

# 1. Relación entre el mercado de derivados y el crecimiento económico en México

NORALBA XÓCHITL HERNÁNDEZ JUÁREZ\*

ANA LORENA JIMÉNEZ PRECIADO\*\*

MARIO ALEJANDRO DURÁN SALDIVAR\*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.249.01>

## Resumen

El mercado de derivados desempeña un papel crucial en las economías modernas; sin embargo, la literatura que documenta un impacto positivo del mercado de derivados mexicano en el crecimiento económico es limitada, enfocándose predominantemente en economías avanzadas. Este estudio ofrece evidencia favorable sobre la relación entre los volúmenes de negociación de instrumentos derivados y el producto interno bruto (PIB) en México. Los resultados demuestran que las opciones son los instrumentos derivados que presentan un impacto positivo y significativo sobre el PIB. Sin embargo, se observa una tendencia decreciente en la negociación de opciones y una reducción en la oferta de estos instrumentos. Estos hallazgos sugieren que el fomento del mercado de opciones podría tener efectos beneficiosos sobre la economía mexicana. La investigación se llevó a cabo mediante un análisis de datos en panel y la aplicación de un modelo vecto-

Este trabajo es producto científico derivado del proyecto de investigación SIP-IPN 20242267. Se agradece al Instituto Politécnico Nacional el apoyo brindado para este.

\* Maestra en Ciencias Económicas. Profesora investigadora de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1735-224X>

\*\* Doctora en Ciencias Económicas. Profesora investigadora de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9158-0685>

\*\*\* Maestro en Planificación y Desarrollo. Profesor investigador de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2006-747X>

rial autoregresivo (VAR) en panel, determinando que la estimación más robusta se obtiene a través de un panel agrupado.

**Palabras clave:** *mercado de derivados, VAR-Panel, panel de datos.*

## Introducción

En México, el mercado de derivados es relativamente joven en comparación con otras economías, como la de China y Estados Unidos, operando este último desde 1972. Según Lazový y Sipko (2014), el mercado de derivados de Estados Unidos, durante el periodo de 1986 a 2012, demostró tener un impacto positivo en la economía al reducir la inflación. Adicionalmente, Vo et al. (2020) señalan que los derivados aumentan la liquidez en los mercados financieros, mejorando el comercio y promoviendo el crecimiento económico mientras que Chikwira et al. (2021) fortalecen dicho argumento al demostrar que en Estados Unidos, Japón y China el mercado de derivados tiene una relación positiva con el crecimiento económico. Estos estudios subrayan la importancia del mercado de derivados en el fortalecimiento y la estabilidad de las economías, destacando su potencial para influir positivamente en el crecimiento económico.

Los instrumentos del mercado de derivados pueden negociarse de dos formas: en un mercado regulado, que supervisa las negociaciones y actúa como contraparte ante las instituciones financieras, y en un mercado no regulado conocido como *over the counter* (OTC, por sus siglas en inglés) o “fuera del mostrador”, donde las negociaciones se realizan de manera privada y con mayor riesgo. Ambos mercados son significativos para el sistema financiero ya que ambos mercados tienen un impacto positivo a largo plazo en el crecimiento económico, específicamente en el caso de los Estados Unidos (Haiss y Sammer, 2010).

En el caso de la economía mexicana, el MexDer representa el mercado de derivados regulado por la Cámara de Compensación y Liquidación, (ASIGNA). La regulación permite obtener información de las operaciones y volúmenes de instrumentos operados, a diferencia del mercado OTC en donde la información no es de dominio público; en ese sentido, el presente

análisis se centrará únicamente en el mercado regulado. En economías avanzadas, existe evidencia empírica de que el mercado de derivados puede influir en el crecimiento económico, pero este tema no ha sido ampliamente explorado en economías emergentes como la mexicana. Esto motiva la presente investigación, considerando que estos instrumentos ayudan a gestionar el riesgo de la volatilidad de precios, diversificar inversiones y estabilizar los mercados financieros.

En ese sentido, el objetivo de esta investigación es analizar la relación entre el mercado de derivados y el crecimiento económico en México mediante el uso de un modelo de datos de panel y un modelo VAR-Panel). La hipótesis central es que la creación y el desarrollo del mercado de derivados han proporcionado herramientas esenciales para la administración y control de riesgos financieros, generando un efecto positivo en el crecimiento económico del país, reflejado en el PIB.

Se utiliza información de la Asociación de la Industria de Futuros (FIA, por sus siglas en inglés), abarcando un periodo de 13 años, de 2009 a 2022, un año de gran relevancia el primero para la economía mexicana debido a los problemas económicos que enfrentaba desde 2008 a causa de la crisis hipotecaria *subprime* en Estados Unidos. Esta situación tuvo efectos adversos en México a través de la disminución en el comercio y los flujos de capital, además de que los mercados accionarios y de derivados experimentaron caídas significativas. La muestra de países seleccionada incluye aquellos con altos niveles de capitalización de mercado y que forman parte de distintos continentes, con el fin de compararlos con México. Los países considerados son: Estados Unidos, Reino Unido, Japón, Rusia, Brasil y Alemania.

La investigación se divide en las siguientes secciones: en primera instancia, se muestra evidencia empírica de la relación entre el mercado de derivados y el crecimiento económico. En el segundo apartado, se ofrecen elementos descriptivos sobre la evolución de los instrumentos derivados mexicanos y los países de referencia. En la tercera sección, se incorporan los elementos metodológicos donde se integra un modelo econométrico basado en panel de datos, junto con un modelo de vectores autorregresivos y panel de datos (PVAR) para obtener las funciones impulso respuesta entre el crecimiento económico y el mercado de derivados. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## Relación entre el mercado de derivados y el crecimiento económico

El estudio del crecimiento económico es fundamental para entender los factores que interactúan en una economía. El crecimiento económico implica mayor eficiencia en la producción, inversiones y exportaciones. En ese sentido, el sistema financiero juega un papel crucial en el crecimiento económico al financiar inversiones e innovaciones. Según Chikwira et al. (2021), el mercado de valores genera liquidez en el sistema financiero y, a largo plazo, beneficia el crecimiento económico a través del aumento de la productividad.

