



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y
DE LOS RECURSOS NATURALES**

**PRECIOS INTERNACIONALES Y EXPANSIÓN
PECUARIA COMO DETERMINANTES DEL AUMENTO DE
LAS IMPORTACIONES DE MAÍZ AMARILLO EN MÉXICO**

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE
LOS RECURSOS NATURALES**

PRESENTA

Hernán Navarro Hernández

Bajo la supervisión de **Dra. Dixia Dania Vega Valdivia**



APROBADA



Chapingo, Estado de México a octubre de 2026

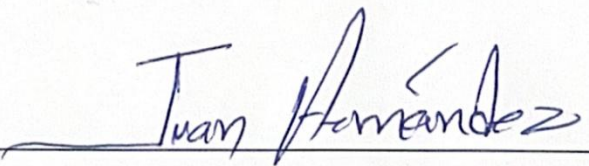
**PRECIOS INTERNACIONALES Y EXPANSIÓN PECUARIA COMO
DETERMINANTES DEL AUMENTO DE LAS IMPORTACIONES DE MAÍZ
AMARILLO EN MÉXICO**

Tesis realizada por Hernán Navarro Hernández bajo la supervisión del Comité
Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para
obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES.**

Director: 
Dra. Dixia Dania Vega Valdivia

Codirector: 
Dr. Miguel Ángel Martínez Damián

Asesor: 
Dr. Juan Hernández Ortiz

CONTENIDO

ABREVIATURAS USADAS	vii
DEDICATORIAS.....	ix
AGRADECIMIENTOS	ix
DATOS BIOGRÁFICOS	x
RESUMEN GENERAL	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN	8
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.5. PREGUNTAS DEL PROBLEMA.....	16
1.6.1. Objetivo General:.....	16
1.6.2. Objetivos Específicos:	16
1.7. HIPÓTESIS.....	17
1.7.1. Hipótesis General:.....	17
1.7.2. Hipótesis Específicas:	17
CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	18
2.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. Metodología General	18
2.2.2. Metodología Econométrica.....	19

2.2. TEORÍAS DE FORMACIÓN DE EXPECTATIVAS Y COMPORTAMIENTO DE LOS AGENTES	25
2.2.1. Modelo de Expectativas Adaptativas de Marc Nerlove (1958)	25
2.2.2. Expectativas Racionales de Muth (1960) para precios y condiciones de mercado.....	29
2.2.3. Cobweb Model (Teorema de la Telaraña)	32
2.2.4. Expectativas Adaptativas en el contexto de mercados agrícolas, Sadoulet y De Janvry (1995).	35
2.3. EL COMERCIO DEL MAÍZ Y SUS EFECTOS: VENTAJA COMPARATIVA, POLÍTICA AGRÍCOLA Y DEPENDENCIA ALIMENTARIA EN MÉXICO.	36
2.3.1. Ventaja comparativa y Modelo H-O.....	36
2.3.2. Acuerdos comerciales y liberalización arancelaria del maíz en el TLCAN/T-MEC.	39
2.3.3. Políticas agrícolas en el comercio del maíz.	43
2.3.4. Dependencia alimentaria, seguridad/soberanía alimentaria y papel de las importaciones	47
LITERATURA CITADA	52
CAPÍTULO 3. PRECIOS INTERNACIONALES Y EXPANSIÓN PECUARIA COMO DETERMINANTES DEL AUMENTO DE LAS IMPORTACIONES DE MAÍZ AMARILLO EN MÉXICO	57
ABSTRACT	57
RESUMEN.....	57
KEYWORDS:	58
PALABRAS CLAVE:.....	58
CLASIFICACIÓN JEL:	58

INTRODUCCIÓN	58
METODOLOGÍA.....	61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	63
CONCLUSIONES	71
AGRADECIMIENTOS	72
LITERATURA CITADA	72
4. CONCLUSIONES GENERALES	76
5. LITERATURA CITADA.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.Producción y consumo de maíz amarillo en México 2013 – 2024.....
..... 11

Figura 2. Origen de las importaciones mexicanas de maíz amarillo en 2024.....
..... 12

Figura 3. Importaciones mexicanas de maíz amarillo provenientes de Estados
Unidos en el período 1981 – 2024..... 13

ABREVIATURAS USADAS

ARDL	Modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos
ECM	Modelo de Corrección de Errores
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
WITS	Solución Comercial Integrada Mundial
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
PROCAMPO	Programa de Apoyos Directos al Campo
CONAHCYT	Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
T-MEC	Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá
NAFTA	North American Free Trade Agreement
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
FAOSTAT	Base de datos estadísticos corporativos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
IVA	Impuesto al Valor Agregado
OMC	Organización Mundial del Comercio
MCO	Mínimos Cuadrados Ordinarios
MXN	Peso mexicano
INPC	Índice Nacional de Precios al Consumidor
ADF	Prueba de Dickey-Fuller aumentada
VAR	Modelo de Autorregresión Vectorial

H-O	Modelo Heckscher-Ohlin
GATT	Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio
CEC	Comisión para la Cooperación Ambiental
CONASUPO	Compañía Nacional de Subsistencias Populares
USTR	Oficina del Representante Comercial de los Estados Unidos
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
DICONSA	Distribuidora de Conasupo, S.A. de C.V.
PAR	Programa de Abastecimiento Rural
MAL	Programa de Préstamos de Asistencia para la Comercialización
LDP	Pagos por Deficiencia de Préstamos
PLC	Programa de Cobertura de Pérdida de Precio
ARC	Programa de Cobertura de Riesgo Agrícola
DMC	Programa de Cobertura de Margen de Productos Lácteos
GSM-102	Programa de Garantía de Crédito a la Exportación
ONG	Organización No Gubernamental
OSC	Organizaciones de la Sociedad Civil
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas

DEDICATORIAS

A mi madre, Verónica Navarro por su apoyo. A Eduardo Vitela por su compañía y apoyo. A todos mis seres queridos y amigos que fueron parte de esta etapa profesional.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento económico durante estos dos años de estudios.

A la Universidad Autónoma Chapingo por brindarme todas las herramientas necesarias para el desarrollo de la maestría; al igual que a la División de Ciencias Económico-Administrativas.

A mi directora de tesis la Dra. Dixia Dania Vega Valdivia por su apoyo, orientación y consejos necesarios para desarrollar la investigación.

A mi codirector, el Dr. Miguel Ángel Martínez Damián por su ayuda y orientación indispensables para el desarrollo y ejecución de la investigación.

A mi asesor, el Dr. Juan Hernández Ortiz por sus consejos y apoyo durante el desarrollo de la investigación.

A todos mis profesores de la división de Ciencias Económico-Administrativas.

DATOS BIOGRÁFICOS

Nombre: Hernán Navarro Hernández

Fecha de Nacimiento: 01 de febrero de 2001

Lugar de Nacimiento: Libres, Puebla

CURP: NAHH010201HPLVRRRA5

Profesión: Licenciatura en Comercio Internacional

Cédula profesional: 14591672



Desarrollo Académico:

Bachillerato: Periodo 2016 – 2019; Niños Héroes

Licenciatura: Periodo 2020 – 2024; Universidad Autónoma Chapingo

RESUMEN GENERAL

PRECIOS INTERNACIONALES Y EXPANSIÓN PECUARIA COMO DETERMINANTES DEL AUMENTO DE LAS IMPORTACIONES DE MAÍZ AMARILLO EN MÉXICO ¹

Una de las principales características del mercado de maíz en México ha sido el incremento sostenido de las importaciones de maíz amarillo, acompañado de una limitada capacidad de la producción nacional para satisfacer la demanda interna. La evidencia reciente confirma una tendencia persistente observada en años anteriores: crecimiento de las importaciones y un desajuste estructural entre oferta y demanda. En esta investigación se analiza el comportamiento de las importaciones de maíz amarillo en México durante el periodo 1990–2024, así como los factores que explican su evolución. El análisis se realiza mediante un modelo ARDL con ECM, el cual permite distinguir entre relaciones de corto y largo plazo.

Los resultados muestran la existencia de una relación de equilibrio de largo plazo entre las importaciones y sus determinantes. En el largo plazo, el componente pecuario presenta un efecto positivo y significativo, confirmando que la expansión de la producción de carne de cerdo, pollo y huevo constituye el principal determinante estructural de las importaciones. Por su parte, el precio fronterizo muestra un efecto negativo, mientras que el precio medio rural presenta una relación positiva, consistente con condiciones de escasez interna.

En el corto plazo, las importaciones responden principalmente a variaciones en precios y tipo de cambio, además, el término de corrección del error confirma un ajuste rápido hacia el equilibrio.

Palabras clave: Maíz amarillo, importaciones, demanda pecuaria, precios internacionales, modelo ARDL, cointegración.

¹ Tesis de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, Universidad Autónoma Chapingo

Autor: Hernán Navarro Hernández

Director: Dra. Dixia Dania Vega Valdivia

ABSTRACT

INTERNATIONAL PRICES AND LIVESTOCK EXPANSION AS DETERMINANTS OF THE INCREASE OF YELLOW CORN IMPORTS IN MEXICO ²

One of the main characteristics of the maize market in Mexico has been the continuous increase of yellow corn imports, accompanied by a limited capacity of local production to satisfy the demand. The recent evidence confirms a persistent trend in the previous years: increase in imports and a structural mismatch between supply and demand. This research analyzes the behavior of the yellow corn imports in Mexico during the 1990-2024 period, as well as the factors that explain its evolution. The research uses an Autoregressive Distributed Lag model (ARDL) with an Error Correction Model (ECM) that allows distinguishing short and long-run relationships between the variables.

Results show the existence of a long-run equilibrium relationship between imports and their determinants. In the long run, the livestock component has a positive and significative effect, confirming that livestock expansion is the main structural variable of the imports. Besides, the border price shows a negative effect. Referring to the average rural price, it has a positive relationship. All of this is consistent with internal shortage conditions.

In the short term, imports are mainly influenced by price variations and the exchange rate. Additionally, the error correction term confirms a quick adjustment towards equilibrium.

Key words: Yellow corn, imports, livestock demand, international prices, ARDL model, cointegration

² Master of Science Thesis in Agricultural and Natural Resource Economics, Chapingo Autonomous University.

Author: Hernan Navarro Hernandez

Thesis supervisor: Dra. Dixia Dania Vega Valdivia

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1. INTRODUCCIÓN

La integración de México a la economía internacional, particularmente a partir de la entrada en vigor del TLCAN en 1994, ha generado transformaciones en la estructura productiva y comercial del país. Tal como lo señala Appendini (2014), la liberalización comercial modificó el funcionamiento de los mercados agrícolas. A pesar de que México es reconocido como el centro de origen de este grano, en las últimas décadas se ha consolidado como uno de los principales importadores de maíz amarillo a nivel mundial; de acuerdo con datos del SIAP (2024). En este sentido, García et al (2023) indica que existe un desajuste persistente entre la producción interna y la demanda, fenómeno que ocasiona que una proporción grande del consumo nacional dependa del exterior.

Diversos estudios han documentado que la demanda de este tipo de maíz está estrechamente vinculada con la producción de carne, huevo y otros productos de origen animal, lo que ha generado una presión sostenida sobre el consumo interno (García, M. et al. 2024). En este sentido, el dinamismo del sector pecuario se ha convertido en un factor estructural clave para entender la evolución de las importaciones.

Aunado a lo anterior, la apertura comercial ha facilitado el acceso a maíz importado a menores costos relativos, especialmente proveniente de Estados Unidos, país que cuenta con ventajas comparativas derivadas de su mayor productividad, economías de escala y políticas de apoyo agrícola (Devadoss et al. 2022). De acuerdo con la teoría de la ventaja comparativa, Stellan y Danna, (2022) mencionan que los países tienden a especializarse en la producción de bienes en los que presentan menores costos relativos, lo que ha llevado a México a depender crecientemente de las importaciones de maíz amarillo mientras concentra su producción en maíz blanco destinado al consumo humano.

Sin embargo, esta creciente dependencia de las importaciones no puede explicarse únicamente por factores comerciales o productivos, sino que también

responde a la dinámica de los precios internacionales y a variables macroeconómicas como el tipo de cambio. La literatura empírica ha demostrado que las importaciones agrícolas son sensibles a variaciones en los precios internacionales y en la paridad cambiaria, lo que influye directamente en las decisiones de abastecimiento externo (Fosu, P. y Wahl, T. 2020). En este contexto, los shocks en los mercados internacionales de granos, así como la volatilidad de los precios, pueden tener efectos significativos sobre la economía doméstica, particularmente en países importadores netos como México (Wright, B. 2014).

Desde una perspectiva teórica, el análisis de los mercados agrícolas requiere considerar que los ajustes entre oferta y demanda no son inmediatos. La presencia de rezagos tecnológicos, restricciones de crédito, incertidumbre y procesos de formación de expectativas imperfectas genera dinámicas complejas que dificultan el equilibrio instantáneo (Fackler, P. y Goodwin, B. 2001). En este sentido, los modelos de expectativas adaptativas desarrollados por Nerlove (1958) resultan particularmente útiles para explicar cómo los agentes económicos forman sus expectativas con base en información pasada, lo que implica que las decisiones actuales dependen de precios y condiciones observadas en períodos anteriores.

Asimismo, el enfoque de ajuste parcial sugiere que variables como la producción o las importaciones no pueden adaptarse de manera inmediata a sus niveles deseados debido a restricciones estructurales, lo que da lugar a procesos graduales de convergencia (Heady et al., 1961). Jaramillo y Benítez (2016) plantea que, en mercados abiertos, estos mecanismos se combinan con la transmisión de precios internacionales, donde la velocidad y magnitud del ajuste dependen del grado de integración comercial y de la eficiencia de los mercados.

En el caso específico del comercio de maíz, Fosu y Wahl (2020) proponen un marco analítico que integra expectativas adaptativas y ajuste parcial para modelar la demanda de importaciones, mostrando que esta depende tanto de precios esperados como de factores estructurales como la demanda intermedia.

Este enfoque es consistente con la evidencia para México, donde el crecimiento de la demanda pecuaria ha superado la capacidad de respuesta de la oferta nacional, generando una brecha que se cubre mediante importaciones (Poitras, G. 2023).

Por otra parte, la creciente dependencia de las importaciones de maíz amarillo plantea implicaciones relevantes en términos de seguridad y soberanía alimentaria; diversos autores señalan que los países que no logran cubrir una proporción significativa de su consumo interno mediante producción nacional enfrentan mayores riesgos económicos y sociales (Morett, J. y Cosío, C. 2023). Desde esta perspectiva, Appendini (2014) menciona que esta situación se agrava por factores estructurales como la baja productividad agrícola, la desigualdad en el acceso a recursos productivos y la limitada capacidad de respuesta ante cambios en los precios.

A pesar de la amplia literatura existente sobre el comercio de maíz y la dependencia alimentaria, persiste una limitada evidencia empírica que permita identificar con precisión los determinantes del aumento de las importaciones de maíz amarillo en México, particularmente en lo que respecta al papel relativo de los precios internacionales y la expansión del sector pecuario. Asimismo, resulta necesario analizar cómo estos factores interactúan dinámicamente en el corto y largo plazo, considerando la presencia de rezagos de ajuste y procesos de formación de expectativas.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo identificar y cuantificar los determinantes del aumento de las importaciones de maíz amarillo en México, poniendo especial énfasis en los precios internacionales y la expansión de la demanda pecuaria. Para ello, se emplea un modelo ARDL, el cual permite analizar la dinámica temporal de las variables y distinguir entre efectos de corto y largo plazo, incluso en presencia de series con diferentes órdenes de integración (Pesaran et al., 2001).

1.2. ANTECEDENTES

La entrada en vigor del TLCAN con Estados Unidos y Canadá en 1994 influyó en el comercio bilateral entre México y Estados Unidos, según la WITS, en 1990 el comercio total entre estos dos países alcanzó los 38,342 millones de dólares; por otro lado, en 2023, el comercio total alcanzó un valor total de 730,642 millones de dólares, un incremento de alrededor de 1805.6% con respecto a 1990.

Además de este cambio, Rouquié (2015) menciona que se han suscitado fenómenos económicos, políticos y sociales que surgieron o se enfatizaron después de la ratificación del tratado comercial. Entre los fenómenos que destacan estos autores están la reorientación productiva y comercial que México propició a Estados Unidos; el crecimiento de la manufactura de ensamblaje con bajo contenido nacional basada en salarios bajos; la aparición de nuevos polos industriales como la aeronáutica, la informática y la biotecnología; la mayor vulnerabilidad externa; una transición democrática “*controlada*”; y la pérdida relativa de liderazgo regional, por mencionar algunos.

En el sentido de los fenómenos que impactaron en la agricultura y su relación con la sociedad, Rouquié (2015) destaca la pobreza y desigualdad, mencionan que, desde el inicio de la entrada en vigor del tratado, la pobreza casi se duplica hacia el año 2000, donde casi la mitad de la población está bajo la línea de pobreza. Rouquié (2015) subraya que el fenómeno social más destacable es el crecimiento del sector informal, en su estudio, señala que en 1990 solamente el 18.9% de la población ocupada se consideraba como informal; sin embargo, hacia finales del 2025 la tasa de informalidad laboral se ubicó alrededor de 54.6% de la población ocupada (INEGI, 2025). El autor relaciona este aumento con el fin de la reforma agraria y del ejido, privatizaciones y quiebra de empresas ante la competencia externa. Aunado a esto, nacen microempresas no registradas, autoempleo y trabajos precarios o no remunerados.

En los mercados agrícolas, en específico, destacan la supresión del ejido y el cierre de la reforma agraria como cambios estructurales centrales asociados al TLCAN, lo que contribuyó a profundizar la pobreza rural, la migración campesina

y alimentar el crecimiento del empleo informal en las ciudades (Rouquié, A. 2015). Además de la persistencia de alta pobreza rural, ya que se muestra que hacia el año 2022 la pobreza en el ámbito rural afectaba al 48.8% de la población rural, cifra superior a la media nacional, 36.3% (CONEVAL, 2022). Este entorno sugiere que el sector agrícola fue de los menos beneficiados a raíz de la implementación del TLCAN.

Siguiendo a Hornbeck (2004), una década después de la llegada del TLCAN, diversos analistas se preguntaron si las importaciones de maíz habían sido las responsables de la migración de los campesinos a las ciudades, en este sentido, Hornbeck (2004) concluye que, dado que los aranceles puestos al maíz aún no se habían eliminado por completo, la agricultura mexicana se podría considerar como perdedora en el TLCAN debido a que las importaciones de granos desplazaron la producción de subsistencia y los déficits comerciales se tradujeron en pérdidas de empleos.

Dyer et al. (2018) concluyen que, aunque la oferta nacional de maíz experimentó poca variación entre 1993 y 2000, su valor bruto se contrajo un 45% durante este período; asimismo, la producción de maíz de riego disminuyó notablemente, lo que provocó una pérdida de valor del 29% en el sector de alimentos básicos, mientras que el maíz de temporal experimentó un período de crecimiento “*empobrecedor*” impulsado por PROCAMPO.

Numerosas investigaciones se han preocupado por analizar el comportamiento del comercio bilateral de productos agrícolas, sobre todo del maíz, a raíz de procesos como los mencionados previamente. Babula et al. (1995) analizaron el papel de los tipos de cambio en las exportaciones estadounidenses de maíz, este estudio aplicó métodos econométricos de series temporales a datos mensuales del período 1978-1992 sobre tipos de cambio reales, precios reales del maíz, ventas de exportación de maíz y envíos de maíz a Estados Unidos. Empleando el modelo de gravedad, Jayasinghe et al. (2010) estimaron la función de demanda de exportación para 48 países con el fin de averiguar los determinantes de la demanda mundial de semillas de maíz estadounidenses y el costo de las

exportaciones a estos destinos. Haniotis et al. (1988) analizaron la demanda y la oferta de las exportaciones agrícolas estadounidenses, centrándose en el trigo, el maíz y la soja; en el caso del maíz, el estudio halló que las exportaciones estadounidenses de maíz son elásticas.

