido influencia en el diseño de política pública. Lo importante a resaltar aquí es que la obtiene producto de una investigación sólida y publicada en canales de reconocido prestigio internacional. Como en los demás casos de nuestra lista, esto muestra que el impacto en política pública proveniente de la academia no tiene que ver con el idioma en el que se publican las investigaciones. Esto es un malentendido en el que se incurre de manera frecuente en nuestro país. Más bien la publicación internacional sirve para nutrir el trabajo académico con visiones distintas a nuestro entorno, dado que lo revisan expertos internacionales en el tema, como se mencionó arriba.

Si bien ha sido activo en la discusión pública, la constante en su vida es defender los resultados de su investigación, siempre rigurosa, lo que ha coadyuvado a que la disciplina se desarrolle el país. Destaca su preocupación por mejorar la distribución del ingreso en México, tema en el que también ha publicado importantes artículos científicos. Fue además profesor visitante de la Universidad de Chicago, ocupando la prestigiada posición de *Tinker Fellow*.

Ha sido tutor y mentor de un buen número de economistas más jóvenes que o bien se han insertado en la academia de distintos países, o en el sector público, todos con mucho éxito.

El Dr. Esquivel pertenece y ha pertenecido a comités editoriales de un buen número de revistas académicas en el país. Ha impulsado cambios en el posgrado en economía en el COLMEX. Debo añadir que ahora como subgobernador del Banco de México, no ha dejado de publicar artículos científicos, lo que denota su interés en el quehacer científico, lo que ha sido una constante en su carrera.

Jorge Fernández Ruiz

Jorge Fernández Ruiz obtuvo su doctorado en ciencias económicas y empresariales por la Universidad Autónoma de Barcelona. A su regreso se incorpora al Colegio de México donde ha impulsado su área de investigación, destacando el estudio de la deuda. Ha impartido clases además en la Universidad Autónoma de Barcelona, el ITESM y ha sido investigador invitado en la Universidad de California UC-Santa Cruz.

Sus trabajos científicos han sido publicados tanto en revistas nacionales como extranjeras. Es tal vez uno de los economistas mexicanos, realizando su investigación dentro de las fronteras del país, que obtiene un éxito constante, no aislado en el tiempo, en términos de publicaciones en revistas de muy alto estándar en el mundo. Como buen científico, le gusta el bajo perfil y rehúye el reflector mediático.

Sus alumnos de posgrado lo aprecian por su trabajo meticuloso, y cuidadoso de hasta el más mínimo detalle. Esta es parte de su marca. Por ello, muchos estudiantes del COLMEX lo seleccionan frecuentemente para fungir como su asesor de tesis de posgrado, las que adquieren una rigurosidad envidiable.

Ha sido director de la revista Estudios Económicos, coordinador académico del Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México y coordinador del programa de doctorado en economía del mismo centro. También ha sido miembro de la Comisión Académica Dictaminadora de distintas instituciones. En varias ocasiones ha

sido elegido como miembro de la Junta de Profesores del Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México y del Consejo Académico de El Colegio de México. Todo esto demuestra su compromiso para con la academia en México y su institución.

Luis Miguel Galindo Paliza

Dr. Luis Miguel Galindo: Realizó el doctorado en Economía en la Universidad de Newcastle Upon Tyne. Es actualmente profesor del posgrado en Economía de la Facultad de Economía de la UNAM. Previamente fue jefe de la Unidad de cambio climático de la CEPAL, Asimismo, ha sido invitado para realizar investigación en distintos Bancos Centrales en América Latina y el Caribe así como organismos internacionales como BID, Banco Mundial y Naciones Unidas y diversas cooperaciones internacionales.

El profesor Galindo inicia su carrera realizando trabajo en el campo de la macroeconomía, y en particular la política monetaria, tema en el que publicó importantes artículos. Posteriormente, debido a su conocimiento en series de tiempo y al éxito de sus publicaciones de largo aliento, incursiona en investigaciones de la economía del cambio climático y la política fiscal verde. Trabajó de cerca con el premio Nóbel de química Mario Molina, y coordinó el estudio de la economía del cambio climático para México, cuya versión global fue coordinada por Nicholas Stern (el reconocido informe Stern). Sin duda, todavía hoy, es el informe referente en la materia para México.