El sistema financiero se relaciona con el crecimiento económico. Liu y Zhang (2020) exploran estos efectos para la economía china durante 17 años. Los resultados sugieren que el sistema financiero puede tener un impacto positivo en el crecimiento económico. Sin embargo, se señala que no existe un sistema financiero óptimo fijo, ya que está sujeto a las variaciones del desarrollo económico y depende de las regiones y empresas, beneficiando más a las entidades de altos ingresos.

Baluch y Ariff (2007) comprueban una conexión entre el mercado de derivados y el crecimiento económico a través de la liquidez de capital, la formación de capital físico y un mercado eficiente en la economía estadounidense. Un estudio posterior de Bujari, Venegas, y Lechuga, (2016) evidencia una correlación positiva entre el sector financiero, a través de los derivados, y el crecimiento económico mediante un modelo de datos de panel con el método generalizado de momentos (GMM) en tanto que Haiss y Sammer (2010) también confirman la influencia positiva del mercado de derivados en el crecimiento económico. Su estudio sobre el mercado estadounidense sugiere mejores resultados al considerar el mercado OTC, aunque reconocen las limitaciones de acceso a información de este mercado.

Este vínculo también se ha analizado en la región de Asia y el Pacífico entre 2001 y 2022. Samarakoon et al. (2024) utilizan un modelo de rezago distribuido autorregresivo, revelando un vínculo bidireccional entre los mercados de derivados y el crecimiento económico. Además, se demuestra que tanto los mercados de derivados como los de valores tienen una fuerte

asociación positiva con el crecimiento económico, lo que subraya la importancia de los mercados financieros para impulsar el avance económico.

Vo et al. (2020) evidencian que los mercados de derivados en economías emergentes son más pequeños y volátiles en comparación con los de economías avanzadas. Además, señalan que los derivados ayudan a mitigar riesgos causados por fluctuaciones en los precios de los activos subyacentes, manejando riesgos de liquidez e incumplimiento. Por su parte, Şendenz-Yüncü et al. (2017) analizan la relación entre los mercados de futuros sobre índices bursátiles y el crecimiento económico en 32 países. Los autores muestran cointegración y causalidad de Granger entre los futuros bursátiles hacia el crecimiento económico en países de ingresos medios y una causalidad inversa en países con alto PIB per cápita. Los análisis de varianza y función de impulso-respuesta confirman esta relación.

La evidencia empírica sugiere que los mercados de derivados desempeñan un papel significativo en el crecimiento económico al proporcionar liquidez, facilitar la formación de capital y gestionar riesgos financieros. Aunque la magnitud de su impacto varía según el nivel de desarrollo económico y la estructura del mercado financiero de cada país, la tendencia general indica una relación positiva entre el desarrollo de estos mercados y el crecimiento económico. Esta relación es especialmente relevante para las economías emergentes, donde el fortalecimiento y la expansión del mercado de derivados podrían contribuir significativamente al desarrollo económico sostenible.

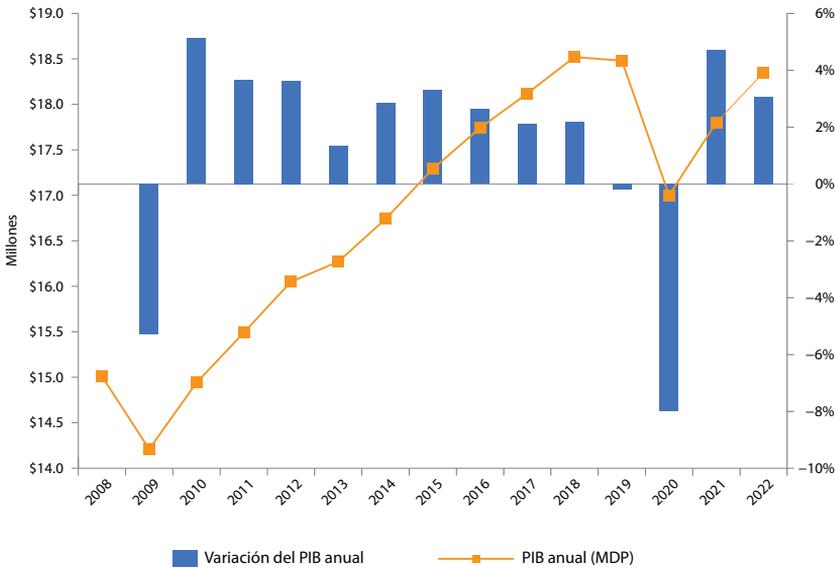
## **Evolución del PIB y del mercado de derivados en México**

Para estudiar el comportamiento del crecimiento económico, se toma como referencia el PIB anual en el periodo 2010-2022. Los datos se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2022a). En la gráfica 1.1 se observa que el PIB anual mostró una tendencia creciente desde 2009 hasta 2019, alcanzando su punto máximo con aproximadamente 19 billones de pesos. Sin embargo, en 2020, el PIB experimentó una contracción significativa de -8% debido al impacto económico de la pandemia de SARS-CoV-2. Durante el periodo 2010-2014, el crecimiento fue sostenido, impul-

sado por las actividades terciarias y políticas monetarias estables. En 2015, hubo una ligera caída del PIB, que se recuperó nuevamente entre 2016 y 2019.

A partir de 2021, el PIB mostró señales de recuperación, creciendo 4% ese año, reflejando un rebote económico a medida que las actividades se normalizaban y se implementaban medidas de estímulo. Esta tendencia continuó en 2022, consolidando la recuperación del PIB. Este análisis destaca la importancia de políticas económicas robustas y resilientes para enfrentar crisis y mantener el crecimiento económico sostenible, como lo indica el INEGI en su informe de Confianza Empresarial (INEGI, 2022b).

Gráfica 1.1. Evolución y variación anual del PIB de México 2009 a 2022



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI (2022a).