Otros estudios que se centran más en el comercio bilateral entre Estados Unidos y sus principales socios comerciales son el de Saghaian (2017), donde se estima la función de demanda de exportación de maíz y soja estadounidenses a China, Japón, la Unión Europea y México; el inconveniente radica en que el autor estimó la función con interés para Estados Unidos. A pesar de esto, la investigación contribuye empíricamente porque considera la función de oferta agregada de exportación de maíz estadounidense y las funciones de demanda de importación de maíz estadounidense por parte de los países mencionados previamente.

Para estimar una función de demanda de importaciones de maíz estadounidense concretamente para México, se requiere de un estudio más específico y detallado, en donde se plasmen las variables económicas que más impactan en este proceso, ya que cada país que actúa como importador de Estados Unidos tiene sus propias razones y su economía no se comporta de la misma manera que la mexicana.

En este sentido, García et al (2020) documentan para México en un período de 1970–2020 un desfase estructural entre consumo y producción de maíz amarillo que se compensa directamente con importaciones estadounidenses. Esta investigación demuestra que la demanda de maíz es inelástica al precio, positiva al ingreso y sensible a la población; además, integra en el análisis choques de política internacional y de oferta – demanda para corroborar que dichos shocks abaratan el precio internacional y elevan importaciones mexicanas.

No obstante, para incluir aquellas variables que estimen mejor la demanda de importaciones de maíz, es conveniente revisar cuáles son los usos específicos de este grano en México. El maíz amarillo se destina sobre todo para la alimentación animal y para procesamiento industrial como aceite, proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y combustible; en México, se

consumen aproximadamente 19 millones de toneladas anuales de maíz amarillo, alrededor del 70% de éste se destina a forraje y el 25% a la industria almidonera. (CONAHCYT, 2023).

Bajo estas circunstancias, las causas del aumento de las importaciones y los retos que México tienen que enfrentar para reducir la brecha entre demanda y oferta de este grano recae principalmente en la importancia ganadera, misma que ha influido en el aumento de la demanda de maíz amarillo a lo largo de los años, puesto que México es considerado como el sexto productor mundial de carne (FAO, 2022).

Fosu y Wahl (2020) explican detalladamente los determinantes de la demanda bilateral de importaciones de maíz estadounidense para diversos países, incluido México. Este estudio modela la importación de maíz estadounidense mediante una ecuación específica para México, se incluyen variables como el precio de importación, el ingreso, la producción porcina como demanda de forrajes y una variable *dummy* que hace referencia a la firma del TLCAN. Todo esto bajo un esquema teórico de expectativas adaptativas que modelan precios esperados a partir de precios pasados y restricciones informacionales; esto justifica que shocks externos y de paridad de importación se transmitan con rezago a la oferta doméstica elevando la necesidad de importar en el corto plazo, razón por la cual la investigación hace uso de un modelo ARDL para capturar la dinámica de corto y largo plazo.

En conjunto, la literatura revisada indica que el crecimiento sostenido de las importaciones de maíz amarillo en México no puede explicarse únicamente por factores comerciales o de precios, sino que responde a una interacción compleja entre la apertura comercial, la insuficiente respuesta de la oferta doméstica y la expansión estructural de la demanda pecuaria. Sin embargo, para el caso mexicano persiste una insuficiente validación empírica en la identificación de los determinantes, particularmente en lo referente al papel relativo de los precios internacionales y de la expansión del sector pecuario en la evolución de las importaciones de maíz amarillo. Este vacío motiva la presente investigación.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La creciente dependencia de México respecto a las importaciones de maíz amarillo constituye un fenómeno estructural derivado de la interacción entre la apertura comercial, la insuficiente respuesta de la oferta doméstica y la expansión sostenida de la demanda intermedia, particularmente del sector pecuario. Tal como se expuso en los antecedentes, el desfase persistente entre producción y consumo de maíz amarillo se ha profundizado en las últimas décadas, generando una brecha que se cubre casi exclusivamente mediante importaciones, principalmente provenientes de Estados Unidos.

Por ejemplo, en el periodo 2013-2024, la demanda nacional de maíz amarillo tuvo una tasa de crecimiento de 210.835%, mientras que la tasa de crecimiento de la oferta fue de 161.685%; una brecha entre demanda y oferta de casi el 50% (SIAP, 2015). Esta diferencia no sólo refleja limitaciones productivas internas, sino también la creciente importancia del maíz amarillo como insumo estratégico en la alimentación animal, en un contexto de expansión del sector pecuario nacional.

Diversos estudios muestran que la creciente dependencia de maíz importado hace más vulnerable al mercado interno frente a choques en el precio mundial y el tipo de cambio, afectando el ingreso disponible de los consumidores; al tiempo que las importaciones responden de manera sensible a los precios internacionales y al aumento de la demanda de maíz como insumo clave en los alimentos balanceados para la ganadería (García, M. et al. 2010).

Desde una perspectiva teórica, la literatura sobre mercados agrícolas enfatiza que los ajustes entre oferta y demanda no son inmediatos. Fackler y Goodwin (2001) señalan que los mercados agrícolas combinan rezagos tecnológicos, restricciones de crédito, inercia en decisiones de área sembrada y expectativas imperfectas sobre precios futuros. Por su parte, Wright (2014) muestra que la volatilidad de precios surge de la interacción entre existencias mundiales, choques de oferta y demanda y decisiones de almacenamiento. Afirman que cuando los inventarios globales de granos básicos, entre ellos el maíz, son altos, los shocks negativos de producción pueden amortiguarse liberando stocks, por

lo que los precios suben de forma moderada; por el contrario, cuando los inventarios caen a niveles mínimos, el sistema pierde ese “*colchón*” y los precios del maíz se vuelven extremadamente sensibles incluso a perturbaciones pequeñas, generando episodios de alta volatilidad y fuertes impactos sobre países importadores netos.

En el contexto del maíz en México, los productores deben decidir el área sembrada con varios meses de anticipación, bajo incertidumbre sobre precios futuros, tipo de cambio y niveles de inventarios internacionales. Como lo resaltan los modelos de granos de Wright (2014), esta brecha temporal induce inercia en los ajustes de superficie, aun cuando el precio internacional del maíz envía señales bruscas, las restricciones de tierra, crédito y tecnología impiden expandir o contraer rápidamente la siembra. Por estos motivos, estos autores concluyen que, en la práctica, muchos agricultores terminan guiándose por precios recientes y experiencia pasada (expectativas adaptativas) más que por una anticipación perfecta del futuro, de este modo, la combinación de alta volatilidad internacional, decisiones de siembra rezagadas y expectativas imperfectas contribuye a explicar por qué los choques de precios en el maíz se traducen en oscilaciones de ingresos agrícolas y en una mayor vulnerabilidad de los países importadores a las condiciones del mercado mundial.

Bajo este contexto, es conveniente estudiar la relación entre importaciones de maíz amarillo, precios internacionales y expansión de la demanda pecuaria porque permite distinguir efectos de corto y largo plazo en un mercado con rezagos de ajuste y formación de expectativas; así se identifica si la dependencia externa responde más a señales de precio o al impulso estructural de la ganadería.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación se justifica por el uso de un modelo ARDL, que estima elasticidades y velocidades de ajuste con el propósito de ofrecer medidas operables para evaluar escenarios de precio y crecimiento pecuario, y su relación directa con el aumento de las importaciones del maíz. El motivo de uso de este modelo se detalla en la metodología, sin

embargo, los aportes de Narayan (2005) asociados al ARDL son adecuados para muestras relativamente pequeñas como la de México (1990-2024), lo que mejora la inferencia sobre la cointegración y las elasticidades de la demanda de importaciones.

La utilidad de esta investigación radica en la estimación de elasticidades y velocidades de ajuste que ofrecen medidas operativas para evaluar escenarios de variaciones en los precios internacionales y el crecimiento del sector pecuario, así como su incidencia directa sobre las importaciones de maíz amarillo. Asimismo, los resultados contribuyen a enriquecer la literatura sobre expectativas adaptativas y ajuste parcial en mercados agrícolas abiertos, proporcionando evidencia empírica para el caso mexicano en un contexto de elevada integración comercial y creciente dependencia de insumos importados.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

México, país originario del maíz, se enfrenta actualmente a una paradoja agrícola, a pesar de su tradición milenaria en el cultivo de este grano, se ha convertido en uno de los mayores importadores de maíz a nivel global. La producción nacional de maíz blanco, unos 24 millones de toneladas, ha sido suficiente para satisfacer el consumo humano que requiere de 13 millones de toneladas para alimentarse y lograr un excedente (SIAP, 2025). Por el contrario, la producción de maíz amarillo, unos 3 millones de toneladas, utilizado principalmente como insumo para la ganadería (15 millones de toneladas) y la industria (3 millones de toneladas), es totalmente insuficiente para satisfacer la demanda total que asciende a unas 19.8 millones de toneladas (SIAP, 2025).

Jaime (2024) menciona que una de las razones por las cuales México se ve obligado a importar productos agroalimentarios es porque los índices de productividad agrícola y pecuaria no han sido proporcionales al incremento de la población ocasionando que la demanda alimentaria esté por encima de la oferta. Según el Panorama Agroalimentario 2024 emitido por FIRA, la productividad del maíz creció un 0.3% de 2019 a 2023, mientras que el consumo tuvo una tasa de

crecimiento del 0.8% en ese mismo periodo, destacándose el consumo pecuario, que representan un 74.5% del consumo total de maíz amarillo.

En 2020 México ocupó la cuarta posición a nivel mundial en el consumo de este grano, además, durante el periodo de 1970-2020, la demanda de maíz y su producción tuvieron una tasa de crecimiento media anual de 3.03% y 2.28% respectivamente; para satisfacer la demanda se recurrió a las importaciones, mismas que tuvieron una tasa de crecimiento media anual de 6.27% (García, M. et al. 2020).

En la Figura 1 se muestra la brecha que persiste entre la producción y la demanda de maíz amarillo en México durante el periodo de 2013 – 2024. Como se observa, la diferencia entre las variables se hace cada vez más grande, en consecuencia, se puede intuir que dicha diferencia se tiene que abastecer de alguna manera, las importaciones son el medio.

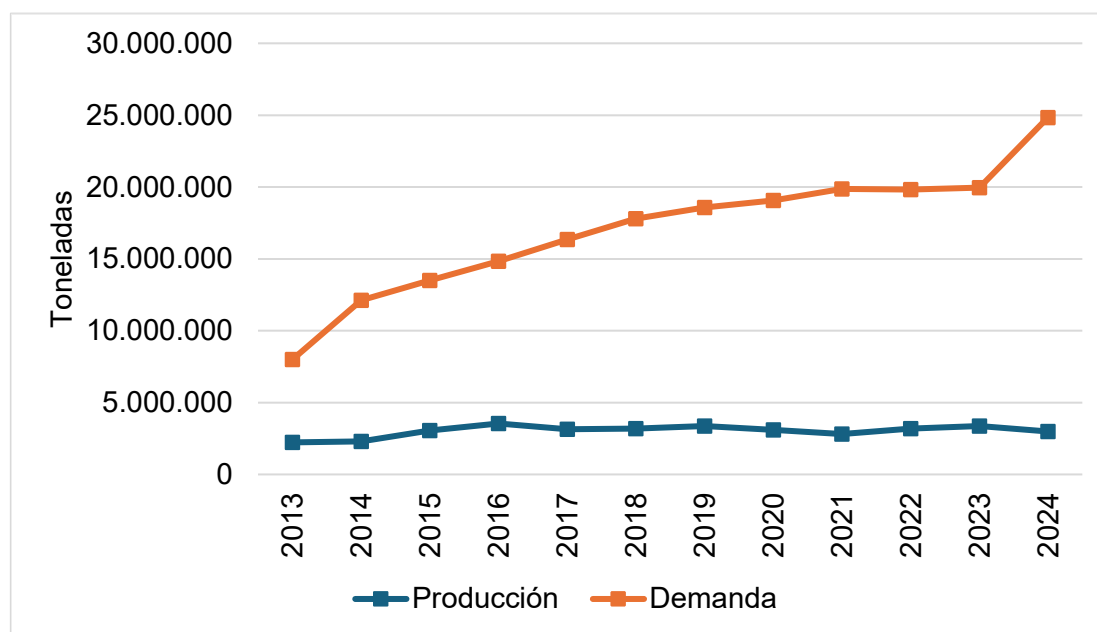


Figura 1. Producción y consumo de maíz amarillo en México 2013 – 2024.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

García et al (2023) hacen énfasis en la solución que las autoridades han propuesto para atender la brecha entre producción y consumo de este grano, mencionan que durante las últimas tres décadas la política de seguridad

alimentaria de granos en México se ha preocupado por aprovechar los bajos precios internacionales en el mercado mundial en lugar de proponer soluciones viables que incentiven a lograr la soberanía alimentaria. Aún más, se ha permitido que un porcentaje cada vez mayor del consumo sea abastecido con importaciones, en el caso del maíz en 2021, el índice de dependencia alimentaria se situó en 38.8% (García, J. et al. 2023).

Desde la implementación del TLCAN en 1994, el comercio agroalimentario entre México y Estados Unidos creció sustancialmente, pasó de un valor de 12,009,794 millones de dólares en 1994 a 45,286,930 millones en 2023, lo que representa un aumento de 277% (WITS, 2025). Según Sarker y Jaramillo (2007) la llegada del TLCAN en 1994 ha contribuido en gran medida a la drástica expansión del comercio entre estos dos países, también mencionan que el papel del tipo de cambio en este proceso ha enfatizado el auge comercial. En la Figura 2 se muestra el origen de las importaciones de maíz amarillo en 2024, con base en este gráfico se certifica el peso que tiene Estados Unidos en la demanda de importaciones mexicanas, las razones de esto van desde la cercanía entre ambos países y la firma del TLCAN, junto con todas las facilidades que un acuerdo comercial implica para comercializar algún producto.

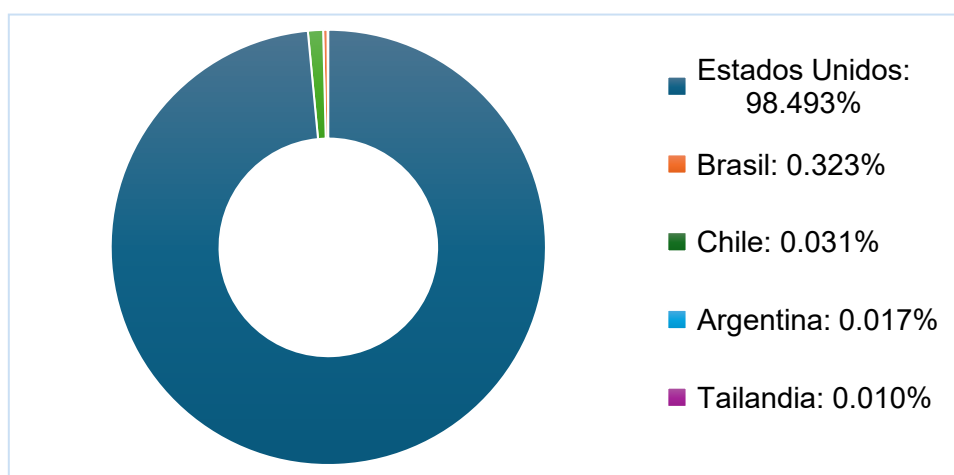


Figura 2. Origen de las importaciones mexicanas de maíz amarillo en 2024.

Fuente: Elaboración propia con datos del Gobierno de México.

Como ejemplo, a partir de 2008, el TLCAN eliminó todas las restricciones formales de comercio, permitiendo que el maíz estadounidense ingresara a México libre de todos los aranceles y cuotas. Específicamente, el maíz amarillo tiene 0% de arancel a las importaciones y 0% al Impuesto del Valor Agregado (IVA), mientras que el maíz blanco tiene el 20% de arancel a la importación y 0% a la exportación. En este contexto, el valor anual de las exportaciones estadounidenses a México de maíz amarillo llegó a 5.3 mil millones de dólares en 2024 (Jaime, J. 2024).

El T-MEC ha tenido y continúa teniendo efectos significativos sobre el comercio de maíz entre Estados Unidos y México. Las reducciones arancelarias negociadas y la decisión del gobierno mexicano de no aplicar algunos aranceles a los que tenía derecho resultaron en la triplicación de las exportaciones estadounidenses a México, comportamiento que se puede observar en la Figura 3., las importaciones estadounidenses son casi exponenciales dentro del período 1981 – 2024.

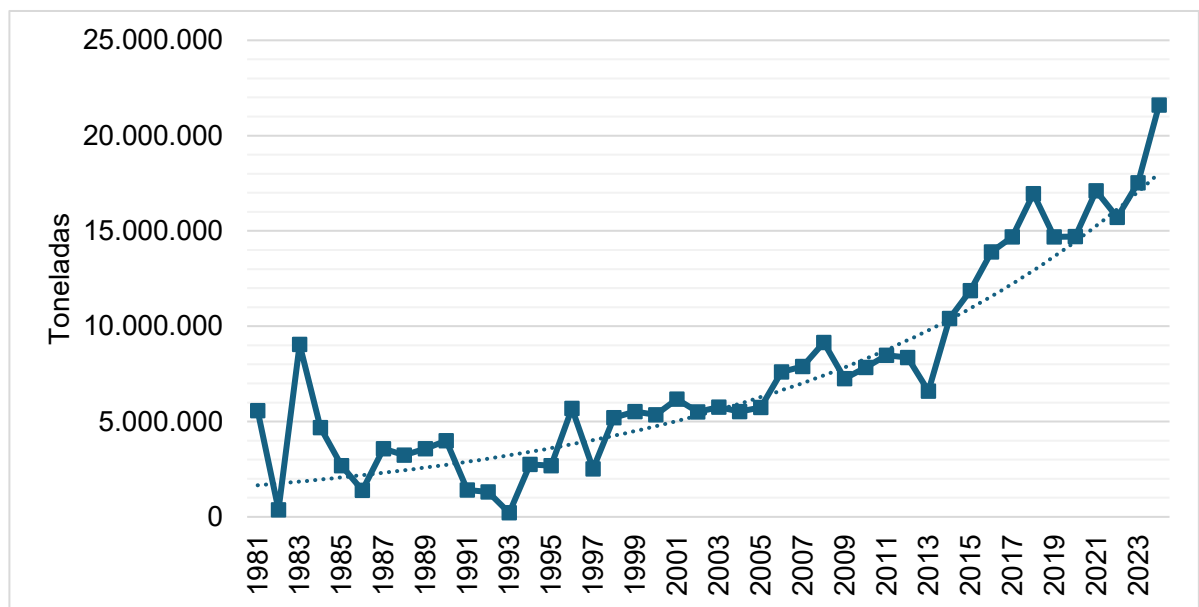


Figura 3. Importaciones mexicanas de maíz amarillo provenientes de Estados Unidos en el período 1981 – 2024.

Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT.

Los menores costos de producción en Estados Unidos les permite a los productores vender a precios más bajos que el costo de producción de los productores mexicanos, por ejemplo, según FIRA, en 2024, los costos de producción del maíz ascendieron en promedio a \$43,823/ha (pesos mexicanos por hectárea), mientras que en Estados Unidos, con base en el USDA, en 2023 cultivar un acre de maíz cuesta en promedio 882 dólares y se tiene un rendimiento de 172.3 *bushels* por acre, esto significa que al productor estadounidense le cuesta 5.12 dólares producir un bushel de maíz. Convirtiendo estas unidades de medidas a hectáreas y toneladas se tiene que, en Estados Unidos, el costo de producción de maíz por hectárea en 2023 fue de \$38,685.5/ha, esto tomando como base un tipo de cambio promedio para ese año de 17.75 según FAOSTAT, 2025; (Micik, K. 2022). Inclusive, el maíz amarillo tiene 0% de arancel a las importaciones y 0% al Impuesto del Valor Agregado (IVA), por eso es más rentable para los consumidores nacionales importar el grano (Jaime, J. 2024).

De acuerdo con Arellano (2023), la estructura bimodal del maíz en México genera un entorno poco favorable para la mayoría de los productores, pues cerca del 85 % son pequeños agricultores de temporal, con acceso limitado a tecnología, financiamiento e información de mercado, frente a una minoría de productores comerciales que concentran mejores condiciones productivas y capacidad de inserción en los mercados.

