



Evolución de las regulaciones al comercio del maíz y sus niveles de producción en México

Evolution of maize trade regulations and production levels in Mexico

Jimmy Félix Armenta¹, Rosa Delia Aguilar Carvajal¹*
Ramón Valenzuela Edeza²

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, México

²Instituto Tecnológico de Los Mochis, México

Recibido el 13 de febrero de 2024; aceptado el 7 de mayo de 2025

Disponible en Internet el: 17 de febrero de 2026

Resumen

El objetivo del artículo es evaluar la dinámica productiva y comercial del maíz mexicano en el periodo 1980-2022. La aproximación metodológica se centra en los modelos de datos dinámicos de panel. La contribución de la investigación comprende un análisis en materia de regulaciones comerciales y desempeño productivo del maíz en un amplio horizonte temporal. Se establece que a raíz de la puesta en marcha del TLCAN y su paso al TMEC consecuencia de la liberalización del mercado del maíz, se han incrementado los niveles de producción y de rendimiento. Sin embargo, se tiene una dualidad marcada en la producción ya que las entidades del noroeste y del bajo registran rendimientos superiores a las ubicadas en el sur y en el centro del país lo cual reafirma la heterogeneidad que se presenta no solo en el cultivo del maíz sino en el campo mexicano en general.

Código JEL: F13, C33, D24

Palabras clave: maíz; regulación comercial; producción; rendimiento; TLCAN

* Autor para correspondencia

Correo electrónico: r.aguilar.lrci@uas.edu.mx (R. D. Aguilar Carvajal).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

<https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2026.5458>

0186- 1042/© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Contaduría y Administración. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Abstract

The main of this paper is to evaluate the productive and commercial dynamics of Mexican corn in the period 1980-2022. The methodological approach focuses on dynamic panel data models. The research contribution includes an analysis of commercial regulations and the productive performance of corn over a broad time horizon. It is established that as a result of the implementation of NAFTA and its move to the USMCA that as a result of the liberalization of the corn market, production and yield levels have increased. However, there is a marked duality in the production since the entities of the northwest and the shoal register higher yields than those located in the south and center of the country, which reaffirms the heterogeneity that occurs not only in the cultivation of corn but in the Mexican countryside in general.

JEL Code: F13, C33, D24

Keywords: corn; trade regulation; production; performance; NAFTA

Introducción

En la actualidad el maíz constituye uno de los cultivos más importantes en el mercado mexicano ya que ocupa un espacio esencial en la seguridad alimentaria de las comunidades tanto rurales como urbanas. Asimismo, genera altos volúmenes de producción por lo que es uno de los productos agrícolas básicos en el país dado que propicia una gran cantidad de empleos y es una fuente de ingresos para cierto sector de la población. Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Recursos Pesqueros y Ambientales, SAGARPA (2022), los productores de maíz constituyen alrededor del 43% de la fuerza de trabajo del sector agropecuario y constituye aproximadamente el 20% del total de la producción del sector primario en el año 2022. Dichas cifras corroboran la relevancia que tiene el cultivo del maíz en la actividad económica tanto en la de producción como de empleo.

En términos de la literatura se han escrito una gran variedad de artículos referentes a los efectos económicos y comerciales en el sector agropecuario a raíz de la implementación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN): En el trabajo desarrollado por Massieu y Lechuga (2002) abordan los cambios en el consumo y en la producción del maíz a partir de la puesta en marcha del tratado; el análisis efectuado por Steffen y Echánove (2007) se centra en los efectos en la producción derivados de la aplicación de programas de comercialización de granos; en la investigación realizada por (Moreno-Sáenz et al., 2016) discuten sobre el grado de dependencia a las importaciones de maíz en la época del tratado y; el estudio aplicado por (Cruz et al., 2017) sobre el comportamiento del sector agropecuario antes y después del acuerdo comercial.

Desde su ingreso al TLCAN, México se ha convertido en el tercer mercado para los productos agropecuarios de Estados Unidos. La apertura comercial estableció un proceso de desgravación

arancelaria para grupo de productos como: maíz, frijol entre otros, donde se consideraban cadenas agrícolas y agroindustriales, curiosamente productos en los que los mexicanos enfrentaban importantes problemas de competitividad, las condiciones pactadas incluían aranceles aduaneros, restricciones cuantitativas, normas técnicas y de comercialización agropecuarias, se limitaban los subsidios entre otros benéficos de tipo arancelario y no arancelario.

El acuerdo comercial visto como un factor clave que promoviera un mayor dinamismo en las actividades económicas, particularmente las del sector agrícola que implicara mayor crecimiento en términos de producción que se tradujera en mayor bienestar para la población. Por ello, en el presente estudio se abordan los efectos en la comercialización y en la producción del maíz a partir de las regulaciones comerciales establecidas en el TLCAN. En este sentido, se busca dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿cuáles han sido los cambios fundamentales en materia arancelaria aplicables al maíz?, y, ¿cómo ha sido la evolución de la dinámica productiva y comercial del maíz mexicano antes, durante y después de la aplicación del TLCAN?

En virtud de ello, el artículo tiene como objetivo evaluar la dinámica productiva y comercial del maíz mexicano. Para ello, el análisis se efectúa desde dos perspectivas: en el ámbito de las regulaciones comerciales emanadas primero del TLCAN y después del T-MEC (Tratado México, Estados Unidos y Canadá) y; desde el contexto económico a través del rendimiento obtenido de la producción del maíz a nivel nacional y por entidad federativa. Para este estudio se emplea la metodología de datos de panel, que permite analizar las variaciones del rendimiento de la producción del maíz entre estados y a lo largo del tiempo, considerando tanto factores regionales como el contexto económico y comercial nacional. Además, se incorporan las pruebas de efectos fijos y aleatorios porque permiten determinar la forma más adecuada de modelar la heterogeneidad no observable entre las unidades analizadas y, con ello, garantizar estimaciones consistentes y eficientes.

El artículo está estructurado en cinco apartados además de esta introducción. En el primero, se analizan regulaciones comerciales que se tenían antes del TLCAN y si hubo cambios ahora con la puesta en marcha del TMEC. En el segundo se presentan los materiales y métodos aplicados en la investigación a partir de los modelos dinámicos de datos de panel y la incorporación de las pruebas de efectos fijos y aleatorios. En el tercer apartado comprende la estadística descriptiva mediante la evolución de la producción y el rendimiento del maíz. En el cuarto apartado se muestran los resultados y la discusión de las estimaciones econométricas. Y en el quinto apartado se incluyen las conclusiones de la investigación.

Revisión de literatura

La reciente volatilidad en los precios de los alimentos ha puesto en primer plano los problemas de seguridad alimentaria en el debate político en donde la producción agrícola ha mostrado una gran sensibilidad a las condiciones climáticas y a las Regulaciones y Restricciones Arancelarias y No arancelarias (RRNA), que promueven los países con la finalidad de proteger a sus productores y a sus mercados, lo que puede contribuir a la volatilidad de los precios de los alimentos en los próximos años. A continuación, se presenta una breve revisión de literatura respecto a las implicaciones en la producción y el rendimiento del maíz a raíz del proceso de globalización y de la aplicación de acuerdos comerciales.

En el estudio de Ferguson y Gars (2020), miden la sensibilidad de los volúmenes de comercio y los valores unitarios del comercio a los choques en la producción agrícola. Derivaron un modelo gravitacional del comercio con dos características nuevas: el modelo asume una oferta perfectamente inelástica y la presencia de costos comerciales por unidad implica que los valores unitarios basados en datos del país importador (incluyendo costos comerciales) deberían reaccionar en menor medida a los choques de producción que los valores unitarios basados en datos del país exportador (excluyendo costos comerciales). Los resultados sugieren que el aumento de las RRNA y arancelarias limitan el papel del comercio internacional como una forma de enfrentar la volatilidad de la producción.

Por su parte, Erenstein, et al., (2022). realizan un estudio con la finalidad de revisar la producción, consumo y comercio internacional del maíz para examinar las tendencias cambiantes en las condiciones de oferta y demanda globales en los últimos 25 años y sus implicaciones para la investigación y desarrollo (I+D), especialmente en el Sur Global. El método utilizado fue un análisis de datos secundarios disponibles sobre producción, consumo y comercio internacional del maíz y otros indicadores complementarios, además de una revisión de la literatura asociada. Las principales conclusiones fueron que la producción global de maíz ha aumentado significativamente debido a avances tecnológicos, incrementos en los rendimientos y expansión del área cultivada.