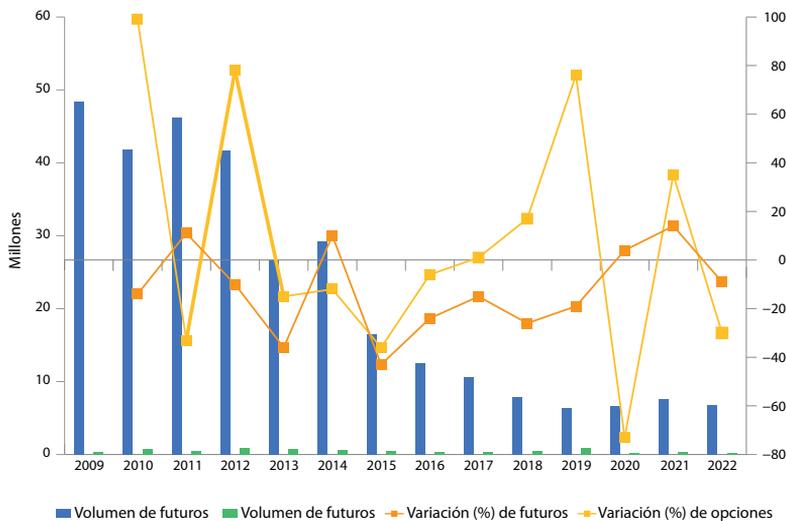
En el mercado de derivados mexicano, actualmente se negocian opciones, futuros y *swaps*, siendo los futuros, especialmente los de divisas con tipo de cambio dolar estadounidense (USD por sus siglas en inglés) por monedas latinoamericanas, los más utilizados. Sin embargo, todos estos instrumentos han experimentado una disminución en los niveles de negociación a lo largo de los años, y algunos incluso han desaparecido del mercado.

Respecto a la evolución del volumen de futuros y opciones, así como

sus respectivas variaciones porcentuales en México durante el periodo 2009-2022, se observa en la gráfica 1.2 que el volumen de futuros mostró fluctuaciones significativas a lo largo de los años. En 2009, el volumen se situaba en aproximadamente 30 millones, alcanzando su punto más alto en 2011 con cerca de 60 millones.

Posteriormente, el volumen de futuros experimentó una tendencia decreciente, con algunos repuntes en 2013 y 2015, pero se mantuvo por debajo de los 20 millones a partir de 2016. En 2019, hubo un incremento notable, seguido de una fuerte caída en 2020, coincidiendo con la pandemia de COVID-19. El volumen volvió a aumentar en 2021, aunque con menor magnitud, y descendió nuevamente en 2022.

Gráfica 1.2. Evolución y variación anual de volumen de negociación de futuros y opciones<sup>a</sup> de México 2009 a 2022



<sup>a</sup>Volumen de negociación anual de futuros y opciones-MexDer (en millones de dólares).

Fuente: Elaboración propia con información de la FIA (2022).

En el periodo de estudio, la variación porcentual del volumen de futuros muestra una alta volatilidad. En 2010, hubo un incremento significativo, seguido de una caída en 2011. También destaca un fuerte aumento en 2019 y una caída abrupta en 2020. La recuperación parcial en 2021 fue seguida

por una nueva disminución en 2022. En cuanto a las opciones, el volumen de opciones se mantuvo relativamente bajo en comparación con los futuros, con ligeros aumentos entre 2010 y 2015. En general, el volumen de negociación de opciones ha ido disminuyendo, tocando mínimos en 2020 y 2022.

La variación porcentual del volumen de opciones también mostró alta volatilidad. En 2011 y 2015, hubo aumentos significativos; sin embargo, al igual que con los futuros, 2020 marcó una caída abrupta en la variación porcentual, seguida de un repunte en 2021 y una nueva caída en 2022.

## **Metodología y análisis de resultados**

Para investigar la relación entre el mercado de derivados y el crecimiento económico, se utiliza la variación porcentual en el nivel de negociación de futuros y opciones del mercado regulado de cada país. Como medida del crecimiento económico, se emplea el PIB. Para el análisis, se utilizará un modelo de panel de datos, pues combina eficientemente múltiples periodos de tiempo y estudia los efectos individuales de las variables, analizando su influencia mutua. Esto facilita la identificación de la influencia de los derivados sobre el PIB y permite un análisis más detallado de la volatilidad de los derivados a lo largo del tiempo y entre países. El panel ayuda a abordar la heterogeneidad no observada mediante efectos fijos y aleatorios, controlando los sesgos y utilizando mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para identificar los niveles de significancia de cada variable.

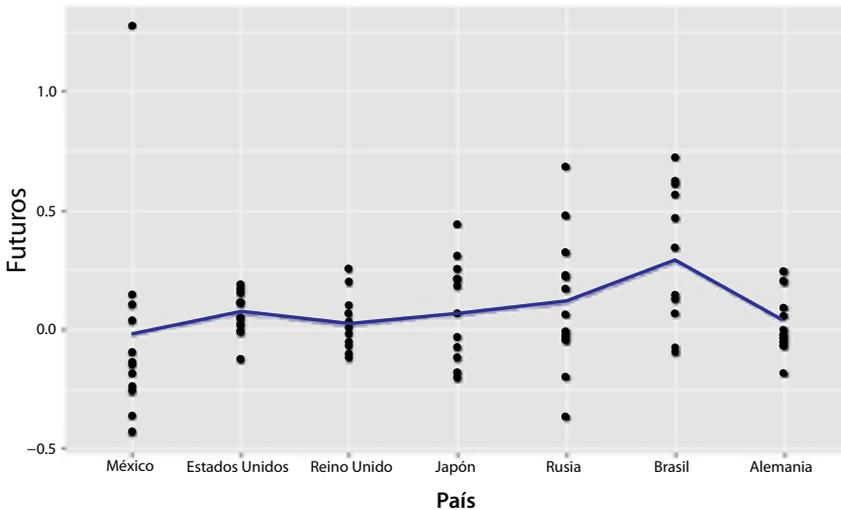
Con observaciones disponibles para cada periodo, se cuenta con un panel balanceado de 91 observaciones, conformado por 7 países y 13 periodos. El análisis se centra en los 7 países de estudio (México, Estados Unidos, Japón, Alemania, Rusia, Reino Unido y Brasil) y abarca datos anuales desde 2009 hasta 2022, proporcionando una perspectiva temporal completa.