Appendini, K. (2014) pone en evidencia que la reestructuración de la oferta nacional de maíz se debe a decisiones políticas de apoyo a los agentes privados en el mercado, el Estado ha desempeñado un papel clave en la construcción del mercado libre de maíz, como consecuencia, la oferta nacional se concentra en manos de relativamente pocos agentes y en pocas regiones del país, sobre todo, en el norte y Bajío, por lo que la necesidad de lograr la soberanía alimentaria pasa a segundo plano.

En el estudio de García et al (2023) se plantea un escenario hipotético orientado a la reducción del índice de dependencia alimentaria. Los autores señalan que

una disminución de dicho índice hasta el 25 % implicaría que las importaciones cubrirían únicamente una cuarta parte del consumo nacional. Para alcanzar este objetivo, sería necesario un incremento del 29.2 % en el rendimiento del maíz de temporal durante el ciclo primavera-verano —el más extendido entre los productores mexicanos—, así como la incorporación de al menos 500 mil hectáreas a sistemas de riego.

Alcanzar estos objetivos parece imposible si se consideran los factores que alientan a la producción y la importación de maíz amarillo descritos anteriormente. El aumento de la producción ganadera en todos los países importadores podría generar un aumento significativo de la demanda de maíz estadounidense. Además, las políticas que fortalecen el TLCAN y la OMC podrían generar un aumento drástico de la demanda de maíz estadounidense (Fosu, P. y Wahl, T. 2020).

El Plan Nacional del Gobierno de México 2025–2030 coloca a la soberanía alimentaria como principio rector y propone elevar el abasto interno y el bienestar del productor mediante crédito y seguros a tasa preferencial, compras públicas, acopio estatal y acuerdos de comercialización con *“precios justos”*. El plan ya reporta avances iniciales para alcanzar los objetivos, sin embargo, la señal de precio al productor sigue siendo un obstáculo.

Desde finales de octubre de 2025 se observó un paro nacional con bloqueos carreteros y movilización de organizaciones de productores exigiendo *“precio justo”* para el maíz con peticiones cercanas a 7,200 pesos mexicanos por tonelada, ya que el precio de garantía que estaban percibiendo es de solamente 3,129 pesos por tonelada de maíz, lo que indica que, en la práctica, la mayoría productores no perciben un pago suficiente que retribuya sus costos. Ante la protesta, las autoridades anunciaron ajustes temporales con precios en torno a 6,050 pesos por tonelada en algunas entidades. (N+, 2025).

En este contexto, el problema central no radica únicamente en el volumen creciente de las importaciones de maíz amarillo, sino en la falta de claridad respecto a los factores que explican su evolución en el tiempo. En particular,

resulta relevante determinar en qué medida el aumento de las importaciones responde a señales de precio transitorias asociadas a la paridad de importación y al tipo de cambio o a factores estructurales vinculados con la expansión sostenida de la demanda pecuaria, así como la forma en que estos efectos se manifiestan en el corto y en el largo plazo.

La ausencia de evidencia empírica que distinga con precisión estos mecanismos limita la formulación de políticas públicas efectivas para reducir la dependencia externa y mitigar la vulnerabilidad del sector agroalimentario. Por ello, se vuelve necesario un análisis que permita identificar y cuantificar los determinantes del aumento de las importaciones de maíz amarillo en México, incorporando explícitamente la dinámica temporal de ajuste entre precios, demanda pecuaria y comercio exterior.

1.5. PREGUNTAS DEL PROBLEMA

La pregunta general de la investigación es:

¿En qué medida los precios internacionales y la expansión de la demanda pecuaria explican dinámicamente el aumento de las importaciones de maíz amarillo en México, diferenciando los efectos de corto y largo plazo?

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo General:

El objetivo general de la investigación es:

Identificar y cuantificar los determinantes del aumento de las importaciones de maíz amarillo en México mediante un modelo ARDL coherente con expectativas adaptativas y ajuste parcial, distinguiendo efectos de corto y largo plazo.

1.6.2. Objetivos Específicos:

1. Identificar la relación de largo plazo entre los precios internacionales del maíz amarillo, la expansión de la demanda pecuaria y el volumen de importaciones de maíz amarillo en México, dentro de un marco dinámico de equilibrio.

2. Analizar la dinámica de corto plazo del ajuste de las importaciones de maíz amarillo ante variaciones en los precios internacionales y en la demanda pecuaria, considerando la presencia de rezagos, inercia y procesos de ajuste parcial.

1.7. HIPÓTESIS

1.7.1. Hipótesis General:

En México, las importaciones de maíz amarillo responden tanto a factores de mercado asociados a los precios internacionales y la paridad de importación como a factores estructurales vinculados con el crecimiento de la demanda pecuaria de forraje; dichos efectos se manifiestan de manera diferenciada en el corto y en el largo plazo debido a la presencia de rezagos de ajuste y expectativas adaptativas.

1.7.2. Hipótesis Específicas:

1. A largo plazo, la expansión de la demanda pecuaria ejerce un efecto positivo y significativo sobre las importaciones de maíz amarillo en México, reflejando un componente estructural en la dependencia externa de este insumo.
2. A largo plazo, si el precio internacional incrementa, lo hace igual el costo de importación, esto ocasiona un efecto negativo en la demanda de importaciones.
3. En el corto plazo, las importaciones de maíz amarillo presentan un proceso de ajuste inmediato sobre todo por factores asociados a precios relativos y condiciones macroeconómicas.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Metodología General

La investigación utiliza series anuales para México en el periodo 1990–2024 provenientes de fuentes oficiales como la FAOSTAT, el SIAP y el SIACON. Se definió como variable dependiente a las importaciones de maíz amarillo y como variables independientes el precio fronterizo del maíz (MXN/ton), el precio medio rural (MXN/ton), el tipo de cambio (MXN/USD), el valor de la producción total de carne de cerdo, pollo y de huevo (MXN) y una variable *dummy* para el TLCAN (0 antes del tratado y 1 durante su vigencia).

Para facilitar la interpretación y estabilizar varianzas, las series continuas se transforman a logaritmos naturales, de modo que los parámetros se interpreten como elasticidades (Gujarati y Porter, 2010). Para estimar la relación entre importaciones y sus determinantes se emplea un modelo ARDL, ya que permite modelar dinámicas de corto y largo plazo y es adecuado cuando las variables son una mezcla de series $I(0)$ e $I(1)$ (Pesaran et al., 2001).

La ecuación de importaciones propuesta se apoya en aplicaciones previas del enfoque ARDL al comercio de maíz, particularmente el análisis de comercio bilateral de maíz estadounidense de Fosu, P. y Wahl, T. (2020) y ajustes metodológicos utilizados en estudios posteriores como Nashrullah et al. (2021). De esta forma, la existencia de una relación de largo plazo se verifica mediante el *bounds test* (Pesaran et al., 2001), utilizando valores críticos para muestras finitas (Narayan, 2005).

Una vez verificada la cointegración, se estima la representación de modelo ECM para cuantificar la velocidad de ajuste al equilibrio tras perturbaciones de corto plazo (Pesaran et al., 2001). Para verificar la validez econométrica del modelo, se aplican pruebas estándar de diagnóstico y estabilidad del modelo: autocorrelación (Breusch–Godfrey LM), heterocedasticidad (White/Breusch–Pagan), normalidad (Jarque–Bera), especificación (Ramsey RESET) y

estabilidad de parámetros (CUSUM y CUSUMSQ), siguiendo la práctica recomendada en la literatura econométrica y aplicada a modelos ARDL (Narayan, 2005).

2.2.2. Metodología Econométrica

Para determinar si las importaciones de maíz amarillo se ven afectadas por las variables descritas durante el período 1990 – 2024, el estudio motiva el uso de un modelo ARDL, esto porque con base a Pesaran et al. (2001), este tipo de análisis no observa todas las determinantes que afectan a la oferta y demanda, esto podría incurrir en sesgos de endogeneidad y correlación serial si se estimaran por MCO.

Los modelos ARDL combinan un componente autorregresivo, es decir, incluyen rezagos de la variable dependiente con un componente de rezagos distribuidos que incorpora rezagos de un conjunto de variables explicativas. Pesaran et al. (2001) desarrollaron un ajuste mediante una prueba de cointegración basada en el enfoque de límites conocido como *bounds testings* que admite la presencia de variables con órdenes de integración mixtos, esto siempre que ninguna de estas supere el orden uno, es decir, que sean $I(0)$ o $I(1)$.

En general, los modelos ARDL se especifican de la siguiente manera:

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^k \sum_{r=0}^{q_j} \beta_{jr} x_{j,t-r} + u_t$$

Donde y_t es la variable dependiente, x_{jt} ($j = 1, \dots, k$) son las variables regresoras, u_t es el término de error, p es el rezago máximo de y_t y q_j el rezago máximo de cada x_{jt} . (Pesaran et al., 2001)

Antes de estimar el modelo, se transformaron algunas de las series originales, el precio fronterizo se obtuvo mediante la división del valor de las importaciones en MXN constantes entre el volumen de las importaciones en toneladas. Para obtener el valor de las importaciones en MXN constantes primero se multiplicó el

valor de estas en dólares por el tipo de cambio (MXN por dólar), después el resultado se dividió entre el INPC base 2018 y finalmente se multiplicó por 100.

Asimismo, se tiene que verificar que todas las variables incluidas sean estacionarias en niveles, al mismo tiempo se busca que, al aplicarles una primera diferencia, se vuelvan estacionarias; en otras palabras, que se trate de variables integradas de orden uno. Para corroborar que las series de tiempo son estacionarias en nivel $I(0)$ o $I(1)$ se usó el programa EViews mediante la prueba ADF.

Con base en Gujarati y Porter (2010), para realizar la prueba ADF, es necesario incluir valores rezagados de la variable dependiente ΔY_t , los autores mencionan que el número de términos de diferencia rezagados que se incluyen con frecuencia se determinan de manera empírica con el propósito de incluir los términos suficientes para que el término error no esté serialmente relacionado y sea posible obtener una estimación insesgada de δ , que es el coeficiente rezagado de Y_{t-1} . Sin embargo, para esto, Gujarati y Porter (2010) recomiendan el uso de EViews, ya que tiene una opción que selecciona automáticamente la longitud del rezago con base en los criterios de información de Akaike y Schwarz.

Además de esto, al realizar la prueba ADF, se tiene que decidir la forma en que esta se realizará, con base en el comportamiento gráfico que sigue la serie de tiempo, Gujarati y Porter (2010) plantean estas tres formas de estimar:

1. Y_t es una caminata aleatoria: $\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t$
2. Y_t es una caminata aleatoria con deriva: $\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + u_t$
3. Y_t es una caminata aleatoria con deriva alrededor de una tendencia determinista: $\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + u_t$

Donde t es la variable de tiempo o tendencia, las hipótesis son:

- Hipótesis nula: $H_0: \delta = 0$ (existe una raíz unitaria, la serie de tiempo es no estacionaria o tiene tendencia estocástica)
- Hipótesis alternativa: $H_1: \delta < 0$ (la serie de tiempo es estacionaria, posiblemente alrededor de una tendencia determinística).

En el artículo “*Empirical analysis of US bilateral corn trade: Evidence from Japan, Mexico, China, South Korea, and the European*”, Fosu, P. y Wahl, T. (2020) proponen diversos ARDL para determinar la demanda de importaciones de maíz estadounidense para los países mencionados y la oferta de exportaciones de maíz de Estados Unidos. Para el caso de México, la nueva ecuación con algunos ajustes en base a la metodología usada por Nashrullah et al., (2021) es:

$$\ln M_t = \beta_0 + \beta_1 \ln PF_t + \beta_2 \ln PMR_t + \beta_3 \ln TC_t + \beta_4 \ln PP_t + \beta_5 TLCAN_t + \varepsilon_t$$

Donde:

- M_t es la demanda de importaciones deseada,
- PF_t es el precio fronterizo del maíz (en pesos nominales/ton),
- PMR_t es el precio medio rural del maíz (en pesos nominales/ton),
- TC_t es el tipo de cambio (pesos mexicanos por dólares estadounidenses),
- PP_t es la suma del valor de la producción de carne de cerdo, pollo y huevo en miles de pesos nominales
- $TLCAN_t$ es una variable *dummy* para captar cambios estructurales en política comercial,
- t es el tiempo,
- $\ln$ son logaritmos naturales,
- ε_t es el término error,
- β_0 es el parámetro independiente o intercepto,
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ son los parámetros para estimar.

Con base en la ecuación propuesta, se espera que el efecto de cada determinante sea consistente con la literatura revisada y con la presión de demanda derivada persistente sobre el maíz amarillo. Tal como se indica a continuación:

- Precio fronterizo: Se espera un signo negativo ($\beta_1 < 0$), si sube el precio fronterizo o el costo de importación, la necesidad de importar se encarece. La magnitud esperada depende de la dinámica de largo y corto plazo.

- Precio medio rural: Se espera un signo positivo ($\beta_2 > 0$) porque un precio doméstico mayor puede incentivar a la producción y de alguna manera reducir la necesidad de importaciones.
- Tipo de cambio: Se espera un signo negativo ($\beta_3 < 0$) porque si este se eleva, existe depreciación de la moneda y se encarecen las importaciones.
- Valor producción total de carne de pollo, cerdo y de huevo: Se espera un signo positivo ($\beta_4 > 0$), ya que un aumento de la producción pecuaria nacional se traduce en una mayor demanda interna que se satisface con importaciones ante la nula respuesta de la oferta doméstica.
- TLCAN: Se espera un signo positivo ($\beta_5 > 0$) porque mayor integración comercial y menores costos aumentan las importaciones, el efecto se puede esperar alto.

La forma ARDL del modelo es:

$$\begin{aligned}\Delta \ln M_t = & \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_1 \Delta \ln M_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_2 \Delta \ln PF_{t-k} \\ & + \sum_{k=1}^n \beta_3 \Delta \ln PMR_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_4 \Delta \ln TC_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_5 \Delta PP_{t-k} \\ & + \sum_{k=1}^n \beta_6 \Delta TLCAN_{t-k} + \lambda_1 \ln M_{t-1} + \lambda_2 \ln PF_{t-1} + \lambda_3 \ln PMR_{t-1} \\ & + \lambda_4 \ln TC_{t-1} + \lambda_5 PP_{t-1} + \lambda_6 TLCAN_{t-1} + \varepsilon_t\end{aligned}$$

El modelo ECM es:

$$\begin{aligned}\Delta \ln M_t = & \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_1 \Delta \ln M_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_2 \Delta \ln PF_{t-k} \\ & + \sum_{k=1}^n \beta_3 \Delta \ln PMR_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_4 \Delta \ln TC_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_5 \Delta PP_{t-k} \\ & + \sum_{k=1}^n \beta_6 \Delta TLCAN_{t-k} + \phi ECM_{t-1} + \varepsilon_t\end{aligned}$$

Donde Δ representa la primera diferencia, los $\emptyset$ son los coeficientes del ECM para la dinámica de corto plazo. Nashrullah et al. (2021) dicen que el ECM muestra la velocidad de ajuste en el equilibrio de largo plazo tras un shock en el corto plazo.

Antes de aplicar la prueba *bounds tests* o prueba de límites ARDL para comprobar cointegración entre las variables, Nashrullah et al., (2021) mencionan que es importante seleccionar el orden de rezago adecuado para la variable, los autores recomiendan emplear el orden de rezago óptimo del modelo VAR, en este caso, dicho procedimiento se realizará en EViews siguiendo el Criterio de Schwarz, donde el valor más bajo correspondiente a cierto rezago es el óptimo.

Para fundamentar la existencia de una relación de largo plazo, con base en Narayan (2005) se contrastará cointegración mediante una prueba Wald-F tipo *bounds* formulada sobre el ECM. La hipótesis nula de no cointegración impone que los coeficientes en niveles sean conjuntamente nulos, $H_0: \lambda_y = \lambda_M = \dots = \lambda_{ER} = \lambda_N = 0$ versus que no todos los coeficientes sean cero, $H_a: \lambda \neq 0$. El estadístico Wald-F resultante se compara con valores umbrales que se usaron en la *bounds tests*, así el orden de integración puede ser mixto y se reportan dos valores críticos:

- Umbral I(0): asume que todas las variables explicativas en niveles son I(0).
- Umbral I(1): asumen que todas con I(1).

Después, el estadístico Wald-F resultante se compara con los valores de los umbrales críticos, si:

- $F > \text{umbral I(1)}$ sí hay cointegración, es decir, relación de largo plazo,
- $F < \text{umbral I(0)}$ no hay cointegración,
- $\text{Umbral I(0)} \leq F \leq \text{umbral I(1)}$ hay una zona inconclusa, en otras palabras, no se puede decidir con certeza la existencia o no de cointegración.

(Narayan, 2005).

Siguiendo la metodología ARDL propuesta inicialmente por Pesaran et al. (2001) y la reformulación aplicada por Narayan (2005), se recomienda aplicar diversas pruebas de diagnóstico al modelo estimado. En particular, se utiliza la prueba LM de Breusch-Godfrey para descartar autocorrelación de los errores, las pruebas

de White/Breusch–Pagan para heterocedasticidad, la prueba de Jarque–Bera para normalidad y la prueba Ramsey–RESET para evaluar la especificación funcional. Igualmente, las pruebas CUSUM y CUMUMQ para verificar la estabilidad del modelo dentro de las bandas de confianza al 5%.

En general, usar esta metodología tiene varias ventajas sobre MCO y otras técnicas de estimación, por ejemplo, estudios previos han indicado que la endogeneidad es un problema menor en esta técnica debido a que los rezagos apropiados en ARDL eliminan el problema relacionado con la correlación serial y la endogeneidad (Baharumshah et al., 2009).

2.2. TEORÍAS DE FORMACIÓN DE EXPECTATIVAS Y COMPORTAMIENTO DE LOS AGENTES

2.2.1. Modelo de Expectativas Adaptativas de Marc Nerlove (1958)

Las hipótesis de las expectativas adaptativas fueron introducidas por primera vez por Cagan (1956) y Nerlove (1958) como un intento por establecer un modelo sistemático que le hiciera luz a la nueva información que se tenía; fueron aceptadas por la macroeconomía teórica y empírica al menos durante dos décadas posteriores (Hernández, U. 2004). Establecían que los individuos forman sus expectativas en un entorno incierto, razón fundamental por la que fue necesario establecer un modelo que ejemplifique dicho comportamiento.

En sus estudios, estos autores postularon que los individuos valoran los eventos por su media y por su dispersión observada, por este motivo, los individuos valoran subjetivamente las probabilidades y las utilizan para construir el promedio ponderado pertinente para establecer estratégicamente sus expectativas (Hernández, U. 2004). En este mismo sentido, Nerlove (1958) utilizó el concepto de rezagos distribuidos para determinar una certeza equivalente de precio, y explicar cómo cambios en el precio de un período pueden ser reflejados en la conducta del productor en períodos posteriores (Di Marco, L. 1969).

En el modelo de expectativas adaptativas de Nerlove, las expectativas son analizadas periódicamente en función del porcentaje de error entre el valor esperado en el último período y aquel que realmente ocurrió. Esto es:

$$P_t^e = P_{t-1}^e + \lambda(P_{t-1} - P_{t-1}^e), 0 < \lambda \leq 1, \dots \dots \dots (1)$$

Donde λ es el coeficiente de expectativas, de modo que el precio esperado P_t^e es una media geométrica ponderada de precios efectivos pasados con mayor peso en las observaciones recientes. Tal que, cuanto más cerca esté λ de la unidad, más se ajustarán los productores al precio de los períodos precedentes, con lo cual se reduce el número de precios pasados que necesitan considerarse. (Di Marco, L. 1969).

La forma estructural estándar del modelo de Nerlove es:

$$A_t^D = \alpha_0 + \alpha_1 P_t^e + \alpha_2 Z_t + u_t, \dots \dots \dots (2)$$

$$P_t^e = P_{t-1}^e + \gamma(P_{t-1} - P_{t-1}^e), \dots \dots \dots (3)$$

$$A_t = A_{t-1} + \theta(A_t^d - A_{t-1}), \dots \dots \dots (4)$$

$$u_t \xrightarrow{iid} (0, \sigma_u^2), \dots \dots \dots (5)$$

donde A representa la superficie cultivada actual en el período t , P es el precio del cultivo, A^D es la superficie deseada, P^e es el precio futuro esperado, Z_t son otros factores exógenos que afectan la oferta en el período t , y $\alpha_0, \alpha, \gamma, \theta$ y σ_u^2 son parámetros (Diebold, F. y Lamb, R. 1996).