En la facultad de economía de la UNAM ha desarrollado su área de investigación y ha impulsado la publicación de artículos, con su solo ejemplo, de otros investigadores que él mismo ha coadyuvado a formar. En este sentido, es mentor de un buen número de personas que a la postre se ha insertado en la academia y en el sector público.

Es un economista ampliamente reconocido a nivel internacional por sus aportaciones al estudio del cambio climático. Esta reputación se logra a través de publicaciones allende las fronteras mexicanas, lo que refuerza el argumento esgrimido aquí, que el rigor no está peleado con la incidencia en la vida de la sociedad. Por último, debe resaltarse que pertenece a un buen número de consejos editoriales de revistas especializadas.

Aurora Gómez Galvarriato Freer

La profesora Aurora Gómez-Galvarriato Freer obtuvo su doctorado en historia económica en la Universidad de Harvard en 1999. Su carrera académica la inicia en el CIDE donde pasa 11 años. En 2009 fue directora general del Archivo general de la Nación por cuatro años. Al término de este encargo se convierte en Profesora titular en el Centro de Estudios Históricos de El Colegio de México. También ha sido Profesor Visitante del David Rockefeller Center for Latin American Studies de la Universidad de Harvard y profesora en el ITAM.

Se especializa en la historia económica y social de México. Es pues alguien que dentro de la disciplina ha añadido el análisis histórico como lo realizan en los departamentos de economía de las universidades prestigiadas en el orbe. Destaca su tratamiento del proceso de industrialización en México y América Latina, la historia empresarial y del trabajo, el impacto económico y social de la Revolución Mexicana, y la evolución de los niveles de vida en México.

Este trabajo ha sido publicado en los principales vehículos internacionales, resaltando lo que en la (su) disciplina de la historia se considera como un logro importante, un libro en la prestigiosa editorial de la universidad de Harvard. Asimismo, su investigación ha aparecido en la revista más prestigiada de historia económica en el mundo.

La formación de recursos humanos es sobresaliente pues ha impulsado que economistas tomen la ruta de la historia para convertirse en académicos destacados en el tiempo. En la actualidad coordina el posgrado en historia de El Colegio de México, tal vez el doctorado en esa disciplina más prestigioso del país y de la región. Asimismo, fue miembro-fundadora de la Asociación Nacional de Historia Económica.

Como puede verse es una economista-historiadora que ha abierto el camino para la inserción de historiadores económicos en los departamentos de economía de México y del extranjero.

Alejandro Hernández Delgado

Alejandro Hernández Delgado concluyó sus estudios doctorales en la Universidad de Rochester. Posteriormente se contrató en la Universidad de Wisconsin. Atraído por desarrollar una visión de academia que insertara al ITAM como institución a nivel internacional, regresó al país para fundar, dentro del ITAM, el Centro de Investigación Económica.

Desde entonces este centro en particular, y más general, el propio ITAM, es tal vez la institución más conocida fuera del país en el mundo de la economía. Este prestigio se ha ganado con paciencia, apoyo y visión. El camino no ha sido fácil, pero a pesar de las inercias existentes en el país, lo ha logrado.

La mayor parte de sus investigadores son internacionales, lo que le otorga una diversidad de investigaciones muy sana y conveniente para el país. El profesor Hernández además ha organizado los congresos internacionales más reputados en la disciplina en esa institución.

Cuenta con contribuciones importantes, de calidad internacional. Es tal vez el economista que más ha luchado por convertir a su institución en una de medición internacional. El perfil del centro que impulsa y defiende es de corte más teórico,

mostrando que es posible hacer teoría en México y no solamente en el extranjero. En este sentido, la institución es única en el país, del que se ha beneficiado el país indudablemente.

También, un economista al que no le gustan los reflectores.

David Mayer Foulkes

El Dr Mayer obtuvo su doctorado en Matemáticas en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); desde entonces tuvo una inquietud por la aplicación de la herramienta matemática a los problemas económicos. Ello lo llevó al CIDE donde desarrolla su carrera profesional. Ahí comienza una agenda de investigación que abarca temas diversos, desde crecimiento económico, hasta economía de la salud. Todos ellos siempre intentando romper paradigmas a partir de la construcción de sus propios modelos. Si bien es difícil romperlos, la toma de este riesgo ha sido su constante, lo que muestra un espíritu innovador, independiente a si se logra o no. Es parte de la naturaleza de la ciencia.