## **Heterogeneidad entre grupos**

Analizar la heterogeneidad entre países en la variación porcentual de instrumentos futuros negociados es crucial para comprender cómo diferentes con-

textos económicos y políticos influyen en los mercados financieros. La gráfica 1.3 ilustra esta heterogeneidad entre México, Estados Unidos, Reino Unido, Japón, Rusia, Brasil y Alemania. La línea azul conecta los valores medios de la variación de futuros. Para el caso de México, la variación porcentual es relativamente baja y dispersa. En contraste, Estados Unidos y Reino Unido muestran variaciones bajas y consistentes, indicando mercados de futuros estables y bien regulados. Por su parte, Japón presenta una estabilidad similar en tanto que Rusia y Brasil muestran una alta dispersión, reflejando la volatilidad influida por eventos macroeconómicos como sanciones internacionales y fluctuaciones en los precios de materias primas (Wang et al., 2019). Alemania, igual que Japón, Estados Unidos y Reino Unido, exhibe baja variación y dispersión, indicando un mercado de futuros estable.

Gráfica 1.3. *Heterogeneidad entre países mediante la variación porcentual de instrumentos futuros negociados*

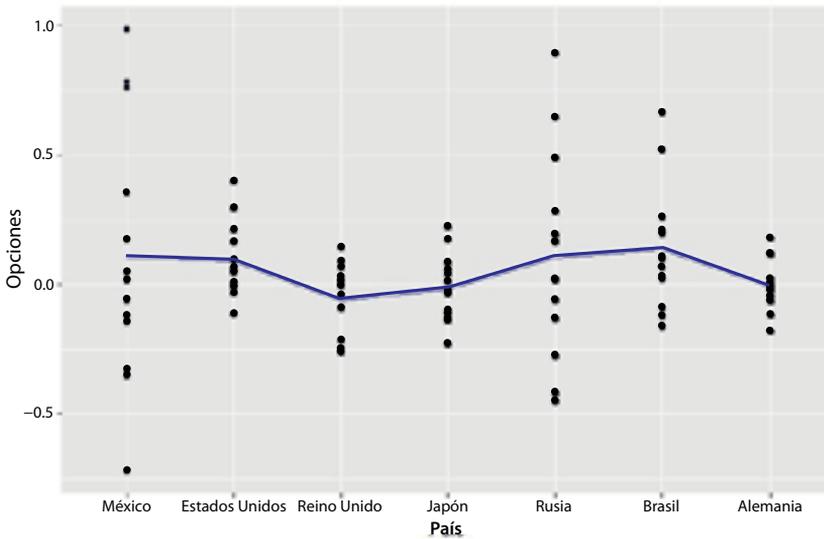


Fuente: Elaboración propia con salida de R-Studio.

Respecto a las opciones, la gráfica 1.3 muestra para México una variación porcentual dispersa, indicando inestabilidad en el volumen de opciones negociadas. Estados Unidos y Reino Unido, en contraste, presentan variaciones bajas y consistentes, lo que refleja mercados de opciones más estables y regulados. Japón muestra una tendencia similar, con baja variación y dis-

persión. Países emergentes como Rusia y Brasil evidencian una alta dispersión en la variación porcentual de las opciones, indicando una mayor volatilidad económica.

Gráfica 1.4. Heterogeneidad entre países mediante la variación porcentual de instrumentos futuros negociados



Fuente: Elaboración propia con salida de R-Studio.

La crisis financiera global de 2008-2009 y la pandemia de COVID-19 en 2020-2021 han tenido un impacto significativo en estos mercados, particularmente en aquellos con mercados financieros menos desarrollados. Las fluctuaciones en los precios de las materias primas afectan especialmente a países como Rusia y Brasil. Además, las políticas monetarias y fiscales implementadas por los bancos centrales y gobiernos de las economías avanzadas juegan un papel crucial en la estabilidad de estos mercados.

## Panel de datos

El panel *pooled* también conocido como “panel agrupado” permite analizar datos en un modelo que combina datos de diferentes variables individuales

a lo largo del tiempo para formar una sola muestra agregada, por lo que se generará una visión general de cómo interactúan el crecimiento económico medido a través del PIB y la variación de negociación de opciones.

El modelo básico para la estimación de panel *pooled* es un modelo de regresión lineal que relaciona la variable dependiente ( $Y$ ) con las variables independientes ( $X$ ) como sigue:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_{1i}x_{1it} + \beta_{2i}x_{2it} + \dots + \beta_{ki}x_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Donde  $Y_{it}$  representa la variable dependiente para el  $i$ -ésimo individuo (unidad transversal) en el tiempo  $t$  (periodo de tiempo). Sea  $x_{kit}$  la representación de las variables independientes para el  $i$ -ésimo individuo en el tiempo  $t$ . Las variables  $\beta$  y  $\varepsilon_{it}$  representan el coeficiente de estimación y el término de error o residual para el  $i$ -ésimo individuo en el tiempo  $t$ . En la estimación *pooled*, los efectos individuales y específicos del tiempo no se tienen en cuenta, y los datos se agrupan en un único conjunto de datos; la ecuación de estimación se puede escribir como sigue:

En la estimación de panel *pooled*, las dimensiones de tiempo y las individuales chocan por lo que todas las observaciones se tratan como independientes, por lo que no se toman en cuenta los efectos individuales y se asume que la relación temporal entre las variables es la misma para todos los individuos, en este caso, para todos los países. En esta investigación, como se busca identificar si existe una relación entre derivados y crecimiento económico, la variable dependiente en el modelo es el crecimiento económico medido a través de la variación anual del PIB, es decir,  $Y_{it} = \text{PIB}$ , y las variables independientes de cada país son las variaciones porcentuales de negociación de opciones y futuros, la ecuación para los datos de esta investigación es de la forma:

$$\text{PIB}_{it} = \beta_{1i}(\text{futuros})_{it} + \beta_{2i}(\text{opciones})_{it} + u_{it} \quad (2)$$

