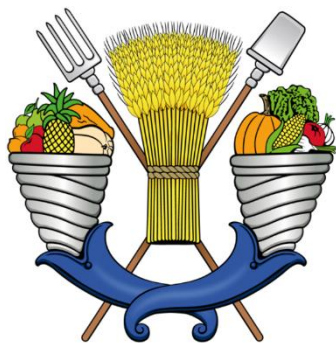




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**DIVISIÓN DE CIENCIAS
ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS**

**Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y
de los Recursos Naturales.**

**ESTRUCTURA ECONOMETRICA DEL
MERCADO DE AGUACATE EN MÉXICO.**

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:
**MAESTRA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS
RECURSOS NATURALES**

Presenta:

Jacqueline Pérez Anaya

Bajo la supervisión de:

Dr. Francisco Pérez Soto



Chapingo, Estado de México, Noviembre de 2025

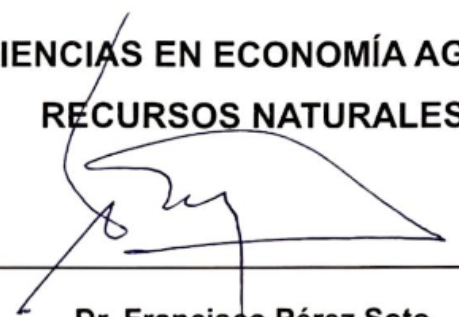


ESTRUCTURA ECONOMETRICA DEL MERCADO DEL AGUACATE EN MÉXICO

Tesis realizada por **JACQUELINE PÉREZ ANAYA**, bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

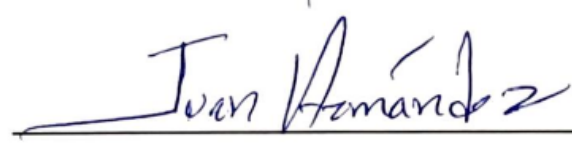
MAESTRA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS NATURALES

DIRECTOR:



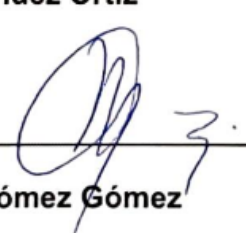
Dr. Francisco Pérez Soto

ASESOR:



Dr. Juan Hernández Ortiz

ASESOR:



Dra. Alma Alicia Gómez Gómez

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN GENERAL	3
1.1 Antecedentes	4
1.2 Planteamiento del problema	6
1.3 Justificación	7
1.4 Objetivo	8
1.5 Objetivos particulares	8
1.6 Hipótesis	8
1.7 Hipótesis particulares	9
1.8 Metodología	9
1.9 Estructura de la tesis	11
2. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1 Contexto bibliográfico del aguacate en México	12
2.2 Fundamentos teóricos	14
2.2.1 Teoría Económica de Oferta y Demanda	14
2.2.2 La demanda	14
2.2.3 La ley de la demanda	14
2.2.4 Efecto sustitución y efecto ingreso	14
2.2.5 La curva de demanda	15
2.2.6 La función de demanda	15
2.2.7 Cambio en la demanda	16
2.2.8 Oferta	18
2.2.9 Ley de la oferta	18
2.2.10 La curva de la oferta	18
2.2.11 Equilibrio de mercado	20

2.2.12 Impuestos	21
2.2.13 Elasticidades de la Oferta y la Demanda	22
2.2.14 Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)	25
2.2.15 Análisis de Regresión Múltiple	26
2.2.16 Teorías del Comercio Internacional	29
2.3 Importancia económica del aguacate	30
2.3.1 Evolución geográfica y agrícola del aguacate	30
2.3.2 Origen de la variedad Hass.....	30
2.3.3 Situación nacional del cultivo del aguacate	31
2.3.4 situación internacional	32
2.3.5 Costo de producción del aguacate en México.....	37
2.3.6 Cadena de valor del aguacate	41
2.3.7 Impactos ambientales y sostenibilidad	43
2.3.8 Huella del carbono del aguacate.....	44
2.3.9 Huella hídrica.....	45
2.3.10 Deforestación.....	46
2.3.11 Precariedad laboral.....	46
2.3.12 Daños a la salud	47
2.3.13 Seguridad alimentaria	47
2.3.14 Tenencia de la tierra	48
2.3.15 La política agraria mexicana y el cultivo del aguacate.....	48
2.3.16 La situación arancelaria del aguacate mexicano frente al mercado de Estados Unidos en 2025.....	50
3. ANÁLISIS ECONOMETRICO ESTRUCTURAL DEL MERCADO DEL AGUACATE EN MÉXICO: 2000-2023.....	52
3.1 Resumen.....	52
3.2 Abstract.....	52
3.3 Introducción.....	53

3.4 Materiales y métodos	54
3.4.1. Área de estudio y periodo de análisis.....	54
3.4.2. Fuentes de información y variables.....	54
3.4.3. Variables endógenas	55
3.4.4. Variables predeterminadas	56
3.4.5. Formulación e identificación del modelo	56
3.4.6. Identificación del modelo.....	57
3.5 Resultados y discusión.....	57
3.5.1. Análisis estadístico	57
3.5.2 Análisis económico	59
3.5.3. Elasticidades del mercado del aguacate	60
3.6 Conclusiones.....	60
3.7 Literatura citada	62
4. CONCLUSIONES GENERALES	63
5. LITERATURA CITADA	65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales entidades productoras de aguacate en México 2023	31
Cuadro 2. Características de las unidades representativas de producción de aguacate	38
Cuadro 3. Costo de producción desagregado por hectárea de aguacate en URP, Michoacán, México, 2013.....	39
Cuadro 4. Resumen de investigación de costos de producción, Michoacán, 2013.....	40
Cuadro 5. Desglose de eslabones de la cadena productiva de aguacate de acuerdo con la metodología PPI	43
Cuadro 6. Variables y fuentes de información utilizadas en la estimación del modelo estructural del mercado del aguacate en México, 2000-2023.....	55
Cuadro 7. Prueba de identificación del sistema estructural.	57
Cuadro 8. Resultados estadísticos de la estimación estructural mediante MC2E	58
Cuadro 9. Elasticidades parciales estimadas del mercado del aguacate	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura general del documento de tesis.....	11
Figura 2. La curva de demanda	15
Figura 3. Aumento en la demanda.....	16
Figura 4. Curva de la oferta	18
Figura 5. Cambio en la oferta: Aumento	20
Figura 6. Equilibrio en mercado hipotético de barras energéticas	21
Figura 7. Curva de demanda lineal	23
Figura 8. (a) La demanda infinitamente elástica	24
Figura 9. Superficie cosechada y rendimiento mundial de aguacate, 2012-2022 (Miles de hectáreas y toneladas por hectárea)	33
Figura 10. Producción mundial de aguacate, 2012-2022 (Millones de toneladas)	34
Figura 11. Rendimiento promedio en los principales países productores, 2022 (Toneladas por hectárea).....	34
Figura 12. Principales países consumidores de aguacate (2012 y 2022)	35

DEDICATORIA

A mi padre Roberto Pérez Celedón y a mi madre María Reynoa Anaya Mundo, por su ejemplo, su paciencia y su amor incondicional.

A mis cinco hermanas, por acompañarme con cariño y por motivarme siempre.

A Araceli Jerónimo, Hilda Rivera e Israel Granados Cruz por su amistad, su cariño y por las aportaciones que han dejado huella en mi aprendizaje desde la licenciatura.

A Sheccid González Gallardo por ser mi dupla en este camino de la maestría y en la vida, por su lealtad, apoyo y por compartir conmigo cada reto y cada logro.

A mis compañeros y amigos de la maestría Monse, Dora, Andy y Salma, por su amistad genuina, y en especial a Juan Zamora, por su apoyo constante, su compañerismo y por recordarme que el trabajo en equipo también se construye con empatía y confianza.

A Janeth Vera, Zireth Mariana, Estéfany, Yajana Naybeth y Alberto Pérez, por acompañarme con afecto y por recordarme la importancia de seguir creyendo en mí.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por ser el espacio que formó mi pensamiento crítico y mi compromiso con el desarrollo agrícola y social de México.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por el financiamiento otorgado a esta investigación, el cual fue fundamental para la continuidad y conclusión de mis estudios de posgrado.

A la División de Ciencias Económico Administrativas, por su respaldo académico y por brindarme las herramientas necesarias para llevar a cabo este trabajo con rigor y profundidad.

A mis asesores, los doctores Francisco Pérez Soto, Juan Hernández Ortiz y Alma Alicia Gómez Gómez, por su guía, su paciencia y por su compromiso en la revisión y fortalecimiento de este proyecto.

Y de manera muy especial, a mi querido Dr. Gerónimo Barrios Puente (†), por ser más que un director de tesis: un mentor, un ejemplo de vocación académica y mi más grande fuente de inspiración. Este trabajo es también un homenaje a su legado, a su guía constante y a la huella imborrable que dejó en mi formación profesional y humana.

DATOS BIOGRÁFICOS



Datos personales

Nombre	Jacqueline Pérez Anaya
Fecha de nacimiento	15 de diciembre de 2000
Lugar de nacimiento	Rosa Blanca Jala Nayarit
CURP	PEAJ001215MNTRNCA5
Profesión	Ingeniera en Economía Agrícola
Cédula profesional	13968730

Desarrollo académico

Preparatoria: Preparatoria Agrícola Chapingo

Licenciatura: Ingeniería en Economía Agrícola

Maestría: Maestría en Ciencias en Economía Agrícola de los Recursos Naturales

RESUMEN GENERAL

“Estructura econométrica del mercado del aguacate (*Persea americana* Mill.) en México.”¹

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es uno de los productos agrícolas más representativos de la economía mexicana. Su inserción en los mercados internacionales lo ha convertido en un cultivo clave para comprender las transformaciones del sector agrícola en el contexto de la globalización. El presente estudio analiza la estructura del mercado del aguacate en México mediante la estimación de un sistema de ecuaciones simultáneas que describe las interrelaciones entre la oferta, la demanda y el precio real del aguacate (PRA). La estimación se realizó utilizando el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (2SLS) con información de fuentes oficiales en el periodo 2000-2023. El modelo mostró un ajuste robusto ($R^2 = 0.915$ para la demanda, 0.899 para el precio y 0.974 para la oferta) y significancia estadística en la mayoría de los parámetros ($t > 1.9$ $p < 0.05$). Las estimaciones revelaron hallazgos que, aunque parecen contradecir la teoría microeconómica clásica, deja al descubierto el carácter exportador del cultivo y pone en evidencia la dependencia del mercado nacional respecto al comercio global.

En conjunto, los resultados permiten reinterpretar el mercado del aguacate mexicano como un sistema estructuralmente subordinado a la dinámica internacional, donde los precios y las decisiones productivas se definen por condiciones externas.

Esta evidencia amplía la comprensión econométrica del sector y subraya la necesidad de diseñar políticas públicas orientadas a mitigar los efectos de la dependencia comercial, diversificar los destinos de exportación y fortalecer la sostenibilidad productiva del país.

Palabras clave: ecuaciones simultáneas, demanda derivada, endogeneidad, mercado agrícola, globalización.

¹ Tesis de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, Universidad Autónoma Chapingo
Autor: Ing. Jacqueline Pérez Anaya
Director de Tesis: Dr. Francisco Pérez Soto

GENERAL ABSTRACT

Econometric structure of the avocado market (*Persea americana* Mill.) in Mexico²

Avocado (*Persea americana* Mill.) is one of the most emblematic agricultural products of the Mexican economy. Its integration into international markets has made it a key crop for understanding the transformations of the agricultural sector in the context of globalization. This study examines the structure of Mexico's avocado market by estimating a system of simultaneous equations that describe the interrelationships among supply, demand, and the real Price of avocado (PRA).

The estimation was conducted using the Two-Stage Least Squares (2SLS) method with official data from 2000 to 2023. The model exhibited a robust fit ($R^2 = 0.915$ for demand, 0.899 for price, and 0.974 for supply) and statistical significance for most parameters ($t > 1.9$ $p < 0.05$). The results, although seemingly inconsistent with classical microeconomic theory, highlight the export-oriented nature of the crop and the dependence of the domestic market on global trade dynamics.

Overall, the findings underscore the structural subordination of the Mexican avocado market to international dynamics, whereby prices and production decisions are largely shaped by external conditions.

This evidence enhances the econometric understanding of the sector and underscores the need for public policies aimed at reducing trade dependence, diversifying export destinations, and strengthening the country's productive sustainability.

Keywords: simultaneous equations, derived demand, endogeneity, agricultural market, globalization.

² Thesis in Agricultural and Natural Resource Economics, Universidad autónoma Chapingo.

Author: Eng. Jacqueline Pérez Anaya

Thesis Advisor: Dr. Francisco Pérez Soto

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El aguacate se ha convertido en un producto que explica gran parte de las dinámicas económicas y sociales del siglo XXI. Desde la crisis del agua hasta los conflictos arancelarios, la deforestación y el crimen organizado, este fruto se ha consolidado como un verdadero referente de la globalización y del capitalismo contemporáneo (Sancho, 2025).

Originario de Mesoamérica, su cultivo ha trascendido las fronteras nacionales y se ha consolidado como un símbolo de competitividad agroexportadora. México es actualmente el principal productor y exportador mundial de aguacate, con más del 30% de la oferta global (SIAP, 2024; OCDE & FAO, 2024). Este liderazgo responde a factores como la diversidad agroecológica, la especialización productiva en regiones como Michoacán, Jalisco y Nayarit, así como a una demanda internacional en constante expansión. Sin embargo, detrás de esta dinámica se encuentran complejos procesos económicos, ambientales y sociales que reflejan la transformación estructural del sector agrícola mexicano.

El mercado del aguacate se caracteriza por su fuerte integración con los flujos comerciales internacionales, en particular con Estados Unidos, principal destino de exportación. Este fenómeno ha generado una relación de dependencia entre la oferta nacional y la demanda externa, lo que ha dado lugar a distorsiones en la formación de precios y en la distribución del ingreso a lo largo de la cadena productiva (Díaz, 2021; Producepay, 2023).

Asimismo, el auge exportador ha traído consigo problemáticas vinculadas con la sostenibilidad ambiental, el uso intensivo del agua y la concentración del poder económico en manos de intermediarios y empresas exportadoras (Hoekstra et al., 2011; De la Tejera et al., 2013). En este contexto, el análisis del mercado del

aguacate adquiere una relevancia estratégica para comprender las interrelaciones entre producción, precios y demanda, así como los factores que determinan su comportamiento estructural.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la estructura econométrica del mercado del aguacate en México durante el periodo 2000-2023, mediante la estimación de un sistema de ecuaciones simultáneas que modela de manera conjunta la oferta, la demanda y el precio real del aguacate (PRA). A diferencia de los enfoques tradicionales que consideran estos elementos de forma independiente, el uso de ecuaciones simultáneas permite capturar la interdependencia entre las variables y corregir el sesgo por endogeneidad inherente al sistema. La metodología aplicada, basada en el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas, ofrece una aproximación empírica robusta para identificar los determinantes del mercado y cuantificar su sensibilidad a los cambios. De este modo, el estudio contribuye a una comprensión integral del mercado del aguacate y a la formulación de políticas agrícolas orientadas a mejorar su competitividad y sostenibilidad.

1.1 Antecedentes

El cultivo y la comercialización del aguacate en México han sido objeto de múltiples estudios debido a su creciente relevancia económica, social y ambiental. Como producto originario de Mesoamérica, su desarrollo histórico y su inserción en el comercio internacional lo convierten en un caso emblemático para comprender la dinámica de los mercados agroalimentarios.

Existen evidencias arqueológicas que demuestran su consumo desde hace más de 10,000 años a.C. en regiones de México y Guatemala, lo que lo ubica como un cultivo con fuerte arraigo histórico y cultural (Sánchez-Colín et al., 2001). Durante la colonia, su expansión hacia otros continentes marcó el inicio de su internacionalización, y con la consolidación de variedades como Hass, México se posicionó como el principal productor y consumidor de esta fruta en el ámbito mundial.

En las últimas décadas, México se ha consolidado como líder mundial tanto en

volumen como en exportaciones. Michoacán concentra alrededor del 75% de la producción nacional, seguido por Jalisco y el Estado de México, mientras que nuevas regiones como Oaxaca y Chiapas comienzan a adquirir relevancia (SIAP, 2023; SENASICA, 2020).

Este crecimiento ha tenido impactos notables en el empleo agrícola, en la balanza agroalimentaria y en la inserción del país en los mercados internacionales (OCDE & FAO, 2024). No obstante, también ha generado presiones ambientales y sociales que requieren análisis profundos.