La ecuación (2) describe la relación entre la superficie deseada y el precio esperado. La teoría económica predice que $\alpha \geq 0$, y existen razones económicas para esperar que $\alpha_0 \geq 0$, debido a la agricultura de subsistencia. Las ecuaciones (3) y (4) representan un mecanismo simple de ajuste parcial de expectativas adaptativas que vincula P^e y A^* con los valores observables de P y A . Se espera que los parámetros de ajuste γ y θ sean positivos (Diebold, F. y Lamb, R. 1996).

La ecuación en forma reducida que relaciona la superficie cultivada y el precio se obtiene resolviendo las ecuaciones (2)-(5) para la superficie cultivada en términos de las variables observables del sistema, lo que da como resultado:

$$A_t = b_1 + b_2 P_{t-1} + b_3 A_{t-1} + b_4 A_{t-2} + e_t, \dots \dots \dots (6)$$

donde:

$$b_1 = \alpha_0, \gamma, \theta$$

$$b_2 = \alpha, \gamma, \theta$$

$$b_3 = (1 - \gamma) + (1 - \theta)$$

$$b_4 = -(1 - \gamma)(1 - \theta)$$

$$e_t = \theta u_t - [\theta(1 - \gamma)]u_{t-1}$$

Además, el parámetro de interés α se expresa en términos de los parámetros de forma reducida como:

$$\alpha = \frac{\delta_1}{\delta_2},$$

donde

$$\delta_1 \equiv b_2$$

$$\delta_2 \equiv (1 - b_3 - b_4), \text{ (Diebold, F. y Lamb, R. 1996).}$$

Diebold, F. y Lamb, R (1996) sostienen que en la práctica debe estimarse la forma reducida del modelo y la metodología MCO puede no ser estrictamente apropiada, ya que las perturbaciones de la forma reducida están correlacionadas serialmente y los regresores incluyen variables dependientes rezagadas.

De forma complementaria, el ajuste parcial de la oferta reconoce que el productor no cambia totalmente su superficie o su intensidad de uso de insumos en un solo ciclo:

$$S_t - S_{t-1} = \delta(S_t^* - S_{t-1}), 0 < \delta \leq 1, \dots \dots \dots (7)$$

donde la oferta deseada S_t^* depende del precio esperado y de factores estructurales $Z_t: S_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 P_t^e + \alpha_2 Z_t$. La combinación de estas ecuaciones genera una forma reducida con rezagos distribuidos (estructura ARDL), en la que la oferta termina dependiendo de precios rezagados y de su propia inercia (Heady, E. et al., 1961).

Las ecuaciones escritas previamente implican dos rasgos clave para la modelación empírica, por un lado, la presencia de rezagos distribuidos en precios al explicar la oferta debido a que P_t^e es una media geométrica de precios pasados, y por el otro, existe la necesidad de incluir términos de persistencia como S_{t-1} , o M_{t-1} para el caso de la modelación de importaciones, para capturar el ajuste parcial (Heady, E. et al., 1961).

En mercados abiertos, además del precio doméstico, el precio internacional y el tipo de cambio forman parte de la señal relevante; la transmisión de precios es la forma y velocidad de ajuste de los precios domésticos ante los cambios en los precios internacionales, Vollrath y Hallahan (2006) mencionan que la velocidad y la magnitud de respuesta de los precios de un bien en una región a un cambio

en el precio de este bien en otra región dependen de la eficiencia del mercado. Los mercados eficientes generan respuestas rápidas y simétricas, mientras que los ineficientes producen transmisión de precios incompleta y asimétrica (Jaramillo, J. y Benítez, E. 2016).

En términos operativos, la traducción directa del modelo de Nerlove al caso de importaciones de maíz amarillo en México reconoce que M_t (importaciones) actúan como variable de cierre del sistema; cuando la demanda intermedia, en este caso, la pecuaria se expande más rápido que la oferta nacional, y la oferta responde con rezagos por ajuste parcial, se origina así una brecha que se cubre con compras externas (Poitras, G. 2023).

En el artículo *“Empirical analysis of US bilateral corn trade: Evidence from Japan, Mexico, China, South Korea, and the European Union”* se examina cómo los precios y otros factores, como la población, el crecimiento del PIB y las políticas comerciales, entre otros, afectan el comercio de maíz. En este estudio se adopta el modelo de expectativas de precios desarrollado por Nerlove (1958) y supone que el nivel deseado de importaciones (M_t) depende del nivel de precios esperado (P_t^e).

Con base en esta teoría, se modela la función de las importaciones deseadas de maíz de la siguiente manera:

$$M_t^e = \alpha_0 + \alpha_1 P_t^e + \alpha_2 Z_t + \varepsilon_t, \dots\dots\dots (8)$$

Donde M_t^e es la importación deseada de maíz en el período t . P_t^e es el precio de importación esperado, Z_t indica otros factores exógenos y ε_t es el término error ($\varepsilon_t \sim (0, \delta)$). Las α son los parámetros a tener en cuenta. El ajuste dinámico se introduce asumiendo que las importaciones de maíz del país no pueden cambiar inmediatamente en respuesta a las nuevas condiciones económicas para alcanzar los niveles planificados para el mismo período. El cambio real en las importaciones en la temporada t es solo una fracción δ del cambio planificado en las importaciones. Esto es:

$$M_t - M_{t-1} = \delta(M_t^e - M_{t-1}), \quad 0 < \delta < 1 \dots\dots\dots (9)$$

El coeficiente de ajuste (δ) mide la velocidad con la que las importaciones reales se ajustan en respuesta a factores que influyen en las importaciones planificadas. Combinando las ecuaciones (8) y (9) se obtiene la ecuación (10):

$$M_t = \delta(\alpha_0) + \delta\alpha_1 P_t^e + \alpha_2 Z_t + (1 - \delta)M_{t-1}, \dots \dots \dots (10)$$

(Fosu, P. y Wahl, T. 2020).

2.2.2. Expectativas Racionales de Muth (1960) para precios y condiciones de mercado.

A principios de la década de 1960, Mills (1962) introdujo la noción de “expectativas implícitas” y Muth (1961) la de “expectativas racionales” como una serie de críticas a las expectativas adaptativas y planteó una nueva hipótesis de formación de expectativas según las cuales los agentes usan toda la información relevante disponible, no desperdician información, saben que equivocarse sistemáticamente es costoso por lo que sus predicciones si bien no son exactas deberían ser acertadas en promedio y sus errores deben ser mínimos y aleatorios (Hernández, U. 2004). El paso de expectativas ingenuas a adaptativas y posteriormente a racionales ha sido documentado por la historia y teoría del *Cobweb*, que ubica a Nerlove (1958) y Muth (1961) como figuras centrales en esta transición (Poitras, G. 2023).

Siguiendo el modelo de Nerlove (1958) descrito en el apartado 2.1., Muth (1960) planteó que las expectativas adaptativas (ecuación 3) son completamente racionales si la variable que se pronostica sigue un proceso estocástico IMA (1,1) exógeno, es decir, si la primera diferencia de la variable es un proceso de media móvil de primer orden. Recientemente, Evans y Honkapohja (1993, 2001) y Sargent (1999) han argumentado que las expectativas adaptativas pueden ser un método de pronóstico razonable, si bien no completamente racional, cuando se desconoce el verdadero proceso. (Evans, G. y Ramey, G. 2006).

A esto, Lucas (1972) estableció que dicho comportamiento racional es poco útil en la elaboración de teorías porque las hipótesis racionales representan una condición de consistencia de las expectativas que configuran un modelo

determinado debido a que en el proceso de formalización de las expectativas hay cambios en las estrategias óptimas que toman los agentes (Hernández, U. 2004). Por lo tanto, según la hipótesis de las expectativas racionales, las expectativas son, como sugirió el creador del concepto, John Muth, “esencialmente las mismas que las predicciones de la teoría económica relevante” basadas en la información disponible (Froyen, R. 2013).

Claramente estas hipótesis podrían parecer erróneas o irrazonables porque después de todo, los agricultores y empresarios no son economistas, entonces, no sabrían cómo formular un modelo económico adecuado y, además, utilizarlo de la mejor manera posible para pronosticar eventos futuros. De esta manera, Muth (1961) defiende su hipótesis basada en tres pilares fundamentales:

- 1) La hipótesis no exige que cada agricultor o empresario formule un modelo económico correcto y relevante, lo que sí exige es que la empresa o agente económico se comporte como si hubiera realizado predicciones basándose en el mismo modelo económico utilizado para analizar el comportamiento de la economía. En consecuencia, las expectativas generadas serán coherentes con el modelo económico y tendrán la ventaja adicional de no asumir menos racionalidad en la formación de expectativas que en otras formas de comportamiento económico.
- 2) Si las expectativas no fueran racionales, se optaría por encontrar un pequeño grupo de individuos cuyas expectativas sean mejores que las del resto, lo que gradualmente los expulsaría del mercado. Es similar a lo que ocurre en la maximización de beneficios en competencia perfecta.
- 3) Muth demuestra que es posible introducir elementos de irracionalidad, tales desviaciones son irrelevantes cuando no son sistemáticas; pero si las desviaciones son sistemáticas, pueden resultar expectativas sesgadas. El enfoque de introducir errores en las expectativas como desviaciones de la racionalidad tiene la ventaja de aclarar exactamente cómo entran en juego los elementos de irracionalidad y qué efectos tienen precisamente sobre el comportamiento de los agentes económicos. Es importante tener en cuenta que al introducir elementos de irracionalidad

se puede destruir parte de la simplicidad inherente a la hipótesis de las expectativas racionales (Heady, E. et al., 1961).

Froyen, R. (2013) analiza el ejemplo de cómo la formulación de alguna política responde sistemáticamente a un aumento del desempleo en un período aumentando la oferta monetaria en el siguiente (para contrarrestar el desempleo), el público llegará a anticipar un aumento de la oferta monetaria para el período t cuando observe un aumento en la tasa de desempleo del período $t-1$ (Froyen, R. 2013). En el mercado del maíz, siguiendo la idea de las expectativas racionales de Muth y el ejemplo de Froyen, los importadores aprenden con el tiempo las reglas de reacción previsible ante la escasez interna, los precios o el encarecimiento del alimento pecuario, si tales respuestas de los agentes (importadores) son frecuentes, estos las internalizan y ajustan sus decisiones actuales en función de la información observada en el período previo.

Fosu, P. y Wahl, T (2020) formalizan este principio con un marco de expectativas de precios y ajuste parcial a las expectativas adaptativa, donde la cantidad deseada de importaciones M_t^* depende del precio esperado P_t^e y de otros factores exógenos Z_t : $M_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 P_t^e + \alpha_2 Z_t + \varepsilon_t$. La cantidad observada de importaciones no puede igualar instantáneamente a la deseada por movimientos de ajuste, el cambio efectivo es sólo una fracción δ del cambio planeado, por lo que la forma estructural dinámica resulta en:

$$M_t = \delta \alpha_0 + \delta \alpha_1 P_t^e + \alpha_2 Z_t + (1 - \delta) M_{t-1}, 0 < \delta < 1 \dots \dots \dots (11)$$

La relación de tales supuestos con las expectativas racionales radica en la modelación del precio esperado P_t^e , donde se sigue una regla de expectativas adaptativas, pero con referencias al trabajo de Muth, esto es:

$$P_t^e - P_{t-1}^e = \gamma (P_{t-1} - P_{t-1}^e) + \omega_t, 0 < \gamma < 1 \dots \dots \dots (12)$$

Reordenando la ecuación (12) se obtiene:

$$P_t^e = \gamma P_{t-1} + (1 - \gamma) P_{t-1}^e + \omega_t \dots \dots \dots (13)$$

Donde que P_t es el precio actual de importación del maíz, P_{t-1} es el precio rezagado de importación, γ es el coeficiente de expectativa adaptativa y ω_t es el

término de error. También, M_t^e y P_t^e se supone que no son observables y, por lo tanto, pueden eliminarse del modelo. Al combinarse la expresión de modelación de precios esperados con el ajuste parcial se genera una forma reducida con precios e importaciones rezagadas, sustituyendo la ecuación (12) en la ecuación (10) y reordenando:

$$M_t = \delta\alpha_0 + \delta\alpha_1\gamma P_{t-1} + \delta\alpha_1(1-\gamma)P_{t-1}^e + \alpha_2 Z_t + (1-\delta)M_{t-1} + \delta\alpha_1\omega_t + \varepsilon_t \dots (14)$$

(Fosu, P. y Wahl, T. 2020).

2.2.3. Cobweb Model (Teorema de la Telaraña)

El teorema de la Telaraña surge como una explicación parsimoniosa de las oscilaciones endógenas de precio y cantidad en mercados con rezagos de producción, como los agrícolas (Cómbita, G. 2012). La intuición básica es que, si la oferta que llega hoy al mercado fue decidida ayer con base en un precio esperado, y la demanda reacciona al precio de hoy, el sistema puede generar trayectorias cíclicas convergentes, persistentes o divergentes dependiendo de la formación de expectativas y de la relación entre elasticidades de oferta y demanda (Poitras, G. 2023).

El Teorema de la Telaraña desarrollado por Nerlove (1958) muestra como en mercados que tienen oferta inelástica a corto plazo, como es el caso de la agricultura; la oferta, la demanda y los precios interactúan de manera dinámica. La oferta del bien Q^s depende del nivel de precios del período anterior (Cómbita, G. 2012). Bajo estos supuestos, Nerlove plantea que las expectativas adaptativas sirven para mostrar que, ante un desequilibrio, existe un camino estable para alcanzar el equilibrio en el largo plazo (Heady, E. et al., 1961).

El modelo de telaraña con expectativas adaptativas se obtiene mediante las siguientes cuatro ecuaciones:

$$\text{Demanda: } q_t^d = D(p_t) \dots \dots \dots (15)$$

$$\text{Oferta: } q_t^s = S(\hat{p}_t) \dots \dots \dots (16)$$

$$\text{Equilibrio temporal: } q_t^d = q_t^s \dots \dots \dots (17)$$

$$\text{Expectativas adaptativas: } \hat{p}_t = \hat{p}_{t-1} + \omega(p_{t-1} - \hat{p}_{t-1}), 0 \leq \omega \leq 1 \dots \dots \dots (18)$$

Donde p_t es el precio, $\hat{p}_t$ es el precio esperado, t es el período. En esta formulación, existen niveles deseados de demanda y de oferta que dependen de precios esperados y de otros factores exógenos. Por su parte, las cantidades observadas (las reales) convergen paulatinamente hacia esos niveles (Hommes, C. 1994).

Nerlove y Addison (1958) manifiestan que la creciente sofisticación estadística de la econometría en el trabajo empírico de los economistas agrícolas se refleja en su estimación de las elasticidades de la oferta y la demanda a largo plazo:

$$Q_t^{D*} = \alpha_0 + \alpha_1 P_t + \alpha_2 Y_t \dots \dots \dots (19)$$

$$Q_t^{S*} = \beta_0 + \beta_1 P_{t-1} + \beta_2 t \dots \dots \dots (20)$$

En este contexto, el ajuste parcial implica que:

$$Q_t^D - Q_{t-1}^D = \rho(Q_t^{D*} - Q_{t-1}^D) \dots \dots \dots (21)$$

$$Q_t^S - Q_{t-1}^S = \gamma(Q_t^{S*} - Q_{t-1}^S) \dots \dots \dots (22)$$

En estas ecuaciones, las cantidades dependen de precios actuales y de sus propios rezagos (Poitras, G. 2023).

Según Poitras, G. (2023) los aportes de Nerlove y Addison abordaron igualmente problemas econométricos en torno a la identificación de elasticidades de largo plazo con datos con errores, rezagos y shocks exógenos. Si se especifica mal el modelo, se puede conducir a explicaciones falsas.

Por otra parte, la crítica de John Muth (1961) se basó en la comparación entre expectativas ingenuas – adaptativas y las racionales. Con expectativas racionales, la inestabilidad sistemática es, salvo algunos casos límite, inviable; además, la dinámica de precios pasa a depender de las propiedades estocásticas de los shocks y de la especulación de inventarios. La formulación de Muth es:

$$P_t^* = E[P_t | \Omega_{t-1}] \dots \dots \dots (23)$$

Donde Ω_{t-1} incluye el conocimiento de las ecuaciones del sistema por parte de los agentes, ya que, se supone que estos toman decisiones en base a la información disponible y saben que equivocarse les sería fatal. Tomando como punto de partida un esquema estocástico de oferta y de demanda, Muth demuestra que las expectativas no sesgadas colapsan el precio de equilibrio; con expectativas racionales, la estabilidad se garantiza en todo el espacio de parámetros, claramente un contraste con las expectativas adaptativas que admiten inestabilidad para algunos parámetros (Poitras, G. 2023).

A esto, Nerlove (1958) respondió que las expectativas adaptativas pueden ser “racionales” si una fracción constante de los shocks previos persiste en todos los períodos, por este motivo, la especificación de las expectativas es el centro de la dinámica de los precios y de la inestabilidad en la telaraña (Poitras, G. 2023).

Fosu, P. y Wahl, T. (2020) discuten que el régimen de las expectativas determina si los ciclos observados muestran reglas de pronóstico erróneas o respuestas óptimas a los shocks; la forma reducida de sus investigaciones que emerge del papel de las expectativas y del ajuste parcial justifica por completo la estimación de modelos ARDL que muestran relaciones de largo plazo y velocidades de ajuste.

En esta situación, la demanda de importaciones responde a un precio relativo esperado del maíz importado, a la demanda intermedia (actividad pecuaria), al ingreso y a regímenes de política comercial. No obstante, por fricciones contractuales, el ajuste es parcial porque las compras externas observadas convergen gradualmente al nivel deseado, Fosu, P. y Wahl, T. (2020) concluyen a esto que se trata de la traslación “nerloviana” al comercio en donde las expectativas de precios y el ajuste parcial generan una forma reducida con precios e importaciones rezagadas que se puede estimar a través de técnicas ARDL.

2.2.4. Expectativas Adaptativas en el contexto de mercados agrícolas, Sadoulet y De Janvry (1995).

Sadoulet y De Janvry (1995) retoman y sistematizan los estudios previos de Nerlove para comprender mejor el comportamiento de los mercados agrícolas en economías en desarrollo, enfatizando tres aportes pertinentes:

1. La historia de precios afecta a la oferta a través de canales tecnológicos, institucionales y de aprendizaje; la elasticidad de oferta a largo plazo refleja la suma ponderada de impactos pasados, mientras que la de corto plazo capta el ajuste de inmediato. Por ejemplo, una secuencia de dos o tres años de precios internacionales altos puede deberse al aumento de uso de insumos.

2. La incorporación del riesgo y su aversión en la formación de las expectativas coadyuva a que los agricultores maximicen su utilidad esperada y ponderen la volatilidad de precios y rendimientos, lo cual se traduce en decisiones más conservadoras. En un esquema nerloviano, una mayor incertidumbre equivale a un λ (coeficiente de expectativas) más pequeño porque las expectativas se ajustan lentamente y la oferta reacciona con sigilo. Sadoulet y De Janvry (1995) hacen hincapié en que, ante precios internacionales favorables, la producción doméstica no se expande al ritmo de la demanda de los insumos, entonces las importaciones actúan como amortiguador de corto y mediano plazo.

3. En economías abiertas, la variable que realmente les interesa a los productores y demandantes para formar sus expectativas no es el precio interno, sino el precio internacional ajustado por el tipo de cambio real. El precio esperado puede referirse a una combinación entre el precio internacional y el doméstico, que se pondera por el grado de integración comercial. Si la integración comercial es muy fuerte, las expectativas de los agentes se aferran más a la dinámica de precios internacionales acelerando la transmisión de shocks externos y amplificando la volatilidad interna. En el caso del maíz, los compradores formulan sus expectativas sobre el costo de abastecerse en el mercado interno o importando.