Los resultados para los coeficientes de estimación ( $\beta_{ki}$ ) y el error ( $u_{it}$ ) agrupados se muestran en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1. *Panel agrupado*

Número de observaciones 91		Tiempo (t) 13		Países (n) 7	
Variable	Coefficiente	Error estándar	Valor t	Valor p	
Intercepto	0.0145	0.0044	3.3105	1.912	
Opciones	0.0285	0.0108	2.6389	0.0098 **	
Futuros	-0.0035	0.0118	-0.2965	0.7675	

Residuo del error estándar: 0.0675 con 79 grados de libertad  
Residuo de la suma de *R* cuadrada: 0.62327  
*R* cuadrada 0.0777                      *R* cuadrada ajustada 0.0459  
*F*-estadístico: 2.44355 en 3 y 87 DF                      *p*-value 0.0694

Nota: \*\*\*, \*\*, \* denotan los niveles de significancia 0.001, 0.01 y 0.05, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia en R-Studio.

El análisis de regresión por panel evaluó la relación entre el crecimiento económico y las tasas de crecimiento del volumen de operación de opciones y futuros en 7 países (México, Estados Unidos, Rusia, Brasil, Alemania, Japón y Reino Unido) durante 13 años. Los resultados indican que la tasa de crecimiento del volumen de operación de opciones tiene un efecto positivo y significativo sobre el crecimiento económico (coeficiente: 0.0285, *p*-valor: 0.0098), mientras que la tasa de crecimiento del volumen de operación de futuros no muestra un efecto significativo (coeficiente: -0.0035, *p*-valor: 0.7675). El modelo tiene un poder explicativo bajo, con un *R* cuadrada de 0.0777, y la significancia global del modelo es marginal al nivel de 10% (*p*-valor del *F*-Estadístico: 0.0694).

Posteriormente, se utiliza el modelo de efectos fijos (FE, por sus siglas en inglés), también conocido como modelo *within* o modelo de variable ficticia de mínimos cuadrados (LSDV, por sus siglas en inglés), el cual se utiliza para estudiar los efectos sobre variables de tiempo en datos de panel. Este modelo se aplica regularmente para eliminar el sesgo de variables omitidas. En ese sentido, se asume que cada unidad individual en el panel (en este caso, cada país) tiene su propio intercepto, el cual captura características o atributos invariables a lo largo del tiempo. Es decir, estos FE no varían con el tiempo y son constantes para cada unidad.

Dentro de las variantes en las que se puede plantear un modelo de FE, el enfoque de estimación más utilizado es el modelo de LSDV. Este modelo permite controlar los efectos individuales no observables mediante la in-

roducción de variables *dummy*, también conocidas como variables indicadoras, para cada individuo en el panel. Estas variables toman valores de 0 y 1 para representar la presencia o ausencia de una condición específica.

Para analizar los efectos individuales de las variaciones en los contratos de opciones sobre el PIB en cada país, la ecuación general para estimar los resultados incorpora una variable  $\alpha_i$  que representa los coeficientes de FE, capturando diferencias individuales no observables y constantes en el tiempo. El modelo LSDV para esta investigación busca estimar los cambios en el PIB de cada país a través de las opciones (se omiten los futuros al no ser significativos), controlando las diferencias invariables en el tiempo entre los países. Los resultados se muestran en el cuadro 1.2, y la estimación se presenta en la ecuación (3):

$$PIB_{it} = \beta_{1i} (\text{opciones})_{it} + \alpha (\text{factor país})_i + u_{it} \quad (3)$$

Cuadro 1.2. *Panel efectos fijos*

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Valor p</b>	<b>Valor p</b>
Opciones	0.0282	0.0107	2.6300	0.0102 *
Factor (País 1)	0.0174	0.0076	2.2820	0.0251 *
Factor (País 2)	0.0177	0.0076	2.3310	0.0222 *
Factor (País 3)	0.0187	0.0076	2.4800	0.0152 *
Factor (País 4)	0.0089	0.0075	1.1760	0.2428
Factor (País 5)	0.0123	0.0076	1.6120	0.1108
Factor (País 6)	0.0099	0.0077	1.2960	0.1985
Factor (País 7)	0.0156	0.0075	2.0680	0.0418 *
Residuo del error estándar: 0.02714 con 83 grados de libertad				
Múltiple R cuadrada: 0.3219		R cuadrada ajustada: 0.2565		
F - estadístico: 4.924 en 8 y 83 DF		p - value: 5.315		

Nota: \*\*\*, \*\*, \* denotan los niveles de significancia 0.001, 0.01 y 0.05, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia en R-Studio.

El análisis de regresión por panel utilizando un modelo de FE indica que la tasa de crecimiento del volumen de operación de opciones tiene un efecto positivo y significativo sobre el crecimiento económico (coeficiente: 0.0282, *p*-valor: 0.0102). Por otro lado, se identificaron factores específicos para cada país con significancia variable, como se muestra en el cuadro 1.3.

El modelo tiene un  $R$  cuadrada múltiple de 0.3219 y un  $R$  cuadrada ajustada de 0.2565, indicando que aproximadamente el 32.19% de la variabilidad en el crecimiento económico es explicada por las variables independientes del modelo. El  $F$ -estadístico del modelo es 4.924 con 8 y 83 grados de libertad, y un  $p$ -valor de 5.315, sugiriendo una significancia global del modelo.

Finalmente, se aplica el modelo de efectos aleatorios (RE, por sus siglas en inglés), también conocido como modelo de agrupación parcial, y se asume que cualquier variación entre entidades es aleatoria y no está correlacionada con los regresores utilizados en el modelo de estimación. Esto implica que los efectos individuales son variables aleatorias con una distribución específica. La ecuación de este modelo es similar a la de un modelo de FE, con la diferencia de que incluye un  $\beta$  que representa el vector de coeficientes estimados,  $\alpha_i$  que es el efecto individual específico de la unidad y  $u_{it}$  que es el término de error.