Su obra ha sido publicada incluso en las principales revistas académicas del orbe (las famosas "5-grandes"). Es de los pocos economistas de su generación que lo ha logrado trabajando desde una institución mexicana. Pero todo ello lo realizó asociado a una extensa formación de recursos humanos. En el CIDE fue el que de una manera informal re-introdujo un área de economía matemática (que había sido fundada hacia mediados de los 1970s pero que fue abandonada a inicios de los 1980s). Durante su estancia en el CIDE participó activamente en acercar a la institución a otras internacionales, destacando la Universidad de California, Los Angeles. Asimismo, organizó importantes conferencias internacionales en México, como la de la Sociedad de Economía Dinámica. Fue el editor de la revista Economía Mexicana, Nueva Época.

Su retiro del CIDE se dio, en mi opinión de manera temprana, pues se encontraba en un

momento de logro de publicaciones importante. No obstante, su huella en la academia mexicana permanecerá.

Antonio Noriega Muro

El Dr Antonio Noriega Muro obtuvo su doctorado en la Universidad de Manchester, en donde se especializó en econometría de series de tiempo. En muy corto tiempo logró publicar en revistas de un alto prestigio internacional en su línea de investigación (incluso dos de sus trabajos fueron citados por un Premio Nobel de Economía).

Justo a su regreso se incorporó a la Universidad de Guanajuato, donde coordinó la recién creada licenciatura en economía y fundó (en 1996) y dirigió la Escuela de Economía (hoy Departamento de Economía y Finanzas), que poco después tomó un muy buen prestigio en el mapa nacional de escuelas públicas de economía, tanto por sus modernos programas de estudio -y el éxito de muchos egresados en programas exigentes de posgrado dentro y fuera de México-, como por la generación de resultados de investigación publicados en revistas especializadas de alto nivel internacional, y su difusión en los circuitos nacionales e internacionales de congresos y seminarios académicos.

Debe enfatizarse que el experimento de la Universidad de Guanajuato es único para una universidad estatal, pues junto con la Universidad de Nuevo León y la de San Luis Potosí, son instituciones que intentan insertarse en la discusión de problemas económicos con miras a alcanzar estándares internacionales en las ciencias económicas. Tal vez contó con la “suerte” de partir de cero, pero el esfuerzo fue y es loable. En pocos años, la escuela de economía de Guanajuato fue reconocida nacional e internacionalmente, pues fue capaz de conjuntar un grupo de investigadores que alcanzaron la excelencia. Este éxito indudablemente fue bajo el liderazgo del Dr. Noriega.

Infortunadamente, al ser universidad pública, el bajo salario pagado al investigador y el reducido apoyo en general a la ciencia, fueron factores para ir mermando ese experimento, pero indudablemente que ha dejado una huella imborrable y la cruda lección de que es posible lograr una escuela de economía sólida, rigurosa, e insertada en la generación de conocimiento, si se tiene claro un proyecto viable con esa visión. Esto debe servir de ejemplo para que las autoridades estatales del país impulsen esto en sus estados.

Después de 13 en la Universidad de Guanajuato, es invitado por el Banco de México para integrarse como investigador, desde donde publica resultados en las áreas de persistencia de la inflación, regresión espuria, neutralidad monetaria, demanda por dinero, entre otras. Participó además en varios frentes para impulsar la investigación económica del Banco, que alcanzó niveles récord en cuanto a número de doctores en economía y artículos publicados en revistas de prestigio internacional.

José Carlos Ramírez Sánchez

El profesor Ramírez Sánchez obtiene su doctorado en economía en la Universidad de Sussex, en el Reino Unido. El profesor Ramírez ha dedicado su vida a la academia y ha sido profesor en varias instituciones de educación superior, entre las que destacan el Tecnológico de Monterrey, la Universidad Anáhuac, la Universidad Panamericana y el Colegio de la Frontera Norte.

En todas estas, ha intentado sembrar la cultura de la rigurosidad en el trabajo escrito y en la enseñanza. No en todas las instituciones han captado su mensaje, pero en las que lo logró, su huella es imborrable, lo que ha contribuido a la dignificación de lo que es “ser académico” en México.

Sus trabajos científicos han aparecido en prestigiadas revistas científicas internacionales y

nacionales. Su obra es diversa, pero con un común denominador: introduce métodos cuantitativos sofisticados para analizar problemas específicos que van desde demografía, regulación económica, economía de la energía y economía social. Su éxito radica, reitero, en su contribución metodológica para el análisis de los problemas económicos nacionales.