En tanto, Fauzin (2021) lleva a cabo un análisis en las regiones de Pamekasan y Sumenep en la isla de Madura, Indonesia sobre el sistema de comercio de maíz basado en la protección de los agricultores, con el objetivo de identificar las ventajas y desventajas del modelo regulatorio actual del sistema de comercio de maíz y encontrar un modelo basado en la protección de los agricultores. El método de investigación es cualitativa y doctrinal con enfoques normativo, analítico y de casos. Los resultados indican que las políticas proteccionistas actuales no reflejan adecuadamente los principios de justicia social y no favorecen a los agricultores, por lo que se requiere intervención estatal para reformular las regulaciones arancelarias y no arancelarias y proteger a los agricultores.

En el trabajo de Szerb, et. al., (2022) examinan los acuerdos comerciales regionales, globalización y exportaciones mundiales de maíz, con la intención de evaluar el impacto en el comercio internacional de maíz. La investigación fue realizada por la Universidad Húngara de Ciencias de la Agricultura y la Vida en Kaposvár, Hungría. Se utiliza un modelo de gravedad para analizar datos de comercio bilateral de maíz entre 1996 y 2020, llegando a la deducción que, a pesar de la globalización, la distancia sigue siendo un factor importante en el comercio de maíz. Los Acuerdos comerciales regionales y sus barreras arancelarias y no arancelarias, tienen un efecto positivo en el comercio bilateral, pero este efecto no es inmediato y se manifiesta después de varios años.

Finalmente, en la investigación desarrollada por Parra, et al., (2017) estudiaron el mercado del maíz en México: desde el enfoque de la economía industrial y los costos de transacción, con la finalidad de evidenciar la figura de las instituciones en mercados estratégicos, específicamente el mercado del maíz en México, y analizar los factores que permiten su operación continua. Se utiliza un enfoque cualitativo y de correlación para explorar la documentación y analizar la relación entre variables. Dentro de los principales hallazgos encuentran que las organizaciones de productores y las instituciones financieras rurales han sido clave para mantener la producción de maíz, a pesar de las políticas desfavorables y la falta de protección del mercado nacional.

Regulaciones comerciales en el mercado del maíz.

A continuación, se presentan las regulaciones que se tenían en el mercado del maíz antes del TLCAN y si hubo cambios ahora en TMEC, si han favorecido o no a las exportaciones de los 3 países.

Barreras no arancelarias en el TLCAN

En México, el proceso de apertura comercial de productos agropecuarios comenzó al reemplazar los permisos previos con aranceles. Posteriormente, se continuó reduciendo los aranceles y eliminando los precios oficiales de importación. Por último, se implementó un proceso gradual de desgravación para un conjunto limitado de productos, entre los cuales se incluyen maíz, frijol, leche en polvo, pollo, cebada, grasas animales y papa. Donde se consideraban cadenas agrícolas y agroindustriales, donde los productores mexicanos enfrentaban graves dificultades en su competitividad (Hernández, 2021).

De acuerdo al capítulo VII, del decreto en el cual se promulga el TLCAN, publicado el 20 de diciembre de 1993, que corresponde al sector agropecuario, medidas sanitarias y fitosanitarias, en el

artículo 703, se establece que las partes trabajaran conjuntamente para mejorar el acceso a sus respectivos mercados, mediante la reducción o eliminación de barreras a la importación en el comercio de productos agropecuarios, entre las que destacan: aranceles aduaneros, restricciones cuantitativas, normas técnicas y de comercialización agropecuarias (Diario Oficial de la Federación [DOF], 1993).

Respecto a los respaldos internos mencionados en el artículo 704 del mismo decreto, los tres países coinciden en que estos pueden ser cruciales para los sectores agropecuarios. No obstante, también reconocen que dichos apoyos tienen el potencial de distorsionar el comercio y afectar la producción. Por lo tanto, cuando alguna de las partes decide respaldar a sus productores, se compromete a hacerlo de manera que minimice cualquier efecto distorsionador, siempre respetando los derechos y obligaciones establecidos en el marco del Acuerdo General de Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT).

En cuanto a los subsidios, abordados en el artículo 705, las partes comparten el objetivo de lograr la eliminación multilateral de los subsidios a la exportación de productos agropecuarios. Esto se debe a que estos subsidios pueden perjudicar los intereses tanto de la parte importadora como de la exportadora, especialmente al perturbar los mercados de las partes importadoras. En consecuencia, llegan a la conclusión de que no es apropiado que una de las partes otorgue subsidios a la exportación de un producto agropecuario hacia el territorio de otra parte, especialmente cuando no existen otras importaciones subsidiadas de ese producto en el territorio de la otra parte.

No obstante, la disparidad en los niveles de producción entre los países firmantes es notoria, agravada por las políticas proteccionistas implementadas por Estados Unidos con respecto a los agricultores. Estas políticas les proporcionan estímulos y respaldo económico que les otorgan ventajas significativas, financiándolos en la producción con créditos preferenciales a tasas muy bajas, ofreciendo apoyo en la adquisición de seguros para sus cosechas, y ejecutando programas para impulsar la exportación de sus productos agrícolas. Esta situación coloca a Estados Unidos en una posición superior en comparación con el sector agrícola mexicano, generando una marcada discrepancia en los precios de los granos en el que México se ubica como el gran perdedor. (Senado de la República, 2008).

Según el Senado de la República (2008), en 2001, los apoyos explícitos e implícitos para un productor estadounidense promedio alcanzaban los 21,000 dólares anuales mientras que en México eran de 740 dólares, esto es, casi treinta veces menos. Con la nueva legislación agropecuaria estadounidense, la brecha se amplía aún más, dejando al campo mexicano en una situación devastadora al carecer de apoyos competitivos por parte del gobierno. Estados Unidos es el único país entre los tres del TLCAN que ha aumentado sus apoyos a niveles superiores a los que tenía antes de la firma, colocando a los demás en una injusta desventaja, que de acuerdo al tratado inicial, solo se podía implementar apoyos que no fueran discriminatorios, lo que claramente Estados Unidos no atendió.

Otra disposición clave en las barreras no arancelarias son las medidas sanitarias y fitosanitarias, establecidas en el artículo 712 del mismo decreto. En este, se establece que cada una de las partes tiene la facultad de adoptar, mantener o aplicar cualquier medida necesaria para proteger la vida y salud humana, animal o vegetal en su territorio. Esto incluye la posibilidad de implementar medidas más estrictas que las normas, directrices o recomendaciones internacionales, siempre y cuando no haya discriminación arbitraria o injustificada entre sus bienes y los similares de otra parte, esto publicado por el DOF, (1993). Se considera que las medidas adoptadas por los países miembros cumplen con lo establecido en este artículo, ya que ninguna de las medidas adoptadas es discriminatoria.

Barreras arancelarias en el TLCAN

En el Capítulo VII del TLCAN, México logró negociar la implementación de aranceles-cuota para ciertos productos agrícolas identificados como sensibles, siendo el caso del maíz y el frijol, entre otros. Se estableció un régimen de importación exento de aranceles hasta alcanzar una cuota específica. Una vez superada esta cuota, se aplicarían aranceles significativos, los cuales se reducirían de manera gradual durante 15 años hasta su eliminación completa, es decir el TLCAN, estableció la desgravación total de los granos en un plazo de 10 a 15 años, y para efectos del maíz y frijol, se estableció arancel cuota. En la tabla 1 se presenta el programa de desgravación arancelaria para el maíz del TLCAN en términos de arancel ad valorem.

Tabla 1
Programa de desgravación arancelaria TLCAN para el maíz Arancel ad valorem

Año	Originarios de Estados Unidos	Originarios de Canadá
Tasa base	215.0	215.0
1994	206.4	206.4
1995	197.8	197.8
1996	189.2	189.2
1997	180.6	180.6
1998	172.0	172.0
1999	163.4	163.4
2000	145.2	145.2
2001	127.1	127.1
2002	108.9	108.9
2003	90.8	90.8
2004	72.6	72.6
2005	54.5	54.5
2006	36.3	36.3
2007	18.2	18.2
2008	0	0

Fuente: Centro de estudios de las Finanzas Públicas CEFP de la H. Cámara de Diputados. (2000).

Este arancel cuota consistió en una cuota libre de impuestos de 2.5 millones de toneladas para Estados Unidos y 1 mil toneladas para Canadá, a partir del 01 de enero de 1994, que se incrementaría en 3% cada año, una vez rebasado el cupo México podría aplicar un arancel cuota de no menos del 30%. En el caso del maíz blanco o amarillo, se estableció un arancel cuota del 215% advalorem, el cual se reduciría como antes se mencionó desde 1994 en 15 etapas, hasta quedar totalmente desgravado en 2008, del cupo mínimo negociado para el maíz, el 10.34% para maíz blanco y 89.66 para el maíz amarillo (Senado de la República, 2008).