Si se cree que las diferencias entre entidades influyen en la variable dependiente, se debe preferir un modelo RE. Esto permite que las variables invariantes en el tiempo (como el volumen de operación de derivados de los países) se consideren como regresores. En el modelo de RE, el término de error de la entidad (heterogeneidad no observada) no está correlacionado con los regresores. El cuadro 1.3 muestra los resultados.

Cuadro 1.3. *Panel efectos aleatorios*

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Valor t</i>	<i>Valor</i>
Intercepto	0.0144	0.0028	5.0985	3.4240
Opciones	0.0275	0.0101	2.7206	0.0065**
Suma total de cuadrados: 0.0676		Residuo de la suma de cuadrados: 0.0624		
$R$ cuadrada: 0.0768		$R$ cuadrada ajustada: 0.0664		
Chisq.: 7.4018 en 1 D		$p$ - value: 0.0065		

Nota: \*\*\*, \*\*, \* denotan los niveles de significancia 0.001, 0.01 y 0.05, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia en R-Studio.

El análisis de regresión por panel utilizando un modelo de FE mostró que la tasa de crecimiento del volumen de operación de opciones tiene un efecto positivo y significativo sobre el crecimiento económico (coeficiente: 0.0275,  $p$ -valor: 0.0065). El intercepto del modelo es de 0.0144, con un error estándar de 0.0028 y un valor  $t$  de 5.0985, indicando significancia. La suma

total de cuadrados es 0.0676, con un residuo de la suma de cuadrados de 0.0624. El modelo tiene un  $R$  cuadrada de 0.0768 y un  $R$  cuadrada ajustada de 0.0664, lo que indica que aproximadamente el 7.68% de la variabilidad en el crecimiento económico es explicada por las variables independientes del modelo. El estadístico Chi-cuadrado es 7.4018 con 1 grado de libertad y un  $p$ -valor de 0.0065, sugiriendo una significancia global del modelo.

Finalmente, para seleccionar el mejor panel entre FE y RE, se aplica el Test de Hausman, el cual evalúa si los errores de los RE están correlacionados con los regresores del modelo. La hipótesis nula del test de Hausman establece que el modelo de RE es consistente y, por lo tanto, debería preferirse al modelo de FE. La hipótesis alternativa sugiere que el modelo de RE no es consistente, y por lo tanto, el modelo de FE sería más adecuado; los resultados se muestran en el cuadro 1.4.

Cuadro 1.4. *Test de Hausman: efectos fijos vs efectos aleatorios*

<b>Test Hausman para PIB y opciones</b>		
Chisq. = 0.038606	df = 1	p - valor = 0.8442
Hipótesis alternativa: Modelo inconsistente		

Fuente: Elaboración propia en R-Studio.

Dado que el  $p$ -valor es 0.8442, que es significativamente mayor a 0.05, no se rechaza la hipótesis nula. Esto significa que el modelo de RE es consistente y debe preferirse sobre el modelo de FE para el análisis de esta serie de datos, esto quiere decir que cualquier variación entre los países se asume aleatoria y no está correlacionada con los regresores utilizados en el modelo.

Una vez descartado el panel de FE, se procede a utilizar el multiplicador de Lagrange (LM, por sus siglas en inglés) de Breusch-Pagan para decidir entre un modelo de RE y el panel agrupado. La hipótesis nula de establecer que la varianza de los RE es 0, lo que implica que el modelo de MCO simple es adecuado. La hipótesis alternativa sugiere que hay efectos significativos y, por lo tanto, se debería preferir el modelo de RE. Los resultados se presentan en el cuadro 1.5.

Cuadro 1.5. *Test multiplicador de Lagrange: efectos aleatorios vs panel pooled*

PIB contra Opciones		
Chisq.=2.2316	df=1	p-valor=0.1352
Hipótesis alternativa: Efectos significantes		

Fuente: Elaboración propia en R-Studio.

Dado que el  $p$ -valor es mayor a 0.05, no se rechaza la hipótesis nula. Esto significa que la varianza de los efectos aleatorios no es significativamente diferente de 0 y, por lo tanto, el panel agrupado es más apropiado. Este resultado puede estar influido por varias razones, especialmente considerando la alta concentración de títulos derivados en Estados Unidos.

## VAR-Panel

El modelo de panel con vectores autorregresivos (VAR) se utiliza para analizar dinámicamente las relaciones entre múltiples variables en datos de panel, considerando tanto dimensiones temporales como transversales. Este modelo es adecuado para esta investigación porque permite examinar cómo las negociaciones de futuros y opciones afectan al PIB y viceversa. Además, el modelo VAR-panel combina estructuras de series de tiempo y datos transversales, proporcionando estimaciones promedio de los datos de cada país. Utilizando la notación de Sigmund y Ferstl (2021), la ecuación general de la extensión del panel para el VAR-panel que permite las variables endógenas es de la forma:

$$Y_{it} = \mu_i + \sum_{l=1}^p A_l y_{i,t-l} + Bx_{i,t} + Cs_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (4)$$

Donde  $Y_{it}$  representa el PIB de los 7 países de estudio en los 13 periodos, lo que es igual al intercepto que tiene la ecuación ( $\mu_i$ ) más un vector de componentes en donde se tiene la misma variable, pero rezagada, es decir, se toma la información rezagada del PIB, por lo que se intenta explicar el PIB no sólo a partir de los otros regresores, sino también explicarlo a partir de sus rezagos ( $\sum_{l=1}^p A_l y_{i,t-l}$ ), más todas las variables independientes de cada

uno de los países en el tiempo ( $Bx_{i,t}$ ), más las variables exógenas ( $Cs_{i,t}$ ), y finalmente el error asociado a toda la ecuación para cada una de las entidades en el tiempo ( $\epsilon_{i,t}$ ).