Diversos estudios han documentado la competitividad internacional del aguacate mexicano. Torres (2009) identificó ventajas relativas en la exportación hacia Estados Unidos, mientras que Cruz et al. (2020) confirman la existencia de ventajas comparativas reveladas y una alta especialización productiva. En el terreno metodológico, Méndez & Nonoal (2005) aplicaron modelos de ecuaciones simultáneas para explicar la oferta y la demanda del aguacate, destacando la influencia de la superficie cosechada y los precios internos rezagados. De manera similar, Macías (2012) analizó la oferta y la demanda internacionales, señalando la alta dependencia del mercado estadounidense y los riesgos de concentración.

Por otro lado, los análisis de costos y rentabilidad realizados por Franco et al. (2018) con unidades representativas de Producción en Michoacán mostraron diferencias significativas entre la producción destinada en el mercado nacional y la orientada a la exportación, evidenciando la importancia de los precios internacionales en la determinación de la rentabilidad. Asimismo, la investigación de González et al. (2023) sobre la cadena productiva en Nayarit y Michoacán reveló desequilibrios en la aplicación de regulaciones fitosanitarias, lo que ha impactado la competitividad y la formalización de los productores locales.

Además, se registran impactos asociados al cultivo de aguacate. Alarcón (2020) destaca problemas de deforestación, uso intensivo de agroquímicos y precarización laboral en regiones aguacateras, mientras que Ruíz-Sevilla & Ortiz-Paniagua (2021) estimaron que más del 50% de la precipitación anual en Tancítaro se destina a la producción del fruto, lo que refleja su elevada huella

hídrica. Estas problemáticas reafirman la necesidad de estudios que integren la dimensión ambiental y económica del cultivo.

En el plano institucional, la política agraria mexicana ha ofrecido apoyos generales a través de programas como Producción para el Bienestar o Fertilizantes para el Bienestar, sin que existan esquemas específicos para el aguacate (SADER, 2025).

A nivel financiero, FIRA ha facilitado crédito y asistencia técnica, reconociendo la alta inversión requerida por este cultivo perenne (Estrada, 2019). En paralelo, la Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate en México (APEAM A.C.) se ha consolidado desde 1997 como el principal organismo de coordinación para la exportación hacia Estados Unidos.

Finalmente, la coyuntura arancelaria de 2025 puso en evidencia la vulnerabilidad del sector ante decisiones unilaterales del gobierno estadounidense. Aunque México logró mantener el acceso libre de aranceles gracias al T-MEC, el intento de imponer un gravamen del 25% reveló la fuerte dependencia de un único mercado y la necesidad de diversificar exportaciones hacia otros destinos (Guevara, 2025; Vargas, 2025; López, 2025).

En conjunto, los antecedentes muestran que, si bien se cuenta con aportes significativos en materia de competitividad, costos, cadena productiva e impactos ambientales, aún persiste un vacío en el análisis integral de la oferta, la demanda y los precios del aguacate en México bajo un enfoque econométrico estructurado. Esta limitación resalta la pertinencia del presente estudio, cuyo objetivo es aportar una modelización robusta que permita comprender mejor las interacciones del mercado, generar información útil para productores y tomadores de decisiones, y contribuir al diseño de políticas públicas orientadas a un desarrollo agrícola sostenible.

1.2 Planteamiento del problema

La cosecha nacional del aguacate permitió a México reafirmar su liderazgo en el año 2023 como principal productor a nivel mundial, con una producción total de 2.97 millones de toneladas, equivalente al 28% del volumen global (SIAP, 2024).

Este éxito ha consolidado al aguacate como un producto destacado en el mercado global como un componente significativo de la economía nacional. Sin embargo, este auge conlleva desafíos importantes. La producción de aguacate requiere grandes cantidades de agua, lo que plantea serias preocupaciones sobre la sostenibilidad ambiental (Bayón, 2025; FIRA, 2024).

Además, la expansión de las plantaciones en el principal estado productor ha intensificado la inseguridad en varias regiones rurales, donde los conflictos por el control de las tierras agrícolas se han agudizado (Alarcón, 2020).

García (2024) indica que, en la primera quincena de mayo, el componente subyacente del INPC mostró una inflación interanual del 4.31%, mientras que el componente no subyacente, que incluye el aguacate, tuvo un incremento del 6.27%, de acuerdo con datos del INEGI. Lo cual sugiere que el precio del aguacate es un factor que contribuye a la inflación en el país, dado que está influenciado por una combinación de factores climáticos, políticos y de mercado. El presente trabajo pretende realizar una descripción del mercado del aguacate en México mediante la estimación de las funciones econométricas de oferta, demanda y precios. Se emplearán datos correspondientes al periodo 2000-2023 para la modelación de estas funciones. A partir de los resultados obtenidos, se procederá a caracterizar los diversos factores que determinan las problemáticas y particularidades del cultivo de aguacate en el país.

1.3 Justificación

El aguacate es un producto clave en la economía mexicana. En las últimas décadas, no sólo se ha posicionado como el principal país exportador, sino que también ha mostrado un crecimiento que ha colocado a México como el principal productor mundial. Sin embargo, pese a su relevancia económica, la comprensión de las dinámicas que determinan su oferta, demanda y precios mediante análisis econométricos es limitada.

Se sabe que las condiciones climáticas, los precios de productos agrícolas sustitutos o complementarios, y el ingreso pueden afectar las decisiones de los productores y de los consumidores del aguacate, no obstante, es necesaria la

representación econométrica del mercado para conocer los factores económicos y no económicos que tienen un efecto real.

La importancia de esta investigación recae en su contribución descriptiva a la modelización de las interacciones en el mercado del aguacate, utilizando una metodología clara que proporcionará una base sólida para futuras investigaciones sobre este y otros productos agrícolas. Además, brindará información valiosa para mejorar las estrategias de producción y comercialización de los productores y empresarios, así como la formulación de políticas públicas.

1.4 Objetivo

Estimar un modelo de ecuaciones simultáneas del mercado del aguacate en México, mediante el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E), para identificar los factores determinantes de la oferta, la demanda y el precio real del aguacate durante el periodo 2000-2023, y analizar las particularidades de su dinámica en el contexto de un mercado agroexportador.

1.5 Objetivos particulares

- Estimar la función de demanda de aguacate en México, considerando el precio real del aguacate y los precios de bienes complementarios.
- Analizar la ecuación del precio real del aguacate, tomando en cuenta el precio medio rural, la oferta y la demanda, para evaluar su carácter endógeno en la estructura del mercado.
- Estimar la función de oferta del aguacate en México, incorporando precios agrícolas, cultivos competidores (limón y el tabaco) y costos de insumos (fosfato diamónico).
- Calcular y comparar elasticidades de oferta y demanda, con el fin de interpretar la sensibilidad del mercado ante cambios en precios e insumos.

1.6 Hipótesis

La estructura econométrica del mercado del aguacate en México puede representarse mediante el modelo de ecuaciones simultáneas, en el que la oferta,

la demanda y los precios interactúan de forma conjunta y están determinados tanto por factores internos como por la creciente influencia de la demanda externa.

1.7 Hipótesis particulares

- La demanda de aguacate en México disminuye cuando aumenta su precio real, y también se ve afectada negativamente por el precio real de la carne de res, dado que ambos productos suelen consumirse de manera complementaria.
- El precio real del aguacate no se fija de manera aislada, sino que surge de la interacción simultánea entre la oferta, la demanda y el precio medio rural, reflejando la dinámica propia de un mercado agroexportador.
- La oferta de aguacate tiende a incrementarse cuando el precio medio rural es más alto, pero se reduce ante el encarecimiento de insumos agrícolas como el fosfato diamónico, al mismo tiempo que compite por superficie con cultivos alternativos como el limón y el tabaco.
- El aguacate se comporta como un bien normal e inelástico, dado que variaciones en el precio generan cambios menores en la cantidad demandada.

1.8 Metodología

Para analizar la estructura econométrica del mercado del aguacate en México se empleó un enfoque de dos etapas. En una primera fase exploratoria se estimaron regresiones múltiples de forma independiente mediante el Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) en el software R (versión 4.4.2), con el propósito de identificar la relación preliminar entre las variables y verificar el cumplimiento de los supuestos básicos de la regresión lineal (Gujarati, 2010). Este ejercicio permitió obtener un diagnóstico inicial y orientar la especificación de las ecuaciones estructurales.

En la segunda fase, y como modelo definitivo, se aplicó un sistema de ecuaciones simultáneas resuelto mediante el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas

(MC2E), lo que permitió estimar de manera conjunta las funciones de oferta, demanda y precio, atendiendo al problema de endogeneidad que surge en mercados agroalimentarios donde las variables precio, oferta y demanda interactúan de forma simultánea.

La base de datos empleada comprende el periodo 2000-2023, serie temporal determinada por la disponibilidad de información estadística confiable. Las variables incluidas fueron:

Oferta: producción nacional de aguacate, obtenida de SIACON.

Demanda: consumo nacional aparente, calculado como producción + importaciones - exportaciones, con datos de SIACON, FAOSTAT y SIAVI. Para evitar la distorsión causada por la fuerte orientación exportadora, se modeló la producción como función del tiempo y se corrigió la tendencia antes de incorporarla al cálculo de la demanda interna.

Precio real del aguacate: obtenido del SNIIM y deflactado con el INPC (2018=100).

Precio medio rural real del aguacate: obtenido de SIACON y deflactado con el INPC (2018=100).

Precios de productos relacionados: precio real de la carne de res (SNIIM, deflactados con INPC).

Cultivos sustitutos: producción de limón y producción de tabaco (SIACON).

Costos de insumos: precio real del fosfato diamónico (DAP), obtenido de SNIIM y deflactado.

El modelo definitivo se estructuró de la siguiente forma:

1. Demanda: estimada a partir del precio real del aguacate y del precio de la carne de res como complementario.
2. Oferta: que depende del precio medio rural, los cultivos sustitutos (limón y tabaco) y el precio real del DAP.
3. Precio: explicado por la oferta y la demanda.

La estimación simultánea con MC2E permitió obtener parámetros insesgados y consistentes, superando la limitación de la estimación independiente por MCO.

Asimismo, se calcularon las elasticidades de oferta y demanda, con el fin de

interpretar la sensibilidad del mercado ante cambios en precios e insumos. Para asegurar la identificabilidad del sistema de ecuaciones simultáneas y aplicar el método de MC2E se consideró la condición de orden, propuesta por Gujarati & Porter, (2010).

1.9 Estructura de la tesis

La tesis está conformada por cuatro capítulos, desarrollados de manera secuencial para abordar los distintos componentes teóricos, metodológicos y analíticos del estudio (**figura 1**).

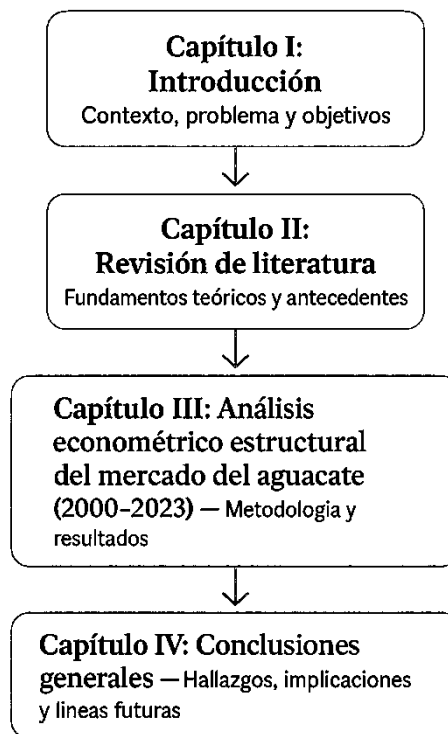


Figura 1. Estructura general del documento de tesis.

Fuente: Elaboración propia.

El capítulo I presenta el contexto general de la investigación, exponiendo la importancia económica, social y ambiental del aguacate (*Persea americana Mill.*) en la economía mexicana. Incluye los antecedentes, el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos e hipótesis, así como el alcance metodológico de la investigación.

En el capítulo II se desarrolla la revisión de literatura que sustenta el marco teórico y conceptual del estudio. Se analizan los enfoques microeconómicos de la oferta y la demanda, la teoría del equilibrio de mercado, los fundamentos econométricos aplicados a los sistemas de ecuaciones simultáneas y los principales estudios previos sobre competitividad, precios y comercio internacional del aguacate mexicano.

El capítulo III integra el análisis econométrico estructural del mercado del aguacate en México durante el periodo 2000-2023. Se describen las fuentes de información, el diseño del modelo de ecuaciones simultáneas, el proceso de estimación mediante el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E) y los resultados obtenidos en las funciones de oferta, demanda y precio. Asimismo, se presentan las elasticidades parciales y se discuten los hallazgos en relación con la literatura y el contexto agroexportador del país.

Finalmente, en el capítulo IV se exponen las conclusiones generales del estudio, que responden a los objetivos e hipótesis planteados. Se destacan las implicaciones económicas y de política derivadas del análisis y se proponen líneas de investigación futura orientadas al fortalecimiento de la sostenibilidad y competitividad del mercado aguacatero mexicano.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Contexto bibliográfico del aguacate en México

Dada la condición del aguacate como producto estratégico para la agricultura mexicana, la literatura aborda varios trabajos de investigación sobre la competitividad, la determinación de variables del mercado, los desafíos de la cadena productiva y el análisis del consumo de agua.

En cuanto a la competitividad, Torres (2009) calculó el Índice de Ventaja Relativa de Exportación (IVRE) propuesto por Vollrath en 1991 y el método de Análisis de Participación Constante en el Mercado (CMS) por sus siglas en inglés para analizar la competitividad del aguacate mexicano exportado a Estados Unidos.

Los resultados que obtuvo sugieren que existe una tendencia a diversificar la exportación de aguacate hacia mercados diferentes al estadounidense;

Menciona que es necesario fortalecer esa tendencia, además destaca la importancia de la regulación de la operación de empresas extranjeras dado que parecen obtener la mayor participación del valor agregado en la cadena productiva.

Por su parte, Cruz et al., (2020), analizaron la competitividad del aguacate mediante el cálculo del indicador de especialización Lafay, el Índice de Ventaja Comparativa Revelada (IVCR) y el índice Grubel Lloyd y encontraron que México es un país competitivo a nivel internacional. El índice de Lafay calculado fue superior a uno; lo que implica que México es exportador neto, el IVCR presentó valores muy altos indicando la presencia de ventaja comparativa revelada, y el indicador de Grubel Lloyd presentó valores de 0, lo que señala ausencia de comercio intraindustrial.

Por otro lado, los análisis estadísticos contemplan obtención de funciones de oferta y demanda mediante el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas. Méndez & Nonoal (2005) reportan que la oferta está explicada por la superficie cosechada y por el precio interno rezagado; la demanda de exportación por su rezago y el precio pagado al productor; y la demanda interna por el precio doméstico y el PIB. A escala nacional, Macías (2012) confirma el alto potencial del fruto, pero advierte la concentración en el mercado estadounidense y la vulnerabilidad asociada.

Respecto a la cadena productiva se documentan problemas tecnológicos, económicos y sociales, como la calidad de riego, tecnificación insuficiente, costos de producción elevados, volatilidad de precios, débil organización y conflictos agrarios, además de impactos ambientales como el cambio de uso de suelo y pérdida de biodiversidad (De la Tejera et al., 2013). En materia hídrica, para Tancítaro (2011-2019) se estima que 57.3% del promedio anual de precipitación se destina a la producción de aguacate (Ruíz-Sevilla & Ortiz-Paniagua, 2021).

2.2 Fundamentos teóricos

2.2.1 Teoría Económica de Oferta y Demanda

La oferta y la demanda son las fuerzas de las economías de mercado y estas determinan la cantidad que se produce de cada bien y el precio al que debe venderse al interactuar en los mercados, entendiendo por mercado toda institución social en la cual se intercambian bienes, servicios y factores productivos (Mankiw, 2019).

2.2.2 La demanda

La demanda tiene que ver con lo que los consumidores desean adquirir, por lo tanto, refleja una intención. La cantidad demandada de un bien es la cantidad de éste que los consumidores planean comprar durante un periodo de tiempo y se mide en términos de cantidad por unidad de tiempo. Algunas veces esta cantidad excede al monto de los bienes disponibles, por ende, la cantidad adquirida es menor que la cantidad demandada. (Mankiw, 2019; Parkin et al., 2010)

2.2.3 La ley de la demanda

La ley de la demanda es la relación inversa existente entre el precio de un bien y la cantidad demandada, es decir, cuando el precio de un bien se reduce la cantidad demandada aumenta, mientras que cuando el precio aumenta, la cantidad demandada disminuye (Mankiw, 2019).

2.2.4 Efecto sustitución y efecto ingreso

Esta relación inversa se explica por el efecto sustitución y el efecto ingreso. Cuando aumenta el precio de un bien, algunos consumidores que lo adquirirían comprarán una menor cantidad o incluso dejarán de consumirlo y lo sustituirán por otro bien que no haya encarecido, a este hecho se le conoce como efecto sustitución. Por otro lado, cuando aumenta el precio de un bien, además de consumir menos unidades los consumidores demandarán menos porque su poder adquisitivo se reducirá debido a la elevación de precios, dejando de consumir menos de todos los bienes y esto se conoce como efecto ingreso (Mankiw, 2019).