Su experiencia docente en distintas universidades públicas y privadas es vasta, por lo que los alumnos lo seleccionan con frecuencia como tutor de sus tesis. En este sentido, su contribución en la formación de capital humano es muy extensa.

Participa además activamente en consejos editoriales de distintas revistas científicas, donde ha impreso su visión de rigurosidad en el análisis de los fenómenos económicos y sociales. En suma, un economista académico cuya labor engrandeció ese gran intento de profesionalizar la disciplina en el país.

Jaime Ros Bosch†

El profesor Jaime Ros Bosch fue un economista mexicano pionero en el impulso del estudio sistematizado y riguroso de la economía mexicana; esto lo realizó desde el CIDE, hasta el inicio de la década perdida de esa institución. A partir de ahí se incorporó como profesor de economía en la Universidad de *Notre Dame*, desde donde prosiguió su esfuerzo de estudiar metodológicamente a la economía mexicana y de la región. Aquí se le incluye por su gran labor en México.

Fue fundador de la revista *Economía Mexicana* desde donde se publicaron artículos de alta calidad. No obstante, el profesor Ros no dejó de publicar en canales internacionales de difusión científica. En mi opinión, esa rigurosidad plasmada en publicaciones internacionales le otorgaron una autoridad mundial en cuanto a la economía mexicana se refiere. Ello, en turno, coadyuvó a que las revistas que él fundaba e impulsaba tuvieran el reconocimiento allende las fronteras.

Para 2011 regresa a México donde se reincorpora a la Facultad de Economía de la UNAM, en donde funda una nueva revista sobre la economía mexicana *Revista de Economía Mexicana. Anuario UNAM*.

Debe resaltarse que la obra del profesor Ros es muy prolífica; distribuyó sus aportaciones entre artículos y libros científicos, así como capítulos de libro. Dedicó su vida a la academia, lo que necesariamente implica una formación de recursos humanos muy extensa. Sus alumnos doctorales son incontables. No podríamos entender hoy la profesionalización de la economía mexicana sin él.

Se trata indudablemente de uno de los economistas que más impulsó la academia mexicana no solo desde México, sino desde el extranjero.

Juan Rosellón

Juan Rosellón obtuvo su doctorado en la universidad de Rice en 1992. Al término de su grado se incorpora al CIDE donde inicia una carrera muy prolífica en el campo de la economía de la regulación y la energía. Hoy día se le considera uno de los líderes mundiales en la economía de la energía, y está adscrito, además de a la división de economía del CIDE, a DIW Berlín (Departamento de Energía, Transporte y Medio Ambiente, EVU), Alemania, como Research Fellow.

Su preocupación por impulsar una academia más global lo llevó a ser uno de los fundadores de la revista *Latin American Economic Review*, apoyado por los miembros de la división de economía de ese centro. Además, es coeditor de la revista de la *International Association for Energy Economics (IAEE) Economics of Energy and Environmental Policy (EEEP)* y, desde el 2016 y 2017, miembro del Consejo Editorial de las revistas internacionales *Review of Network Economics* y *Energy Journal*.

El Dr. Juan de Dios se encuentra ranqueado entre los economistas académicos más productivos

a nivel mundial en el área de regulación económica (Nº 49, 5.5% más alto a junio de 2021) de acuerdo con la base de datos IDEAS-RePEc.

En el CIDE ha formado un buen número de personas que se han insertado con éxito al mercado laboral y al académico tanto nacional como internacional. Se trata, reitero, de uno de los investigadores más reconocidos a nivel mundial en su campo de especialización (Economía de la Energía). Un individuo que también le huye al reflector mediático.

Graciela Teruel Belismelis

La profesora Graciela Teruel Belismelis es doctora en Economía por la Universidad de California Los Angeles. Desde su regreso a México en 1998 ha dedicado su vida profesional a la docencia e investigación en la Universidad Iberoamericana. Fue miembro del Comité Técnico para la Medición de la pobreza, donde se produjo la primera cifra oficial de pobreza en México.

Asimismo, ha participado activamente en la evaluación de impacto de programas sociales. Dentro de sus contribuciones más importantes en el ramo de medición del bienestar se encuentra ser codirectora de la Encuesta Nacional sobre Niveles de Vida de los Hogares, 2002, 2005 y 2009, primera encuesta en México de tipo multitemático y longitudinal, con representatividad nacional. En el año 2008, la encuesta obtuvo el premio de innovación estadística por el Banco Mundial, por encima de los institutos nacionales de estadística de la región, y desde entonces ha servido de ejemplo para el resto del mundo.