Para verificar la estacionariedad de las series utilizadas en el modelo VAR-panel, se realizó la prueba de Dickey Fuller aumentada (ADF, por sus siglas en inglés) con tres rezagos, ya que se cuenta con sólo 11 observaciones por país. Los resultados, presentados el cuadro 1.6 indican que no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria, sugiriendo que las series no son estacionarias para la mayoría de las variables, excepto para las opciones en Reino Unido y Japón.

Cuadro 1.6. Prueba Dickey Fuller aumentada

<i>País</i>	<i>PIB</i>	<i>Opciones</i>	<i>Futuros</i>
México	0.850	0.490	0.990
Estados Unidos	0.990	0.929	0.718
Reino Unido	0.990	0.048	0.684
Japón	0.535	0.010	0.523
Rusia	0.519	0.203	0.532
Brasil	0.761	0.784	0.274
Alemania	0.512	0.967	0.664

Fuente: Elaboración propia en R-Studio.

Posteriormente, se realizó la prueba de cointegración de Johansen y la prueba de la traza. Los resultados, mostrados en el cuadro 1.7 revelan que existen al menos dos relaciones de cointegración entre las variables, puesto que los valores de la estadística de prueba son mayores que los valores críticos para todas las hipótesis planteadas.

Cuadro 1.7. Prueba de Cointegración de Johansen

<i>Tipo de Prueba</i>	<i>Estadístico de Prueba</i>	<i>Valores Críticos (10%)</i>	<i>Valores Críticos (5%)</i>	<i>Valores Críticos (1%)</i>
$r \leq 1$	28.86	6.5	8.18	11.65
$r = 0$	42.74	12.91	14.9	19.19
<b>Eigenvalores</b>				
Lambda 1: 0.3813			Lambda 2: 0.2770	

Fuente: Elaboración propia en R-Studio.

La prueba de la traza, cuya hipótesis nula es que hay un máximo de  $r$  relaciones de cointegración, confirmó que hay al menos una relación de cointegración entre las variables estudiadas. A partir de los resultados de ADF y cointegración, el modelo VAR-panel incorpora una estructura de rezagos para explicar la variable dependiente, y se modifica para incluir un parámetro delta ( $\Delta$ ), indicando que las series ya se encuentran diferenciadas. Esto permite eliminar tendencias lineales y conservar la información sobre los cambios en las variables a lo largo del tiempo. La ecuación del modelo se representa por:

$$\Delta^* Y_{it} = \mu_i + \sum_{l=1}^p A_l \Delta^* y_{i,t-l} + B \Delta^* x_{i,t} + \varepsilon \Delta^*_{i,t} \quad (5)$$

Los resultados del modelo VAR-panel en primeras diferencias, presentados en el cuadro 1.8, indican que tanto las opciones como los futuros no son significativos. Se utilizaron primeras diferencias debido a la baja cantidad de observaciones y los problemas de singularidad en la matriz de covarianza.

Cuadro 1.8. VAR-panel en primeras diferencias

<b>Variables</b>	<b>Opciones</b>	<b>Futuros</b>
lag1_Opciones	-1.3402	1.1223
lag1_Futuros	-0.4311	0.0417
const	0.1834	0.0831

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

Fuente: Elaboración propia en R-Studio.

A pesar de la no significancia, se realizaron diversas pruebas de normalidad sobre los residuales del modelo VAR-panel en primeras diferencias, incluyendo las pruebas de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Cramer-Von Mises y Anderson-Darling. Todas las pruebas indicaron que los datos no siguen una distribución normal, como se muestra en el cuadro 1.9.

Cuadro 1.9. Pruebas de normalidad

<b>Prueba</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Valor p</b>
Shapiro-Wilk	0.8271	0.0000
Kolmogorov-Smirnov	0.1511	0.0387
Cramer-Von Mises	12.5565	0.0000
Anderson-Darling	1.9217	0.0001

Fuente: Elaboración propia en *R-Studio*.

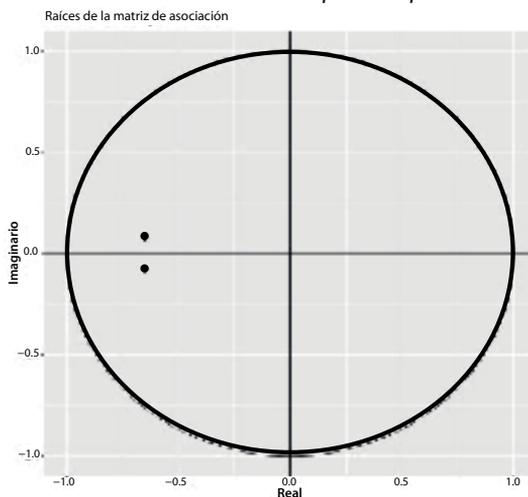
Asimismo, se incorpora la prueba de heterocedasticidad de Breusch-Pagan, arrojando un valor  $p$  de 0.229, sugiriendo que no hay evidencia de heterocedasticidad significativa. Por otro lado, la prueba de autocorrelación de Breusch-Godfrey mostró un valor  $p$  de 0.0202, indicando evidencia de autocorrelación de primer orden en los residuos (cuadro 1.10).

Cuadro 1.10. Pruebas de heterocedasticidad y autocorrelación serial

	<b>Breusch-Pagan (Heterocedasticidad)</b>		<b>Breusch-Godfrey (Autocorrelación)</b>
Estadístico de prueba (BP):	1.447	Estadístico de prueba (LM test):	5.394
Grados de libertad (df):	1	Grados de libertad (df):	1
Valor $p$ :	0.229	Valor $p$ :	0.0202

Fuente: Elaboración propia en *R-Studio*.