2.2.5 La curva de demanda

La curva de demanda ilustra la relación entre la cantidad demandada del bien y el precio del mismo, manteniendo constantes los demás factores que influyen en los planes de compra de los consumidores, en la **(Figura 2)** se muestra la curva de demanda de barras energéticas, en la cual la cantidad demandada de barras se ubica en el eje x y el precio en el eje de las y (Parkin et al., 2010).

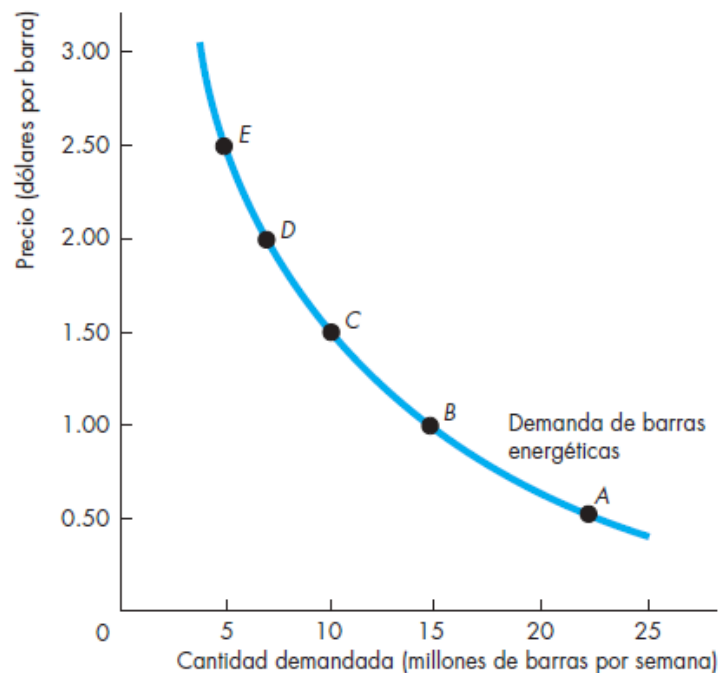


Figura 2. La curva de demanda

Fuente: (Parkin et al., 2010)

Esta relación además puede expresarse en forma de ecuación:

$$Q_D = Q_D(P)$$

2.2.6 La función de demanda

La función de demanda es la relación matemática existente entre la cantidad demandada de un bien (Q_D), su precio (P_D), el ingreso (Y), los precios de otros bienes relacionados (P_B) y los gustos (G): $Q_D = F(P_D, Y, P_B, G)$ (Mankiw, 2019).

2.2.7 Cambio en la demanda

Cuando cualquier factor distinto al precio del bien que influye en los planes de compra cambia, se origina un cambio en la demanda. En la **(figura 3)** se puede observar un aumento en la demanda de barras energéticas, gráficamente la curva de demanda se desplaza a la derecha (Parkin et al., 2010).

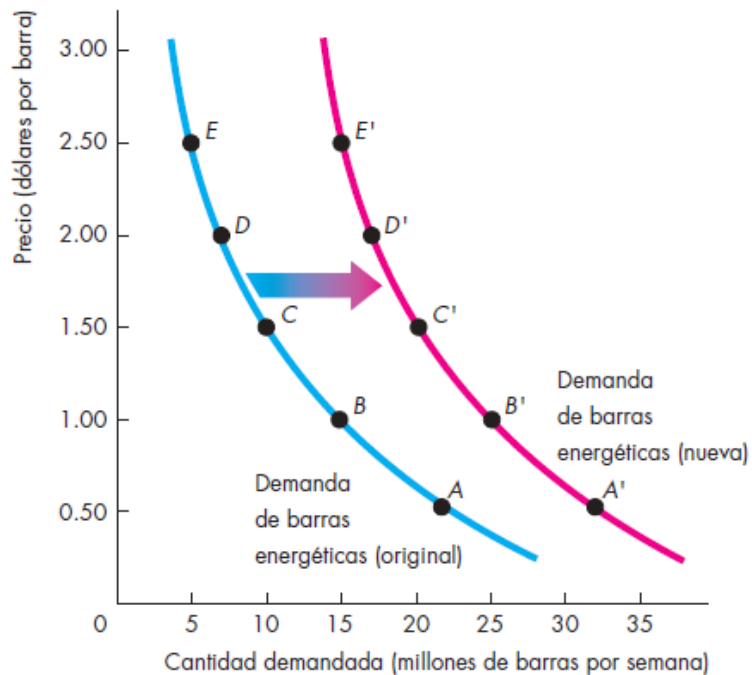


Figura 3. Aumento en la demanda

Fuente: (Parkin et al., 2010)

Factores que determinan la demanda

Los factores clave que provocan cambios en la demanda son:

- Precios de bienes relacionados
- Precios esperados en el futuro
- Ingreso
- Ingreso esperado en el futuro y crédito
- Población

- Preferencias

Los cambios en estos factores influyen en los cambios de los compradores, lo que se traduce en un cambio en la demanda. De manera equivalente, ocasionan ya sea un movimiento a lo largo de la curva de demanda o un desplazamiento de la misma (Parkin et al., 2010).

La cantidad demandada de un bien depende de las variaciones de los precios de los bienes relacionados y la influencia de una variación del precio de un bien en la curva de demanda de otro bien depende de que ambos sean sustitutivos o complementarios. Los bienes son *sustitutivos* si la subida del precio de uno de ellos eleva la cantidad demandada del otro, y los bienes son *complementarios* si la subida del precio de uno de ellos reduce la cantidad demandada del otro (Mankiw, 2019).

El ingreso de los consumidores es uno de los factores que determinan la demanda, si el ingreso incrementa, este normalmente demandará mayor cantidad de casi todos los bienes y este hecho es justamente el que permite establecer la distinción entre *bienes normales* y *bienes inferiores* (Mankiw, 2019).

Un bien normal es aquel cuya cantidad demandada para cada uno de los precios se incrementa cuando aumenta el ingreso, mientras que un bien inferior es aquel cuya cantidad demandada disminuye cuando aumenta el ingreso. Los bienes inferiores suelen ser bienes para los que hay alternativas de mayor calidad (Mankiw, 2019).

Los gustos también experimentan alteraciones que pueden ocasionar desplazamientos en la curva de demanda. Las preferencias de los consumidores se pueden alterar simplemente porque los gustos se modifiquen con el transcurso del tiempo, o bien por campañas publicitarias. Así, si varían los gustos en el sentido de que se desee demandar una mayor cantidad de un determinado producto, se originará un desplazamiento de la curva de demanda hacia la derecha, pero si la modificación es en sentido contrario, el desplazamiento será hacia la izquierda (Mankiw, 2019).

2.2.8 Oferta

El término oferta se refiere a la relación completa entre el precio de un bien y la cantidad ofrecida del mismo. La cantidad ofrecida es la suma de un bien o servicio que los productores planean vender durante un periodo dado a un precio específico, por lo tanto, la cantidad ofrecida no necesariamente es la misma cantidad que se venderá en realidad (Parkin et al., 2010).

2.2.9 Ley de la oferta

La ley de la oferta expresa la relación directa que existe entre el precio y la cantidad ofrecida: al aumentar el precio, se incrementa la cantidad ofrecida (Mankiw, 2019).

2.2.10 La curva de la oferta

La curva de oferta, representada por la curva S de la (figura 4), muestra la cantidad que los productores están dispuestos a vender de un bien a un precio dado, manteniendo constantes los demás factores. El eje de ordenadas del gráfico muestra el precio de un bien, P . Es el precio que perciben los vendedores por una determinada cantidad ofrecida, mientras que el eje de abscisas muestra la cantidad total ofrecida, Q , expresada en el número de unidades por periodo (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

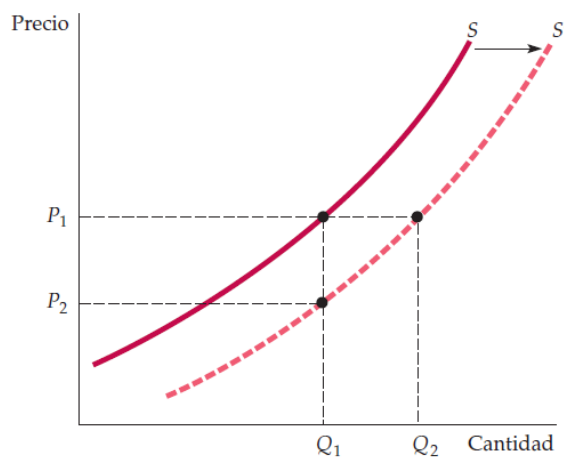


Figura 4. Curva de la oferta

Fuente: (Pindyck & Rubinfeld, 2009)

La curva de oferta es, pues, una relación entre la cantidad ofrecida y el precio. Esta relación puede expresarse en forma de ecuación:

$$Q_s = Q_s(P)$$

La curva de oferta tiene pendiente positiva, es decir, a medida que aumenta el precio más pueden y quieren producir y vender las empresas, sin embargo, el precio no es el único factor que afecta la oferta.

Factores que determinan la oferta

Al igual que en la demanda, de acuerdo con (Mankiw, 2019; Parkin et al., 2010) existen seis factores claves que afectan la oferta. Estos son:

- Precios de los recursos productivos
- Precios de los bienes relacionados producidos
- Las expectativas sobre el futuro del mercado
- Número de proveedores
- Tecnología disponible
- Estado de la naturaleza

El cambio en la cantidad ofrecida versus el cambio en la oferta

Los cambios en los factores que influyen en las ventas planeadas de los productores generan modificaciones ya sea en la cantidad ofrecida o en la oferta. De manera equivalente, provocan ya sea un movimiento a lo largo de la curva de oferta o un desplazamiento de la misma.

Un punto en la curva de oferta muestra la cantidad ofrecida a un precio determinado. Un movimiento a lo largo de la curva de oferta indica un cambio en la cantidad ofrecida. La oferta está representada por la curva completa de oferta. Un desplazamiento de la curva de oferta indica un *cambio en la oferta* tal como se muestra en la **(figura 5)** (Parkin et al., 2010).

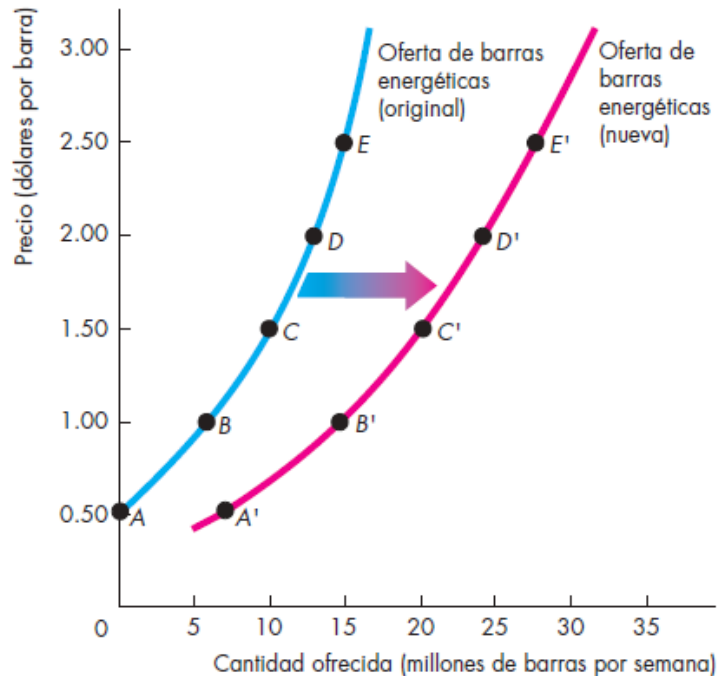


Figura 5. Cambio en la oferta: Aumento

Fuente: (Parkin et al., 2010)

2.2.11 Equilibrio de mercado

Equilibrio es la situación en que fuerzas opuestas se compensan entre sí. En los mercados, el equilibrio ocurre cuando el precio hace que los planes de compradores y vendedores concuerden entre sí. El precio de equilibrio es el precio al que la cantidad demandada es igual a la cantidad ofrecida. La cantidad de equilibrio es la cantidad comprada y vendida al precio de equilibrio, en la (figura 6) el equilibrio corresponde a 10 millones de barras por semana a 1.50 dólares, en este precio no se genera faltante ni excedente de producto (Parkin et al., 2010).

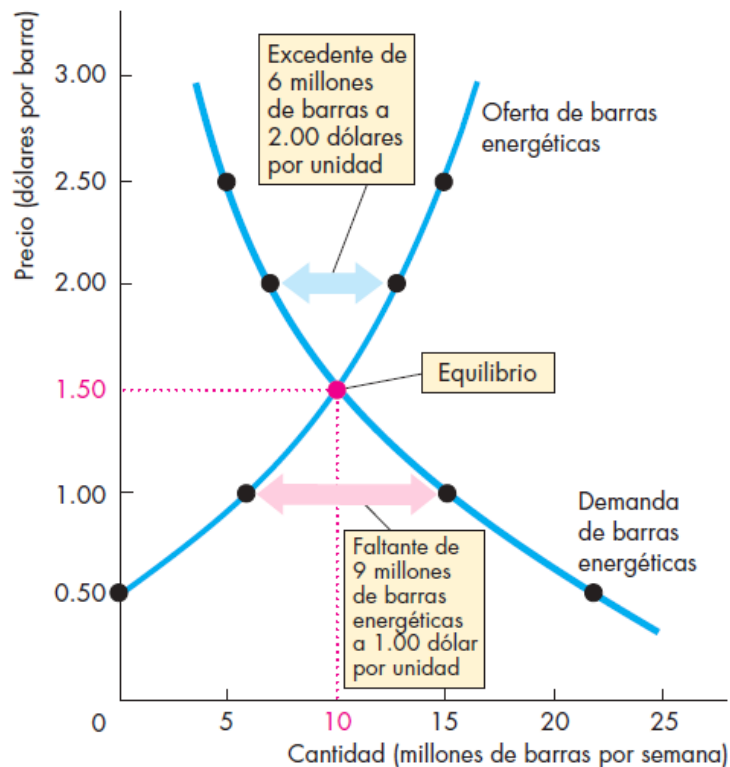


Figura 6. Equilibrio en mercado hipotético de barras energéticas

Fuente: (Parkin et al., 2010)

2.2.12 Impuestos

Definición legal de impuestos

Los impuestos son contribuciones establecidas por la ley pagadas por personas físicas y morales, distintas de las aportaciones de seguridad social, contribuciones de mejoras y derechos (González, 2009).

Definición económica de impuestos

Un impuesto es un pago obligatorio que los gobiernos locales, estatales y nacionales cobran a individuos o empresas para cubrir los costos de los servicios, bienes y actividades del gobierno general (Taxedu, 2025).

Efectos económicos de los impuestos

Cuando se grava un bien mediante un impuesto indirecto como los aplicados al

consumo, se generan dos efectos principales: aumenta el precio que debe pagar el comprador y disminuye el importe que recibe el vendedor independientemente de a quien se le imponga el tributo, por lo tanto, se reduce la actividad económica. Aunque los impuestos generan una recaudación fiscal esta no compensa totalmente lo que pierden los compradores y vendedores, esto se debe a que el impuesto encarece el precio que paga el consumidor, y al mismo tiempo, reduce el ingreso que recibe el productor. Como consecuencia, una parte de los consumidores decide no comprar y algunos productores dejan de vender, lo que provoca una reducción en la cantidad de transacciones realizadas.

De acuerdo con Rodríguez (2025), los aranceles son impuestos o tarifas que un gobierno impone a bienes y servicios importados o exportados. Su propósito principal es regular el comercio exterior, protegiendo la economía nacional, fomentando la producción local y recaudando ingresos para el Estado.

2.2.13 Elasticidades de la Oferta y la Demanda

La elasticidad mide la sensibilidad de una variable a otra. Específicamente, representa el porcentaje de cambio que una variable sufrirá cuando otra aumenta en un 1%. Por ejemplo, la elasticidad precio de la demanda mide la sensibilidad de la cantidad demandada a las variaciones del precio. Indica la variación porcentual que experimentará la cantidad demandada de un bien si sube su precio un 1 por ciento (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Elasticidades de la demanda

De acuerdo con Pindyck & Rubinfeld (2009), la elasticidad-precio de la demanda: E_p , se expresa de la siguiente manera:

$$E_p = (\% \Delta Q) / (\% \Delta P)$$

Donde la variación porcentual de una variable se obtiene al dividir su cambio absoluto entre su valor inicial, por lo tanto, la elasticidad-precio de la demanda se expresa como la relación entre la variación porcentual de la cantidad demandada y la variación porcentual del precio, lo que algebraicamente se expresa:

$$E_p = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P} = \frac{P}{Q} \frac{\Delta Q}{\Delta P}$$

La elasticidad-precio de la demanda normalmente es una cifra negativa. Cuando sube el precio de un bien, la cantidad demandada normalmente disminuye, por lo que $\Delta Q/\Delta P$ es negativo, y lo mismo ocurre con E_p , esto se ilustra en la (figura 7).