Sus escritos en el área de especialización (medición de la pobreza, bienestar y evaluación de programas sociales) han aparecido en las principales revistas del mundo en el campo. Su prestigio la llevó a ser una de las miembros académicas del Consejo Nacional para la Evaluación de la Política Social (CONEVAL), desde donde ha

tenido una importante influencia en la medición de la pobreza y la evaluación de la política social para bien de la sociedad mexicana.

Formadora de recursos humanos de alto calibre, recientemente fundó el EQUIDE, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo con Equidad dentro de la Universidad Iberoamericana. Desde el EQUIDE dirige los esfuerzos de la Encovid, Encuesta telefónica realizada para medir los impactos del Covid en el bienestar de la población. De esta encuesta se han derivado publicaciones importantes internacionales que llevan a la economía del desarrollo más allá de simplemente el enfoque en la economía (publicaciones interdisciplinarias resaltando el papel de la salud en el desarrollo de las personas, por ejemplo).

Ha colaborado con instituciones académicas en el extranjero como la UCLA, USC, Universidad de Duke y la Universidad de Northwestern.

Además, colabora con fundaciones y organizaciones de la sociedad civil para mejorar sus intervenciones en el bienestar de las poblaciones que atienden (Fundación Haciendas Mundo Maya; Fundación Dondé; RIMISP; COBI; Iluméxico)

Indudablemente una de las economistas que ha contribuido a generar conocimiento universal desde México y con la incidencia social proveniente de sus aportes científicos.

Carlos Urzúa Macías

Carlos Manuel Urzúa Macías ingresó al Colegio de México en 1989, después de haber sido profesor en la universidad de Georgetown por tres años. Su doctorado en economía lo había obtenido en 1986 en la Universidad de Wisconsin.

De formación matemática inicial es de los primeros economistas de la generación bajo estudio que decide hacer una carrera académica en México con el objetivo de publicar en los canales de difusión de prestigio internacional, sin olvidar los nacionales.

Tuvo incursiones en el sector público, primero como secretario de finanzas del entonces DF, y posteriormente como secretario de Hacienda y Crédito Público federal. No obstante, su interés por la academia ha sido más bien una constante en su biografía.

De hecho, es fundador de la Escuela de Gobierno del Tecnológico de Monterrey, desde donde ha impulsado la agenda de diseño de política pública basado en rigurosos análisis de la evidencia. Por su parte, el CEE-COLMEX le debe, en parte, la consolidación de una agenda de investigación sólida en la disciplina, desde donde intentó y logró la inserción internacional del mismo.

Su investigación ha sido publicada tanto en vehículos nacionales como internacionales. Es el economista mexicano más citado de acuerdo al Google académico. Su contribución en el desarrollo de pruebas de normalidad ha alcanzado el ámbito internacional, algo que pocos economistas mexicanos pueden presumir. Me gustaría reiterar que dichas contribuciones fueron realizadas en el suelo mexicano. El profesor Urzúa, con todo y los puestos ocupados en la administración pública, es un investigador que evita el reflector mediático.

Por último, es menester mencionar que tanto en el COLMEX como el en Tec de Monterrey, el Dr. Urzúa ha contribuido a la formación de recursos humanos de manera sobresaliente. Muchos de sus alumnos han alcanzado la "gloria" dentro de la disciplina.

Jorge Valero Gil

Jorge Noel Valero Gil es Investigador y Profesor de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Es doctorado en Economía por la Universidad de California en Santa Barbara. Desde 1981 que se incorporó a la UANL ha impulsado de manera importante el desarrollo de la investigación rigurosa en dicha institución. Ha sido director de la facultad de Economía, en dos ocasiones.

Como se sabe, con el ejemplo se puede impulsar una cultura de investigación, al publicar de manera constante y regular artículos que se han insertado en la órbita global. Su trabajo ha sido reconocido con premios de investigación diversos, como el Víctor Urquidi que otorga el COLMEX.

La facultad de economía de la UANL es una de las pocas instituciones públicas al interior de la República en las que ha prevalecido en el tiempo el impulso a una investigación metodológicamente rigurosa y de calidad. Ello la ha llevado a ser de las más exitosas productoras no solo de conocimiento sino de capital humano en el país. No hay quien compita en el norte del país con ellos. El Dr. Valero, sin duda alguna, ha coadyuvado a que esto sea así. No solo eso, sino que ha conjuntado y orientado a un gran grupo de investigadores jóvenes que a la postre han sobresalido en ese sentido.