Sadoulet y De Janvry (1995) finalmente describen que a un nivel microeconómico, el marco nerloviano también justifica la diversidad de

respuestas entre productores, ¿en qué sentido? En un sentido de desigualdad, aquellos con mejor acceso a crédito, riego, insumos y asistencia técnica muestran coeficiente de actualización de expectativas (λ) y un coeficiente de ajuste parcial (δ) más altos, de esta manera, reducen la probabilidad de brechas persistentes de oferta. En contraste, los productores con restricciones severas presentan un aprendizaje y un ajuste lentos, perpetuando la dependencia de importaciones para satisfacer picos de demanda.

En el contexto mexicano, de una economía en desarrollo, los aportes de Sadoulet y De Janvry (1995) son pertinentes porque la oferta agrícola no responde únicamente a precios reales o verdaderos, sino también a restricciones tecnológicas, financieras e institucionales; mismas que ocasionan que el ajuste sea gradual.

2.3. EL COMERCIO DEL MAÍZ Y SUS EFECTOS: VENTAJA COMPARATIVA, POLÍTICA AGRÍCOLA Y DEPENDENCIA ALIMENTARIA EN MÉXICO.

2.3.1. Ventaja comparativa y Modelo H-O.

David Ricardo (1817) propuso la teoría de la ventaja comparativa como un intento por abordar cuestiones no resueltas en la teoría de la ventaja absoluta de Adam Smith (1776), Ricardo enfatizó que un país debería especializarse en la producción de bienes con mayor producción al menor costo de oportunidad en comparación con el otro país (Verter, N. 2015).

De acuerdo con Stellan, R. y Danna, J. (2022) el concepto de ventaja comparativa se refiere a la capacidad de un país para producir un bien o servicio con mayor productividad y diferenciación en sus características, por ejemplo, la calidad, la marca, o el servicio posventa; que sus socios comerciales. Siguiendo a las autoras, estas diferencias son la clave que explican el potencial del comercio internacional y la especialización con el propósito de mejorar el uso de los recursos y aumentar el bienestar.

Verter, N. (2015) explica que mientras los costos de producción difieran entre los países que comercian, cada nación tiene una ventaja comparativa para el

producto que registró la mayor eficiencia productiva. En este sentido, la teoría de la ventaja comparativa se basa en los siguientes supuestos: solo dos países comercian, solo se comercian dos productos, existe competencia perfecta, el comercio no tiene efecto en la distribución del ingreso entre los países que comercian, existen diferencias tecnológicas entre los países, el comercio es necesario debido a la diferencia en la productividad laboral entre los países, el trabajo es el único factor de producción, no hay restricciones comerciales y existe una balanza comercial, y, no hay costos de transporte entre países.

Estas teorías neoclásicas concluyen que un país ganará a través del comercio internacional siempre y cuando los términos de intercambio difieran de sus propios precios relativos de autarquía, de esta manera, la diferenciación en los precios relativos entre países antes del comercio es la base del comercio internacional (Oros, L. 2015).

Sin embargo, Devadoss et al. (2022) afirman que el comercio internacional se ve afectado por más factores además de la ventaja comparativa, agregan otros más como las políticas comerciales, las políticas agrícolas nacionales, los factores de gravedad y la dotación de factores de H-O. Mencionan en primer lugar, que las diferencias tecnológicas ricardianas permiten a un país producir productos básicos a menores costos de oportunidad y, de esta forma, obtener una ventaja en el mercado mundial al vender a precios más bajos que el resto de sus competidores.

Factores como la investigación y el desarrollo y, unas instituciones eficaces, impulsan el avance tecnológico y la ventaja comparativa; aquellos productores de países con instituciones sólidas y eficaces son comúnmente más productivos y tienen mayor potencial comercial, debido a que una gobernanza eficaz es un impulso importante de las transacciones comerciales bilaterales (Devadoss, S. et al. 2021). Devadoss et al. (2022) justifican el uso del modelo H-O porque un país exportara un producto que utilice su factor abundante de forma intensiva.

A inicios del siglo XX los economistas suecos E. Heckscher (1919) y B. Ohlin (1933) realizaron investigaciones centradas en las diferencias en las dotaciones

de factores en el comercio internacional, en específico, aquellos factores que influyen en los precios relativos antes del comercio internacional. Sus resultados se plasmaron en el modelo H-O, donde la disponibilidad relativa de factores desempeña un papel crucial en la determinación de los precios relativos de autarquía y, en consecuencia, en la base para el comercio internacional (Oros, L. 2015).

Lu, R. (2024) describe cómo el modelo H-O desplazó el enfoque de las diferencias en la ventaja absoluta o comparativa a las diferencias en los factores de producción entre países diferentes, explica que, bajo este modelo, regularmente existen dos factores de producción principales: el capital y el trabajo. Por ende, siguiendo al autor, los países se pueden clasificar como ricos en capital o ricos en trabajo; así, los países exportarán bienes que utilizan sus factores de producción en abundancia relativa e importarán bienes que requieren sus factores escasos

El modelo H-O, además de los supuestos previos, se basa en estos supuestos adicionales:

1. Los niveles iniciales de cada factor (trabajo y capital) en ambos países son fijos y relativamente diferentes.
2. La tecnología es idéntica en ambos países, por lo tanto, las funciones de producción son idénticas pero diferentes para cada producto.
3. Dos únicos bienes producidos intensivos en un factor determinado y con intensidades factoriales diferentes, independientemente de los precios relativos de los factores.
4. La estructura de la demanda de los dos bienes es idéntica en ambos países. (Oros, L. 2015).

Villarreal et al. (2020) mencionan que para entender el efecto de la apertura comercial en el modelo H-O es necesario analizar el movimiento de los precios causado por dicha apertura, como una comparación entre el precio de autarquía y el internacional. Ya que, con la apertura comercial, los consumidores tienen la posibilidad de comprar aquellos bienes que en los mercados internacionales son

más baratos en comparación al precio doméstico. Según Villarreal et al. (2020) esto provoca que exista una mayor producción en el bien abundante en cada país, se modifica la estructura de producción para favorecer a dicho bien hasta llegar al punto en donde se iguale la relación de los precios relativos en ambos países, siendo este el precio de equilibrio comercial; así pues, los países logran obtener cantidades por encima de sus posibilidades de producción en autarquía, generando ganancias agregadas a partir del comercio internacional, exportando los bienes del factor en el que se es abundante e importando bienes del factor no abundante.

Retomando a Devadoss et al. (2022), los países con factores abundantes generalmente tienen precios más bajos, lo que se traduce en menores costos de producción y mayor competitividad exportadora. En el caso del comercio de productos agrícolas, Devadoss et al (2022) aseguran que los factores que mejoran la ventaja comparativa son la tierra fértil, el clima, los fertilizantes, la maquinaria y los administradores agrícolas cualificados.

Si a esto se le suma que, con base en la FAO (2022), entre países, la diferencia de la productividad por trabajador en la agricultura es mucho mayor que otros sectores de la economía, lo que refleja una influencia poderosa de la ventaja comparativa en los flujos comerciales. Como ejemplo de esto, el 10% superior de los países más ricos produce 70.4 veces más valor añadido agrícola por trabajador que los países del 10% inferior, en concreto, en Estados Unidos el valor añadido agrícola por trabajador en 2019 ascendió a 100,062 dólares estadounidenses, por el contrario, un trabajador de África subsahariana recibió en promedio apenas 944 dólares de valor añadido (FAO, 2022).

2.3.2. Acuerdos comerciales y liberalización arancelaria del maíz en el TLCAN/T-MEC.

Según Davadoss et al. (2022), los países implementan constantemente políticas comerciales para distorsionar el comercio agrícola; estas políticas generalmente incluyen las que restringen las importaciones (aranceles y cuotas), las que aumentan las importaciones (subsidios a la importación), las que obstaculizan las

exportaciones (impuestos y cuotas a la exportación), y las que expanden las exportaciones (subsidios a la exportación).

La liberalización comercial en México comenzó en la década de 1980 y estuvo motivada por las condiciones macroeconómicas, estructurales y políticas del país, esta liberalización tuvo efectos acumulativos en los flujos comerciales de México, de hecho, fue la crisis económica de 1982 la base para que el gobierno mexicano emprendiera un ajuste estructural donde de incluía la liberalización comercial (Ahmed, L. 2018).

Basándose en Ahmed, L. (2018), una vez que se impulsó la liberalización del mercado, las políticas comerciales se preocuparon más por este rubro que por dirigir al país a la recuperación de la crisis económica; fue en 1986 cuando México se unió al GATT, desde ese momento, el comercio entre México y Estados Unidos se expandió rápidamente. Continuando con Ahmed, L. (2018), bajo el GATT, México redujo sus aranceles de 25% al 10% en 1986, por lo que, con la llegada del TLCAN en 1994, se amplió aún más esta liberalización comercial.

De acuerdo con la CEC, (2001), el Capítulo VII del TLCAN dispuso un inmediato sistema arancelario de cuotas para el maíz que se eliminaría gradualmente en un plazo de quince años; según la Comisión, México otorgó una cuota libre de aranceles a 2.5 millones de toneladas métricas de maíz, dicha cuota se amplió a una tasa del 3% anual a partir de 1995.

Por otra parte, el arancel para las importaciones que exceda la cuota se fijó en el 206.9% a partir de enero de 1994, que es aproximadamente 197 dólares por tonelada; sin embargo, durante los primeros seis años del TLCAN, el arancel por exceso de cuota se reducirá en un 29.6% del arancel base, después de este período, el arancel restante se eliminará gradualmente durante los nueve años siguientes, así que para el año catorce (2008), la cuota libre de aranceles para las importaciones de maíz ascenderá a 3.6 millones de toneladas métricas, y en el decimoquinto año (2009), todas las importaciones tendrán un arancel cero (CEC, 2001).

En el año 2009, las importaciones de maíz proveniente de Estados Unidos ascendieron a poco más de 7.2 millones de toneladas (FAOSTAT, 2025), siguiendo con los planteamientos iniciales de la CEC (2001), donde se estipuló que para el 2008 la cuota libre de arancel sería de 3.6 millones de toneladas, por lo que, siguiendo el análisis, la cuota libre de arancel para el 2009 debió de ser de alrededor de 4.5 millones de toneladas, sin embargo, en ese año, las 7.2 millones de toneladas tuvieron aranceles cero.

Reanudando el análisis de Ahmed, L. (2018), antes del TLCAN, las importaciones mexicanas de maíz estaban reguladas por una empresa comercial del Estado, en ese momento, el país utilizaba los aranceles y licencias de importación que funcionaban como cuotas de importación para limitar las importaciones de productos agrícolas estadounidenses, durante muchos años, dichas licencias de importación de maíz no se emitían hasta que se agotaba toda la cosecha mexicana. Después de la implantación del TLCAN, hasta 1999, CONASUPO participó indirectamente en la asignación de cuotas de maíz y, junto con la Secretaría de Agricultura, definió la cantidad de cultivo que se asignaría para cumplir con las funciones reducidas de las empresas (Lederman, D et al., 2005).

Inclusive, la CEC (2001) destaca que hubo aumentos de las importaciones de maíz por encima de los niveles autorizados por el TLCAN, esto refleja que varios factores están afectando el comercio en este grano. Algunos de estos, en base a la CEC (2001) son la política macroeconómica, donde además del superávit fiscal, la política monetaria ha mantenido un lento crecimiento de los principales agregados monetarios, en consecuencia, la tasa de interés y los tipos de cambio se ajustan a los requerimientos de una economía abierta y a un sector financiero y bancario desregulados. Si a este entorno se le suma la devaluación del peso mexicano entre diciembre de 1994 y diciembre de 1995, propició a la creación de políticas fiscales y monetarias a través de precios relativos (CEC, 2001).

En este sentido, además de las políticas económicas mencionadas, Ahmed, L. (2018) agrega otros factores claves que propiciaron la liberalización arancelaria del maíz como la emisión gubernamental de permisos de importación adicionales

por encima del volumen de la cuota libre de arancel estipulada en el TLCAN, así el gobierno mexicano podría gestionar las importaciones con el objetivo de compensar la escasez causada por las sequías, igualmente, menciona el autor, para bajar los precios y reducir las presiones inflacionarias. Ahmed L. (2018) recalca que, en la mayoría de los casos, las autoridades mexicanas no impusieron un arancel fuera de la cuota para evitar el aumento de los precios de la tortilla.

Todavía más, conforme a Ahmed L. (2018), muchos exportadores estadounidenses optaron por enviar el maíz a México partido, de este modo, esquivarían los requisitos de las licencias de importación mexicanas, que de por sí, eran casi nulas. Esto terminó cuando el cupo de importación sobre el maíz estadounidense se eliminó en 2008, y con ello, la eliminación de las licencias de importación; lo que condujo a un comercio completamente liberalizado, alude Ahmed L. (2018).

En las dos décadas transcurridas desde la entrada en vigor del TLCAN, las exportaciones de maíz estadounidense a México experimentaron el mayor incremento absoluto, tanto en volumen como en valor, que cualquier otro sector agrícola sujeto al acuerdo comercial; entre 1991 y 1993 el volumen de importaciones era de 913 mil toneladas, mientras que en 2011-2013 el volumen aumentó a unos 8 millones de toneladas (Ahmed, L. 2018).

La mayor parte del maíz estadounidense exportado a México es maíz amarillo transgénico que se utiliza principalmente para la alimentación del ganado y, el maíz producido en México es primordialmente blanco y se destina al consumo humano; sin embargo, tras una decisión federal de 2013, México no permite la producción comercial nacional de maíz transgénico (Tsui, B. 2024).

Esta decisión generó controversias entre ambas partes involucradas y, con base en Tsui, B (2024), en diciembre de 2020 bajo el gobierno de Andrés Manuel López Obrador, México emitió un decreto presidencial que exigía la eliminación gradual tanto del maíz transgénico para consumo humano como del glifosato a más tardar el 31 de enero de 2024. Ante estas medidas, Estados Unidos solicitó un panel de

solución de controversias en virtud del T-MEC para atender tal decreto, ya que estas medidas parecen ser injustas para los productores y exportadores estadounidenses.

Finalmente, en una noticia emitida por el USDA (2025), se ratifica la postura mexicana de declarar ineficaces las medidas adoptadas al maíz transgénico que Estados Unidos impugnó exitosamente en los alegatos del T-MEC durante 2023 y 2024, además, el USDA en conjunto con la USTR continuarán monitoreando el cumplimiento de México ante sus compromisos en el marco del T-MEC.

2.3.3. Políticas agrícolas en el comercio del maíz.

Durante el período de liberalización del mercado del maíz bajo el TLCAN se produjeron cambios significativos en las políticas tanto en México como en Estados Unidos, tales políticas influyeron en la producción, la demanda y el comercio del maíz (Ahmed, L. 2018). Ahmed, L (2018) dice que los cambios en la política mexicana se preocuparon reformaron el sistema de apoyo al maíz, y la política estadounidense cambió para incentivar a los productores a tomar decisiones de siembra más basadas en el mercado.

La CEC (2001), menciona que la liberalización comercial va acompañada de nuevos regímenes de subsidios para la agricultura en el que los precios se sustituyen por pagos directos a los productores.

En México, según Ahmed, L (2018), a principios de la década de los ochenta, se diseñaron programas de apoyo para beneficiar a los pequeños agricultores con tierras de temporal mediante garantías de precios, créditos y seguros para protección ante pérdidas de cosechas; en este sentido, la CONASUPO, una empresa comercial paraestatal mexicana implantó muchos de los programas del gobierno, por ejemplo, el apoyo a los precios al productor de productos agrícolas básicos y; el procesamiento, almacenamiento, importación y distribución de cultivos.

Esto funcionó hasta 1986, año en el que México se adhirió al GATT, a partir de ese momento, afirma Ahmed, L (2018), la CONASUPO se dismanteló y se

eliminaron las garantías de precios para todos los productos, excepto para el maíz y el frijol. De igual forma, ratifica Ahmed, L (2018), en 1990 México levantó la prohibición de alimentar al ganado con maíz, suceso que incentivo al aumento de las importaciones estadounidenses.

Entre 1994 y 1999 México inició un programa de transferencia de ingresos basado en la superficie cultivada, el objetivo era ayudar a los productores de maíz que no podían competir con el maíz importado bajo el TLCAN y para hacer una transición a cultivos más competitivos (Wise, T. (2023). No obstante, estas políticas no fueron algo novedoso, Ahmed, L. (2018) subraya que México ya otorgaba apoyos gubernamentales antes del TLCAN, de hecho, el precio de apoyo al maíz era casi el doble del precio mundial, lo que provocó un aumento en la producción de maíz y compras gubernamentales; con la llegada del TLCAN, la proporción de apoyos agrícolas recibidos por los productores mexicanos de maíz cayó del 77% en la década de 1980 a alrededor del 20% por ciento en 2003.

García, J et al. (2011), mencionan que después, entre el 2005 y 2007, el PROCAMPO fue un instrumento central pues se concebía como un pago directo al productor, no obstante, mencionan estos autores que un apoyo de este tipo incide sobre la producción y el consumo en un escenario imaginario sin apoyo, ya que se trata de una transferencia que afecta la oferta doméstica, y en más, la necesidad de importaciones.

Más recientemente, de acuerdo con la OCDE (2025), desde 2019 las políticas agrícolas mexicanas se han ejecutado a través de los siguientes programas:

- Programa de Fertilizantes para el Bienestar, que proporciona fertilizantes nitrogenados y fosfatos a pequeños productores.
- Programa de Producción para el Bienestar, que ofrece pagos por área y está dirigido a pequeños productores.
- Programa de Precios Garantizados para pequeños y medianos productores de maíz, trigo, frijol, leche y arroz; operado hasta la actualidad por la empresa estatal DICONSA, el programa establece un precio mínimo

que debe pagarse a los agricultores para evitar que estos vendan sus productos a intermediarios a precios inferiores a los del mercado.

- Programa de Fomento de la Agricultura, la Ganadería, la Pesca y la Acuicultura; mediante el otorgamiento de subsidios para adquirir insumos, capital y la contratación de servicios.
- PAR a cargo de DICONSA mediante el acceso físico a alimentos básicos a las poblaciones que viven en localidades con altos niveles de marginación y pobreza.
- Programa Sembrando Vida, que apoya proyectos agroforestales implementados por pequeños agricultores ubicados en municipios pobres.

Por su parte, Wise, T. (2023), distingue, por un lado, estos esfuerzos de la administración de López Obrador para estimular la producción nacional y reducir la dependencia de las importaciones; pero por el otro, remarca que hasta 2022 hay pocas pruebas de que la producción haya tenido aumentos significativos, Wise, T. (2023) concluye que la causa es el dumping estadounidense, ya que las importaciones baratas y los precios bajos redujeron los incentivos de los agricultores mexicanos para aumentar su producción.

Devadoss et al. (2022) afirman que los países subsidian ampliamente la producción nacional mediante apoyos a los ingresos, los precios de producción y los precios de los insumos; en este eje, el grado del subsidio otorgado depende del tamaño económico del país, los países desarrollados suelen ofrecer subsidios mayores a los agricultores que los países en desarrollo. Estos autores igualmente mencionan que los subsidios agrícolas que dan los países exportadores promueven la producción y aumentan las exportaciones, en contraste, los subsidios de los países importadores se inclinan por reducir las importaciones; en consecuencia, los países pobres son los que más pierden con las políticas internas de los países ricos, encargados de distorsionar el comercio.

Además, para Devadoss et al. (2022) las políticas agrícolas provocan una mala asignación de recursos y generan ineficiencias. En el caso de Estados Unidos, las políticas agrícolas tuvieron cambios derivados de la Ley Agrícola de 1996 que

entró en vigor a la par con el TLCAN, esta ley se dirigió a la producción, competitividad internacional y comercio del maíz (Ahmed, L. 2018).

Según Ahmed, L. (2018), antes de 1996, la política estadounidense sobre granos forrajeros brindaba apoyo directo a los precios del maíz y a los ingresos agrícolas a cambio de políticas que restringían la producción, con la llegada de la Ley Agrícola, se eliminaron la mayoría de las restricciones y los pagos condicionales que limitaban la superficie y la producción de maíz, de igual forma, se borraron los programas que incentivaban la reserva de tierras cuando se consideraba que la oferta de maíz era demasiado grande para las necesidades del mercado.