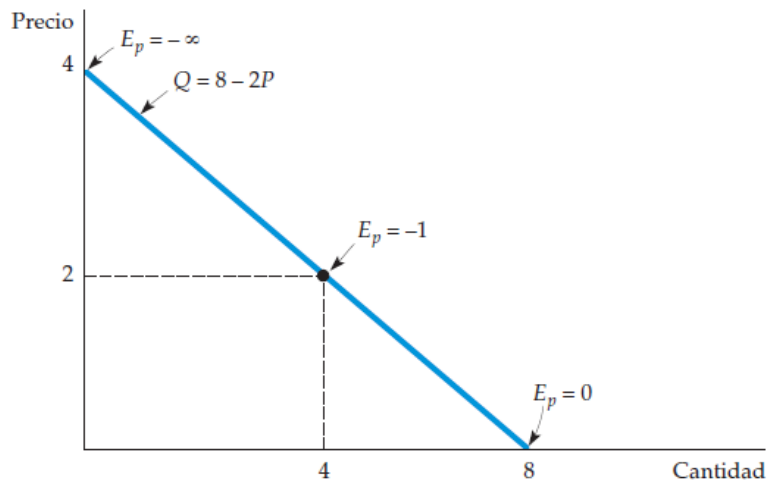


Figura 7. Curva de demanda lineal

Fuente: (Pindyck & Rubinfeld, 2009)

Si la elasticidad es mayor que 1, la demanda es elástica porque la cantidad demandada cae en mayor proporción que el aumento del precio; si es menor que 1, es inelástica. Su magnitud depende de la existencia de bienes sustitutos. Cuando existen sustitutos cercanos, la subida del precio de un bien lleva al consumidor a comprar una cantidad menor de él y una mayor del sustituto. En ese caso, la demanda es muy elástica con respecto al precio. Cuando no hay sustitutos cercanos, la demanda tiende a ser inelástica con respecto al precio. Si una diminuta variación del precio provoca una enorme variación de la demanda, se dice que la elasticidad de la demanda es infinita, y si la cantidad demandada es la misma cualquiera que sea el precio $\Delta Q/\Delta P$ es cero veáse (figura 8).

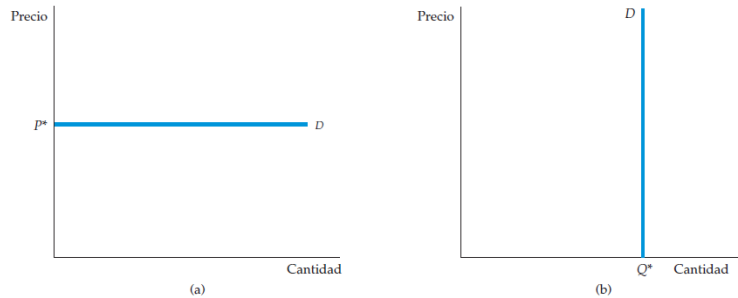


Figura 8. (a) La demanda infinitamente elástica

(b) La demanda totalmente inelástica.

Fuente: (Pindyck & Rubinfeld, 2009)

Por otro lado, la elasticidad- ingreso de la demanda es la variación porcentual que experimenta la cantidad demandada Q cuando el ingreso I aumenta un 1 por ciento:

$$E_I = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta I/I} = \frac{I}{Q} \frac{\Delta Q}{\Delta I}$$

Finalmente, la elasticidad-precio cruzada de la demanda se refiere a la variación porcentual que experimenta la cantidad demandada de un bien cuando el precio de otro bien aumenta en un 1 por ciento.

Las elasticidades de la oferta

Las elasticidades de la oferta se definen de forma similar a las de la demanda. En particular, la elasticidad-precio de la oferta mide el cambio porcentual en la cantidad ofrecida cuando el precio del bien aumenta en un 1 por ciento. Generalmente, este valor es positivo, pues un mayor precio incentiva a los productores a expandir su producción.

También es posible analizar la elasticidad de la oferta respecto a otras variables, como las tasas de interés, los salarios o los precios de insumos y bienes intermedios utilizados en el proceso productivo. Puesto que, un incremento en el costo de dichos insumos eleva los gastos de producción de la empresa (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

2.2.14 Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

El método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) es una de las técnicas más utilizadas en la econometría para estimar parámetros de un modelo de regresión lineal. Se atribuye a Carl Friedrich Gauss y consiste en encontrar la línea de regresión que mejor se ajusta a un conjunto de datos, minimizando la suma de los errores al cuadrado (Gujarati & Porter, 2010).

Para explicar este método se parte de la función de regresión poblacional (FRP) de dos variables:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$$

Donde:

- Y_i es la variable dependiente
- X_i es la variable independiente
- β_1 y β_2 son parámetros a estimar
- u_i es el término error o perturbación

En este modelo u_i no es observable, ya que representa todos los factores no incluidos explícitamente en la regresión que también influyen en Y (clima, políticas, choques externos, preferencias, etc).

Por ello, se recurre a la función de regresión muestral (FRM), expresada como:

$$Y_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i + \hat{u}_i$$

$$\hat{u}_i = Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i$$

Donde $\hat{u}_i$ son los residuos, es decir, la diferencia entre los valores observados y los estimados de Y (Gujarati & Porter, 2010).

Dado que la existencia de residuos es inevitable, resulta necesario establecer un método que permita seleccionar la recta de regresión que mejor se ajuste a los datos, minimizando la discrepancia entre los valores observados y los estimados.

De ahí que el principio central del MCO es minimizar la suma de los residuos al cuadrado:

$$\sum \hat{u}_i^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

Elevar los residuos al cuadrado no es un recurso arbitrario, sino que responde a razones estadísticas y matemáticas: evita que los errores positivos y negativos se cancelen entre sí, otorga mayor peso a los errores grandes y permite aplicar cálculo diferencial para obtener una solución analítica. Además, bajo los supuestos clásicos de la regresión lineal, este procedimiento coincide con el método de máxima verosimilitud, garantizando que los estimadores sean insesgados y eficientes (Gujarati & Porter, 2010).

La minimización de la suma de los residuos se lleva a cabo mediante diferenciación parcial respecto a los parámetros $\hat{\beta}_1$ y $\hat{\beta}_2$. Esto conduce a un sistema de ecuaciones conocido como ecuaciones normales, cuya resolución permite obtener expresiones cerradas para los estimadores:

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum X_i Y_i}{\sum X_i^2 - n\bar{X}^2}$$

$$\hat{\beta}_1 = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X}$$

De esta forma, la FRM se determina empíricamente a partir de los datos disponibles, proporcionando una representación cuantitativa de la relación entre las variables. Si bien en este trabajo se avanza hacia la utilización de modelos de ecuaciones simultáneas para atender la endogeneidad del precio, el MCO constituye el punto de partida indispensable para comprender la lógica de estimación y servir como referencia en la construcción del modelo econométrico final.

2.2.15 Análisis de Regresión Múltiple

En el análisis econométrico, la regresión lineal simple resulta útil para explicar la relación entre dos variables, pero en la práctica la mayoría de los fenómenos económicos dependen de múltiples factores. En estos casos, el modelo de dos variables resulta insuficiente y debe extenderse al marco de la regresión lineal

múltiple, que permite analizar el efecto simultáneo de varias variables explicativas sobre una variable dependiente (Gujarati & Porter, 2010).

La forma general de la función de regresión poblacional (FRP) con tres variables explicativas puede expresarse como:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i$$

Donde

Y_i es la variable dependiente

X_{2i} y X_{3i} son las variables explicativas o regresoras

β_1 es la constante o intercepto

β_2 y β_3 representan los parámetros a estimar

u_i es el término de error o perturbación estocástica

Este modelo puede extenderse a k variables explicativas sin pérdida de generalidad.

Al igual que en la regresión simple, el problema fundamental radica en estimar los parámetros desconocidos (β_j). Para una función lineal simple, el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) es suficiente, pues al minimizar la suma de los residuos al cuadrado se obtiene la recta de regresión que mejor se ajusta a los datos. En el caso de la regresión múltiple, se aplica el mismo principio del MCO, pero ahora extendido a más de una variable explicativa, de modo que la estimación busca minimizar la suma de los residuos al cuadrado en un espacio de múltiples dimensiones (Gujarati & Porter, 2010).

Modelos de Ecuaciones Simultáneas (MES)

En econometría, muchos fenómenos económicos no pueden explicarse adecuadamente mediante modelos uniecuacionales pues en la práctica, las variables económicas suelen estar interrelacionadas y determinadas de manera conjunta. En tales situaciones, la relación causal no es unidireccional, sino

bidireccional o recíproca, lo que da lugar a los modelos de ecuaciones simultáneas (Gujarati & Porter, 2010).

Los modelos de ecuaciones simultáneas permiten analizar sistemas en los que varias variables son endógenas, es decir, se determinan dentro del propio modelo, al mismo tiempo que otras variables permanecen como exógenas. Al incorporar estas relaciones recíprocas, los modelos de ecuaciones simultáneas ofrecen una representación más realista y consistente de la realidad económica. En consecuencia, constituyen una herramienta fundamental para estudiar fenómenos complejos como el equilibrio de mercados, las interacciones entre inflación y desempleo, la dinámica del ingreso y el consumo, o la relación entre inversión y crecimiento económico.

De acuerdo con Gujarati y Porter (2010) un ejemplo de modelo de ecuaciones simultáneas es el “Modelo de demanda y oferta”.

Sin embargo, la simultaneidad genera un problema metodológico central: los supuestos clásicos del modelo lineal se ven violados, pues las variables endógenas utilizadas como explicativas resultan correlacionadas con el término de perturbación. Como consecuencia, la aplicación directa del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) conduce a estimadores sesgados e inconsistentes, aun cuando el tamaño de la muestra aumente.

Para resolver este problema, la econometría ha desarrollado métodos de estimación específicos. Entre los más destacados se encuentran:

- Mínimos Cuadrados en Dos etapas (MC2E): uno de los procedimientos más utilizados, que consiste en reemplazar las variables endógenas por valores ajustados obtenidos a partir de las variables exógenas, garantizando así la consistencia de los estimadores.
- Mínimos Cuadrados en Tres etapas (MC3E): extensión del anterior, que aprovecha la estructura completa del sistema de ecuaciones para mejorar la eficiencia de las estimaciones.
- Métodos de Máxima Verosimilitud: que permiten estimar de manera conjunta todos los parámetros del sistema bajo supuestos de distribución estadística específicos.

En esta investigación se hace uso del método de Mínimos Cuadrados en dos Etapas.

2.2.16 Teorías del Comercio Internacional

Teoría de la Ventaja Comparativa

La teoría de la ventaja comparativa se entiende como la capacidad inherente de una economía para producir un bien o servicio a un menor costo de oportunidad que sus socios comerciales. Esta perspectiva sostiene que los países pueden beneficiarse del comercio internacional al especializarse en aquellos bienes que producen de manera relativamente más eficiente. Ejemplos recientes incluyen la ventaja de China en la manufactura, asociada a sus bajos costos laborales, y la ventaja de Sudáfrica en la minería, sustentada en su riqueza mineral. En este sentido, la ventaja comparativa explica la lógica de la especialización productiva y el intercambio, aunque algunos economistas contemporáneos advierten que una aplicación estricta de este principio puede derivar en la sobreexplotación y agotamiento de recursos naturales (Hayes, 2025).

Diferencias entre ventaja comparativa y competitividad.

Competitividad y ventaja comparativa no son sinónimos. La ventaja comparativa es un concepto teórico de la economía internacional asociado a la dotación relativa de factores y a costos de oportunidad “sociales”; la competitividad, en cambio, alude al desempeño observable de un país o sector en los mercados, condicionado por precios, calidad, logística, organización industrial y política pública. Distinguir ambos niveles es crucial para interpretar los resultados de comercio exterior del aguacate mexicano (Contreras, 2000).

Teoría del Desarrollo Económico

De acuerdo con la teoría del desarrollo económico de W. Arthur Lewis, el crecimiento ocurre cuando la mano de obra transita de sectores tradicionales hacia actividades más modernas y productivas. En este sentido, las empacadoras de aguacate representan un eslabón clave de transformación estructural, pues generan empleos asalariados, incorporan tecnología y agregan

valor al fruto destinado a la exportación. No obstante, su aporte al desarrollo integral depende de que los beneficios se redistribuyan y no se concentren sólo en algunos actores de la cadena Robalino (2023).

2.3 Importancia económica del aguacate

2.3.1 Evolución geográfica y agrícola del aguacate

Centro de origen del aguacate

México es considerado el principal centro de origen del aguacate (*Persea americana Mill.*), respaldado por hallazgos arqueológicos que indican que el consumo de esta fruta data de aproximadamente 10,000 años a.C., con evidencia encontrada en una cueva ubicada en Coxcatlán, Puebla. El surgimiento de esta fruta se sitúa en las regiones montañosas del centro y este de México, así como en las tierras altas de Guatemala. Dichas áreas forman parte de la región mesoamericana, igualmente reconocida como el espacio geográfico donde se llevó a cabo la domesticación de esta especie (Sánchez-Colín et al., 2001).

Expansión agrícola y regionalización del cultivo

Durante la época colonial, los españoles llevaron el aguacate a otros países de América y de Europa. A finales del siglo XIX y principios del XX, su consumo se basaba en razas mexicanas y antillanas. Con la introducción del injerto y el descubrimiento del aguacate “Fuerte”, comenzaron a establecerse las primeras huertas. En la década de 1950 a 1970 se cultivaron variedades como Hass, Fuerte, Bacon, Rincón, Zutano y criollos mexicanos. En 1963 se instalaron los primeros viveros comerciales de Hass, usando yemas certificadas de California. Con la expansión de los huertos de Hass, esta variedad desplazó a otras en el mercado nacional, y México se consideró como el principal productor y consumidor de aguacate a nivel mundial (Sánchez-Colín et al., 2001).

2.3.2 Origen de la variedad Hass

La variedad Hass, hoy dominante en el mercado mundial, surgió en la década de 1920 cuando Rudolph Hass plantó semillas en su huerto de California. Aunque al principio fue considerada poco atractiva y de baja calidad, terminó desplazando

a otras variedades, gracias a su resistencia y productividad. Lo paradójico es que Hass murió dieciséis años después de registrar su hallazgo, habiendo vendido apenas unos miles de semillas, sin imaginar que su descubrimiento se convertiría en el epicentro de una industria global que mueve millones de toneladas anuales (Sancho, 2005).

2.3.3 Situación nacional del cultivo del aguacate

Producción

En 2023, la producción nacional del aguacate alcanzó un volumen aproximado de 2,97 millones de toneladas, lo que representó un crecimiento anual de 17,0 %. La oferta se mantuvo altamente concentrada en el estado de Michoacán aportando el 72.7% de la producción total con más de 2.25 millones de toneladas, seguido por Jalisco y el Estado de México con participaciones significativamente menores (SIAP, 2024). El volumen que aportan los principales estados productores de aguacate en el país se encuentra en el cuadro 1, mostrado a continuación.

Cuadro 1. Principales entidades productoras de aguacate en México 2023

Rank	Entidad federativa	Región	Volumen (toneladas)	Variación (%) 2022-2023
Top nacional			973,344	17
1	Michoacán	Centro -Occid	2,252,783	21.2
2	Jalisco	Centro -Occid	323,228	4.7
3	México	Centro	132,47	3.7
4	Nayarit	Noroeste	76,587	2.1
5	Morelos	Centro	53,546	1.7
6	Puebla	Centro	24,009	20.7
7	Guerrero	Centro	22,518	2.6
8	Oaxaca	Sur-Sureste	17,752	24.1
9	Chiapas	Sur-Sureste	17,045	6.3
10	Yucatán	Sur-Sureste	15,834	22.1
	Resto		37,564	14

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP 2024.

Por un lado, esta estructura refleja una concentración regional que incide directamente en la dinámica de precios y en la distribución geográfica de la oferta, y por otro, la variabilidad en las tasas de crecimiento por entidad como Oaxaca (24.1%), Yucatán (22.1%) y Puebla (20.7%) sugiere la emergencia de nuevos polos productivos que podrían influir en el equilibrio del mercado a mediano plazo, tanto en términos de volumen como de localización estratégica frente a canales logísticos y comerciales.