Con datos del Centro de estudios de las Finanzas Públicas (CEFP), que publica la Cámara de diputados (2007), afirma que a raíz del TLCAN el arancel cuota de importación del maíz, con fracción arancelaria 1005.90.04, según la Ley de Impuestos Generales de Importación y Exportación (LIGIE, 2022), experimentó una reducción del 206.4% a 18.2% en 2007, culminando su desgravación el 1 de enero de 2008. En cuanto a la cuota de importación, ha experimentado un gran aumento, pasando de un máximo autorizado de 2.5 millones de toneladas en 1994 a 333.6 millones en 2007. Sin embargo, debido a la falta de cumplimiento de las metas de producción interna las importaciones de maíz provenientes de Estados Unidos superaron la cuota establecida para cada año. En la tabla 2 se presentan las cuotas aplicables en el TLCAN a las importaciones de maíz blanco de Estados Unidos.

Tabla 2
 México: Cuotas aplicables en el TLCAN a importaciones de maíz blanco de EE.UU. 2000-2007/jun
 (fracción arancelaria 1005.90.04)

Año	Total importado		Cuota	Sobrecupo		Arancel cuota por sobrecupo	
	Valor (mdd)	Volumen (tns)	Volumen (tns)	Valor (mdd)	Volumen (tns)	Advalorem (%)	Tasa base (dolls/kg.)
2000	52,903.5	385.0	308.7	10,484.5	76.3	145.2	0.156
2001	53,728.0	391.0	318.0	10,031.1	73.0	127.1	0.139
2002	50,538.4	379.1	603.8	1,305.4	n.a	108.9	0.121
2003	44,220.7	298.8	373.3	n.a	n.a	90.8	0.104
2004	55,493.7	387.3	347.5	39.8	39.8	72.6	0.059
2005	11,540.9	92.0	66.1	25.9	25.9	54.5	0.044
2006	43,882.6	288.7	248.5	40.3	40.3	36.3	0.029
2007	69,664.2	272.0	333.3	n.a	n.a	18.2	0.012

Fuente: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP) de la H. Cámara de Diputados. (2007).

La importante sequía que afectó al campo mexicano en 1996 resultó en una notable disminución en la producción de maíz en todo el país. Esto provocó un aumento significativo en las importaciones de maíz, superando considerablemente la cantidad acordada en el marco del TLCAN. Aunque las condiciones climáticas se consideraron normales el año siguiente, a partir de 1998 volvieron a surgir

condiciones adversas, lo que llevó a que las importaciones de maíz excedieran nuevamente las cuotas establecidas en el TLCAN. Esta tendencia continuó durante 1999 y la primera mitad del año 2000 lo que llevó al campo mexicano a posicionarse en un país menos competitivo en cuando a la eficiencia en la producción del grano (Cámara de diputados, 2000).

En los primeros seis años de la puesta en marcha del acuerdo comercial, México excedió cinco veces las cuotas importación de maíz de Estados Unidos, sin que se pagaran los aranceles cuota previstos en el tratado para las importaciones fuera de cuota, lo cual significó la extensión de más de un mil 500 millones de dólares en aranceles ad-valorem. En la tabla 3 se muestra la cuota aplicable en el TLCAN a importaciones de maíz originarias de Estados Unidos en el periodo 1994-2000.

Tabla 3
 México: Cuota aplicable en el TLCAN a importaciones de maíz originarias de Estados Unidos 1994-2000 fracción arancelaria (1005.90.99)

Año	Total importado		Cuota		Sobrecupo		Arancel por sobrecupo		Arancel no cobrado por sobrecupo	
	Valor (mdlls.)	Volumen (tons.met.)	Volumen (tons.met.)	Valor (mdlls.)	Volumen (tons.met.)	Arancel ad-valorem	Tasa base	Con arancel ad-valorem	Con tasa base	
1994	369.339	2,745.897	2,500,000	33.073	245,897	206.4	0.197	68,263	48,442	
1995	375.782	2,686.743	2,575,000	15.629	111,743	197.8	0.189	30,914	21,119	
1996	796.351	5,693.702	2,652,250	425.393	3,041,452	189.2	0.181	804,844	550,503	
1997	321,757	2,488,539	2,731,818	n.a.	n.a.	180.6	0.173	n.a.	n.a.	
1998	602,166	5,305,392	2,813,773	282.801	2,491,619	172.0	0.164	486,418	408,626	
1999	580,081	5,494,936	2,898,186	274.130	2,596,750	163.4	0.156	447,928	405,093	
2000	576,180	5,380,534	2,985,132	256.514	2,395,402	145.2	0.139	372,458	332,961	
Total	2,081,725	18,680,527	16,171,027	1,287.540	10,882,863			2,210,825	1,766,743	

Fuente: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la H. Cámara de Diputados. (2000).

Barreras no arancelarias en el T-MEC

El 03 de octubre del 2022, el presidente de México Andrés Manuel López Obrador encabezó la firma del Acuerdo de apertura contra la inflación y la carestía (APECIC) entre el Gobierno de México, productores, distribuidores y empresas de alimentos con el objetivo de contribuir a contrarrestar el encarecimiento de productos agrícolas y reducir los costos regulatorios y logísticos. En virtud de la confianza mutua, el gobierno federal otorga a las empresas que suscriben el acuerdo una licencia única y universal. Esta licencia exime a dichas empresas de cualquier trámite o permiso, incluyendo aquellos requeridos por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris). (AMLO, 2022)

En dicho acuerdo, resalta la importancia de la aplicación de las siguientes barreras no arancelarias:

Durante la vigencia de este acuerdo y a partir de la licencia, la autoridad suspenderá la revisión de toda regulación que se considere impide o encarece la importación e internación de alimentos y su movilidad dentro del país; Con esta licencia, las empresas se comprometen a llevar a cabo la verificación necesaria que asegure que los alimentos e insumos que se importen y distribuyan sean de calidad y se encuentren libres de contingencias, tanto sanitarias como de cualquier otra índole. El gobierno hará énfasis adicional en el programa de fortalecimiento de la producción nacional de aquellos granos deficitarios y cancelará por el periodo de este acuerdo la exportación de maíz blanco. (AMLO, 2022)

De esta manera se les confía la responsabilidad a los productores, distribuidores y empresas de alimentos de asegurar que las mercancías que se comercializan cumplen con las normas sanitarias de inocuidad y calidad y se prioriza la estabilidad en precios de tal manera que no se generen altas tasas de inflación.

Barreras arancelarias en el T-MEC

A continuación, en la tabla 4, se presentan las tarifas arancelarias aplicables a partir de la entrada en vigor del T-MEC referentes al maíz por parte de México, Estados Unidos y Canadá.

Tabla 4
 Tarifas arancelarias en el marco del T-MEC, de maíz

Estados Unidos			
Fracción arancelaria	Descripción	Tarifa para Canadá	Tarifa para México
1005.10.00	Seed corn (maize)	0	0
México			
		Tarifa para EU	Tarifa para Canadá
1005.90.04	Maíz blanco (harinero)	0	0
Canadá			
		Tarifa para México	Tarifa para EU
1005.10.00	Seed	0	0

Fuente: Elaboración propia, con datos de tariff schedule of the United States, tariff schedule of Mexico y tariff schedule of Canada. (2023).

El 4 de mayo del año 2022, el Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), dio a conocer el Paquete Contra la Inflación y la Carestía, con la finalidad de reducir la inflación y el bajo consumo en las familias mexicanas, exentaba de manera temporal, arancel de importación a 21 productos de la canasta básica y 6 insumos estratégicos, el decreto afectaba a 66

fracciones arancelarias de los productos,; aceite de maíz, arroz, atún, carne de cerdo, carne de pollo, carne de res, cebolla, chile jalapeño, frijol, harina de maíz, harina de trigo, huevo, jabón de tocador, jitomate, leche, limón, maíz blanco, manzana, naranja, pan de caja, papa, pasta para sopa, sardina, sorgo, trigo y zanahoria (DOF, 2022) Ver tabla 5.

Tabla 5
 Modificación del arancel a la fracción arancelaria 10059004

Código	Descripción	Unidad	Cuota (arancel)		Acotación
			IMP	EXP	
1005.90.04	Maíz blanco (harinero)	Kg	EX	EX	Sin acotación

Fuente: DOF (2022).

El 7 de junio de 2022, el DOF publicó el Decreto por el que se expide la LIGIE, la cual establece en su 1er artículo, las cuotas que, en atención a la clasificación de la mercancía, determinarán los impuestos generales de importación y de exportación, conforme a la Tarifa aplicable a la importación y exportación de mercancías en territorio nacional; en cuanto a la fracción arancelaria 10059004 que corresponde al maíz blanco harinero se estableció lo siguiente en la tabla 6.