Monke et al. (2024) dicen que los programas de productos agrícolas de la ley agrícola están respaldados mediante pagos y la reducción de los riesgos financieros derivados de la incertidumbre climática y del mercado, entre ellos se encuentran el MAL, los LDP, el PLC, el ARC y el DMC. Conforme Monke et al. (2024), estos programas realizan pagos cuando los ingresos del mercado caen por debajo de los niveles de apoyo.

Monke et al. (2024) concluyen que, en Estados Unidos, el maíz se encuentra en un marco de política agrícola institucionalizado cuyo eje es el Farm Bill y su “*red de seguridad*”, esta red combina programas de apoyo a ingresos, mecanismos de financiamiento y herramientas de gestión de riesgos que, por una parte, reducen la incertidumbre de precios e ingresos, fortalecen la capacidad de los productores para mantener producción ante shocks y, finalmente, sostienen la oferta comercializable en el tiempo.

Según Monke et al. (2024), estas políticas les permiten entender a los productores que los apoyos pueden seguir pagándose durante el año comercial posterior a la cosecha, lo que consolida la previsibilidad del esquema para la producción y comercio de granos como el maíz.

El Servicio de Investigación Económica del USDA, resume los principales bloques de la política agrícola que repercute en el maíz de la siguiente manera:

- Programas de ingreso de *commodities*, en específico el PLC que se paga cuando el precio de mercado cae por debajo del precio de referencia fijado por la ley; y la ARC que se paga cuando el ingreso cae respecto a un nivel garantizado.
- MAL, que permite a los productores pedir un préstamo dejando al maíz como colateral en vez de venderlo, así puede acceder a liquidez para pagar los costos y venderlo cuando crea que le convenga.
- Política energética y demanda interna del maíz, esto porque en Estados Unidos la mayor parte del grano se usa para producir etanol; existe un marco regulatorio y un mercado que propician que la demanda de maíz sea importante para el país, este marco es conocido como Renewable Fuel Standard.
- El GSM-102, que es básicamente la promoción y financiamiento a exportaciones mediante créditos comerciales de exportación que reducen el riesgo para bancos y financiadores que le prestan al comprador extranjero.

2.3.4. Dependencia alimentaria, seguridad/soberanía alimentaria y papel de las importaciones

Según la Declaración de la Cumbre Mundial sobre la Seguridad Alimentaria de la FAO de 2009, “existe seguridad alimentaria cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos, que satisfagan sus necesidades alimentarias”. Además, con base en esta definición, se identifican cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria: disponibilidad de alimentos, acceso económico y físico de los alimentos, utilización de los alimentos y, estabilidad a lo largo del tiempo.

Por el contrario, FAO et al. (2024), mencionan que más allá del hambre, lo que prevalece en la población mundial es la inseguridad alimentaria; tan solo en el 2023, la prevalencia de inseguridad alimentaria para América Latina y el Caribe fue de 28.2%, además, FAO et al. (2024) aseguran que este problema afecta más a las mujeres y es sistemáticamente mayor en las zonas rurales.

No obstante, Méndez, O. y Gordillo, G. (2013) afirman que las ONG y las OSC ampliaron el concepto de seguridad alimentaria y acuñaron el término “soberanía alimentaria”. Conforme los Seis Pilares de la Soberanía Alimentaria, desarrollados en Nyéléni en 2007, la soberanía alimentaria:

1. Se centra en la alimentación para las personas, la necesidad de alimentos debe ser punto central de las políticas.
2. Valora a los proveedores de alimentos, apoyando los medios de vida sostenibles y respetando el trabajo de tales proveedores de alimentos.
3. Localiza los sistemas alimentarios reduciendo la distancia entre proveedores y consumidores, rechazando el dumping y, resistiendo la dependencia de corporaciones lejanas e irresponsables.
4. Sitúa el control a nivel local, es decir, cede el control de los alimentos a los proveedores y rechaza la privatización de los recursos naturales.
5. Promueve el conocimiento y las habilidades basándose en el conocimiento tradicional y utilizando la investigación para apoyar dicho conocimiento.
6. Colabora con la naturaleza mejorando la resiliencia y rechazando los métodos de producción con alto consumo energético, monocultivos, industrializados y destructivos.

Retomando a Méndez, O. y Gordillo, G. (2013), plantean que existen dos principales diferencias entre estos conceptos, la primera es que el concepto de seguridad alimentaria es neutral en cuanto a las relaciones de poder, es decir, no juzga la concentración de dominio económico en los diferentes representantes de la cadena alimentaria; por el contrario, el concepto de soberanía alimentaria parte de la asimetría de poder en los diversos mercados y esferas que se involucran en la alimentación.

Para estos autores, la segunda diferencia se refiere a cómo se producen los alimentos, la seguridad alimentaria parte de temas como las BPA, la gestión sostenible de los recursos naturales, la agricultura ecológica, etc., sin embargo, no adopta una postura única respecto a los diferentes modos de producción que existen en el mundo, según los autores, esto se debe su naturaleza de

organización intergubernamental y multilateral. En contraste, la soberanía alimentaria se centra en la agricultura a pequeña escala de carácter no industrial, de preferencia orgánica, y a través de la agroecología.

En relación a García, J et al. (2023), la seguridad y la soberanía alimentaria se centran en abastecer el consumo con producción nacional o importaciones, para tales autores, la soberanía alimentaria, en concreto, es el derecho de un país a estipular sus propias políticas y estrategias sustentables de producción, distribución y consumo de alimentos que garanticen el derecho a la alimentación sana de toda la población, respetando sus propias culturas y la diversidad de los sistemas productivos, de comercialización y de gestión de espacios rurales.

Este cambio es fruto, de acuerdo con Clapp, J. (2017) de la crisis alimentaria de 2007-2008 que ocasionó que los precios de los alimentos se volvieran más altos y volátiles, este suceso desató el interés de diversos países por impulsar sus niveles de “autosuficiencia alimentaria”. Entre comillas porque Clapp, J. (2017) indica que, en la práctica, la autosuficiencia es un concepto relativo dentro de uno continuo, esto es, que el significado de “autosuficiencia alimentaria” depende de un punto de referencia que cambia según las circunstancias o la perspectiva.

Con base en Clapp, J. (2017), la autosuficiencia alimentaria es un término de uso frecuente, pero que carece de definición idónea. En un principio, La FAO (1999) definió este concepto como “el grado en que un país puede satisfacer sus necesidades alimentarias con su propia producción nacional”, para Clapp (2016), esta definición se puede referirse a que un país cierra sus fronteras y adopta una autarquía total en el sector alimentario, una postura extrema y poco frecuente.

Clapp, J. (2017) menciona que la popularidad en la autosuficiencia alimentaria durante y después de la crisis alimentaria de 2007-08 estuvo acompañada por el movimiento social de soberanía alimentaria promovido por La Vía Campesina y otras organizaciones de productores, quienes criticaron al sistema agroalimentario mundial. A pesar de ello, Clapp (2017) estipula que una política de autosuficiencia alimentaria corre el riesgo de tener consecuencias negativas para la seguridad alimentaria, ya que, para alcanzarla, los intentos han sido

costosos, han generado incertidumbre en el mercado, han intensificado la inestabilidad de los precios internos y han reducido los beneficios derivados del principio de ventaja comparativa.

Desde este punto de vista, Morett, J. y Cosío, C. (2023) ponen al descubierto la pérdida de la soberanía alimentaria como una faceta actual de los países en desarrollo, en sus estudios indican que el 66% de los países subdesarrollados presentan inseguridad alimentaria y, en promedio, el 55.6% del valor de sus importaciones se destinan a la compra de alimentos, concluyen que más de la mitad del abastecimiento de alimentos de los países dependientes tienen que comprarse en el exterior.

La FAO (2017) menciona que para que un país tenga seguridad alimentaria debe ser capaz de producir más del 75% de sus alimentos, de lo contrario, es vulnerable a las oscilaciones de los precios, a las crisis económicas, a la escasez del mercado mundial y a las presiones políticas de las grandes potencias (Morett, J. y Cosío, C. 2023). En el caso del maíz amarillo con base en los datos obtenidos por el SIAP, en el 2023, México fue capaz de producir solamente el 16.8% del maíz requerido.

Para Morett, J. y Cosío, C. (2023), la base de la soberanía alimentaria es la autosuficiencia alimentaria, pero como una reorientación de la agricultura hacia los recursos situados en los ecosistemas locales y controlados por los campesinos; para los autores, los países que no tienen autosuficiencia alimentaria están lejos de tener soberanía alimentaria, lo que sí presentan es inseguridad y vulnerabilidad alimentarias.

La FAO (2021) plantea que el riesgo para que la población caiga en la inseguridad alimentaria ocurre cuando un país se ve obligado a importar más del 25% de sus alimentos, esto se debe a tres factores: conflictos sociales, causas económicas y fenómenos ambientales. Morett, J. y Cosío, C. (2023) concluyen que esta situación es una nueva característica de los países subdesarrollados que profundiza su dependencia alimentaria.

La dependencia alimentaria es, con base en Cajal, A. (2022), la necesidad de un país de importar una cantidad considerable de productos alimenticios del exterior, debido a que la producción nacional de alimentos no es suficiente para abastecer a los ciudadanos. Sus causas son: poca producción nacional, demanda elevada de alimentos y ausencia de prácticas de producción eficaces.

LITERATURA CITADA

Ahmed, L. (2018). U.S. corn exports to Mexico and the North American Free Trade Agreement (Working Paper No. ID-18-050). *U.S. International Trade Commission*. https://www.usitc.gov/publications/332/working_papers/ahmed.htm

Baharumshah, A. et al. (2009). The stability of money demand in China: Evidence from the ARDL model. *Economic Systems, Elsevier*, vol. 33(3), pages 231-244. The stability of money demand in China: Evidence from the ARDL model - ScienceDirect

Cajal, A. (2022). Dependencia alimentaria: qué es, causas, consecuencias y ejemplos. *Lifeder*. <https://www.lifeder.com/dependencia-alimentaria>

cesarsantube. (2014). Eviews 8. Rezagos óptimos, modelos VAR [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Db8EldbkI64>

Clapp, J. (2017). Food self-sufficiency: Making sense of it, and when it makes sense. *Food Policy*, 66, 88–96. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.12.001>

Cómbita, G. (2012). EL PAPEL DE LAS EXPECTATIVAS EN LOS MODELOS MACROECONÓMICOS: ¿FUENTE DE INESTABILIDAD? JEL: B220, B500, D840, E320. *XIII Jornadas de Economía Crítica*.

Commission for Environmental Cooperation. (2001). Assessing environmental effects of the North American Free Trade Agreement (NAFTA): An analytic framework (Phase II) and issue studies. *Commission for Environmental Cooperation*.

Devadoss, S. et al. (2022). Determinants of global agricultural trade. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 47(3), 598–615. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.313317>

Di Marco, L. (1969). Expectativas de precios. *Económica*, 15(3).

Diebold. F. y Lamb, R. (1982). Why Are Estimates of Agricultural Supply Response So Variable? 3718 Locust Walk Philadelphia, PA 19104-6297

Evans, G. W., & Ramey, G. (2006). Adaptive expectations, underparameterization and the Lucas critique. *Journal of Monetary Economics*, 53(2), 249–264. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2004.12.002>

FAO et al. (2024). The state of food security and nutrition in the world 2024: Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms. *FAO*. <https://doi.org/10.4060/cd1254en>

FAO. (2022). The State of Agricultural Commodity Markets 2022. *FAO*. <https://doi.org/10.4060/cc0471en>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1999). Implications of economic policy for food security. *A training manual*. *FAO*.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2009). Declaration of the World Summit on Food Security. *FAO*. https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/Docs/Final_Declaration/WFS09_Declaration.pdf

Fosu, P. y Wahl, T. (2020). Empirical analysis of US bilateral corn trade: Evidence from Japan, Mexico, China, South Korea, and the European Union. *Cogent Economics & Finance*, 8:1, 1783128, DOI: 10.1080/23322039.2020.1783128

Froyen, R. (2023). *MACROECONOMICS Theories and Policies*. Authorised adaptation from the United States edition, entitled *Macroeconomics*, Tenth Edition ISBN 978-0-13-283152-9.

García, J. et al. (2011). Evaluación de los efectos del Programa de Apoyos Directos al Campo (Procampo) en el mercado de maíz en México, 2005–2007. *Economía, Sociedad y Territorio*, 11(36), 487–512. <https://doi.org/10.22136/est002011113>

Gordillo, G., y Méndez, O. (2013). Seguridad y soberanía alimentarias: Documento base para discusión. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* (FAO).

Gujarati y Porter. (2010). *Econometría* (5.^a ed.). *McGraw-Hill*.

Heady, E. et al. (1961). Agricultural supply functions: Estimating techniques and interpretation. (pp. 31–60). Iowa State University Press.

Hernández, U. (2004). LAS EXPECTATIVAS RACIONALES Y SUS EFECTOS EN LAS VARIABLES REALES DE LA ECONOMÍA. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, Vol. 3, No. 4 (2004) pp. 375-390

Hommes, C. (1994). Dynamics of the cobweb model with adaptive expectations and nonlinear supply and demand. *Journal of Economic Behavior and Organization* 24 (1994) 315-335

Jaramillo, J. y Benítez, E. (2016). Trasmisión de precios en el mercado mexicano e internacional de café (*Coffea arabica* L.): Un análisis de cointegración. *Agrociencia*, 50(7), 931–944.

Lederman, D. et al. (2005). Lessons from NAFTA FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/787441468318270837/pdf/344350PAPER0LA101official0use0only1.pdf>

Lu, R. (2024). The Heckscher-Ohlin model in modern international trade. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, 67, 26–31. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/67/20241255>

Monke, J. et al. (2024). Expiration of the 2018 Farm Bill and extension for 2025 (CRS Report No. R47659). *Congressional Research Service*. https://www.congress.gov/crs_external_products/R/PDF/R47659/R47659.7.pdf

Morett, J. y Cosío, C. (2023). Pérdida de soberanía alimentaria: una faceta actual de los países subdesarrollados. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 20(2), 178–205. <https://doi.org/10.22231/asyd.v20i2.1434>

Narayan, P. (2005). The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration tests. *Applied Economics*. ISSN: 0003-6846. 37:17, 1979-1990. doi: 10.1080/00036840500278103

Nasrullah, M. et al. (2021). Autoregressive distributed lag (ARDL) approach to study the impact of climate change and other factors on rice production in South

Korea. *Journal of Water and Climate Change*, 12(6).
<https://doi.org/10.2166/wcc.2021.030>

Nerlove, M. (1958). Time-Series Analysis of the Supply of Agricultural Products. Parte II. Regression Analysis of Aggregative, Time-Series Data. *University of Minnesota*.

OECD. (2025). Mexico: Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2025. OECD. https://www.oecd.org/en/publications/2025/10/agricultural-policy-monitoring-and-evaluation-2025_354e7040/full-report/mexico_d3da8d9f.html

Oros, L. (2015). Análisis comparativo del modelo Heckscher-Ohlin y la teoría de Linder. *Tiempo Económico*, 10(29), 49–66.

Pesaran et al. (2001). BOUNDS TESTING APPROACHES TO THE ANALYSIS OF LEVEL RELATIONSHIPS. *JOURNAL OF APPLIED ECONOMETRICS* J. Appl. Econ. 16: 289–326 (2001) DOI: 10.1002/jae.616.

Poitras, G. (2023). COBWEB THEORY, MARKET STABILITY, AND PRICE EXPECTATIONS. *Journal of the History of Economic Thought*, Volume 45, Number 1, March 2023. ISSN 1053-8372 print; ISSN 1469-9656 online/23/01000137-161. doi:10.1017/S1053837222000116

Sadoulet, E. y de Janvry, A. (1995). Quantitative Development Policy Analysis. Capítulo 4: Supply Response: Expectations Formation and Partial Adjustment. Páginas 100-130.

Stellian, R. y Danna, J. (2022). Which revealed comparative advantage index to choose? Theoretical and empirical considerations. *CEPAL Review* N° 138. doi: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/d3393f19-8d4a-4fd1-9c90-0a9add52b5f5/content>

Tsui, B. (2024). The U.S.-Mexico genetically engineered corn dispute (CRS Report No. R48083). *Congressional Research Service*.
<https://www.congress.gov/crs-product/R48083>

USDA. (2025). Farm & Commodity Policy - Title I: Crop Commodity Program Provisions | Economic Research Service. [Usda.Gov](https://www.usda.gov).

<https://www.ers.usda.gov/topics/farm-economy/farm-commodity-policy/title-i-crop-commodity-program-provisions>

Verter, N. (2015). The application of international trade theories to agriculture. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(6 S4), 209–217. <https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n6s4p209>

Villarreal, F. et al. (2020). EL TEOREMA DE HECKSCHER Y OHLIN Y LA INDUSTRIA MEXICANA DE LAS NUECES DE NOGAL (*Carya illinoensis*). *Revista Mexicana de Agronegocios*. ISSN: 1405-9282. doi: <https://www.redalyc.org/journal/141/14163631005/14163631005.pdf>

Vollrath, T. y Hallahan, C. (2006). Testing the integration of U.S.–Canadian meat and livestock markets. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 54(1), 55–79. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7976.2006.00038.x>

Wise, T. (2023). Nadar contra corriente: la búsqueda de la soberanía alimentaria de México frente al dumping agrícola estadounidense. *Institute for Agriculture and Trade Policy*. https://cibiogem.secihti.mx/wp-content/uploads/sistema_nacional/documentos/Nadarcontracorriente2.pdf

CAPÍTULO 3. PRECIOS INTERNACIONALES Y EXPANSIÓN PECUARIA COMO DETERMINANTES DEL AUMENTO DE LAS IMPORTACIONES DE MAÍZ AMARILLO EN MÉXICO ³

ABSTRACT

Objective: Analyze the role of international prices and livestock demand as determinants of yellow corn imports in Mexico and quantify their effects by differentiating between short-term and long-term relationships.

Methodology: An Autoregressive Distributed Lags model was used to identify short- and long-term relationships between the variables.

Findings: A long-term equilibrium relationship exists between yellow corn imports and their determinants. Livestock demand has a positive and statistically significant effect, establishing itself as the main explanatory factor. In contrast, variables such as the North American Free Trade Agreement (NAFTA) and relative prices mainly influence short-term dynamics.

Implications: The results show that demand from the livestock sector is a structural factor driving yellow corn imports, whereas international prices primarily influence short-term adjustments. This provides a better understanding of Mexico's dependence on the international market.

Originality: The study provides evidence regarding the relationship between livestock demand, international prices, and yellow corn imports using an ARDL-ECM approach, distinguishing between short- and long-term effects and summarizing livestock activity through a composite factor.

RESUMEN

Objetivo: Analizar el papel de los precios internacionales y la demanda pecuaria como determinantes de las importaciones de maíz amarillo en México, y cuantificar sus efectos diferenciando relaciones de corto y largo plazo.

³ Artículo enviado a **Ensayos Revista de Economía**. Estatus: Recibido. Autores: Hernán Navarro Hernández, Dra. Dixia Dania Vega Valdivia, Dr. Miguel Ángel Martínez Damián, Dr. Juan Hernández Ortiz.

Metodología: Se empleó un modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos para identificar relaciones de corto y largo plazo entre las variables.

Resultados: Existe una relación de equilibrio de largo plazo entre las importaciones de maíz amarillo y sus determinantes. La demanda pecuaria presenta un efecto positivo y estadísticamente significativo, consolidándose como el principal factor explicativo. En contraste, variables como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y los precios relativos influyen principalmente en la dinámica de corto plazo.

Implicaciones: Los resultados muestran que la demanda pecuaria constituye un factor estructural de las importaciones de maíz amarillo, mientras que los precios internacionales influyen principalmente en su ajuste de corto plazo. Esto permite comprender mejor la dependencia de México del mercado internacional.

Originalidad: El estudio aporta evidencia sobre la relación entre demanda pecuaria, precios internacionales e importaciones de maíz amarillo mediante un enfoque ARDL-ECM, diferenciando sus efectos de corto y largo plazo y sintetizando la actividad pecuaria mediante un factor compuesto.