Generación de empleo

De acuerdo con SENASICA (2020), en Michoacán (principal productor de aguacate en el país) los índices de empleo registraron un incremento del 106% durante la última década. El cultivo del aguacate michoacano genera aproximadamente 310 mil empleos directos y 78 mil empleos indirectos. Asimismo, se estima que por cada mil toneladas cosechadas se generan alrededor de 160 puestos de trabajo.

2.3.4 situación internacional

Superficie cosechada

Durante el periodo 2012-2022, la superficie destinada al cultivo de aguacate a nivel mundial experimentó una expansión sostenida, con una tasa de crecimiento anual promedio de 6.7%, alcanzando un total de 884 mil hectáreas al cierre de 2022, conforme a datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), como se observa en la (**figura 9**). En este mismo intervalo, los rendimientos globales del cultivo mostraron un aumento moderado del 0.8% anual, situándose en 10.2 toneladas por hectárea (FIRA, 2024).

En cuanto a la distribución geográfica, más de la mitad de la superficie cosechada en 2022 se concentró en cinco países: México lideró con el 26.6%, seguido de Colombia (12.5%), Perú (8.0%), República Dominicana (4.0%) y Chile (3.7%) (FIRA, 2024).

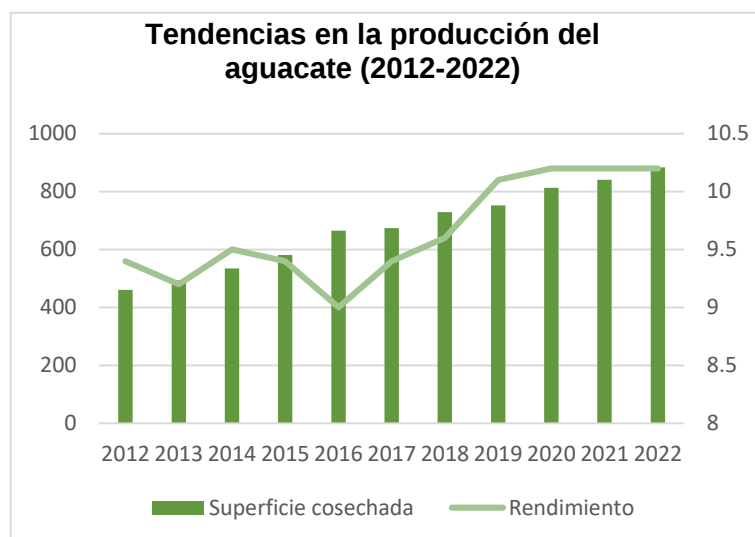


Figura 9. Superficie cosechada y rendimiento mundial de aguacate, 2012-2022
(Miles de hectáreas y toneladas por hectárea)

Fuente: Elaboración propia con datos de FIRA

Evolución del volumen y valor exportado

Entre los países con mayor relevancia en la producción del aguacate, destacan Colombia, República Dominicana y Perú, los cuales han mostrado un notable crecimiento en la superficie destinada a este cultivo, con tasas promedio anuales de 14.8%, 13.55% y 12.6%, respectivamente, durante el periodo 2012-2022, en contraste, México, considerado el principal productor a nivel mundial, presentó un incremento más moderado, con una tasa anual promedio del 5.3% en la extensión de sus áreas cultivadas (FIRA, 2024).

De acuerdo con la (**figura 10**), para el año 2022 la producción mundial de aguacate alcanzó un máximo histórico de 8.98 millones de toneladas, lo que representa un crecimiento promedio anual de 7.6% en la década previa. Este incremento se asocia principalmente con la ampliación de las superficies cosechadas y la mejora en la productividad promedio observada en los principales países productores.

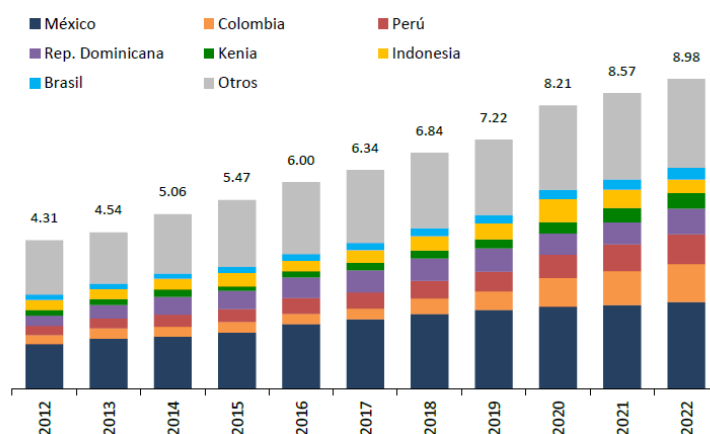


Figura 10. Producción mundial de aguacate, 2012-2022 (Millones de toneladas)

Fuente: (FIRA, 2024)

Rendimientos

En lo que respecta a los rendimientos del cultivo, durante el periodo 2012-2022, los mayores incrementos se registraron en Kenia, Colombia y México. En el caso de Kenia, la productividad por hectárea se incrementó en aproximadamente 1,3 toneladas a lo largo de la década. Por su parte, Colombia y México presentaron aumentos de 681 kilogramos y 672 kilogramos por hectárea, respectivamente, como se aprecia en la (figura 11).

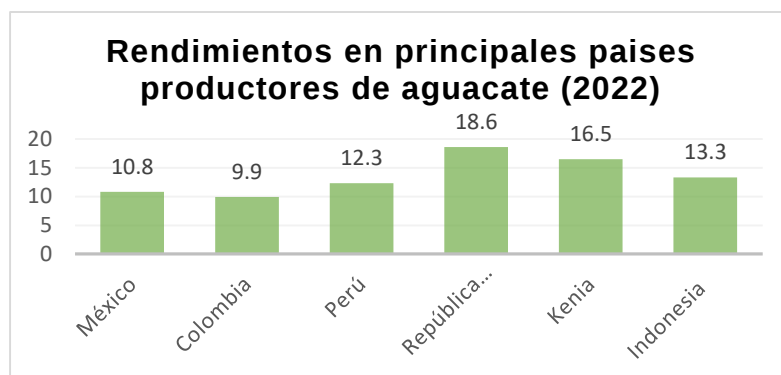


Figura 11. Rendimiento promedio en los principales países productores, 2022 (Toneladas por hectárea)

Fuente: Elaboración propia con datos de FIRA, 2024.

Consumo

En 2022, alrededor del 68% del consumo global de aguacate se concentró en los diez principales países consumidores. Entre 2012 y 2022, los cinco mayores consumidores reportaron una tasa de crecimiento promedio anual de 8.4%, alcanzando un volumen conjunto de 6.1 millones de toneladas, dentro de un total mundial estimado en 9.0 millones de toneladas. El incremento en la demanda fue particularmente notorio en economías emergentes como Colombia, República Dominicana y Brasil, donde las tasas de crecimiento anual promedio fueron de 15.3%, 11.6% y 10.2%, respectivamente. En contraste, en mercados consolidados como México y Estados Unidos, el crecimiento fue más moderado, con tasas de 7.65 y 6.2%, respectivamente (FIRA, 2024), según se observa en la (figura 12).

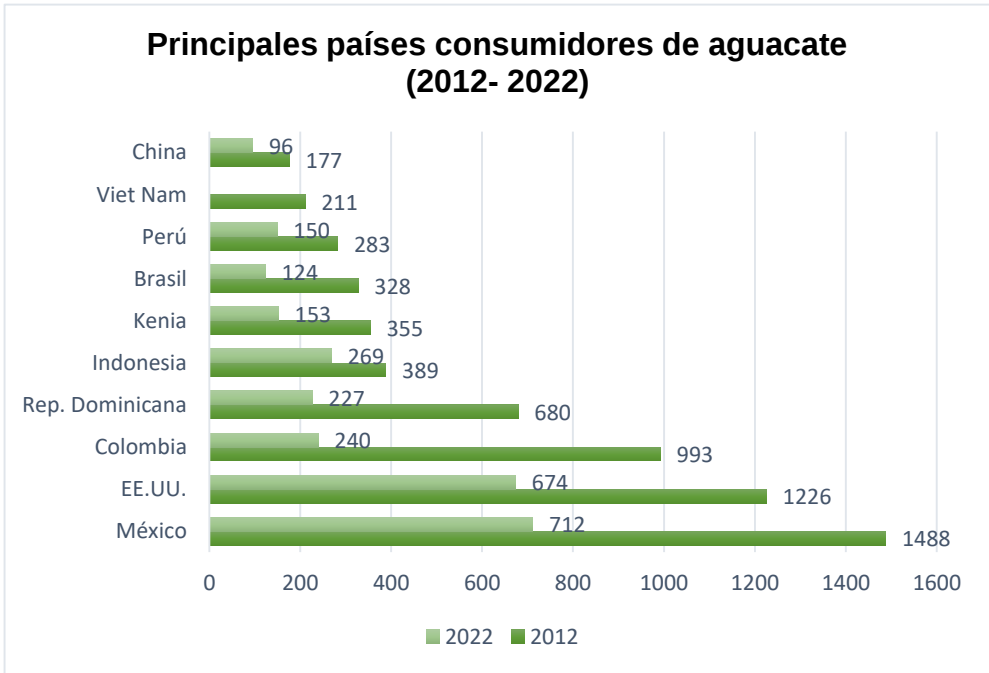


Figura 12. Principales países consumidores de aguacate (2012 y 2022)

Fuente: elaboración propia con datos de FIRA 2024.

Perspectivas

El aguacate ha pasado de ocupar un papel secundario dentro del conjunto de frutas tropicales a consolidarse como uno de los productos más dinámicos y de mayor relevancia en el comercio internacional, impulsado por una demanda

sostenida y una creciente presencia en los mercados globales. Este ascenso, caracterizado por su continuidad en el tiempo, se proyecta con una tasa de crecimiento superior a la de otras frutas durante la próxima década.

De acuerdo con estimaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y al Agricultura (FAO), la producción mundial del aguacate podría alcanzar los 14 millones de toneladas hacia 2033, cifra que representa más del triple del volumen registrado en 2013, con un crecimiento promedio anual de 3.5% (OCDE & FAO, 2024).

Estas proyecciones encuentran el respaldo en las tendencias observadas en décadas anteriores. Según Álvarez (2008), con base en series estadísticas de FAOSTAT, entre 1990 y 2005 el aguacate mostró tasas de crecimiento sostenidas en valor, volumen y precio, ubicándose entre las frutas tropicales de mayor dinamismo, junto con la papaya y el limón. En contraste, otros cultivos como el mango y la pasa presentaron resultados más modestos o incluso decrecientes.

El notable auge del aguacate se explica, en buena medida, por factores estructurales como su alta rentabilidad, los buenos rendimientos por hectárea y la consolidación de la demanda tanto en mercados tradicionales como emergentes (Díaz, 2021; Salazar-García et al., 2009; Urquiza et al., 2015). La combinación de estos elementos ha incentivado nuevas inversiones, impulsando la expansión de las zonas productoras más allá de las regiones históricamente dedicadas a este cultivo.

No obstante, se prevé que la producción mundial continúe concentrándose en un número limitado de países. México, Colombia, Perú y la República Dominicana mantendrían su posición como los principales productores, con una participación conjunta cercana al 60% del volumen global hacia 2033 (OCDE & FAO, 2024). Este dato confirma la importancia estratégica de América Latina y el Caribe en el panorama internacional del aguacate.

Liderazgo de México a nivel mundial

Los estudios sobre el comercio exterior de finales del siglo XX ya señalaban una

notable mejora en la competitividad de México dentro del mercado internacional del aguacate, especialmente frente a competidores como Israel, Sudáfrica y España. De acuerdo con el análisis de Contreras (2000), basado en el índice de ventaja comparativa revelada entre 1986 y 1997, México pasó de tener una participación marginal a consolidarse como proveedor líder en mercados estratégicos, como el francés, donde llegó a concentrar cerca del 40% de sus exportaciones. Este liderazgo se sustentó tanto en factores de eficiencia productiva y acceso comercial, como en la competitividad de los precios.

El liderazgo mexicano no solo se refleja en los volúmenes de producción, sino también en su posicionamiento comercial internacional; se proyecta que el aguacate se convierta en la fruta tropical más comercializada a nivel mundial a partir de 2025, superando a la piña y al mango. Para el año 2033, las exportaciones globales podrían alcanzar los 4,3 millones de toneladas, con un valor estimado de 10.400 millones de dólares, calculado en precios constantes de 2012-2023 (OCDE & FAO, 2024).

México continuará como el principal exportador mundial, con una participación aproximada del 53% del comercio global, sustentada en su escala productiva, su infraestructura logística y su proximidad geográfica al mercado estadounidense, principal destino de sus exportaciones. Paralelamente, Perú fortalecerá su posición como segundo mayor exportador, orientando su producción principalmente hacia la Unión Europea, donde la demanda mantiene una tendencia creciente.

Además de su relevancia económica, el aguacate ha logrado consolidar una imagen positiva entre los consumidores internacionales, asociada a sus propiedades nutricionales y beneficios para la salud. Este factor ha impulsado la expansión del consumo en países desarrollados (como Estados Unidos, la Unión Europea, el Reino Unido y Canadá), así como en economías emergentes como China y varias naciones de Oriente Medio (OCDE & FAO, 2024).

2.3.5 Costo de producción del aguacate en México

En el análisis de la formación del precio del aguacate, resulta fundamental examinar los costos de producción, ya que constituyen la base para establecer

precios de venta que cubran los gastos y garanticen rentabilidad. En este contexto, Franco et al. (2018) realizaron una estimación de los costos, rentabilidad y competitividad de tres Unidades Representativas de Producción (URP) de aguacate en el estado de Michoacán, utilizando información correspondiente al año 2013.

El estudio se llevó a cabo bajo la metodología del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) para el análisis de rentabilidad, mediante la técnica de paneles de productores, lo que permitió obtener información directa y confiable sobre las condiciones productivas.

Las tres URP analizadas mostraron diferencias significativas en cuanto a escala de producción y destino comercial. La URP de menor escala (MCAGMN03) destina el 100% de su producción al mercado nacional, mientras que las URP de escala media (MCAGEX20) y alta (MCAGEX40) orientan 80% y 90%, respectivamente, a la exportación hacia Estados Unidos. En el cuadro 2 se presentan las características principales de cada una, con el propósito de identificar las diferencias productivas y económicas entre ellas.

Cuadro 2. Características de las unidades representativas de producción de aguacate

URP	Régimen hídrico	Edad de plantación	Densidad de plantación	Variedad	Rendimiento
MCAGMN03	Sistema de riego presurizado	5 años	366 árboles	Variedad mejorada Hass-Méndez	11 t ha ⁻¹
MCAGEX20	Temporal	30 años	115 árboles	Convencional Hass	25 t ha ⁻¹
MCAGEX40	Sistema de riego presurizado	40 años	110 árboles	Convencional Hass	21 t ha ⁻¹

Fuente: Elaboración propia con datos de (Franco et al., 2018)

Donde:

- MC Estado de Michoacán

- AG Cultivo de aguacate
- MN o EX Mercado nacional o exportación
- 00 Hectáreas

A pesar de las diferencias en escala y destino comercial, las Unidades Representativas de Producción (URP) presentan un nivel tecnológico elevado, reflejado en la utilización de fertilizantes químicos y orgánicos, la aplicación de plaguicidas y la implementación de prácticas de poda de formación y saneamiento. Las actividades de cosecha, empaque y comercialización se llevan a cabo principalmente a través de intermediarios locales o empresas emparadoras, lo cual incide directamente en los costos operativos y en la determinación del precio final del producto; los costos desagregados por concepto se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Costo de producción desagregado por hectárea de aguacate en URP, Michoacán, México, 2013.

	MCAGMN03 \$ ha-1	MCAGEX20 \$ ha-1	MCAGEX40 \$ ha-1
Costos variables			
Fertilizantes	\$ 12,272.70	\$ 10,482.80	\$ 9,975.00
Plaguicidas	\$ 21,961.00	\$ 28,126.00	\$ 26,891.00
Combustibles y lubricantes	\$ 4,280.00	\$ 3,234.00	\$ 5,041.70
Reposición de herramientas	\$ 2,333.30	\$ 650.00	\$ 375.00
Mantenimiento de instalaciones	\$ 2,333.30	\$ 1,399.20	\$ 499.80
Mano de obra contratada	\$ 6,700.00	\$ 4,650.00	\$ 4,080.00
Total, costos variables	\$ 49,880.30	\$ 48,542.00	\$ 46,861.50
Costos fijos			
Depreciación	\$ 11,731.20	\$ 5,300.20	\$ 12,546.20
Seguros	\$ 3,000.00	\$ 900.00	\$ 925.00
Impuestos	\$ 166.70	\$ 50.00	\$ 25.00
Pago de servicios	\$ 4,566.70	\$ 1,428.70	\$ 5,571.50
Renta de la tierra	\$ -	\$ -	\$ -
Total, costos fijos	\$ 19,464.60	\$ 7,678.90	\$ 19,068.00
Total	\$ 69,344.90	\$ 56,220.90	\$ 65,929.20

Fuente: elaboración propia con datos de (Franco et al., 2018).