Tabla 6
 Cuotas que, atendiendo a la clasificación de la mercancía 1005.90.04, servirán para determinar los Impuestos Generales de Importación y de Exportación

Código	Descripción	Unidad	Cuota (arancel)	
			IMP	EXP
1005.90.04	Maíz blanco (harinero)	Kg	20	EX

Fuente: Elaboración propia con datos del DOF (2022).

El 6 de enero del año, 2023, se publicó en el DOF el "Decreto por el que se exenta el pago de arancel de importación y se otorgan facilidades administrativas a diversas mercancías de la canasta básica y de consumo básico de las familias", con el objetivo de ejecutar medidas que neutralizar el impacto de la inflación ocasionada por la exención temporal del pago de arancel y dar facilidades administrativas en el procedimiento de importación de diversos productos incluidos el maíz blanco harinero, que son parte de alimentación y consumo básico de las familias en México; dicho decreto tendría vigencia hasta el 31 de diciembre de 2023. Ver tabla 7.

Tabla 7

Cuotas que, atendiendo a la clasificación de la mercancía 1005.90.04, servirán para determinar los Impuestos Generales de Importación y de Exportación

Código	Descripción	Unidad	Cuota (arancel)		Acotación
			IMP	EXP	
1005	Maíz				
1005.90.04	Maíz blanco harinero	Kg	EX	EX	En importación, únicamente para consumo humano (no genéticamente Modificado).

Fuente: Elaboración propia con datos del DOF (2023).

El 13 de enero del 2023, el DOF dio a conocer el decreto por el que se modifica la tarifa de la LIGIE, el cual en su artículo único, se modifica temporalmente el arancel de exportación de la fracción arancelaria de la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación (TIGIE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2022, el presente decreto entra en vigor al día siguiente de su publicación y estará vigente hasta el 30 de junio de 2023, conforme a lo siguiente en la tabla 8.

Tabla 8

Modificación de la TIGIE.

Año	Código	Descripción	Unidad	Cuota (arancel)		Acotación
				IMP	EXP	
	1005	Maíz				
2022	1005.90.04	Maíz blanco harinero	Kg	20	EX	Sin acotación
2023	1005.90.04	Maíz blanco harinero	Kg	EX	50	En importación, únicamente para consumo humano (no genéticamente Modificado).

Fuente: Elaboración propia con datos del DOF (2022, 2023).

El 23 de junio de 2023, se hizo público mediante el DOF, el decreto por el que se modifican diversos ordenamientos jurídicos relativos a los aranceles aplicables al maíz blanco, donde se expone que la exención del arancel a la importación del maíz blanco harinero ha generado impacto nulo en cuanto a lo que fue creado, que es la disminución de precios en el mercado nacional, por lo que se considera oportuno eliminarla; por lo que en su artículo Primero establece la eliminación de la fracción arancelaria 1005.90.04 del artículo Primero del "Decreto por el que se exenta el pago de arancel de importación y se otorgan facilidades administrativas a diversas mercancías de la canasta básica y de consumo básico de las

familias". Este decreto fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 2023, y se indica que se elimina dicha fracción, junto con sus modificaciones posteriores.

En relación con el artículo Segundo del mencionado decreto, se lleva a cabo una modificación temporal de los aranceles correspondientes a la fracción arancelaria de la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación. Esta tarifa fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2022, y sus ajustes posteriores. Los cambios establecidos se detallan en la tabla 9, la cual entrará en vigencia el día siguiente a su publicación en el DOF y se mantendrá válida hasta el 31 de diciembre de 2023.

Tabla 9
Modificación a ordenamientos jurídicos relativos a los aranceles aplicables al maíz blanco.

Código	Descripción	Unidad	Cuota (arancel)	
			IMP	EXP
1005	Maíz			
1005.90.04	Maíz blanco harinero	Kg	50	50

Fuente: Elaboración propia con datos del DOF (2023).

Según Gobierno de México, capítulo 2, artículo 2.4 del T-MEC (2023), en el numeral 1 contempla textualmente “Salvo que se disponga lo contrario en este Tratado, ninguna parte incrementará cualquier arancel aduanero existente, o adoptará cualquier nuevo arancel aduanero, sobre una mercancía originaria” (p.4). En el mismo orden de ideas, el artículo 2.15 del mismo capítulo 2, del T-MEC (2023), informa que “Ninguna parte adoptará o mantendrá cualquier arancel, impuesto u otro cargo a la exportación de cualquier mercancía al territorio de otra Parte, a menos que tal arancel, impuesto o cargo sea también aplicado sobre esa mercancía cuando esté destinada al consumo interno” (p. 20). Por lo que se debe dar continuidad a las extensiones arancelarias pactadas de inicio. Con lo que queda en entendido que el arancel no se aplica al maíz estadounidense debido a los compromisos de libre mercado existentes bajo el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC).

Materiales y métodos

Modelos de datos de panel

Dentro del análisis econométrico, una de las metodologías más exploradas y desarrolladas en años recientes es modelos de datos de panel, ya que posibilitan el análisis de efectos individuales inobservables en las técnicas de series temporales o de sección cruzada. En lo particular, de acuerdo a Baronio y Vianco

(2014) los datos de panel incorporan el estudio de agentes económicos -individuos, empresas, ciudades, regiones, países- en un periodo de tiempo determinado, por lo que combina las dimensiones estructurales y temporales. De acuerdo a Sancho y Serrano (2005) los modelos de datos de panel combinan espacio y tiempo aplicado a un conjunto de variables estudiadas.

En tanto, Mayorga y Muñoz (2000) señalan que el propósito de los datos de panel es detectar la heterogeneidad que no es observada ya sea entre las unidades de estudio, así como también en el tiempo. Al incluir la dimensión temporal se realiza una investigación más dinámica que permite enriquecer en gran medida el análisis, concretamente cuando se trata de períodos que revelan variaciones significativas. Por su parte, De la Rosa (2016) indica que los datos de panel posibilitan un número mayor de información, una menor colinealidad entre las variables y una mejor precisión de los resultados al identificar efectos existentes en cada individuo, que son constantes en el tiempo y que claramente influyen en la forma como dichos individuos toman sus decisiones.

En este sentido, las variables para el modelo son referentes al mercado interno del maíz siendo las siguientes: valor de la producción del maíz, superficie sembrada de maíz, superficie cosechada de maíz, nivel de precios del maíz y rendimiento por hectárea del maíz. Para la homologación de las variables se obtuvieron las tasas de crecimiento promedio anual con la finalidad es establecer el impacto de cada una de ellas en el aumento de la producción nacional del maíz. Se emplea la técnica de modelos de datos de panel, a través de la siguiente ecuación:

$$gy_t = \alpha + \beta g\theta_{i,t} + \beta g\mu_{i,t} + \beta g\rho_{i,t} + \beta g\omega_{i,t} + u_{i,t} \quad (1)$$

En el que gy_t es la variable explicada, se refiere a la tasa de crecimiento promedio anual del rendimiento del maíz; $g\theta_{i,t}$ muestra la variación porcentual de la superficie sembrada del maíz; $g\mu_{i,t}$ indica el incremento anual de la superficie cosechada del maíz; $\rho_{i,t}$ representa el aumento del nivel de precios del maíz; $g\omega_{i,t}$ constituye la tasa de crecimiento de la producción del maíz y; $u_{i,t}$ se refiere al término de error del modelo.

En cuanto al horizonte temporal empleado en el estudio se analizaron dos subperiodos y un periodo global en el modelo: 1981-1994, 1994-2022 y 1994-2022. En el primero de ellos comprende la etapa previa al TLCAN donde la economía mexicana tiene como prioridad el mercado interno. Mientras que, para el segundo periodo se contempla un análisis del comportamiento de la producción del maíz una vez que entra en vigencia el TLCAN. Por último, se analiza todo el periodo de estudio. La finalidad de estudiar por periodos es establecer si existen diferencias en las variables antes de la implementación del acuerdo comercial para el primer periodo y después de la incorporación al tratado para el segundo periodo.

Para el primer periodo se emplean 4,480 observaciones, para el segundo 2,400 y para todo el periodo se utilizan 6,720. por lo que de forma global por los tres modelos se utilizan 13,600 observaciones.

Efectos fijos vs efectos aleatorios

A continuación, se presenta un breve análisis sobre las principales características de las pruebas de efectos fijos y de efectos aleatorios. Un modelo de efectos fijos se refiere a un modelo de regresión en el que las medias del grupo son constantes, por lo que la población analizada presenta similares características o cualidades a través del tiempo (Todd y Wolpin (2003). Al incluir efectos fijos, se eliminan eficazmente la influencia de los factores no observados, lo que permite una estimación más precisa de los efectos de interés. Por lo que los modelos de efectos fijos proporcionan un medio para estimar e interpretar los efectos específicos de una variable. Se diferencia del modelo de efectos aleatorios al condicionar las diferencias de intersección entre unidades (Anderson, et al., 2015).