Además, ha inspirado a alumnos a proseguir este tipo de carrera académica. Esto le ha valido ser reconocido por la propia UANL, la que le ha otorgado en varias ocasiones distintas distinciones por ese esfuerzo de una vida, que se dice fácil.

Es pues un economista que ha dedicado por entero su vida a la academia y a la promoción de una que tenga el debido rigor. También, un economista alejado de los reflectores.

Francisco Venegas Martínez

El doctor Francisco Venegas Martínez obtuvo dos doctorados, uno en Matemáticas y otro en Economía por la Universidad Estatal de Washington. Ha dedicado prácticamente toda su vida profesional a la docencia e investigación. Buena parte de su carrera la ha desarrollado en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), donde ha consolidado su larga carrera como investigador, que le ha valido la medalla Lázaro Cárdenas que otorga esa institución. Con anterioridad también fue profesor de otras instituciones, como el Tecnológico de Monterrey y la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Fue profesor invitado en

la Universidad de Oxford, donde además realiza un posdoctorado en finanzas.

Es autor de un buen número de artículos tanto en revistas internacionales como en revistas nacionales. Es tal vez uno de los economistas que más ha impulsado investigadores jóvenes en nuestro país. Ha hecho “escuela” en toda la extensión de la palabra. Asimismo, ha sido fundador de programas de posgrado tanto en el Tecnológico de Monterrey como en el IPN, así como la Revista Mexicana de Economía y Finanzas, la que se ha consolidado bajo su liderazgo.

Debemos resaltar un elemento valioso en su carrera. Después de haber publicado artículos importantes en materia de economía financiera y de convertirse en una autoridad en esa materia, el Dr Venegas escribió una obra muy rigurosa que sistematiza prácticamente la totalidad del campo de la economía financiera, que sirve hoy día de libro de texto obligado para aquéllos que quieren incursionar de manera formal en el campo referido en nuestro país y en la región. Esta es una de sus muchas contribuciones a la academia del país.

El Dr. Venegas es pues un economista que ha buscado construir en México una cultura y una visión de academia a partir de los fenómenos locales y no-locales, pero utilizando herramientas que nos permitan abordar esos problemas desde una perspectiva más rigurosa, y que se insertan en la generación de un conocimiento más universal. Una figura en la escolástica mexicana.

Antonio Yunez Naude

El Profesor Antonio Yunez Naude obtuvo su doctorado en la London School of Economics y desde 1986 es profesor titular del centro de estudios económicos de El Colegio de México. Anteriormente profesor-investigador del COLMEX desde 1976 (con licencia para hacer el doctorado de 1980 a 1982), primero en el Centro de Estudios Económicos y Demográficos y a partir de 1986 en el

CEE, cuando éste se creó. El profesor Yunes ha dedicado su carrera académica al estudio desde la perspectiva económica del campo, así como sus ramificaciones. Es tal vez uno de los líderes en el país, y con un reconocimiento internacional importante, en materia de economía rural, migración y cambio climático. Su investigación es interdisciplinaria, uno de los pocos economistas que ha logrado esta mezcla con éxito.

Por lo mismo sus publicaciones en las revistas científicas más importantes en su rama de investigación se encuentran acompañadas por otras de altísimo nivel que aparecen, junto con sus coautores, en canales científicos de otras disciplinas relacionadas. En este sentido sus aportaciones son únicas y muy valiosas para el país.

Al ser de los primeros que realiza esta loable labor, es uno de los economistas que ha abierto la puerta para que otros investigadores, más jóvenes, se le unan en este esfuerzo. Sus pupilos son numerosos y la mayoría hoy, también líderes de sus ramas de investigación.

En adición, ha dirigido el CEE del Colmex, e incluso pertenece al órgano de gobierno de esta institución, desde donde continúa impulsando que en la institución se siga estimulando la investigación rigurosa. Forma parte de numerosas asociaciones y grupos de investigación alrededor del mundo.

Se trata de un economista con reconocimiento internacional, que deja huella en la academia mexicana.

7. Conclusión

Este escrito ha tenido como objetivo resaltar las contribuciones de economistas mexicanos que han dedicado la mayor parte de su carrera a la vida académica dentro de las fronteras de México. Aquí argumento que en la disciplina de la economía el camino hacia una academia más rigurosa e insertada al mundo en la discusión de problemas ha sido muy tortuoso.