En términos comparativos, los resultados evidencian que el costo de la producción por tonelada, sin considerar el valor de la tierra, fue más elevado en la URP MCAGMN03, con un monto de \$6 304.10 t⁻¹, lo que representa un incremento de 80.7% respecto a la MCAGEX40 y de 124.3% en comparación con la MCAGEX20. Asimismo, el precio promedio recibido por tonelada por las URP exportadoras (MCAGEX20 y MCAGEX40) fue aproximadamente \$4,000 superior al obtenido por la MCAGMN03 debido a la prima de valor que ofrece el mercado estadounidense (ver cuadro 4) (Franco et al., 2018).

Cuadro 4. Resumen de investigación de costos de producción, Michoacán, 2013.

	Costos de producción	Precio de venta	Ganancia neta
MCAGMN03 \$ ha-1	\$ 6,304.10	\$ 11,000.00	\$ 4,695.90
MCAGEX20 \$ ha-1	\$ 2,811.00	\$ 15,000.00	\$ 12,189.00
MCAGEX40 \$ ha-1	\$ 3,488.30	\$ 15,000.00	\$ 11,511.70

Fuente: Elaboración propia con datos de (Franco et al., 2018).

En cuanto a la ganancia neta, excluyendo la tierra, las URP MCAGEX20 y MCAGEX40 reportaron utilidades semejantes, mientras que la MCAGMN03 presentó una ganancia \$7,493.10 t⁻¹ menor en comparación con MCAGEX20. Por otro lado, el indicador Razón de Costo Privado (RCP) -el cual evalúa si la tecnología empleada es competitiva en el entorno económico en el que opera, considerándose favorable cuando el valor es menor que uno- fue positivo para las tres unidades, lo que indica que todas resultaron competitivas y generaron ganancias superiores al costo privado (Franco et al., 2018).

El comportamiento descrito confirma que la producción de aguacate en México se ajusta a la lógica de la curva de producción, donde la eficiencia en el uso de

insumos y la orientación hacia mercados de alto valor determinan la posición en dicha curva. Las URP exportadoras (MCAGEX20 y MCAGEX40) se ubican en una fase de rendimientos crecientes, maximizando sus utilidades mediante menores costos unitarios y precios internacionales más favorables. En contraste, la MCAGMN03, orientada al mercado interno, muestra señales de aproximación al punto de rendimientos decrecientes, reflejadas en utilidades más limitadas, aunque mantienen un nivel aceptable de competitividad.

De acuerdo con estos datos, únicamente las URP orientadas a la exportación operan por encima del precio de equilibrio económico, lo que les permite alcanzar mayor eficiencia en el uso de los factores productivos y asegurar su viabilidad a largo plazo. En cambio, URP MCAGMN03, dirigida al mercado nacional, comercializa a un precio superior al financiero pero inferior al de equilibrio económico, lo que garantiza su sostenibilidad únicamente a mediano plazo (Franco et al., 2018).

En concordancia con Leos Rodríguez et al. (2005), un incremento del 10% en el precio del aguacate mexicano podría generar un aumento aproximado del 3% en la oferta hacia Estados Unidos, lo cual refuerza la importancia de los precios internacionales en la dinámica de este mercado.

2.3.6 Cadena de valor del aguacate

Con base en entrevistas realizadas a tres productores y dos propietarios de una empacadora de aguacate localizada en El Carrizal, municipio de Xalisco, Nayarit, se identificó que cerca del 70% de la producción local se comercializa hacia empresas establecidas en el estado de Michoacán. La participación directa de las empacadoras locales en la exportación resulta limitada, ya que la mayoría carece de marca propia y opera bajo esquemas de maquila para compañías michoacanas, las cuales asumen la responsabilidad del proceso exportador, principalmente hacia mercados europeos (González et al., 2023).

En Nayarit, la presencia de empacadoras informales y la falta de aplicación efectiva de la normativa ocasionan inestabilidad en los precios. En contraste, en Michoacán la legislación se cumple de manera estricta a lo largo de todo el

proceso, particularmente mediante la aplicación de la NOM-066-FITO-2002, que exige documentación como la cartilla fitosanitaria, la Constancia de Origen de Productos Regulados fitosanitariamente (COPREF), el Certificado Fitosanitario de movilización Nacional (CFMN) y el Certificado Fitosanitario Internacional (CFI) para la movilización y registro del producto (González et al., 2023).

La aplicación desigual de las regulaciones fitosanitarias entre entidades federativas genera asimetrías en la competitividad de los productos y empacadoras, afectando tanto la calidad del producto como la confianza de los compradores internacionales. Además, esta situación favorece la informalidad dentro de la cadena productiva, lo cual impacta negativamente los ingresos de los actores formales.

En cuanto al proceso de comercialización, se identifican diversos agentes con funciones específicas dentro de la cadena de distribución del aguacate. Entre ellos destacan los distribuidores mayoristas, tanto a nivel nacional como internacional, así como los intermediarios movilizadores, encargados de abastecer el comercio minorista. Para los envíos de exportación, el producto se transporta por vía terrestre desde las empacadoras ubicadas en Xalisco hacia Michoacán, donde se concentran los mayoristas exportadores, principalmente con destino a Europa. En esta última etapa, el aguacate es enviado por vía aérea con el propósito de preservar su frescura y calidad (ver cuadro 5) (González et al., 2023).

Cuadro 5. Desglose de eslabones de la cadena productiva de aguacate de acuerdo con la metodología PPI

Eslabón	Detalle de los actores	Ubicación
Producción Agropecuaria	Unidades de producción (huertas); casas comerciales de insumos agrícolas; viveros; ferreterías; proveedores de herramientas y paquetería.	Xalisco: Carrizal, Malinal, Cofradía. Nayarit: Santa María del Oro, Tepic y Jala
Manejo Postcosecha o procesamiento	Unidades de empaque (limpieza, clasificación, embalaje) y centros de acopio. Una unidad transforma el aguacate congelando la pulpa.	Xalisco: Carrizal
Comercialización o Mercadeo	Distribuidores nacionales e internacionales (mayoristas); movilizadores intermediarios para el comercio minorista.	Guadalajara, Jalisco. Michoacán. Xalisco.
Organización Empresarial	Laboratorios de inocuidad y empresas de consultoría agroalimentaria.	México. Culiacán, Sinaloa. Guadalajara, Jalisco. Xalisco. Tepic.
Servicios de Apoyo	Instituciones gubernamentales, ONGs e instituciones de educación superior que brindan capacitación, asesoría y servicios complementarios.	México. Culiacán, Sinaloa. Guadalajara, Jalisco. Xalisco. Tepic.

Fuente: (González et al., 2023).

La coexistencia de unidades productivas formales e informales dentro de la cadena constituye un obstáculo estructural para la consolidación del sector aguacatero en Nayarit, ya que impide el establecimiento de un entorno competitivo equitativo y debilita la percepción de calidad y cumplimiento normativo en los mercados internacionales.

2.3.7 Impactos ambientales y sostenibilidad

Existen graves conflictos socioambientales en torno a la producción del aguacate. Problemáticas como la pérdida de cobertura forestal y biodiversidad, el cambio de uso del suelo, la contaminación por agroquímicos, la inseguridad derivada de la presencia del crimen organizado, la precarización laboral, el despojo de tierras

y el abatimiento de fuentes naturales de agua configuran, en conjunto, el Leviatán detrás del aguacate. Su cultivo representa una tragedia socioambiental que requiere ser visibilizada y abordada de manera integral (Alarcón, 2020).

En Michoacán, principal estado productor, el auge del aguacate ha implicado altos costos ambientales y sociales. Diversas investigaciones periodísticas señalan que este cultivo ha contribuido a la deforestación de una superficie comparable al tamaño de Hawái, además de haber desplazado a comunidades indígenas. Estas dinámicas, aunadas a la presión ejercida por el crimen organizado sobre los productores y a la expansión de plantaciones ilegales, evidencian que la denominada “fiebre del oro verde” no constituye únicamente un fenómeno económico, sino también un detonante de tensiones territoriales, ecológicas y sociales (Sancho, 2025).

2.3.8 Huella del carbono del aguacate

La huella del carbono de un producto o servicio comprende el conjunto de emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero generadas a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta la gestión de los residuos (Caballero, 2023).

La mayoría de las plantaciones de aguacate dependen en gran medida del uso de fertilizantes y combustibles fósiles, lo que incrementa las emisiones de gases de efecto invernadero. En promedio, la huella de carbono del aguacate se estima en 2.5 kg de CO₂ equivalente por kilogramo, cifra que duplica la del plátano (0.9 kg CO₂/kg) y supera en más de cinco veces la de la manzana (0.4 kg CO₂e/kg), siendo solo ligeramente mayor que la del tomate (2 kg CO₂e/kg) (Davies, 2024). No obstante, estas cifras son considerablemente menores en comparación con los productos de origen animal: un kilogramo de huevo emite en promedio 4.6 kg de CO₂e, el pollo 9.8 kg de CO₂e y la carne de res alcanza hasta el 85 kg de CO₂e, evidenciando que, aunque la producción de aguacate tiene un impacto ambiental relevante, sigue siendo menos intensiva en carbono que la ganadería (Davies, 2024).

2.3.9 Huella hídrica

La huella hídrica (HH) permite cuantificar el volumen del agua consumido por una persona, empresa o producto, ya sea industrial o agrícola, dentro de una región determinada, con el objetivo de evaluar su impacto en términos de consumo y contaminación de este recurso natural (Hoekstra et al., 2011). En este sentido, la huella hídrica del aguacate se define como la cantidad de agua requerida para producir un kilogramo de fruto.

En Uruapan, Michoacán, la producción del aguacate requiere en promedio 744.3 litros de agua por kilogramo. Bajo condiciones de temporal, el consumo es de 417.1 L/kg, mientras que bajo riego asciende a 1,071.4 L/kg (Fuerte Velázquez & Tagle Chávez, 2022). En Acuitzio, el requerimiento hídrico es de 1,292.4 L/kg en temporal y 1,714.6 L/kg en riego, con un promedio general de 1,503.5 L/kg. En Morelia, el promedio es menor, con 582.9 L/kg en temporal y 1,179.7 L/kg en riego, mientras que Ziracuaretiro presenta los valores más altos, alcanzando 839.0 L/kg en temporal y 2,355.8 L/kg en riego, con un promedio de 1,597.4 L/kg. Estas diferencias obedecen principalmente a las condiciones climáticas locales: en Ziracuaretiro, las temperaturas más altas y menores precipitaciones aumentan la demanda de agua; en Acuitzio, aunque la lluvia es mayor que en Morelia, la presencia de vientos intensos también eleva el consumo hídrico (Fuerte Velázquez & Tagle Chávez, 2022).

De manera similar, Alarcón (2020) reportó que los árboles de aguacate maduros de seis metros de altura requieren entre 2,300 y 4,200 litros de agua, dependiendo de la estación del año. En conjunto, distintas estimaciones sitúan la huella hídrica del aguacate entre 1,100 y 2,000 litros por kilogramo, superando ampliamente el promedio general de las frutas (875 L/kg). Además, cada hectárea de aguacate demanda aproximadamente 8,000 m³ de agua al año, equivalentes a ocho millones de litros, para mantener un rendimiento óptimo (Bayón, 2025).

La magnitud de este consumo ha motivado múltiples investigaciones sobre su impacto en el balance hídrico regional. Por ejemplo, Ruíz-Sevilla y Ortiz-Paniagua (2021) analizaron los efectos del cultivo en el municipio de Tancítaro,

Michoacán, durante el periodo 2011-2019, mediante sistemas de Información Geográfica (SIG). Los resultados mostraron que 79.32% del área de estudio presenta precipitaciones anuales entre 800 y 1,000 mm, concentrándose en suelos agrícolas perennes, donde se ubican la mayoría de las huertas del aguacate, se estimó que el 57.3% de la precipitación anual promedio se destina a este cultivo, lo que sugiere la posibilidad de asignar un valor económico al agua para promover un uso más eficiente del recurso.

2.3.10 Deforestación

En Michoacán, la expansión de las huertas aguacateras ha implicado la deforestación de amplias zonas boscosas, particularmente en áreas de oyamel, pino y encino. Se estima que desde 1987 se han plantado más de 150 000 hectáreas destinadas al cultivo, muchas de ellas establecidas de manera irregular en terrenos forestales. Este proceso ha generado serios desequilibrios ecológicos, al afectar la recarga hídrica y la biodiversidad de la región, al tiempo que refleja la presión ejercida por el mercado internacional sobre los ecosistemas locales (Cano, 2025).

Actualmente, este cultivo ocupa cerca del 13% del territorio estatal con aptitud para su siembra y continúa expandiéndose rápidamente. Se estima que el 80% de las huertas en producción fueron establecidas de manera ilegal, mediante cambios de uso de suelo no autorizados. Cada año se pierden más de 500 hectáreas de bosque, lo que ha duplicado la superficie dedicada al aguacate. Esto implica, desde el punto de vista climático, la pérdida de la capacidad de captura de 0.5 ton/ha de carbono anuales, en contexto donde el 90% de las nuevas huertas surgen tras incendios provocados (Alarcón, 2020).

2.3.11 Precariedad laboral

En Michoacán, los jornaleros del aguacate enfrentan condiciones laborales extremas y precarias. Las cuadrillas, en su mayoría conformadas por trabajadores jóvenes y de mediana edad, no cuentan con seguro social ni prestaciones laborales; ante accidentes, ya sea por transporte o caída de ramas,

la responsabilidad recae directamente en el trabajador o en su jefe inmediato, sin respaldo formal de los empleadores. La subcontratación mediante intermediarias persiste como una modalidad dominante, evidenciando un desfase entre las regulaciones laborales y las prácticas reales del sector (Cano, 2025).

2.3.12 Daños a la salud

En Michoacán, se calcula que anualmente se emplean alrededor de 450 mil litros de insecticida, junto con 900 mil toneladas de fungicidas y 30 mil toneladas de fertilizantes. Este uso intensivo de agroquímicos se asocia con la aparición de enfermedades en la piel, el hígado, el sistema nervioso y casos de cáncer testicular en la región aguacatera (Alarcón, 2020).

Por otro lado, de acuerdo con el Sector de Michoacán, el producto Paracuat (1-1'-dimetil-4-4-bipiridilo), conocido comercialmente como Gramoxone, es de uso común en la fumigación de las huertas aguacateras, aunque se sabe que su toxicidad provoca lesiones pulmonares de carácter irreversible. Por su parte, el Malation, un insecticida organofosforado e hidrosoluble, persiste en el agua por años y es tóxico para personas y animales (Alarcón, 2020).

2.3.13 Seguridad alimentaria

La dinámica globalizadora, al incentivar la exportación del aguacate, ha generado profundas repercusiones socioeconómicas y ambientales, entre las cuales destaca la reducción del cultivo de maíz, considerado un recurso estratégico para la seguridad alimentaria nacional. En Michoacán, principal estado productor, la superficie destinada al cultivo de aguacate se ha incrementado más de diez veces en los últimos años, desplazando de manera paulatina al grano básico. Este proceso representa un riesgo para la autosuficiencia, al priorizar un cultivo orientado a satisfacer la demanda internacional, cuya derrama económica, desde una perspectiva social, no compensa la pérdida del patrimonio natural y cultural del estado (Alarcón, 2020).

2.3.14 Tenencia de la tierra

En la Meseta Purépecha de Michoacán, la expansión productiva del aguacate ha generado una transformación profunda en la estructura agraria, marcada por el traspaso de tierras comunales a productores privados, lo que ha configurado esquemas de tenencia cercanos al latifundio. Este fenómeno no solo evidencia un proceso de concentración territorial, sino que además plantea riesgos asociados a la utilización del cultivo como posible mecanismo de lavado de dinero, dada la elevada rentabilidad y opacidad en algunos eslabones de su cadena de valor (Alarcón, 2020).

2.3.15 La política agraria mexicana y el cultivo del aguacate

Apoyos o programas de Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural para el aguacate.

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) es la entidad encargada de diseñar, coordinar y ejecutar políticas, programas y acciones orientadas a fortalecer la productividad, sostenibilidad y rentabilidad de las actividades agrícolas, ganaderas y pesqueras, con el propósito de contribuir al desarrollo rural integral y a la autosuficiencia alimentaria. Si bien el portal oficial de la SADER dispone de diversos programas dirigidos al sector agrícola en general, no existe evidencia de apoyos específicos para el cultivo de aguacate. Para el año 2025, los programas vigentes aplicables de manera general a distintos cultivos son los siguientes (SADER, 2025):

- Fertilizantes para el Bienestar
- Producción para el Bienestar
- Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Agricultura
- Cosechando Soberanía
- Precios de Garantía

El papel de fideicomiso Instituidos en Relación con la agricultura en la Producción del aguacate.