Los efectos aleatorios permiten la incorporación de factores no observados que varían entre las entidades de un conjunto de datos. Esto es particularmente valioso en datos de panel o análisis multinivel, donde se observan repetidamente individuos o grupos. Al capturar la heterogeneidad no observada, los modelos de efectos aleatorios dan cuenta de las variaciones en los resultados que no pueden explicarse únicamente con las variables observadas (Grilli y Rampichini, 2014). Al permitir que los efectos específicos de cada entidad varíen entre distintos grupos, los modelos de efectos aleatorios capturan una gama más amplia de variación en la población. Esto puede mejorar la validez externa de los resultados, haciéndolos más aplicables a contextos más amplios.

Para efectos del presente trabajo de investigación, dentro de las pruebas de efectos fijos y aleatorios, se incorporan variables dummies o ficticias, para hacer la distinción entre las entidades con mejor rendimiento de las que no. En este sentido se crean la variable dicotómica para señalar aquellas entidades que tienen rendimientos muy superiores al resto. Asimismo, se realiza la prueba de Breusch-Pagan dentro del análisis de los efectos aleatorios. La intención es contrastar resultados y determinar la mejor alternativa para los modelos, ya sea efectos fijos o efectos aleatorios.

Evolución de la producción de maíz en México

En la figura 1 se presenta la evolución de la producción de maíz en México en el periodo 1980-2022. Se observa una tendencia de crecimiento a través de los años, en 1980 se produjeron 12.13 millones de

toneladas y para 2022 un total de 26.55 millones de toneladas, esto es, una tasa de crecimiento promedio de 1.88% anual. En la década de los ochenta se tuvo un promedio de producción de 11.84 millones de toneladas, para la década de los noventa se incrementa a 16.70 millones de toneladas en promedio, para los años 2000 mejora al producir 21.03 millones de toneladas en promedio y para la década de 2010 alcanza un promedio de 24.40 millones de toneladas.

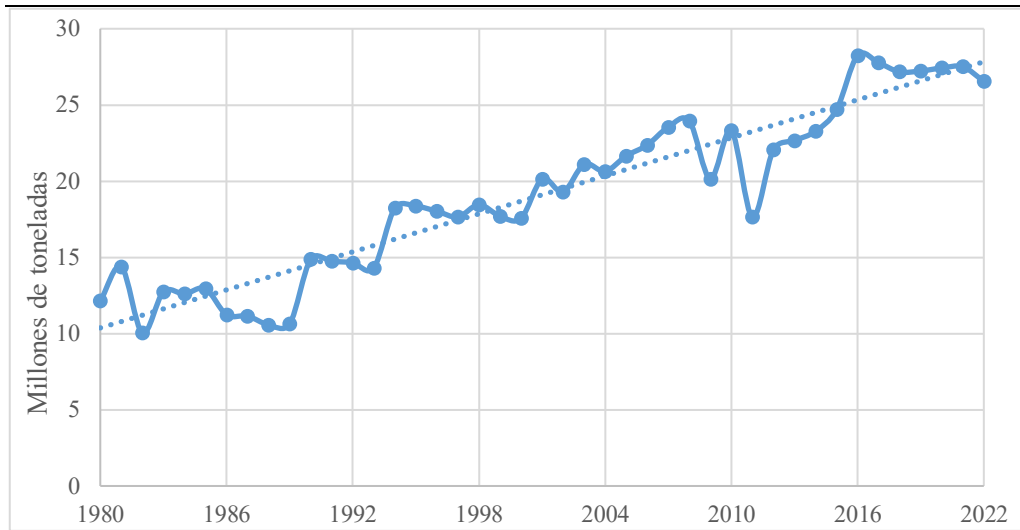


Figura 1. Evolución de la producción de maíz en México: 1980-2022.

Fuente: Elaboración propia con base en SAGARPA (2023).

En términos generales, la producción de maíz en México ha mostrado un alto grado de estabilidad desde la transición al libre comercio. Por el lado de la oferta, los productores continúan concentrándose en el cultivo de maíz blanco siendo el ingrediente principal de las tortillas. Los sectores maiceros han mostrado capacidad de crecimiento durante las últimas décadas a través del logro de mayores rendimientos, observándose el crecimiento del rendimiento en la producción de riego. Sin embargo, hay una serie de cambios notables en el lado de la oferta, ha surgido un sector de maíz amarillo pequeño, pero en expansión, y el país se ha convertido en un mayor exportador y más consistente de maíz blanco.

En la figura 2 se presentan los niveles de rendimiento de la producción de maíz en México para el periodo 1980-2022. En primera instancia se observa que en la década de los 80's se registra un

desempeño muy plano e incluso con un ligero descenso en el rendimiento en los últimos años de la década obteniendo un promedio de 1.76 toneladas por hectárea. Para la década de los 90's se tiene un crecimiento en el desempeño ya que al entrar en vigor el entonces TLCAN, hoy T-MEC, se apunta un incremento muy notorio, por lo que en promedio la década indica un rendimiento de 2.26 toneladas por hectárea. En lo referente a la década de los 2000 se vuelve más visible un mejor desempeño ya que los niveles de rendimiento muestran continuos crecimientos al obtener un promedio de 2.90 por hectárea.

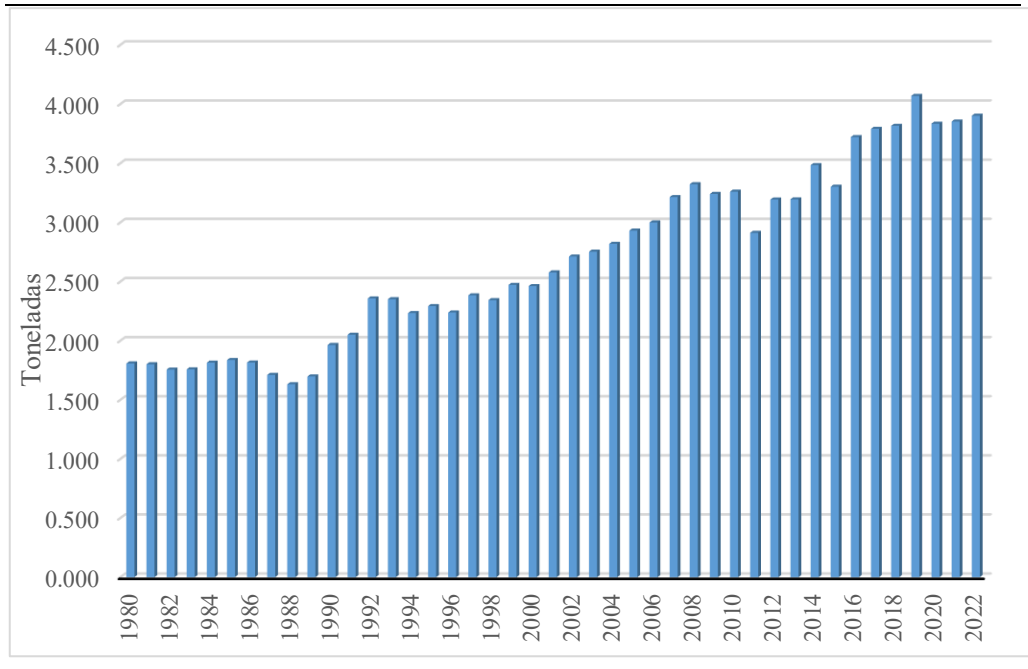


Figura 2. Niveles de rendimiento de la producción de maíz en México: 1980-2022.

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (1980-2022).

Prosiguiendo con el análisis de los niveles de rendimiento de la producción de maíz, para la década de los 2010 en los primeros años se tienen aumentos y disminuciones en el rendimiento, aunque al finalizar la década se retoma la tendencia con crecimientos significativos de tal forma que se alcanza una media en el rendimiento de 3.47 toneladas por hectárea. En lo que respecta a la presente década, para el año 2022, siendo el más reciente con el que se cuenta al momento de realizar este artículo, se consigue un rendimiento de 3.90 toneladas por hectárea. Los datos presentados en la gráfica 2 reflejan el

crecimiento continuo en el rendimiento de la producción del maíz en México al pasar de 1.80 a 3.90 toneladas por hectárea, registrando un aumento del 216%, lo cual es indicativo de las mejoras generadas en la productividad por hectárea.

En la tabla 10 se muestra un comparativo en términos de producción y rendimiento de las principales entidades productoras de maíz en México para los años 1980 y 2022. En el año inicial se observa que las seis entidades con mayor producción aportan en su conjunto el 64% del total nacional: Jalisco contribuye con el 18%, Estado de México con el 14%, Chiapas con el 10%, Tamaulipas con el 8%, Puebla con el 7% y Michoacán con el 6%. En tanto, las 26 entidades restantes participan con el 36% de la producción nacional. En relación al rendimiento, no se tiene grandes variaciones en los niveles de las entidades, ya que los principales productores promedian 2.20 toneladas por hectárea, destacando el Estado de México con un rendimiento de 2.68 toneladas por hectárea, mientras que el resto de entidades promedian 1.60 toneladas por hectárea situando la media nacional en 1.83 toneladas por hectárea.