Destacan algunos obstáculos que incluyen factores idiosincráticos a nuestro país, así como algunos otros que se refieren a la falta de apoyo gubernamental, y hasta elementos propios de las instituciones de educación superior. Aquí hemos sostenido que estas dificultades se dan lo mismo en las públicas que en las privadas.

La constante ha sido la vulnerabilidad de los proyectos para insertar al país en la discusión de los problemas de la disciplina en el mundo. Estos se ven como experimentos, y los ha habido exitosos (uno público y otro privado), pero los fallidos rebasan a los primeros.

Cuando uno intenta realizar una autocrítica de si las instituciones se han vuelto “neoliberales” (término peyorativo mal utilizado para describir el análisis metodológicamente riguroso), uno observa que en realidad esa práctica nunca despegó, pues los experimentos han fallado por motivos inerciales dentro de las instituciones de educación superior, por falta de financiamiento (público y privado), así como por una ceguera pública y privada.

Los economistas aquí enunciados han trabajado arduamente para lograr que el país de manera incipiente cuente con un tipo de academia más acorde a los estándares internacionales en la disciplina. Un aspecto que debe mencionarse es que hay pocos economistas en la lista considerando el tamaño de país. Esto evidentemente muestra un problema de selectividad, porque hay un buen número de economistas que lo intentaron, pero por distintos motivos, abandonaron el intento y decidieron mutar hacia posiciones en el sector público, privado o en organismos internacionales.

La labor puede resultar ingrata, pero quise realizar un reconocimiento que, en ocasiones, se queda en la memoria de las participantes y muere con ellas. México no es un país que acostumbre a honrar estos esfuerzos. Más aún, con frecuencia se denuestan, en lugar de celebrar que representan una visión más en el país. Es solo eso, una opción más con la que la nación puede enriquecer el quehacer científico.

Una cruda conclusión que se puede extraer de lo aquí escrito es que este tipo de academia en México se ha dado incipientemente gracias a las personas, y a pesar de las instituciones de educación superior. Sus autoridades las más de las veces no han entendido el rol de esta academia, con una o tal vez dos excepciones en la historia reciente. Es siempre la (el) investigador(a) metodológicamente riguroso en economía la (el) que ha tenido que luchar por imponerse a sí misma (o).

Tengo para mí, que eventualmente México tendrá la academia que merece el país en nuestra disciplina. El intento debe proseguir y afortunadamente hay economistas mexicanos de la siguiente generación (nacidos entre 1971 y 1985), de la que hablaré en otro escrito, que está muy comprometida en lograrlo.

Referencias

- [1] Applebaum, Binyamin (2019). *The Economists' Hour: False Prophets, Free Markets, and the Fracture of Society*. Little, Brown and Company.
- [2] Babb, Sarah (2001) *Managing Mexico: Economists from Nationalism to Neoliberalism*. Princeton University Press. NJ First Edition
- [3] Card David and Stefano DellaVigna (2013) Nine facts about Top Journals in Economics. *Journal of Economic Literature* 2013, 51:1, 144–161 <http://www.aeaweb.org/articles.php?doi=10.1257/jel.51.1.144>
- [4] Greenspon y Rodrik (2021). “A Note on the Global Distribution of Authorship in Economics Journals”. NBER Working Paper No. 29435. October.
- [5] Hernández, Fausto (2015). “Ciencia económica mexicana o ciencia económica en México”. En *Hacia dónde va la ciencia en México*. Coordinado por Soledad Loaeza y Alicia Mayer. 2015.
- [6] Morcillo, Alvaro (2021). Desarrollo y regresión de la autonomía académica en México. En *Nexos*, Diciembre 7.

- [7] Platas Leobardo (2003). Introducción. XIII Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría. Mimeo.
- [8] Puchet Martín (1993) Matemática Aplicada a la Economía: La experiencia del CIDE AC. En *Educación Matemática*, vol 5, agosto.
- [9] Ray, Debraj (1998). Development Economics. Princeton University Press.
- [10] Romero Sotelo, Maria Elena (2016). Los orígenes del Neoliberalismo en México. Fondo de Cultura Económica.
- [11] Tenorio, Mauricio (2004). Allá en Cuajimalpa: historia del CIDE. Mimeo.