Los Fideicomisos instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) son cuatro

fideicomisos públicos que forman parte de la Administración Pública Federal, en los cuales la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) funge como fideicomitente y el Banco de México como fiduciario (FIRA, 2025).

El objetivo principal de FIRA es impulsar el desarrollo del sector agropecuario, rural y pesquero mediante el otorgamiento del crédito, garantías, capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología. Su funcionamiento se basa en un esquema de banca de segundo piso, lo que significa que canaliza sus recursos financieros a través de intermediarios, como bancos comerciales, SOFOLES, SOFOMES, arrendadoras financieras, almacenes generales de depósito, cooperativas, SOFIPOS y uniones de crédito, entre otros.

Este modelo resulta de gran relevancia para cultivos de alta inversión inicial, como el aguacate, que requiere infraestructura, sistemas de riego, tecnología especializada, capacitación técnica y mano de obra calificada. Además, al tratarse de un cultivo perenne, el aguacate demanda financiamiento sostenido durante las etapas de preproducción y maduración, periodos en los que no se generan ingresos inmediatos, lo que incrementa la necesidad de apoyo financiero especializado (Estrada, 2019).

Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México (APEAM A.C.)

La Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de aguacate de México (APEAM A.C.) fue fundada en 1997 con el propósito de mantener el liderazgo del aguacate mexicano en los mercados internacionales, garantizando un producto de alta calidad, inocuidad, sabor y trazabilidad.

La APEAM funge como organismo de coordinación y representación del sector exportador, siendo el único socio cooperador reconocido por la Secretaría de Agricultura de Estados Unidos (USDA-APHIS) y por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México (SADER-SENASICA) para la exportación del aguacate mexicano hacia Estados Unidos.

A través de programas de certificación, control fitosanitario y supervisión de empaques y huertas, la APEAM ha contribuido a profesionalizar la cadena

productiva, mejorar los estándares de calidad internacional y fortalece la imagen del aguacate mexicano como un producto competitivo en los principales mercados de exportación.

2.3.16 La situación arancelaria del aguacate mexicano frente al mercado de Estados Unidos en 2025.

En febrero de 2025, se anunció la posible imposición de un arancel del 25% a las importaciones de aguacate mexicano por parte del entonces presidente de Estados Unidos, Donald Trump. Esta medida generó preocupación tanto en México como en Estados Unidos, ya que coincidió con la temporada del Super Bowl, evento en el que el consumo de guacamole alcanza su punto máximo en el mercado estadounidense. De acuerdo con datos de la Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de aguacate de México (APEAM A.C.), durante la edición de 2025 se exportaron aproximadamente 110,000 toneladas de aguacate, cifra similar a la registrada en 2024 (Guevara, 2025).

A pesar del anuncio, el aguacate mexicano mantuvo una tasa arancelaria de 0% para su ingreso al mercado estadounidense, respaldado por las disposiciones del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC). Este marco comercial permitió que Estados Unidos continuara concentrando entre el 80% y el 90% de las exportaciones totales del fruto, consolidándose como su principal destino comercial. Aunque la APEAM ha promovido estrategias de diversificación hacia otros mercados como Japón, Canadá, Europa, Centroamérica y Sudamérica, el volumen y dinamismo de las compras estadounidenses siguieron determinando el comportamiento de la industria (López, 2025).

Diversos análisis coincidieron en que la aplicación de aranceles habría generado un incremento estimado de hasta 40% en el precio del aguacate dentro del mercado estadounidense (Vargas, 2025). Según Guevara (2025), un gravamen del 25% habría elevado el precio promedio por kilogramo de 3.20 a 4.00 dólares, encareciendo también productos derivados, como el guacamole, y reduciendo la competitividad del aguacate mexicano frente a productores de Perú y Chile. Esta situación podría haber implicado pérdidas económicas para productores y

exportadores nacionales, además de obligar a la búsqueda de nuevos mercados para mitigar el impacto comercial.

En abril de 2025, se observó que mientras Colombia y Perú enfrentaron un arancel de 10 % en sus exportaciones de aguacate hacia Estados Unidos, México permaneció exento de dicha medida. La directora ejecutiva de Corpohass señaló que esta decisión colocó a los productores colombianos en desventaja, al mantener México una ventaja competitiva decisiva como principal proveedor del mercado estadounidense (El Economista, 2025).

En síntesis, la coyuntura arancelaria de 2025 evidenció la importancia estratégica del T-MEC como instrumento de protección frente a políticas proteccionistas unilaterales, al tiempo que puso de manifiesto la vulnerabilidad estructural del sector aguacatero mexicano, cuya alta dependencia de un solo mercado representa un riesgo para su estabilidad económica y comercial.

3. ANÁLISIS ECONOMETRICO ESTRUCTURAL DEL MERCADO DEL AGUACATE EN MÉXICO: 2000-2023³

Structural Econometric Analysis of the Avocado Market in Mexico: 2000– 2023

3.1 Resumen

Este estudio analiza las interrelaciones econométricas del mercado del aguacate (*Persea americana* Mill.) en México, mediante un modelo de ecuaciones simultáneas por el método de mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E). Se utilizaron series anuales del 2000 al 2023 provenientes de fuentes oficiales (SIACON, SNIIM, FAOSTAT, SIAVI e INEGI). El modelo incluye tres ecuaciones estructurales (oferta, demanda y precio) con variables endógenas interrelacionadas y exógenas que representan costos de producción, bienes complementarios y cultivos competidores. Los resultados evidencian que el precio real del aguacate está determinado de manera conjunta con la oferta y la demanda, confirmando su carácter endógeno. La demanda refleja inelasticidad al precio y la oferta reflejar rigidez productiva, evidenciando dependencia estructural del aguacate ante los costos de insumos y la demanda externa. Estos hallazgos comprueban la transmisión internacional de precios y la naturaleza agroexportadora del mercado mexicano.

Palabras clave: econometría agrícola, ecuaciones simultáneas, elasticidades, agroexportación, precios agrícolas

3.2 Abstract

This study analyzes the econometric structure of the avocado (*Persea americana* Mill.) market in Mexico through the estimation of a simultaneous equations model solved by the Two-Stage Least Squares (2SLS) method. Annual time series data for the period 2000–2023 were obtained from official sources (SIACON, SNIIM, FAOSTAT, SIAVI, and INEGI). The model includes three structural equations (supply, demand, and price) with interrelated endogenous variables and

³ Artículo enviado a la revista: Agricultura, Sociedad y Desarrollo.

exogenous variables representing production costs, complementary goods, and competing crops. Results indicate that the real price of avocados is jointly determined with supply and demand, confirming its endogenous nature. Demand exhibits price inelasticity, while supply exhibited production rigidity, reflecting the structural dependence of the crop on input costs and external demand. These findings highlight the international transmission of prices and the agro-export orientation of the Mexican avocado market, providing a methodological framework for future studies on agricultural products with high trade integration.

Keywords: agricultural econometrics, simultaneous equations, elasticities, agro-export model, agricultural prices.

3.3 Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es uno de los productos agrícolas más dinámicos en el comercio internacional y constituye un eje estratégico para la economía mexicana. México lidera la producción y exportación, con una cosecha de 2.97 millones de toneladas (Ton) en 2023, equivalente al 28% del volumen global, de las cuales Michoacán y Jalisco lideran la producción con el 72.7% y 14.9%, respectivamente (SIAP, 2024). Estas cifras reflejan no sólo la competitividad del cultivo, sino también su papel como generador de empleo rural, de divisas y su carácter transformador del territorio en las regiones productoras.

Si bien el auge aguacatero ha estado acompañado de desafíos crecientes en materia ambiental, económica y social, diversos autores han documentado los efectos de su expansión en la deforestación, el uso intensivo de recursos hídricos y la precarización laboral (Alarcón, 2020; Ruíz-Sevilla & Ortiz-Paniagua, 2021). A nivel económico, la alta dependencia del mercado estadounidense y la volatilidad de precios derivados de choques climáticos o comerciales evidencian la vulnerabilidad del sector (OCDE & FAO, 2024; Guevara, 2025). Además, los precios del aguacate han mostrado un efecto significativo en la inflación alimentaria nacional, con incrementos superiores al 6% en componentes no subyacentes del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) (García,

2024).

La literatura económica reciente se ha centrado en temas de competitividad y comercio exterior (Cruz et al., 2020; Guevara, 2025), costos y rentabilidad (Franco et al., 2018; OCDE & FAO, 2024) y cadena productiva (González et al., 2023). Si bien estos aportes han contribuido a caracterizar la estructura económica del sector, la mayoría presenta enfoques descriptivos o parciales que no permiten evaluar de manera sincrónica la interacción entre la oferta, la demanda y la formación de precios. Esta ausencia de análisis estructurales limita la comprensión de los mecanismos que explican la determinación de precios y las respuestas conjuntas de productores y consumidores frente a los cambios del mercado interno y externo. En consecuencia, se hace imprescindible un enfoque econométrico que capture las relaciones simultáneas entre las principales variables del mercado y permita identificar los factores que condicionan su equilibrio.

En este contexto, el presente estudio tiene por objetivo estimar un modelo de ecuaciones simultáneas del mercado del aguacate en México, mediante el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E), con el fin de analizar los factores determinantes de la oferta, la demanda y el precio real durante el periodo 2000-2023.

3.4 Materiales y métodos

3.4.1. Área de estudio y periodo de análisis

La investigación se realizó a nivel nacional, considerando la estructura del mercado del aguacate (*Persea americana Mill.*) en México definida por la interacción entre la producción, el consumo y precios reales. El periodo de análisis abarcó de 2000-2023, seleccionado con base en la disponibilidad de series estadísticas consistentes y verificables de fuentes oficiales. El estudio abarcó las principales zonas productoras del país, Michoacán, Jalisco, Estado de México, Nayarit, y Puebla, que en conjunto concentran más del 90% del volumen nacional (SIAP, 2024).

3.4.2. Fuentes de información y variables

La construcción de las series se basó en fuentes oficiales. Las variables

utilizadas, su descripción, unidades de medida y fuente de información se presentan en el **Cuadro 6**.

Cuadro 6. Variables y fuentes de información utilizadas en la estimación del modelo estructural del mercado del aguacate en México, 2000-2023.

Variable	Descripción	Unidad	Fuente
Oferta de aguacate (A_o)	Producción Nacional de Aguacate	Ton	SIACON
Demanda de aguacate (A_d)	Consumo Nacional Aparente = producción + importaciones - exportaciones	Ton	SIACON, FAOSTAT, SIAVI
Precio real del aguacate (PRA)	Precio Real del Aguacate en punto de venta nacional	Pesos t^{-1}	SNIIM
Precio medio rural real del aguacate ($PMRRA$)	Precio Medio Rural Real al Productor	Pesos t^{-1}	SIACON
Precio real del fosfato diamónico ($PRDAP$)	Precio Real del Fosfato Diamónico (Costo de insumo agrícola)	Pesos t^{-1}	SNIIM
Precio real de la carne de res ($PRCR$)	Precio Real de la Carne de Res (Bien complementario)	Pesos t^{-1}	SNIIM
Producción del tabaco (PT) y Producción del limón (PL)	Producción de Cultivos Competidores.	Ton	SIACON

Fuente: elaboración propia con datos de SIACON-SADER (2024), SNIIM-SE (2024), FAOSTAT (2024), SIAVI-SE (2024) e INEGI (2024).

Nota. Todas las variables monetarias se expresaron en términos reales (2018=100).

3.4.3. Variables endógenas

Las variables endógenas del sistema son aquellas determinadas simultáneamente dentro del mercado del aguacate, es decir, cuyo valor depende de la interacción entre productores y consumidores: A_d, PRA, A_o . Estas variables

están interrelacionadas, por ende, el precio influye sobre las cantidades ofrecidas y demandadas, y, a su vez, las cantidades determinan el precio de equilibrio del mercado (Pindyck & Rubinfeld, 2009; Gujarati & Porter, 2010).

3.4.4. Variables predeterminadas

Las variables predeterminadas comprenden los factores exógenos del sistema, cuyos valores se determinan fuera del modelo estructural y, por tanto, no están correlacionados con el término error. Estas variables representan condiciones de precio, costo y competencia productiva, que inciden en la oferta, la demanda y la formación de precios del aguacate en México. Las variables consideradas fueron: PRCR, PMRRA, PT, PL y PRDAP.

La selección de estas variables se sustentó en criterios teóricos y empíricos. En la función de oferta, los cultivos de limón y tabaco se consideran competidores por superficie y recursos productivos; mientras que, en la demanda, el precio de la carne de res se incluyó como bien complementario, por su acompañamiento en la dieta (Torres, 2009; Cruz et al., 2020).

3.4.5. Formulación e identificación del modelo

El diseño metodológico se basó en la teoría microeconómica de la oferta y la demanda, la cual establece que el precio de equilibrio en un mercado competitivo resulta de la interacción simultánea entre productores y consumidores (Pindyck & Rubinfeld, 2009; Parkin et al., 2010). Esta interdependencia genera el problema de endogeneidad entre las variables de precio, oferta y demanda, lo que impide aplicar el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) (Gujarati & Porter, 2010). De ahí que, se estimó un modelo de ecuaciones simultáneas (MES) mediante el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E), con el fin de obtener estimadores consistentes y resolver las relaciones causales presentes en el sistema (Gujarati & Porter, 2010).

El sistema se expresa de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}A_d &= \beta_0 + \beta_1 PRA + \beta_2 PRCR + \varepsilon_1 \\A_o &= \beta_0 + \beta_1 PMRRA + \beta_2 PT + \beta_3 PL + \beta_4 PRDAP + \varepsilon_2 \\PRA &= \beta_0 + \beta_1 PMRRA + \beta_2 A_o + \beta_3 A_d + \varepsilon_3\end{aligned}$$

Donde: ε_i representa los términos de error de cada ecuación.

3.4.6. Identificación del modelo

De acuerdo con la condición de orden, una ecuación está identificada si se cumple que

$K - k \geq m - 1$ (Gujarati & Porter, 2010), donde:

K : es el número total de variables exógenas del sistema.

k : es el número de exógenas incluidas en la ecuación

m : es el número de endógenas incluidas en la ecuación.

Una vez especificado el sistema estructural, fue necesario comprobar su identificación, con el fin de garantizar la validez de las estimaciones obtenidas mediante el método de MC2E (**Cuadro 7**).

Cuadro 7. Prueba de identificación del sistema estructural.

Ecuación	Variables predetermin adas totales (K)	Predetermina das incluidas en la ecuación (k)	Endógenas incluidas (m)	K $- k$	m $- 1$	Condición de identificación
Demanda	5	1 (PRCR)	2 (A_d , PRA)	4	1	Sobreidentificada
Oferta	5	4 (PMRRA, PT, PL, PRDAP)	1 (A_o)	1	0	Sobreidentificada
Precio	5	1 (PMRRA)	3 (PRA, A_o , A_d)	4	2	Sobreidentificada

Fuente: elaboración propia con datos de SIACON-SADER (2024), SNIIM-SE (2024), FAOSTAT (2024), SIAVI-SE (2024) e INEGI (2024).

Dado que en todas las ecuaciones $K - k \geq m - 1$, el sistema está sobreidentificado, lo que permitió estimar el modelo por el método de MC2E en el programa SAS University Edition (v.9.4), empleando PROC SYSLIN 2SLS.

3.5 Resultados y discusión

3.5.1. Análisis estadístico

Los resultados de la segunda etapa del método de MC2E evidenciaron un buen ajuste para las tres ecuaciones que conforman el sistema de oferta, demanda y precio. Los valores del coeficiente de determinación R^2 oscilaron entre 0.89 y 0.97, indicando una alta capacidad explicativa de las variables incluidas. La

significancia global de los modelos fue confirmada por los valores del estadístico $F(p<0.001)$, y los coeficientes estimados mostraron los signos teóricamente esperados, garantizando consistencia entre los resultados econométricos y los fundamentos microeconómicos del mercado del aguacate (**Cuadro 8**).

Cuadro 8. Resultados estadísticos de la estimación estructural mediante MC2E

Ecuación	Variable	Coeficiente	Error estándar	Valor t	Prob. > t	Significación
Demanda (Ad)	Intercepto	1,829,752.01	129,575.10	14.12	0.00	***
Demanda (Ad)	PRA	-1,132.47	558.27	-2.03	0.06	*
Demanda (Ad)	PRCR	-1,192.41	161.70	-7.37	0.00	***
Precio (PRA)	Intercepto	-137.59	69.01	-1.99	0.06	*
Precio (PRA)	PMRRA	2.233	0.37	6.09	0.00	***
Precio (PRA)	Ad	0.000081	0.000043	1.88	0.07	*
Precio (PRA)	Ao	0.000079	0.000022	3.58	0.00	***
Oferta (Ao)	Intercepto	-1,619,585.24	183,494.07	-8.83	0.00	***
Oferta (Ao)	PMRRA	2,802.93	1,196.35	2.34	0.03	**
Oferta (Ao)	PT	7.54	3.67	2.05	0.05	*
Oferta (Ao)	PL	1.29	0.07	17.86	0.00	***
Oferta (Ao)	PRDAP	-2,604.08	990.92	-2.63	0.02	**

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del $t - test$ muestran que la mayoría de los coeficientes fueron

estadísticamente significativos al 5% o al 1%, confirmando la relevancia de las variables incluidas en la explicación del comportamiento del mercado.