Tabla 10
 Comparativo de producción y rendimiento de los principales estados productores de maíz en México: 1980 y 2022.

Entidad	Año 1980		Entidad	Año 2022	
	Producción	Rendimiento		Producción	Rendimiento
Jalisco	2224157	2.61	Sinaloa	5309195	11.62
Estado de México	1813280	2.68	Jalisco	3984289	7.02
Chiapas	1185080	2.35	Michoacán	2093142	4.37
Tamaulipas	1000077	2.08	Guanajuato	1898925	5.09
Puebla	966215	1.81	Estado de México	1779468	3.85
Michoacán	764055	1.64	Chihuahua	1731211	7.98
Mejores entidades	7952864	2.20	Mejores entidades	16796230	6.66
Resto entidades (26)	4421114	1.60	Resto entidades (26)	9757009	3.39
Nacional	12373978	1.83	Nacional	26553239	3.90

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (1980-2022).

En relación al año 2022 se observan tanto cambios en las entidades con mayores niveles de producción como variaciones significativas en los rangos de rendimiento. De manera agregada, los principales estados productores participan con el 63% del total de la producción de maíz en la república mexicana; Sinaloa aporta el 20%, Jalisco el 15%, Michoacán el 8%, Guanajuato el 7%, Estado de México el 7% y Chihuahua el 6%. Mientras que el resto de entidades colaboran con el 37% de la producción nacional. En este sentido, se mantiene la tendencia mostrada en el año 1980 con similares participaciones relativas de las principales entidades productoras. Para el caso de los niveles de rendimiento, a diferencia del año inicial, se presenta un distanciamiento muy marcado ya que Sinaloa obtiene un rendimiento de 11.62 toneladas por hectárea situando a las principales productoras en una media de 6.66 toneladas por

hectárea en cambio el resto de entidades en una media de 3.39 toneladas por hectárea y el promedio nacional en 3.90 toneladas por hectárea.

Los cambios en el rendimiento de la producción de maíz en Sinaloa según López y Becerra (2018), se dan de acuerdo a varios factores como lo es el agua y la superficie sembrada, los rendimientos en riego fueron significativamente mayores que en temporal. En 2014, los rendimientos en riego fueron de 10.63 t/ha en el ciclo otoño-invierno. La superficie sembrada de maíz en Sinaloa en 2014 fue de 408 mil hectáreas, con una producción de 3.7 millones de toneladas. En comparación Nacional, Sinaloa destaca con rendimientos superiores a la media nacional, especialmente en riego. Los principales Desafíos a Los que los productores se enfrentan son problemas como el alza en los precios de insumos y la competencia internacional, lo que afecta su rentabilidad.

Los productores de maíz en Sinaloa han sido un modelo para otras regiones del país. Este estado destaca por tener la mayor superficie de riego dedicada al cultivo de maíz y por liderar la producción nacional de maíz blanco. El financiamiento es un factor crucial en la siembra de maíz, pero la Financiera Nacional de Desarrollo (FND) redujo la cantidad de créditos otorgados a los agricultores para el ciclo agrícola 2022-2023, (Zúñiga, 2023).

A pesar de estas limitaciones, según SMATTCOM (2023), en el año 2019 se cultivó maíz en 2,317 municipios (94% del total) de los 32 estados de la República Mexicana, y los seis municipios con mayor producción pertenecen a Sinaloa: Sinaloa, Angostura, Navolato, Ahome, Culiacán, y Guasave. Durante el ciclo agrícola 2021-2022, Las estadísticas muestran que los agricultores de Sinaloa sembraron 489,457 hectáreas, produciendo 5.5 millones de toneladas de maíz. El rendimiento por hectárea fue de 11.3 toneladas, el precio alcanzó los 5,943 pesos, y el valor total de la producción fue de 32,900 millones de pesos.

En el año 2023, Zúñiga realizó un análisis de la producción de maíz en Sinaloa, donde pretende explicar la evolución de la producción de maíz blanco entre 2013 y 2022, conocer la cosecha de cada municipio en 2022, y estimar los efectos de los precios de garantía y de mercado sobre el valor de la producción en 2023¹². Se utilizaron métodos cualitativos, con instrumentos descriptivos, bibliográficos y de análisis documental³. Los datos fueron recolectados del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Dentro de las principales conclusiones, se aprecia que el precio de garantía incrementó el valor de la producción y benefició a los productores que participaron en el programa de CEGALMEX, mientras que la caída del precio de mercado afectó negativamente a los agricultores que vendieron a ese precio.

Evaluación econométrica

En este apartado, mediante el modelo de datos dinámicos de panel, se estima el nivel de influencia de diversas variables sobre las tasas de crecimiento anual del rendimiento del maíz en México a partir del análisis de tres periodos: 1981-1994, 1994-2022 y 1994-2022. En la tabla 12, a través de datos de panel, se presenta la regresión con las variables producción, precios, siembra y cosecha del maíz por periodo con respecto al nivel de rendimiento del maíz. Los modelos se aplican a las 32 entidades de la república mexicana, se incluyen los coeficientes por variable, el valor t estadístico para expresar el nivel de significancia y el valor p para medir la probabilidad de cada variable. Adicionalmente, se incorporan la prueba de efectos fijos (F_{EF}) y la prueba de efectos aleatorios de Breusch-Pagan (LM_{BP}) para contrastar el desempeño a través del tiempo del objeto de estudio, esto es, si el rendimiento de las entidades es convergente o por el contrario si son diferenciados a través de los años.

Para el modelo 1, 1980-1984, se tiene una relación positiva entre el rendimiento del maíz por hectárea y el de la producción, de tal manera que al aumentar la producción propicia un incremento en el rendimiento. En cuanto a los precios, se observa una relación inversa por lo que ante un aumento en el nivel de precios se tiene una reducción en el rendimiento por hectárea. El coeficiente de la variable superficie sembrada es negativo con significancia estadística, lo cual es indicativo de que ante una mayor cantidad de hectáreas sembradas genera un detrimento en el nivel de rendimiento. En tanto, la superficie cosechada registra una relación negativa respecto a la variable explicada con significancia estadística por lo que un aumento en la cosecha de maíz propicia una disminución en el rendimiento por hectárea.

Tabla 12
 Regresión del nivel de rendimiento del maíz con la incorporación de efectos fijos y aleatorios: 1980-2022

Estadísticos	Coefficiente	Prueba t	valor p
	1980-1994		
Constante	0.0434	2.3900	0.0173
Producción	0.4599	19.0111	0.0000
Precios	-0.0035	-0.1308	0.8960
Cosecha	-0.3935	-15.1403	0.0000
Siembra	-0.1189	-3.6546	0.0003
Durbin Watson	2.0203		
R ² Ajustada	0.4991		
F _{EF} (31,412)	2.5505		0.0000
LM _{BP}	21.0480		0.0000
	1994-2022		
Constante	0.0367	4.1332	0.0000
Producción	0.0329	27.5722	0.0000

Precios	0.0643	1.8004	0.0721
Cosecha	-0.0311	-6.8697	0.0000
Siembra	-0.1040	-3.3287	0.0009
Durbin Watson	2.6834		
R ² Ajustada	0.4904		
F _{EF} (31,860)	0.6863		0.9018
LM _{BP}	2.9780		0.0203
1980-2022			
Constante	0.0476	5.3160	0.0000
Producción	0.0344	25.1991	0.0000
Precios	0.0046	0.2270	0.8204
Cosecha	-0.0363	-7.1690	0.0000
Siembra	-0.0595	-3.0813	0.0021
Durbin Watson	2.6065		
R ² Ajustada	0.5221		
F _{EF} (31,1308)	1.1722		0.2374
LM _{BP}	14.3778		0.0010

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (1980-2022).

En tanto, los estadísticos indican lo siguiente: el valor del estimador de Durbin-Watson muestra que no existen problemas de autocorrelación entre las variables; el t-estadístico demuestra que todas las variables, con excepción de los precios, son estadísticamente significativos y; el coeficiente de determinación presenta un poder explicativo adecuado. Mientras que al aplicar las pruebas de efectos fijos y de efectos aleatorios ambas resultan consistentes debido a que presenta significancia estadística con un p valor de cero.