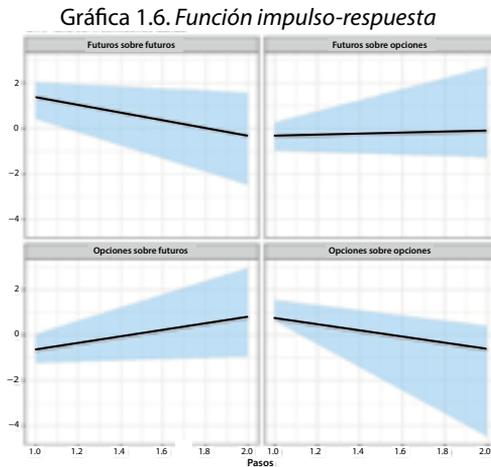
Gráfica 1.5. Estabilidad del modelo VAR-panel en primeras diferencias



Fuente: Elaboración propia con salida de *R-Studio*.

Finalmente, se utiliza la prueba de Andrews, misma que evalúa la estabilidad del modelo y los eigenvalores calculados, los cuales se mantienen dentro del círculo unitario, indicando que se satisface la condición de estabilidad para el VAR-panel (gráfica 1.5).

Las funciones impulso-respuesta se utilizaron para evaluar el impacto de un *shock* en una variable sobre otra. La gráfica 1.6 revela que un *shock* en los futuros tiene un efecto positivo inicial en ellos mismos, pero posteriormente disminuye. Similarmente, los futuros tienen un impacto positivo en las opciones, y las opciones tienen un impacto positivo en los futuros.



Fuente: Elaboración propia con salida de R-Studio.

## Conclusiones

Esta investigación ha proporcionado un análisis detallado de la relación entre el mercado de derivados y el crecimiento económico en México utilizando modelos de panel agrupado y VAR-panel. Los resultados revelan que la tasa de crecimiento del volumen de operación de opciones tiene un efecto positivo y significativo sobre el crecimiento económico. Este hallazgo sugiere que el fortalecimiento y desarrollo del mercado de opciones puede tener implicaciones positivas importantes para el crecimiento económico del país.

Por otro lado, la tasa de crecimiento del volumen de operación de futuros no mostró un efecto significativo, lo cual resalta la importancia diferencial de los distintos tipos de instrumentos derivados en su impacto económico. Los resultados del modelo VAR-panel, aunque no significativos, proporcionaron una visión adicional sobre las dinámicas bidireccionales entre el PIB y las operaciones de derivados, confirmando la necesidad de considerar múltiples dimensiones y rezagos temporales en el análisis.

Tanto la prueba de Hausman como el Multiplicador de Lagrange confirmaron que el modelo de panel agrupado es el más adecuado para los datos analizados, sugiriendo que cualquier variación entre los países se asume aleatoria y no está correlacionada con los regresores utilizados. Este resultado puede estar influenciado por la alta concentración de títulos derivados en economías avanzadas como Estados Unidos. En ese sentido, el estudio se puede ampliar en análisis comparativos exclusivos para economías emergentes o en la desagregación por tipos de derivados, así como el uso de la volatilidad y aplicación de metodologías alternativas de modelado como aprendizaje automático.

La principal contribución de este análisis es que se subraya la relevancia del mercado de opciones como un motor potencial del crecimiento económico en México, al tiempo que destacan la necesidad de políticas que promuevan el desarrollo de estos mercados. Además, se sugiere la implementación de mecanismos que permitan una mayor transparencia y regulación para maximizar los beneficios económicos derivados de las operaciones con instrumentos financieros derivados.

## Referencias

- Aali-Bujari, A., Venegas-Martínez, F., y Pérez-Lechuga, G. (2016). Impact of derivatives markets on economic growth in some of the major world economies. A difference-GMM panel data estimation (2002-2014). *AESTIMATIO. The IEB International Journal of Finance*, (12), 110-127.
- Baluch, A., y Ariff, M. (2007). Derivative markets and economic growth: Is there a relationship. Bond University Globalization & Development Center Working Paper Series, 13, 1-45.
- Chikwira, C., Rawjee, V. P., y Balkaran, R. (2021). Is there a Causality between Economic

- Growth Variables and Derivatives Usage. *Acta Universitatis Danubius. Œconomica*, 17(1), 108-123.
- FIA. (2022). *ETD Tracker*. <https://www.fia.org/fia/etd-tracker>
- Haiss, P. R., y Sammer, B. (2010). The Impact of Derivatives Markets on Financial Integration, Risk, and Economic Growth. *SSRN Electronic Journal*. Haiss, Peter R. and Sammer, Bernhard, The Impact of Derivatives Markets on Financial Integration, Risk, and Economic Growth. <http://doi.org/10.2139/ssrn.1720586> [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1720586](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1720586)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2022a). *Actividad económica*. <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2022b). *Confianza Empresarial 2006 a 2022 México*. <https://www.inegi.org.mx/temas/opinion/>
- Lazový, J., y Sipko, J. (2014). Impact of financial derivatives on the real economy. *International Journal of Management Excellence*, 4(1), 494-502.
- Liu, G., y Zhang, C. (2020). Does financial structure matter for economic growth in China. *China Economic Review*, 61(101194). <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2018.06.006>
- Samarakoon, S. M., Pradhan, R. P., y Maradana, R. P. (2024). How does equity derivative market affect economic growth? Evidence from the Asia-Pacific region. *Review of Financial Economics*, 42(2), 186-205. <https://doi.org/10.1002/rfe.1195>
- Şendeniz-Yüncü, İ., Akdeniz, L., y Aydoğan, K. (2017). Do Stock Index Futures Affect Economic Growth? Evidence from 32 Countries. *Emerging Markets Finance and Trade*, 54(2), 410-429. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2016.1247348>
- Sigmund, M., y Ferstl, R. (2021). Panel vector autoregression in R with the package panelvar. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 80, 693-720. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2019.01.001>
- Vo, D. H., Van Nguyen, P., Nguyen, H. M., Vo, A. T., y Nguyen, T. C. (2020). Derivatives market and economic growth nexus: Policy implications for emerging markets. *The North American Journal of Economics and Finance*, 54(100866). <https://doi.org/10.1016/j.najef.2018.10.014>
- Wang, Y., Wang, K., y Chang, C. P. (2019). The impacts of economic sanctions on exchange rate volatility. *Economic Modelling*, 82, 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.07.004>