KEYWORDS:

Yellow corn, imports, Autoregressive Distributed Lags model, cointegration.

PALABRAS CLAVE:

Maíz amarillo, importaciones, modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos, cointegración.

CLASIFICACIÓN JEL:

C: Métodos matemáticos y cuantitativos

C4: Métodos econométricos y estadísticos: temas especiales

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado una creciente dependencia de las importaciones provenientes de Estados Unidos de maíz amarillo, en este sentido, Yúnez-Naude (2003) señala que las reformas económicas modificaron el

funcionamiento del mercado de granos en México, debilitando los mecanismos tradicionales de regulación.

Appendini (2013) destaca que la transformación del mercado del maíz implicó una reconfiguración de las relaciones entre productores y consumidores rurales. Por su parte, Taylor et al. (2012) argumentan que las limitaciones estructurales del sector agrícola han impedido que la producción nacional responda eficientemente a la demanda interna.

Sin embargo, Wise (2009) indica que fue la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) la que transformó la estructura productiva y comercial del sector agropecuario mexicano, fenómeno que, además, expuso a los productores mexicanos a una competencia desigual frente a Estados Unidos, particularmente en el caso de granos básicos. En la misma línea, Zahniser (2004) documenta que la reducción de barreras comerciales facilitó el incremento de las importaciones agrícolas, modificando los patrones de comercio.

Diversos estudios han señalado que la apertura comercial generó efectos diferenciados entre sectores. Lederman et al. (2005) argumentan que la liberalización comercial puede generar ganancias agregadas, aunque distribuidas de manera desigual entre sectores productivos. En el caso específico del sector agrícola, Turrent-Fernández et al. (2012) sostienen que la producción de maíz en México enfrenta desventajas estructurales frente a sus principales socios comerciales. Taylor et al. (2012) destacan la fragmentación de la tierra como un obstáculo para la eficiencia productiva. García-Salazar et al. (2021) señalan que la baja productividad y los costos elevados limitan la competitividad del maíz mexicano frente al importado. Estas condiciones han contribuido a generar una brecha persistente entre la oferta interna y la demanda total.

En este contexto, el incremento de las importaciones de maíz amarillo puede entenderse como un mecanismo de ajuste ante el desequilibrio entre oferta y demanda. FAPRI (2018) documenta que el crecimiento del sector pecuario ha incrementado significativamente la demanda de granos forrajeros. De manera

similar, la OECD (2022) señala que el aumento en el consumo de productos de origen animal ha impulsado la demanda de insumos como el maíz amarillo. En términos más específicos, Delgado et al. (2001) mencionan que el incremento en el consumo de carne en países en desarrollo genera una presión adicional sobre la demanda de granos.

Desde el punto de vista teórico, el comportamiento de las importaciones agrícolas está influenciado por los precios relativos y el tipo de cambio. Wise (2009) argumenta que los subsidios agrícolas en Estados Unidos han contribuido a reducir los precios de exportación, afectando la competitividad de los productores mexicanos. Adicionalmente, la volatilidad de los precios internacionales repercute en el comportamiento de las importaciones, por ejemplo, Carter (1998) señala que las fluctuaciones en los mercados agrícolas pueden generar incertidumbre en las decisiones de producción y comercio.

A pesar de la importancia de estos factores, la literatura presenta limitaciones en la incorporación de la demanda pecuaria como variable estructural. En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar los determinantes de las importaciones de maíz amarillo en México durante el periodo 1990–2024, incorporando explícitamente la demanda pecuaria como un factor estructural. Para ello, se emplea un enfoque metodológico que combina el Análisis de Componentes Principales con un modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos (ARDL).

Nkoro & Kelvin (2016) destacan la utilidad de este enfoque en el análisis de datos económicos, debido a su flexibilidad y robustez. Además de que permite la incorporación de un mecanismo de corrección del error (ECM), distinguiendo relaciones de corto y largo plazo entre las variables (Pesaran et al. 2001).

Finalmente, la hipótesis central plantea que la demanda pecuaria constituye el principal determinante de las importaciones de maíz amarillo en el largo plazo, mientras que variables como los precios internacionales y el tipo de cambio influyen principalmente en el corto plazo.

METODOLOGÍA

Recopilación de datos:

Los datos se obtuvieron de fuentes oficiales como la Base de Datos Estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT), el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) abarcando el periodo de 1990-2024. La variable dependiente es el volumen de importaciones de maíz amarillo, mientras que las variables explicativas incluyen el precio fronterizo del maíz, el precio medio rural, el tipo de cambio nominal, un indicador sintético de demanda pecuaria y una variable dicotómica asociada al proceso de liberalización comercial. Las variables de estudio son:

- M = Importaciones de maíz amarillo proveniente de Estados Unidos en toneladas.
- PF = Precio fronterizo del maíz amarillo en pesos nominales por tonelada.
- PMR = Precio Medio Rural del maíz amarillo en pesos nominales por tonelada.
- TC = Tasa de cambio, pesos mexicanos por dólar estadounidense.
- PP = Valor total de la producción de carne de cerdo, de pollo y de huevo en miles de pesos mexicanos nominales.
- TLCAN = Variable *dummy* para política comercial, toma valores de 1 durante la prevalencia del TLCAN y 0 durante la ausencia del tratado.

Para la ejecución econométrica se usó el software estadístico Eviews 12 Student Version. El precio fronterizo se construyó a partir del valor de las importaciones en dólares, el cual fue convertido a moneda nacional mediante el tipo de cambio nominal. El valor de la producción total de carne de cerdo, de pollo y de huevo se obtuvo como una suma aritmética simple con los valores de cada rubro correspondiente.

Posteriormente, se evaluó el orden de integración de las series mediante la prueba de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentada (ADF), aplicada tanto en niveles como en primeras diferencias. Se verificó que ninguna variable fuera integrada

de orden superior a uno, es decir, que todas fueran $I(0)$ o $I(1)$, condición necesaria para la implementación del enfoque ARDL (Pesaran et al. 2001).

Procedimiento de estimación:

Para encontrar la relación entre la variable dependiente y las variables independientes, se construyó el siguiente modelo tomando como base la estimación de Nashrullah et al. (2021).

$$M = \beta_0 + \beta_1 PF + \beta_2 PMR + \beta_3 TC + \beta_4 PP + \beta_5 TLCAN + \varepsilon_t \quad (1)$$

Al convertir todas las variables de la ecuación (1) en logaritmos naturales, se diseña el modelo que se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} \ln M_t = & \beta_0 + \beta_1 \ln PF_t + \beta_2 \ln PMR_t + \beta_3 \ln TC_t + \beta_4 \ln PP_t + \beta_5 TLCAN_t \\ & + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2)$$

La ecuación (2) se puede escribir en forma ARDL de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Delta \ln M_t = & \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_1 \Delta \ln M_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_2 \Delta \ln PF_{t-k} \\ & + \sum_{k=1}^n \beta_3 \Delta \ln PMR_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_4 \Delta \ln TC_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_5 \Delta \ln PP_{t-k} \\ & + \sum_{k=1}^n \beta_6 \Delta TLCAN_{t-k} + \lambda_1 \ln M_{t-1} + \lambda_2 \ln PF_{t-1} + \lambda_3 \ln PMR_{t-1} \\ & + \lambda_4 \ln TC_{t-1} + \lambda_5 \ln PP_{t-1} + \lambda_6 TLCAN_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (3)$$

donde $\ln M_t$ representa el logaritmo de las importaciones de maíz amarillo; $\ln PF_t$ el precio fronterizo; $\ln PMR_t$ el precio medio rural; $\ln TC_t$ el tipo de cambio; $\ln PP_t$ la suma del valor de la producción pecuaria; y $TLCAN_t$ la variable *dummy* asociada a la apertura comercial.

Para evaluar la existencia de una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables, se aplicó la prueba de cointegración de límites (*bounds test*) propuesta por Pesaran et al. (2001). Esta prueba contrasta la hipótesis nula de ausencia de cointegración frente a la alternativa de cointegración mediante un estadístico F, el cual se compara con valores críticos que dependen del orden de integración de las variables.

Una vez confirmada la existencia de cointegración, el modelo ARDL se escribió en su forma de corrección del error (ECM), la cual permite distinguir entre los efectos de corto y largo plazo. La especificación del modelo ECM es la siguiente:

$$\begin{aligned}\Delta \ln M_t = & \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_1 \Delta \ln M_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_2 \Delta \ln PF_{t-k} \\ & + \sum_{k=1}^n \beta_3 \Delta \ln PMR_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_4 \Delta \ln TC_{t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_5 \Delta \ln PP_{t-k} \\ & + \sum_{k=1}^n \beta_6 \Delta TLCAN_{t-k} + \phi ECM_{t-1} + \varepsilon_t\end{aligned}\quad (4)$$

Donde Δ denota el operador de primera diferencia y ECM_{t-1} representa el término de corrección del error derivado de la relación de largo plazo. El coeficiente ϕ mide la velocidad de ajuste hacia el equilibrio, se espera que este sea negativo y estadísticamente significativo.

Pruebas de diagnóstico y de estabilidad:

Con el objetivo de validar la consistencia econométrica del modelo, se realizaron pruebas de diagnóstico sobre los residuos, incluyendo autocorrelación (Breusch-Godfrey), heterocedasticidad (White y Breusch-Pagan), normalidad (Jarque-Bera) y correcta especificación funcional (Ramsey RESET). Asimismo, se evaluó la estabilidad de los parámetros mediante las pruebas CUSUM y CUSUMQ.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de las importaciones mexicanas de maíz amarillo durante el periodo 1990-2024 muestra una trayectoria claramente expansiva. Con base en los resultados, la estimación de la tendencia log-lineal indica una tasa media anual de crecimiento de 6.63%, lo que sugiere que el aumento de las compras externas no respondió a episodios aislados, sino a un proceso persistente de largo plazo. Este resultado es relevante porque refleja una transformación estructural del mercado agroalimentario nacional, caracterizada por una creciente dependencia importadora de granos, especialmente de maíz amarillo (Yúnez-

Naude & Barceinas, 2004; Wise, 2010), para abastecer tanto el consumo industrial como la demanda derivada del sector pecuario.

En términos históricos, dicho periodo coincide con la apertura comercial iniciada tras el ingreso de México al GATT en 1986, la entrada en vigor del TLCAN en 1994 y la consolidación de cadenas agroindustriales integradas de América del Norte (Yúnez-Naude, 2003; OECD & FAO, 2023). Sin embargo, la magnitud observada en el periodo completo indica que la liberalización comercial, aunque relevante, no constituye por sí sola una explicación suficiente del crecimiento de las importaciones. También intervinieron cambios productivos internos, transformaciones en la demanda pecuaria y modificaciones en los patrones de consumo asociadas con un mayor consumo de proteína de origen animal, particularmente pollo, cerdo y huevo. Por ello, el incremento de las importaciones puede interpretarse como resultado de la interacción entre la apertura comercial y una demanda interna creciente de insumos para la producción pecuaria.

Con el propósito de identificar los factores asociados con este crecimiento sostenido, se estimó un modelo ARDL con selección automática de rezagos mediante el criterio de Akaike, resultando la especificación ARDL (3,0,1,0,0) como la idónea. El primer resultado importante es el que arrojó la prueba *bound-test*, donde se obtuvo el estadístico $F=43.112$, valor altamente significativo y superior a los límites críticos convencionales, lo que confirma la existencia de una relación de cointegración entre las importaciones y sus variables explicativas. En consecuencia, puede afirmarse que las importaciones mexicanas de maíz amarillo mantienen una relación estable de largo plazo con los precios, el tipo de cambio, la dinámica pecuaria y la política comercial. Este hallazgo coincide con los señalamientos de Crawford, T. et al. (2010), quienes plantean que los flujos agroalimentarios responden simultáneamente a incentivos de mercado y a cambios estructurales en la demanda interna.

Resultados del modelo ARDL; largo plazo:

$$\ln M_t = 8.345 - 0.327 \ln PF_t + 0.321 \ln PMR_t + 0.735 \ln TC_t + 0.395 \ln PP_t$$

Tabla 1. Resultados de largo plazo.

Variable	Coeficiente	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Intercepto	8.345	0.774	10.787	0.0000
LnPF	-0.327	0.101	-3.226	0.0039
LnPMR	0.321	0.144	2.228	0.0364
LnTC	0.735	0.190	3.876	0.0008
LnPP	0.395	0.168	2.352	0.0281

Los resultados de largo plazo muestran que las variables incluidas en el modelo presentan coeficientes estadísticamente significativos, aunque con diferentes magnitudes y mecanismos de transmisión. Esto permite distinguir la importancia relativa de los factores que determinan la demanda de importaciones y comprender que el comportamiento de las compras externas no responde a una sola variable, sino a la interacción entre las condiciones productivas, los precios y las variables macroeconómicas.

Uno de los resultados más relevantes corresponde a la variable que agrega el valor de la producción de carne de pollo, carne de cerdo y huevo (*LnPP*). En el largo plazo, su coeficiente fue positivo (0.395) y estadísticamente significativo. Esto implica que un incremento de 1% en dichas actividades pecuarias eleva las importaciones de maíz en aproximadamente 0.39%, manteniendo constantes las demás variables. Aunque la respuesta es menos que proporcional, la relación positiva confirma que la expansión de las actividades pecuarias genera una mayor necesidad de este insumo.

Este resultado respalda la hipótesis central de la investigación y permite identificar a la actividad pecuaria como uno de los principales motores estructurales del aumento de las importaciones de maíz amarillo. En México, la avicultura y la porcicultura modernas dependen fuertemente del maíz amarillo y de la pasta de soya como insumos básicos, por lo que la expansión de estas ramas productivas genera una demanda derivada de granos difícil de sustituir en el corto plazo (FIRA, 2023; SIAP, 2024). De esta manera, las importaciones no obedecen únicamente a una insuficiencia agrícola interna, sino también al cambio en la estructura productiva nacional. La expansión de la producción pecuaria

incrementa la demanda de alimento balanceado y, cuando la oferta nacional no crece al mismo ritmo, la diferencia es cubierta mediante compras externas.

El precio fronterizo del maíz amarillo ($LnPF$) presentó signo negativo (-0.327) y fue estadísticamente significativo. Este resultado es consistente con la teoría económica de la demanda de importaciones, ya que un aumento de 1% en el precio internacional reduce las compras externas aproximadamente en 0.33%. La magnitud del coeficiente indica una respuesta relativamente inelástica, debido a que la reducción porcentual de las importaciones es menor que el incremento porcentual del precio.

Esta respuesta relativamente limitada puede relacionarse con la importancia estratégica del maíz amarillo para las actividades pecuarias. Incluso cuando el precio externo aumenta, las importaciones no pueden reducirse drásticamente sin generar presiones sobre los costos de producción de carne de pollo, huevo y cerdo. Por tanto, la demanda de este insumo presenta cierta rigidez frente a modificaciones en su precio. CEPAL (2022) señala, para los mercados de granos básicos de América Latina, la existencia de elasticidades moderadas asociadas con la limitada sustitución de insumos y la presencia de relaciones de abastecimiento que dificultan ajustes inmediatos. En este sentido, el resultado obtenido muestra que el precio internacional sí constituye un mecanismo de ajuste, aunque su capacidad para modificar sustancialmente el volumen importado es limitada.

Por su parte, el precio medio rural interno del maíz ($LnPMR$) mostró un coeficiente positivo de 0.321 y estadísticamente significativo. Esto indica que un incremento de 1% en el precio doméstico se relaciona con un aumento aproximado de 0.32% en las importaciones. El signo positivo puede interpretarse como una señal de escasez relativa o de presión sobre la oferta interna, que incentiva la compra externa como mecanismo compensatorio.

Este resultado adquiere relevancia al analizarlo juntamente con el comportamiento del precio fronterizo. Mientras que un aumento del precio internacional reduce las importaciones, un aumento del precio interno genera

incentivos para incrementar las compras externas. Esto sugiere que las importaciones desempeñan una función de compensación ante las condiciones del mercado nacional. Cuando la producción interna no crece al ritmo de la demanda, las compras externas contribuyen a cubrir la diferencia entre la disponibilidad nacional y las necesidades de consumo. En mercados integrados, este mecanismo permite que el comercio exterior funcione como una vía de equilibrio entre la oferta y la demanda. Este comportamiento ha sido documentado para el caso mexicano en estudios sobre dependencia importadora, transmisión de precios y ajuste espacial del mercado de maíz (García Salazar y Santiago Cruz, 2004; Martínez-Damián y Hernández-Ortiz, 2012; Araujo-Enciso, 2011).

De manera adicional, destaca el comportamiento del tipo de cambio ($LnTC$), cuyo coeficiente de largo plazo fue positivo (0.735) y altamente significativo. A primera vista, este signo podría considerarse contrario a la teoría convencional, debido a que una depreciación del peso encarece las importaciones y, por lo tanto, debería reducir su demanda. Sin embargo, en el caso mexicano, el resultado puede interpretarse considerando que el crecimiento de la demanda de maíz amarillo importado ha sido mayor que el efecto restrictivo asociado con el encarecimiento de las compras externas.

Durante el periodo analizado, las importaciones registraron una tasa media anual de crecimiento de 6.63%, lo que evidencia una tendencia estructural robusta. En este contexto, el efecto positivo del tipo de cambio puede reflejar que la necesidad de abastecimiento del sector pecuario ha sido suficientemente fuerte para mantener la demanda de maíz importado aún bajo condiciones cambiarias menos favorables. Por tanto, el resultado no necesariamente implica que una depreciación favorezca directamente las importaciones, sino que muestra que, en el largo plazo, la expansión de la demanda y la necesidad de abastecimiento pueden dominar el efecto convencional del precio relativo asociado al tipo de cambio.

En conjunto, los resultados de largo plazo permiten observar que las importaciones de maíz amarillo responden a una combinación de factores productivos y económicos. La actividad pecuaria representa un componente central de la demanda estructural, mientras que los precios internos y externos y el tipo de cambio modifican las condiciones bajo las cuales se satisface dicha demanda. De esta manera, la evidencia sugiere que las importaciones se encuentran vinculadas tanto con la expansión de las actividades que utilizan maíz como insumo como con las condiciones económicas que determinan el costo relativo del abastecimiento nacional e internacional.

Resultados de la estimación ECM del modelo; corto plazo:

Tabla 2. Resultados de corto plazo.

Variable dependiente: LnM				
Variable	Coeficiente	Std. Error	t-Statistic	Prob.
$D(LnM(-1))$	0.259	0.055	4.705	0.0001
$D(LnM(-2))$	0.267	0.043	6.272	0.0000
$D(LnPMPR)$	1.002	0.174	5.752	0.0000
TLCAN	1.867	0.095	19.615	0.0000
$ECM(-1)^*$	-1.712	0.096	-17.818	0.0000

En la dinámica de corto plazo se observa que las importaciones presentan un comportamiento persistente. Los coeficientes de $D(LnM(-1)) = 0.259$ y $D(LnM(-2)) = 0.267$ fueron positivos y estadísticamente significativos. Esto indica que las variaciones de las importaciones observadas en periodos anteriores tienen efectos sobre el comportamiento actual. Por lo tanto, las decisiones de abastecimiento no se modifican completamente de un periodo a otro, sino que existe una continuidad en la dinámica importadora.

Esta persistencia puede relacionarse con la naturaleza de la demanda de maíz amarillo como insumo productivo. Las actividades pecuarias requieren un suministro relativamente continuo de alimento, por lo que las decisiones de compra pueden estar condicionadas por las necesidades productivas y por los patrones de abastecimiento establecidos previamente.

El cambio en el precio medio rural, $D(LnPMR)$, presentó un coeficiente de 1.002, positivo y altamente significativo. A diferencia de su efecto de largo plazo, donde el coeficiente fue de 0.321, en el corto plazo la respuesta de las importaciones es prácticamente proporcional: un incremento de 1% en el precio medio rural se relaciona con un aumento cercano a 1% en las importaciones. Este resultado refuerza la interpretación de que el precio interno funciona como una señal inmediata de las condiciones de disponibilidad del producto.