Para el segundo periodo, 1994-2022, las tasas del crecimiento en los precios y en la producción producen efectos positivos en el rendimiento del maíz, aunque la variable precios no es estadísticamente significativa. En tanto, el incremento de la siembra y de la cosecha del maíz propicia una reducción en el rendimiento de la producción donde ambas variables son significativas. En relación al Durbin-Watson se establece que no se tienen problemas de autocorrelación en el modelo. Mientras que el coeficiente de determinación, R², indica un poder explicativo del 49% por parte de las variables independientes. Por su parte, las pruebas de efectos fijos y de efectos aleatorios muestran cambios importantes respecto al anterior ya que ahora solamente la prueba Breusch-Pagan resulta eficiente en este modelo.

En el caso del modelo que abarca todo el periodo de análisis, 1980-2022, se reafirma el comportamiento de las variables ya que el incremento de la producción tiene efectos positivos en el rendimiento del maíz, es el mismo caso en los precios, no obstante, sin significancia estadística. Por su parte, el aumento en la siembra y en la cosecha resultan desfavorables para el rendimiento de la producción del maíz. El parámetro Durbin Watson sigue presentando similar patrón al no mostrar autocorrelación y

el poder explicativo mejora al evaluar los datos en su conjunto. Asimismo, el modelo ratifica la relevancia de los efectos aleatorios al mostrar un mejor comportamiento respecto a los efectos fijos.

En definitiva, una vez realizado los análisis estadísticos y econométricos se precisan las siguientes consideraciones. Por un lado, la evolución mostrada por la producción del maíz mexicano denota un crecimiento significativo a través del periodo de estudio. Esto es, se establece que a raíz de la puesta en marcha del TLCAN y la correspondiente liberalización del mercado del maíz se ha tenido un aumento sustancial en los niveles de producción. Asimismo, en lo relacionado a los rendimientos por hectárea del maíz se contempla una tendencia creciente que se ha consolidado con el acuerdo comercial. No obstante, se ha agudizado cada vez más, las diferencias regionales, ya que las entidades del noroeste y del bajío registran promedios de rendimientos muy superiores a las entidades ubicadas en el sur y en el centro del país lo cual reafirma la heterogeneidad que se presenta no solo en el cultivo del maíz sino en el campo mexicano en general.

Adicionalmente, la justificación de la elección de los modelos con efectos aleatorios viene dado como sigue. Los principales productores de maíz se alejan a distintos niveles de rendimiento. Ello es explicado por el incremento de las diferencias en el desempeño de la producción y por lo tanto en los niveles de rendimiento. Asimismo, se puede señalar que se han acrecentado las diferencias entre los Estados más prósperos con el resto del país, lo cual se ha consolidado con la entrada en vigor del acuerdo comercial con los vecinos del norte, caracterizado por la ausencia de dinamismo de las entidades del centro y del sur del país. De esta manera, las estimaciones del estudio permiten precisar que el desempeño de los grandes productores como Sinaloa, Jalisco, Michoacán no ha sido suficiente para influir en el resto de las entidades que lo requieren.

Conclusiones

El estudio se centra en la evolución presentada por el maíz mexicano en términos de regulaciones comerciales y de producción a través de las últimas cuatro décadas. La intención ha sido dimensionar el impacto que ha tenido el acuerdo comercial de México con Estados Unidos y Canadá. En este sentido, resulta evidente el dinamismo presentado por el rendimiento por hectárea a nivel nacional. No obstante, al desagregar sus contribuciones se tiene una marcada disparidad por parte de las entidades. Esto es, a través del tiempo analizado en el estudio se mantiene una misma tendencia: en tan sólo 6 entidades se concentra el 63% del total de la producción de maíz. Lo que, a su vez, trae como consecuencia una dualidad muy marcada en términos de rendimiento, ya que por un lado se encuentran entidades como Sinaloa, Baja California y Sonora con rendimientos promedio de 11 toneladas por hectárea y, por otro

lado, estados como Coahuila, Quintana Roo y Nuevo León con rendimientos promedio de 1 tonelada por hectárea.

En materia de regulaciones comerciales se presentan las siguientes consideraciones. Al existir marcada diferencia entre los niveles de producción y consumo entre México, Estados Unidos y Canadá, hace que los productores mexicanos obtengan mayores desventajas respecto al grupo de países debido a los estímulos y apoyos económicos que se reciben sobre todo en E.U.A. que siguen trayendo como consecuencia precios menos competitivos para México. En cuanto a las barreras no arancelarias del TLCAN cada país podría establecer medidas que considere necesarias para la protección de la vida y salud humana, animal o vegetal, incluso por encima de las directrices internacionales, siempre y cuando no sean discriminatorias entre los bienes comercializados entre los países miembros y los provenientes de otras partes.

El T-MEC se estableció con el propósito de mantener a México integrado en las cadenas productivas globales, consolidándose como un polo de atracción para la inversión extranjera. En este marco, el país ha cumplido sus compromisos orientados a contrarrestar el incremento de los precios de los productos agrícolas y a reducir los costos regulatorios. En 2022, se creó el Acuerdo de apertura contra la inflación y la carestía (Apecic) entre el Gobierno de México, productores, distribuidores y empresas de alimentos, a las cuales se les otorga una licencia que las exime del cumplimiento de regulaciones encarezca la importación de alimentos y su movilidad dentro del país.

Dentro del mismo acuerdo, se establece una extensión temporal del impuesto de importación a 21 productos de la canasta básica, entre ellos el maíz. Un mes después, el gravamen se modificó aplicando un 20% de impuesto de importación, mismo que seis meses después —en enero de 2023— volvió a quedar exento. En ese mismo mes, se estipuló un 50% al Impuesto General de Exportación (IGE) con el objetivo de contener los precios de la tortilla, que en 2022 registró un incremento considerable. Sin embargo, en junio del mismo año, tras evaluar el comportamiento del mercado de maíz harinero blanco para consumo humano, se observó un impacto de escaso a nulo con la extensión del impuesto de exportación; por ello, se eliminó la medida y se aplicó un 50% del IGI a dicho producto con vigencia hasta el 31 de diciembre de 2023.

Esta última disposición, que contempla un arancel del 50% tanto en IGI como en IGE, busca garantizar la estabilidad de precios del grano y fomentar su producción y comercialización interna, especialmente ante la escasez registrada en las principales zonas productoras del país. El decreto de modificación a la TIGIE, se da en el panorama de una crisis del precio del maíz, sobre todo en el estado de Sinaloa, donde el valor del grano ha disminuido debido a la caída de la cotización internacional y las importaciones de grandes harineras. El gobierno actual informó que firmaría un acuerdo por el que en

México sólo se podrá utilizar maíz blanco en las tortillerías, por lo que se buscará fijar aranceles a dicho producto con el fin de que no se importe.

En relación al análisis econométrico, a través de la técnica de datos de panel, se establece que el rendimiento por hectárea del maíz se encuentra fuertemente ligado de forma positiva al nivel de producción y de los precios y, en contraste, registra una relación inversa con la superficie sembrada y cosechada del maíz. Adicionalmente, al incorporar las pruebas de efectos y de efectos aleatorios se obtiene que estos últimos presentan mayor consistencia en los tres modelos ya que los efectos aleatorios permiten la incorporación de factores no observados que varían entre las entidades de un conjunto de datos. Esto es, captura la heterogeneidad no observada dando cuenta que las variaciones en los resultados no pueden explicarse únicamente con las variables estimadas. Por ello, los modelos de efectos aleatorios mejoran la validez externa de los resultados, haciéndolos más aplicables a contextos más amplios. En este sentido, se expresa han aumentado las diferencias entre las entidades con mayores rendimientos respecto al resto del país, lo cual se ha apuntalado con la puesta en marcha del acuerdo comercial con Norteamérica.

El artículo ha pretendido identificar la dinámica productiva y comercial del maíz mexicano antes, durante y después de la aplicación del TLCAN con la finalidad de describir los efectos ocasionados de dicho acuerdo comercial y los experimentados con la transición hacia el T-MEC. Los hallazgos encontrados indican que si bien se ha tenido un crecimiento significativo en términos de producción y de rendimiento del maíz también resulta evidente que se han presentado con una dualidad muy marcada ya que se ha concentrado solo en algunas entidades. En materia de regulaciones comerciales, la situación de inestabilidad en los niveles de precios del maíz es cada vez más fluctuante. Por ello, en virtud de lo previamente expuesto, se vuelve prioritario la implementación de políticas regionales que fomenten un mayor crecimiento de las entidades rezagadas y un crecimiento más sostenido en el cultivo del maíz.

Referencias

AMLO. (2022). Acuerdo de apertura contra la inflación y la carestía entre el Gobierno de México e iniciativa privada reducirá costo de la canasta básica. <https://lopezobrador.org.mx/2022/10/03/acuerdo-de-apertura-contra-la-inflacion-y-la-carestia-entre-el-gobierno-de-mexico-e-iniciativa-privada-reducira-costo-de-la-canasta-basica/#:~:text=El%20presidente%20Andr%C3%A9s%20Manuel%20L%C3%B3pez%20Obrador%20encabez%3%B3%20la,econom%C3%ADa%20popular%2C%20los%20ingresos%20de%20quienes%20menos%20tienen.>

- Anderson, R., Sweeney, D., Williams, T., Camm J. y Cochran J. (2015), *Quantitative Methods for Business*, Cengage Learning. USA.
- Baronio, A. y Vianco, A. (2014). Datos de panel, guía para el uso de E-views. Departamento de Matemática y Estadística, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
https://www.researchgate.net/publication/328812382_Datos_de_Panel_Guia_para_el_uso_de_Eviews
- Cámara de diputados, Centro de estudios de las Finanzas Públicas. (2000). Salvaguardas y cuotas agrícolas en el TLCAN. CEFP/031/2000. (Disponible en: <https://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0312000.pdf>) y (Consultado: 10/diciembre/2023).
- Cámara de diputados, Centro de estudios de las Finanzas Públicas. (2007). El Proceso de Desgravación Arancelaria del Maíz y el Frijol en el Marco del TLCAN, 1994-2008. (CEFP/059/2007). (Disponible en: <https://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0592007.pdf>) y (Consultado: 10/diciembre/2023).
- Cruz, D., Leos, J. y García, J. (2017). Estimaciones de apoyo al productor y desempeño económico del sector agropecuario mexicano en la integración económica. *Revista Agroproductividad*, 3(10), 69-74. (Disponible en: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/972>) y (Consultado: 13/enero/2024).
- De la Rosa, C., (2016), *Introducción a modelos de datos de panel*, Universidad de Valladolid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Valladolid, España. (Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/21944/TFG-E-321.pdf?sequence=1&isAllowed=y>) y (Consultado: 15/enero/2024).
- Diario Oficial de la Federación. (1993). Decreto de promulgación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. (Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=207247&pagina=6&seccion=3) y (Consultado: 8/diciembre/2023)
- Diario Oficial de la Federación. (2022). Decreto por el que se exenta el pago de arancel de importación a las mercancías que se indican. (Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5652070&fecha=16/05/2022#gsc.tab=0) y (Consultado: 15/enero/2024)

- Diario Oficial de la Federación. (2022). Decreto por el que se expide la Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación. (Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5654292&fecha=07/06/2022#gsc.tab=0) y (Consultado: 18/enero/2024)
- Diario Oficial de la Federación. (2023). Decreto por el que se modifica la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales De Importación y de Exportación. (Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/801609/D221.pdf#:~:text=DECRETO%20POR%20EL%20QUE%20SE%20MODIFICA%20LA%20TARIFA,dice%3A%20Estados%20Unidos%20Mexicanos.-%20Presidencia%20de%20la%20Rep%C3%ABlica.>) y (Consultado: 10/enero/2024)
- Diario Oficial de la Federación. (2023). Decreto por el que se exenta el pago de arancel de importación y se otorgan facilidades administrativas a diversas mercancías de la canasta básica y de consumo básico de las familias. (Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5676565&fecha=06/01/2023#gsc.tab=0) y (Consultado: 10/diciembre/2023)
- Diario Oficial de la Federación. (2023). Decreto por el que se modifican diversos ordenamientos jurídicos relativos a los aranceles aplicables al maíz blanco. (Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5693309&fecha=23/06/2023#gsc.tab=0) y (Consultado: 10/diciembre/2023)
- Erenstein, O., Jaleta, M., Sonder, K., Khondoker, M. & Prasanna B. (2020). Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. *Food Security* 14. 1295–1319. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>
- Fauzin, F. (2021). Regulation Model of Corn Trade System Based on Farmer Protection. *International Journal of Social Science Research and Review*, 4(4), 75-88. <https://doi.org/10.47814/ijssrr.v4i4.126>
- Ferguson, S., & Gars, J. (2020). Measuring the impact of agricultural production shocks on international trade flows. *Econometric Modeling: Commodity Markets eJournal*. <https://doi.org/10.1093/erae/jbz013>.
- Gobierno de México. (2023). Textos finales del tratado entre México, Estado Unidos y Canadá (T-MEC). (Disponible en: <https://www.gob.mx/t-mec>) (Consultado: 10/diciembre/2023)
- Gobierno de México. (2023). Tariff schedule of the United States. (Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/466786/USTariffSchedule.pdf>) y (Consultado: 10/diciembre/2023)

- Gobierno de México. (2023). Tariff schedule of Mexico. (Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/466784/MXTariffSchedule.pdf>) y (Consultado: 10/diciembre/2023)
- Grilli L. y Rampichini C. (2014) Specification of random effects in multilevel models: a review. *Quality & Quantity*. https://www.researchgate.net/publication/264158658_Specification_of_random_effects_in_multilevel_models_a_review
- Hernández, J. (2021). La agricultura mexicana del tlcan al tmec: consideraciones teóricas, balance general y perspectivas de desarrollo. *El trimestre económico*, 4(352), 1121-1152. <https://doi.org/10.20430/ete.v88i352.1274>
- Ley de los Impuestos Generales de Importación y de Exportación. (2022). Secretaría de Economía. Versión número 2.1. https://www.snice.gob.mx/~oracle/SNICE_DOCS/LIGIE-UNIFICADA-7MAENMIENDA-LIGIE_20221213-20221213.pdf
- López, L. y Becerra, L. (2018). Eficiencia de los productores de maíz en Sinaloa: una propuesta metodológica. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(3), 651-664. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1222>
- Massieu, Y. y Lechuga, J. (2002). El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis Económico*, XVII (36), 281-303. (Disponible en: <https://analiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/966>) y Consultado: 20/enero/2024).
- Mayorga, M. y Muñoz, E. (2000). La técnica de datos de panel. Una guía para su uso e interpretación. Banco central de Costa Rica, División económica, Departamento de investigaciones económicas, San José, Costa Rica. (Disponible en: <https://tecmedecon.files.wordpress.com/2010/05/datos-panel.pdf>) y Consultado: 08/febrero/2024).
- Moreno-Sáenz, L., González-Andrade, S. y Matus-Gardea, J. (2016). Dependencia de México a las importaciones de maíz en la era del TLCAN. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 115-126. (Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n1/2007-0934-remexca-7-01-00115.pdf>) y Consultado: 11/noviembre/2023).
- Parra-Vargas, M. de los A., & Vargas-Hernández, J. G. (2017). El mercado del maíz en México: desde el enfoque de la economía industrial y los costos de transacción. *Revista Iberoamericana De Bioeconomía Y Cambio Climatico*, 3(5), 752–768. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v3i5.5940>

- Sancho, A. y Serrano, G. (2005). *Econometría de económicas*. Universidad de Valencia, Departamento de análisis económico, Valencia, España.
- SMATTCOM. (2023). Comercio Inteligente para el Agro. Comercializa al mayoreo maíz blanco. (Disponible en: https://smattcom.com/blog/el-maiz-en-smattcom?gclid=Cj0KCCQjwqNqkBhDIARIsAFaxvvyomXgsEoBdCfFLkYIBP6kH-QjkzzQ1z2Mgs5XYTqF6Z-kEhzbhngaAIL6EALw_wcB) y Consultado: 10/diciembre/2023).
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Recursos Pesqueros y Ambientales, Sagarpa (2022), Escenario mensual de productos agroalimentarios. Dirección de Análisis Estratégico. (Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/759472/Ma_z_blanco_Agosto_2022.pdf Secretaría de Economía) y Consultado: 18/diciembre/2023).
- Senado de la República. (2008). TLCAN, capítulo agrícola factores de apertura y la posición de México. (Disponible en: http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/1688/tlcan_agric.pdf?sequence=1&isAllowed=y) y Consultado: 19/diciembre/2023).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (1980-2022). Cierre de la producción agrícola. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Steffen, C. y Echánove, F. (2007). El maíz amarillo cultivado bajo contrato en México 2000-2005:: Reflexiones sobre un programa de comercialización de granos. Cuadernos geográficos, 40, 107-132. (Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/171/17104006.pdf>) y Consultado: 10/enero/2024).
- Szerb, A.B., Csonka, A., & Fertő, I. (2022). Regional trade agreements, globalization, and global maize exports. *Agricultural Economics*, 68(10), 371-379. doi: 10.17221/202/2022-AGRICECON
- Todd, P. y Wolpin, K. (2003), On the Specification and Estimation of the Production Function for Cognitive Achievement, *Economic Journal*, 113(485), 3-33. <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00097>
- Zúñiga, E. (2023). Producción de maíz: Evidencia de Sinaloa, México. *International Journal of Professional Business Review*, 8(9). <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i9.3558>