Cuando el precio nacional aumenta, puede reflejar presiones sobre la oferta interna o una mayor competencia por el producto disponible. Ante estas condiciones, los agentes pueden recurrir al mercado internacional para compensar la menor disponibilidad relativa. De esta manera, el comportamiento del PMR en el corto plazo proporciona evidencia de que las importaciones funcionan como un mecanismo de respuesta relativamente rápido ante cambios en las condiciones del mercado interno.

La variable *dummy* asociada al TLCAN resultó positiva (1.867) y altamente significativa. Este resultado aporta evidencia de un cambio estructural en el comportamiento importador y sugiere que la liberalización comercial iniciada en la década de 1990 contribuyó a modificar las condiciones de acceso y abastecimiento de maíz amarillo. La integración comercial facilitó el acceso al grano estadounidense a menores costos relativos, redujo barreras comerciales y proporcionó mayores condiciones de certidumbre para las relaciones de abastecimiento, al mismo tiempo que se produjo una expansión de las actividades pecuarias.

Diversos estudios han documentado que el TLCAN modificó el patrón agroalimentario mexicano, fortaleciendo la dependencia externa en granos básicos y forrajeros, mientras se expandían las cadenas pecuarias intensivas en alimento balanceado (Yúnez-Naude y Barceinas, 2004; Wise, 2010; Moreno Sáenz, 2016; Appendini, 2014; Nadal, 2000). En este sentido, el resultado obtenido permite considerar al TLCAN como un elemento que facilitó la consolidación del patrón de abastecimiento externo. No obstante, su efecto debe

interpretarse junto con los resultados de largo plazo, ya que la persistencia de las importaciones parece estar relacionada principalmente con la expansión de la demanda pecuaria y con las condiciones de precios, mientras que la integración comercial contribuyó a facilitar la respuesta de abastecimiento mediante el mercado internacional.

Con respecto a la dinámica de ajuste, el término de corrección del error $ECM(-1)$ fue negativo (-1.712) y altamente significativo, confirmando la existencia de un mecanismo de ajuste hacia el equilibrio de largo plazo. La magnitud del coeficiente indica una elevada velocidad de corrección ante desviaciones transitorias respecto de la relación de equilibrio. Esto significa que, cuando las importaciones se alejan de la trayectoria determinada por sus fundamentos de largo plazo, el sistema presenta una fuerte tendencia a corregir dicha desviación en los periodos posteriores.

La rapidez del ajuste resulta congruente con la naturaleza estratégica del abastecimiento de maíz para los sectores pecuarios intensivos. Cuando se presentan desequilibrios entre la oferta interna y la demanda productiva, las compras externas pueden reaccionar con rapidez para restablecer las condiciones de abastecimiento necesarias para la continuidad de las actividades productivas. Por ello, el término de corrección del error refuerza la interpretación de que las importaciones desempeñan una función de ajuste dentro del mercado mexicano de maíz amarillo.

Finalmente, las pruebas de diagnóstico respaldan la validez econométrica del modelo. No se detectó autocorrelación serial, heterocedasticidad ni problemas de especificación funcional, mientras que las pruebas CUSUM y CUSUMQ mostraron estabilidad paramétrica. En consecuencia, los resultados obtenidos pueden considerarse estadísticamente robustos y económicamente consistentes para explicar la dinámica de las importaciones durante el periodo analizado.

En síntesis, la evidencia empírica indica que el crecimiento sostenido de las importaciones mexicanas de maíz amarillo entre 1990 y 2024 responde principalmente a la expansión del sector pecuario intensivo, acompañada por las

condiciones de precios, el comportamiento cambiario y la integración comercial con América del Norte. Los resultados permiten distinguir entre una dimensión estructural, asociada con la creciente necesidad de maíz como insumo para las actividades pecuarias, y una dimensión coyuntural, relacionada con las variaciones de precios, el tipo de cambio y las condiciones de abastecimiento. Por tanto, más que representar únicamente una respuesta a las condiciones del mercado internacional, las importaciones de maíz amarillo reflejan un cambio estructural del sistema agroalimentario mexicano, en el cual el mercado externo se ha convertido en un componente importante para atender la demanda interna.

CONCLUSIONES

En México, las importaciones de maíz amarillo durante el periodo de estudio están determinadas principalmente por factores estructurales, destacando el rol de la demanda pecuaria como el principal determinante de largo plazo. Este resultado sugiere que el crecimiento de actividades como la producción de carne, huevo y leche ha generado una necesidad creciente de insumos para la alimentación animal, misma que la oferta nacional no ha logrado cubrir de manera suficiente, haciendo de las importaciones un componente relevante para satisfacer dicha demanda.

Las variables macroeconómicas, como el tipo de cambio y los precios medios rurales, influyen principalmente en la dinámica de corto plazo, modificando las condiciones bajo las cuales se realizan las importaciones, pero sin alterar de manera significativa la tendencia estructural observada en el largo plazo. Esto permite distinguir entre los factores que explican la necesidad persistente de importar y aquellos que determinan las variaciones coyunturales de los flujos importados.

Asimismo, la integración comercial ha facilitado el acceso de México al maíz amarillo proveniente del mercado internacional, permitiendo disponer de este insumo a precios competitivos y contribuyendo a consolidar un patrón de dependencia externa. En este sentido, las importaciones no responden únicamente a condiciones comerciales favorables, sino también a las limitaciones

de la capacidad productiva nacional para satisfacer una demanda interna creciente asociada al despunte del sector pecuario.

En conjunto, los resultados muestran que las importaciones de maíz amarillo funcionan como un mecanismo de ajuste frente al desbalance persistente entre la oferta interna y la demanda derivada de las actividades pecuarias. Por lo tanto, su comportamiento debe entenderse como resultado de la interacción entre factores estructurales de la economía agropecuaria y factores coyunturales relacionados con las condiciones de los mercados nacionales e internacionales.

Como línea futura de investigación, se plantea comparar la ecuación de demanda de importaciones de maíz amarillo de México con la de otros países importadores netos que destinan una proporción importante de este producto a la alimentación pecuaria, como Brasil. Esta comparación permitiría identificar los factores que comparten dichos mercados y aquellos que presentan diferencias, contribuyendo a una mejor comprensión de los determinantes de la demanda internacional de maíz amarillo y de la importancia relativa de los factores estructurales y coyunturales en distintos contextos productivos y comerciales.

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad Autónoma Chapingo por el respaldo institucional y las facilidades otorgadas para la realización de este estudio. Asimismo, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado.

LITERATURA CITADA

Appendini, K. (2014). Reconstructing the maize market in rural Mexico. *Journal of Agrarian Change*, 14(1), 1–25. <https://doi.org/10.1111/joac.12013>

Araujo, S. (2011). Price transmission between U.S. and Mexican maize markets: A nonlinear cointegration approach. *Selected Paper presented at the Agricultural and Applied Economics Association Annual Meeting*.

Bahmani, M. y Kara, O. (2005). Income and price elasticities of trade: Some new estimates. *The International Trade Journal*, 19(2), 165–178. <https://doi.org/10.1080/08853900590933125>

Bai, J., y Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of Applied Econometrics*, 18(1), 1–22. <https://doi.org/10.1002/jae.659>

Brooks, J. et al. (2012). Modelling agricultural trade and policy impacts in less developed countries. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers No. 11*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5k9dhrcg5v1x-en>

Carter, C. (1998). Commodity futures markets: A survey. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 42(2), 209–247.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). Perspectivas del comercio internacional de América Latina y el Caribe. CEPAL.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe 2023. CEPAL.

Delgado, C.. (2001). Livestock to 2020: The next food revolution. *International Food Policy Research Institute*.

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). (2023). Panorama agroalimentario: Maíz y pecuario en México. FIRA.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). The State of Agricultural Commodity Markets 2022. FAO.

Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI). (2018). *U.S. and World Agricultural Outlook 2018*. University of Missouri.

García, J. y Santiago, M. (2004). Importaciones de maíz en México: Un análisis espacial y temporal. *Investigación Económica*, 63(250), 131–160.

García, J. et al. (2022). Análisis del mercado de maíz en México desde una perspectiva de precios. *Acta Universitaria*, 32, e3265. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3265>

Gujarati, D., y Porter, D. (2010). *Econometría* (5.^a ed.). McGraw-Hill.

Lederman, D., Maloney, W. F., & Servén, L. (2005). Lessons from NAFTA for Latin America and the Caribbean. World Bank.

Martínez, M. y Hernández, J. (2012). Importaciones de granos básicos y precios internos en México: Un enfoque de demanda inverso. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 9(4), 401–410.

Moreno-Sáenz, L. I., et al. (2016). Dependencia de México a las importaciones de maíz en la era del TLCAN. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 115–126.

Nadal, A. (2000). The environmental and social impacts of economic liberalization on corn production in Mexico. *WWF & Oxfam*.

Nashrullah, M. et al. (2021). Autoregressive distributed lag (ARDL) approach to study the impact of climate change and other factors on rice production in South Korea. *Journal of Water and Climate Change*, 12(6), 2256–2270. <https://doi.org/10.2166/wcc.2021.030>

Nkoro, E., & Uko, A. (2016). ARDL cointegration technique: Application and interpretation. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 5(4), 63–91.

OECD. (2022). Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2022. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/7f4542bf-en>

OECD & FAO. (2023). OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>

Pesaran et al. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>

Porto, G. (2006). Using survey data to assess the distributional effects of trade policy. *Journal of International Economics*, 70(1), 140–160.

Sadoulet, E., & de Janvry, A. (1995). Quantitative Development Policy Analysis. *Johns Hopkins University Press*.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2024). Anuario estadístico de la producción agropecuaria. SIAP.

Turrent, A et al. (2012). Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. *Woodrow Wilson International Center for Scholars*.

United States Department of Agriculture (USDA). (2022). Feed Outlook. Economic Research Service.

United States Department of Agriculture (USDA). (2024). Grain: World Markets and Trade. USDA.

Wise, T. A. (2009). Agricultural dumping under NAFTA: Estimating the costs of U.S. agricultural policies to Mexican producers. *Global Development and Environment Institute*, Tufts University.

World Bank. (2020). Commodity Markets Outlook: Implications of COVID-19 for Commodities. World Bank.

Yúnez, A. (2003). The dismantling of CONASUPO, a Mexican state trader in agriculture. *The World Economy*, 26(1), 97–122. <https://doi.org/10.1111/1467-9701.00512>

Yúnez, A. y Barceinas, F. (2004). The agriculture of Mexico after ten years of NAFTA implementation. *Central Bank of Chile Working Papers* No. 277.

Zahniser, S. (2004). U.S.-Mexico corn trade during the NAFTA era: New twists to an old story. *United States Department of Agriculture*.

4. CONCLUSIONES GENERALES

La presente investigación tuvo como objetivo general identificar y cuantificar los determinantes del aumento de las importaciones de maíz amarillo en México, distinguiendo efectos de largo y corto plazo. A partir de los resultados del modelo ARDL-ECM, se concluye que este objetivo se cumplió, ya que fue posible identificar una relación de largo plazo entre las importaciones y las variables explicativas, así como analizar la dinámica de ajuste ante cambios en las condiciones del mercado.

El principal hallazgo de la investigación es que la expansión de la demanda pecuaria constituye el factor estructural más relevante para explicar el comportamiento de las importaciones de maíz amarillo en México. La relación positiva y estadísticamente significativa de esta variable confirma que el crecimiento de las actividades productoras de carne de pollo, carne de cerdo y huevo genera una mayor demanda de insumos para la alimentación animal. Este resultado respalda la hipótesis central y la primera hipótesis específica, al demostrar que el aumento de las importaciones no se explica únicamente por las limitaciones de la producción nacional, sino también por la expansión de las actividades pecuarias que utilizan el maíz amarillo como insumo productivo.

En relación con los precios internacionales, los resultados muestran una relación negativa y significativa con las importaciones, en concordancia con lo planteado en la segunda hipótesis específica. Esto indica que un encarecimiento del maíz en el mercado internacional tiende a reducir las compras externas; sin embargo, la respuesta es relativamente limitada, lo que refleja la importancia de este grano para el funcionamiento de las cadenas pecuarias. Por su parte, la relación positiva entre el precio medio rural y las importaciones sugiere que las condiciones del mercado interno también influyen en las decisiones de abastecimiento.

En cuanto al segundo objetivo específico, orientado a analizar el ajuste de corto plazo, los resultados muestran que las importaciones presentan persistencia temporal y responden a cambios en las condiciones del mercado. Asimismo, la

variable asociada al TLCAN presenta una relación positiva y significativa, lo que es consistente con una transformación del patrón de integración comercial y abastecimiento. Este resultado sugiere que la liberalización comercial contribuyó a configurar las condiciones bajo las cuales México accede al maíz amarillo del exterior. De esta manera, la evidencia respalda la hipótesis de que los factores de mercado y las condiciones comerciales participan en los ajustes de corto plazo, mientras que la demanda pecuaria mantiene un papel fundamental en la relación de largo plazo.

En términos generales, la evidencia obtenida respalda la hipótesis general de la investigación: las importaciones de maíz amarillo en México responden tanto a factores relacionados con los precios y las condiciones macroeconómicas como a factores estructurales vinculados con el crecimiento de la demanda pecuaria, y sus efectos se manifiestan de manera diferenciada en el corto y el largo plazo.

Finalmente, se concluye que el aumento de las importaciones de maíz amarillo en México debe entenderse como resultado de la interacción entre la expansión de las actividades pecuarias, las condiciones del mercado interno y la integración comercial. El principal aporte de esta investigación consiste en mostrar que la demanda pecuaria representa un factor estructural central, mientras que los precios, el tipo de cambio y las condiciones comerciales contribuyen a explicar las variaciones y los ajustes de las compras externas. Por ello, comprender la evolución de las importaciones requiere analizar no solo la capacidad de producción nacional, sino también los cambios en la demanda de insumos derivados del crecimiento del sector pecuario.

5. LITERATURA CITADA

Appendini, K. (2014). Reconstructing the Maize Market in Rural Mexico. *Journal of Agrarian Change*, Vol. 14 No. 1, January 2014, pp. 1–25. <https://doi.org/10.1111/joac.12013>

Arellano, J. (2023). Irrigación, adaptación y cambio climático: evidencia de datos en panel para maíz en México (Documento de Investigación No. 2023-05). *Banco de México*. <https://www.banxico.org.mx/DIBM/web/documento/visor.html?clave=2023-05&locale=es>

Babula, R. et al. (1995). U.S. corn exports: The role of the exchange rate. *Agricultural Economics*, 13(2), 75–88. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.1995.tb00377.x>

CONAHCYT. (2023). Producción y consumo de maíz en México. https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/publicaciones_conacyt/infografias/04_Produccion_y_consumo_de_Maiz_en_Mexico_Infografia_optimizado.pdf

CONEVAL. (2023). Medición de la pobreza 2022. CONEVAL. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2022.aspx

Devadoss, S. et al. (2022). Determinants of global agricultural trade. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 47(3), 598–615. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.313317>

Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2025). *Panorama agroalimentario 2025. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. <https://www.gob.mx/agricultura/dgsiap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035>

Dyer, G. et al. (2018). Mexican agriculture and policy under NAFTA (Documento de trabajo núm. 2018-04). *Centro de Estudios Económicos, El Colegio de México*. <https://cee.colmex.mx/dts/2018/DT-2018-4.pdf>

Fackler, P. y Goodwin, B. (2001). Spatial price analysis. En B. L. Gardner y G. C. Rausser (Eds.), *Handbook of agricultural economics* (Vol. 1, pp. 971–1024). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(01\)10025-3](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(01)10025-3)

FIRA. (2015). Panorama agroalimentario: Maíz 2015. FIRA.

Fosu, P. y Wahl, T. (2020). Empirical analysis of US bilateral corn trade: Evidence from Japan, Mexico, China, South Korea, and the European Union. *Cogent Economics & Finance*, 8:1, 1783128, DOI: 10.1080/23322039.2020.1783128

García, J. et al. (2023). ¿Es posible disminuir la dependencia alimentaria de maíz en México? *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(3), 299–307. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.3.299>

García, M. et al. (2024). Determinantes de la demanda de maíz en México, 1970-2020. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(7). <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i7.3325>

Haniotis, T. et al. (1988). The demand and supply of U.S. agricultural exports: The case of wheat, corn, and soybeans. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 20(2), 45–56. <https://doi.org/10.1017/S0081305200017581>

Heady, E. et al. (1961). Agricultural supply functions: Estimating techniques and interpretation. (pp. 31–60). Iowa State University Press.

Hornbeck, J. (2004). NAFTA at ten: Lessons from recent studies (CRS Report for Congress RS21737). *Congressional Research Service*.

Jaime, J. (2024). El maíz amarillo como eje de la seguridad y soberanía alimentaria en México. Volumen 34, Número 63. enero – junio 2024 *Revista Electrónica*. ISSN: 2395-9169. DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v34i63.1395e241395>

Jaramillo, J. y Benítez, E. (2016). Trasmisión de precios en el mercado mexicano e internacional de café (*Coffea arabica* L.): Un análisis de cointegración. *Agrociencia*, 50(7), 931–944. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000700931&script=sci_arttext

Jayasinghe, S. et al. (2010). Determinants of world demand for U.S. corn seeds: The role of trade costs. *American Journal of Agricultural Economics*, 92(4), 999–1010. <https://doi.org/10.1093/ajae/aaq056>

Micik, K. (2022). Acre of corn cost 19% more to raise in 2022, USDA sees little change in 2023. *Farms.com*. <https://www.farms.com/news/acre-of-corn-cost-19-more-to-raise-in-2022-usda-sees-little-change-in-2023-186961.aspx>

Morett, J. y Cosío, C. (2023). Pérdida de soberanía alimentaria: una faceta actual de los países subdesarrollados. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 20(2), 178–205. <https://doi.org/10.22231/asyd.v20i2.1434>

N+. (2025). ¿Siguen Bloqueos por Paro Nacional de Agricultores? Esto se Sabe Sobre las Protestas de Hoy. N+. <https://www.nmas.com.mx/nacional/sigue-paro-nacional-agricultores-hoy-29-de-octubre-2025-donde-hay-bloqueos-carreteras/>

Narayan, P. (2005). The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration tests. *Applied Economics*. ISSN: 0003-6846. 37:17, 1979-1990. doi: 10.1080/00036840500278103

Pesaran et al. (2001). BOUNDS TESTING APPROACHES TO THE ANALYSIS OF LEVEL RELATIONSHIPS. *JOURNAL OF APPLIED ECONOMETRICS* J. Appl. Econ. 16: 289–326 (2001) DOI: 10.1002/jae.616

Poitras, G. (2023). COBWEB THEORY, MARKET STABILITY, AND PRICE EXPECTATIONS. *Journal of the History of Economic Thought*, Volume 45, Number 1, March 2023. ISSN 1053-8372 print; ISSN 1469-9656 online/23/01000137-161. doi:10.1017/S1053837222000116

Rouquié, A. (2015). México y el TLCAN, veinte años después. *Foro Internacional*, 55(2), 433–453. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-013X2015000200433

Saghaian, S. (2017). Export demand estimation for U.S. corn and soybeans to major destinations. *UKnowledge*. <https://doi.org/10.13023/ETD.2017.166>

Sarker, R. & Jaramillo J. (2007). EXCHANGE RATE SENSITIVITY OF MEXICAN MAIZE IMPORTS FROM THE UNITED STATES. *AgEcon Search*. U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.9864>

SIAP. (2022). ¿Qué cifras se esperan de la actividad pecuaria en 2022? Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

<https://www.gob.mx/agricultura%7Cdgsiap/articulos/que-cifras-se-esperan-de-la-actividad-pecuaria-en-2022>

Stellian, R. y Danna, J. (2022). Revealed comparative advantage and contribution-to-the-trade-balance indexes. *International Economics*, 170, 129–155. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2022.02.007>

WITS (2025). México | Resumen del comercio | 1990 | WITS | Texto. *Worldbank.Org*.

<https://wits.worldbank.org/CountryProfile/es/Country/MEX/Year/1990/Summarytext>

Wright, B. (2014). Global biofuels: Key to the puzzle of grain market behavior. *Journal of Economic Perspectives*, 28(1), 73–98. <https://doi.org/10.1257/jep.28.1.73>