3.5.2 Análisis económico

El sistema estimado se expresa de la siguiente forma:

$$\widehat{A}_d = 1,829,752 - 1,132.47PRA - 1,192.41PRCR \quad (a)$$

$$\widehat{A}_o = -1,619,585.24 + 2,802.93PMRRA + 7.54 PT + 1.29PL - 2,604.08PRDAP \quad (b)$$

$$\widehat{PRA} = -137.59 + 2.23PMRRA + 8.06 \times 10^{-5}A_d + 7.92 \times 10^{-5}A_o \quad (c)$$

En la ecuación (a), el coeficiente de -1,132.47 asociado al precio real del aguacate *PRA* muestra una relación negativa y estadísticamente significativa al 10% ($p < 0.001$), lo que confirma la ley de la demanda: un aumento en el precio reduce la cantidad demandada. El signo del coeficiente de la variable *PRCR* también resultó negativo lo que sugiere una relación complementaria entre ambos bienes, dado su consumo conjunto en la dieta nacional como lo señalan Torres (2009) y Cruz et al (2020).

En la ecuación (c), el *PMRRA* tiene signo positivo y altamente significativo ($p < 0.001$), lo cual corrobora la transmisión de precios desde el productor hacia el consumidor final y muestra un signo positivo en el coeficiente de la oferta, lo que sugiere que, en el caso del aguacate, el precio tiende a aumentar junto con la producción. Aunque este comportamiento contradice la lógica de la competencia perfecta, refleja la estructura agroexportadora del cultivo en México. La oferta nacional responde a la demanda externa, particularmente de Estados Unidos y Europa, de modo que los incrementos en los precios internacionales se transmiten al mercado interno. Este fenómeno indica que el precio del aguacate no se determina de forma autónoma, sino en función de las condiciones de la demanda global, lo que confirma el carácter endógeno del mercado mexicano (FIRA, 2024; Lomelí, 2024).

Por último, en la función de oferta, se observa que el *PMRRA* tiene efecto positivo lo cual es consistente con la teoría. Asimismo, el coeficiente de *PT* y *PL* indican una relación positiva asociada a factores de expansión conjunta o condiciones

favorables de inversión agrícola. El *PRDAP* mostró un coeficiente negativo reflejando que mayores costos de fertilización reducen la producción.

3.5.3. Elasticidades del mercado del aguacate

Con base en los coeficientes estimados se calcularon las elasticidades de punto (Marshallianas), evaluadas en un año representativo del periodo de estudio, caracterizado por su estabilidad relativa en precios y cantidades ecuación (d), (véase el **Cuadro 9**).

$$E_{Q,x} = \beta_x \left(\frac{x_0}{Q_0} \right) \quad (d)$$

Cuadro 9. Elasticidades parciales estimadas del mercado del aguacate

Ecuación	Variable	Elasticidad	Interpretación
Demanda	PRA	-0.38	Un aumento de 1% en el precio real del aguacate se asocia con una disminución de 0.38% en la demanda, ceteris paribus.
	PRCR	-1.82	Un aumento de 1% en el precio real de la carne se asocia con una disminución de 1.82% en la demanda ceteris paribus.
Oferta	PMRRA	0.26	Un aumento de 1% en el precio medio rural real del aguacate se asocia con un incremento de 0.26% en la oferta, ceteris paribus.
	PL	0.18	Un aumento de 1% en PL se asocia con un incremento de 0.18% en la oferta, ceteris paribus.
	PT	2.44	Un aumento de 1% en PT se asocia con un incremento de 2.44% en la oferta, ceteris paribus.
	PRDAP	-0.15	Un aumento de 1% en el precio real del fertilizante se asocia con una disminución de 0.15% en la oferta, ceteris paribus.

Fuente: elaboración propia.

En términos agregados, la elasticidad-precio de la demanda confirma que el aguacate es un bien de consumo básico con respuesta inelástica al precio, mientras que la elasticidad de la oferta refleja rigidez productiva, asociada a la estructura de costos y a los ciclos de maduración del cultivo. Estos resultados son coherentes con los hallazgos de Cruz et al. (2020) y la OCDE & FAO (2024), quienes identifican un comportamiento inelástico en los principales mercados agroexportadores en México.

3.6 Conclusiones

El mercado del aguacate en México actúa bajo una estructura de equilibrio

simultáneo entre oferta, demanda y precios. Los resultados obtenidos corroboran la validez del modelo planteado: la demanda presentó el signo esperado y se comportó como inelástica al precio. En contraste, la función de precios reveló un hallazgo atípico, pero estructuralmente coherente: el coeficiente asociado a la oferta resultó positivo lo cual sugiere que, a mayor volumen de producción, el precio también tiende a incrementarse.

Al contextualizar el resultado dentro del modelo agroexportador mexicano, la interpretación adquiere plena validez. La oferta nacional responde a una demanda derivada proveniente de mercados externos altamente dinámicos, particularmente en Estados Unidos y Europa, cuyas variaciones estacionales determinan tanto el volumen como el precio del producto. En este sentido, la producción mexicana actúa más como consecuencia de las expectativas internacionales que como un determinante autónomo del precio interno.

En términos de política económica esto resalta la necesidad de diseñar estrategias que reduzcan la vulnerabilidad externa mediante la diversificación de destinos de exportación, la consolidación de canales nacionales de valor agregado y el fortalecimiento de mecanismos de estabilización de precios internos. Por otro lado, el modelo pone en manifiesto que las variaciones en los precios de los insumos, en particular el fosfato diamónico, ejercen una presión relevante sobre la producción, disminuyendo incentivos para expandir el cultivo. Estos resultados indican que es necesario implementar políticas agrícolas que mitiguen la volatilidad de los costos de producción y fortalezcan la eficiencia técnica en regiones aguacateras.

En su conjunto, el estudio aporta al entendimiento estructural del mercado del aguacate en México y propone una estrategia metodológica que puede ser aplicada al análisis de otros sistemas agroalimentarios. Finalmente, se sugiere ampliar la investigación incorporando variables ambientales y de comercio internacional con el objetivo de profundizar en los impactos del cambio climático y la integración internacional sobre la sostenibilidad del sector.

3.7 Literatura citada

1. Alarcón, P. (2020). Aguacate: 47-52. Álvarez González, E (2008). Análisis de productos hortofrutícolas exportables en términos de volumen valor y precio.
2. Cruz, D., Cauich, I., Pat, V., Gómez, A., & Espinoza, L. E. (2020). Posicionamiento internacional del aguacate (Persea americana) producido en México. Revista Mexicana de Agronegocios, (47).
3. Franco, M. A., Leos Rodríguez, J. A., Salas González, J. M., Acosta Ramos, M., & García Munguía, A. (2018). Análisis de costos y competitividad en la producción de aguacate en Michoacán, México.
4. FIRA. (2024). Panorama Agroalimentario: Aguacate 2024.
5. García, A. K. (2024). Inflación en México: los 10 productos que más incidieron en el INPC. El Economista. <https://www.eleconomista.com.mx/economia/Inflacion-en-Mexico-Los-10-productos-que-mas-incidieron-en-el-INPC-20240523-0050.html>
6. González, M. F., Vázquez Rueda, L., Ledesma Hernández, S., & Torres Chávez, M. G. (2023). Caracterización de la cadena productiva de aguacate de la microrregión de Xalisco, Nayarit. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades.
7. Guevara, R. (2025). Aguacates mexicanos y el Super Bowl: consecuencias de los aranceles de Trump. Imagen Radio. <https://www.imagenradio.com.mx/aguacates-mexicanos-y-el-super-bowl-consecuencias-de-los-aranceles-de-trump>
8. Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). Econometría (5ª ed.). McGraw-Hill.

9. Lomelí, J. (2024). ¿Por qué pagamos tan caro el aguacate en Jalisco? El Informador. <https://www.informador.mx/ideas/Por-que-pagamos-tan-caro-el-aguacate-en-Jalisco-20240712-0024.html>
10. OCDE, & FAO. (2024). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2024–2033. OECD Publishing.
11. Parkin, M., Loría, E., & Sánchez, M. A. (2010). Microeconomía: versión para América Latina. Addison-Wesley.
12. Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2009). Microeconomía (7ª ed.). Pearson Educación.
13. Ruíz-Sevilla, G., & Ortiz-Paniagua, C. F. (2021). Implicaciones de la producción de aguacate en el balance hídrico desde una perspectiva de los sistemas de información geográfica (SIG), 2011–2019. Revista Cimexus, 16(2), 11–35. <https://doi.org/10.33110/cimexus160201>
14. SIAP. (2024). Aguacate: Panorama Agroalimentario 2023. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). <https://www.gob.mx/siap>
15. Torres, V. (2009). La competitividad del aguacate mexicano en el mercado estadounidense.

4. CONCLUSIONES GENERALES

El modelo de ecuaciones simultáneas estimado mediante el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E) permitió representar de manera consistente las interrelaciones estructurales del mercado del aguacate en México durante el periodo 2000-2023. Las pruebas de identificación y los elevados coeficientes de determinación ($R^2=0.915$ para la demanda, 0.899 para el precio y 0.97 para la oferta) confirmaron la solidez estadística y econométrica del sistema,

evidenciando que las variables incluidas explican la dinámica conjunta entre oferta, demanda y precio real del aguacate (PARA).

Los resultados obtenidos corroboran la validez del modelo teórico-empírico planteado: la demanda presentó el signo esperado y se comportó como inelástica al precio, lo que coincide con la literatura que caracteriza al aguacate como un bien normal de consumo en los hogares mexicanos (Mankiw, 2019; Parkin et al., 2010). En contraste, la función de oferta reveló un hallazgo atípico pero estructuralmente coherente: el coeficiente asociado a la oferta en la ecuación del precio resultó positivo lo cual sugiere que a mayor volumen de producción, el precio también tiende a incrementarse.

Al contextualizar el resultado dentro del modelo agroexportador mexicano, la interpretación adquiere plena validez. La oferta nacional responde a una demanda derivada proveniente de mercados externos altamente dinámicos, particularmente en Estados Unidos y Europa, cuyas variaciones estacionales determinan tanto el volumen como el precio del producto (Parkin et al., 2010; FIRA, 2024). En este sentido, la producción mexicana actúa más como consecuencia de las expectativas internacionales que como un determinante autónomo del precio interno.

Diversas fuentes confirman que la demanda externa del aguacate ha permitido una trayectoria de crecimiento sostenido, esto ha generado un comportamiento de precios dominado por factores exógenos donde los picos de consumo como el Super Bowl effect en Estados Unidos (Descartes, 2024) elevan simultáneamente las exportaciones y los precios domésticos, de igual forma, cuando la demanda norteamericana disminuye, el precio en México también cae (Lomelí, 2024) evidenciando la alta dependencia del mercado nacional frente a la dinámica internacional.

En consecuencia, el signo positivo de la oferta no representa una inconsistencia econométrica, sino una manifestación empírica del carácter estructuralmente dependiente y exportador del mercado del aguacate mexicano. La elasticidad positiva entre oferta y precio real refleja la sincronización productiva con los periodos de alta demanda externa, sin que ello implique un exceso de oferta en

el mercado interno.

Este resultado aporta una lectura renovada de la estructura del mercado, donde la oferta actúa como variable endógena subordinada a la demanda internacional y el precio nacional se define en función de condiciones globales más que locales. En términos de política económica ello resalta la necesidad de diseñar estrategias que reduzcan la vulnerabilidad externa mediante la diversificación de destinos de exportación, la consolidación de canales nacionales de valor agregado y el fortalecimiento de mecanismos de estabilización de precios internos.

Finalmente, el modelo propuesto no sólo demuestra consistencia teórica y estadística, sino que constituye una herramienta de análisis replicable para otros productos agroexportadores con alta concentración geográfica y dependencia externa. La evidencia obtenida contribuye a la comprensión de los vínculos entre la globalización, estructura productiva y comportamiento de precios, reafirmando el papel del aguacate como un caso paradigmático del nuevo patrón agroalimentario mexicano.

5. LITERATURA CITADA

Alarcón Cháires, P. (2020). Aguacate: 47–52.

Álvarez, E. (2008). Análisis de productos hortofrutícolas exportables en términos de volumen, valor y precio.

Bayón, Á. (2025). El aguacate tiene muchas propiedades, pero su huella hídrica no está entre ellas. YOROKOBU. <https://yorokobu.es/huella-hidrica-aguacate/>

Caballero, A. (2023). ¿Qué es la huella de carbono de producto o actividad? <https://climate.selectra.com/es/huella-carbono/producto>

Cano, A. (2025). Jornaleros del aguacate en Michoacán, entre el cristal y la maña. <https://www.jornada.com.mx/2025/01/06/politica/003n1pol>

Contreras, J. M. (2000). La competitividad de las exportaciones mexicanas del aguacate: un análisis cuantitativo.

Cruz, D., Cauich, I., Pat, V., Gómez, A., & Espinoza, L. E. (2020). Posicionamiento

- internacional del aguacate (*Persea americana*) producido en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 47.
- Davies, T. (2024). Las razones por las que los aguacates son tan controvertidos y malos para el medio ambiente. <https://www.bbc.com/mundo/articulos/c166436le1lo>
- De Dios Hernández, D., & Madera Pacheco, J. A. (2023). Responsabilidad social en la producción de tabaco de Nayarit. ¿Un lavado de cara y de manos en la acumulación por despojo? *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 32(64), 95–115. <https://doi.org/10.20983/noesis.2023.2.5>
- De la Tejera Hernández, B., Santos O., Á., Santamaría Q., H., Gómez M., T., & Olivares V., C. (2013). El oro verde en Michoacán: ¿un crecimiento sin fronteras? *Economía y Sociedad*, XVII(29), 15–40. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=51030120002>
- Descartes. (2024). México: el mayor exportador de aguacates. <https://www.descartes.com/es/resources/blog/mexico-el-mayor-exportador-de-aguacates>
- Díaz, R. (2021). Mercado mundial de aguacate: 60 años del liderazgo de México y su impacto en la próxima década. *The Anáhuac Journal*, 21(2), 12–49. <https://doi.org/10.36105/theanahuacjour.2021v21n2.01>
- El Economista. (2025). Aranceles descolocan a aguacate colombiano frente al mexicano. <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/aranceles-descolocan-aguacate-colombiano-frente-mexicano-20250406-753749.html>
- Estrada, J. (2019). El papel del financiamiento agrícola en cultivos perennes: el caso del aguacate en México. *Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)*.
- FIRA. (2024). *Panorama Agroalimentario: Aguacate 2024*.
- Franco, M. A., Leos Rodríguez, J. A., Salas González, J. M., Acosta Ramos, M., & García Munguía, A. (2018). Análisis de costos y competitividad en la producción de aguacate en Michoacán, México. 391–403.
- Fuerte-Velázquez, D. J., & Gómez-Tagle Chávez, A. (2022). ¿Cuánta agua se requiere para producir 1 kg de aguacate? Un análisis desde la huella hídrica. *Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*.
- García, A. K. (2024). Inflación en México: Los 10 productos que más incidieron en el INPC. <https://www.eleconomista.com.mx/economia/Inflacion-en-Mexico-Los-10-productos-que-mas-incidieron-en-el-INPC-20240523-0050.html>
- González, E. (2009). Definición de impuestos. <https://diccionariojuridico.org/definicion/impuestos/>
- González, M. F., Vázquez Rueda, L., Ledesma Hernández, S., & Torres Chávez, M. G. (2023). Caracterización de la cadena productiva de aguacate de la micro región de Xalisco, Nayarit.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2395-91692022000100124

Guevara, R. (2025). Aguacates mexicanos y el Super Bowl: consecuencias de los aranceles de Trump. <https://www.imagenradio.com.mx/aguacates-mexicanos-y-el-super-bowl-consecuencias-de-los-aranceles-de-trump>

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría*. McGraw-Hill.

Hayes, A. (2025). ¿Qué es la ventaja comparativa? <https://www.investopedia.com/terms/c/comparativeadvantage.asp>

Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2011). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Routledge.

Leos Rodríguez, J. A., Kido Cruz, M. T., & Valdivia Alcalá, R. (2005). IMPACTO DE LAS BARRERAS FITOSANITARIAS EN EL COMERCIO DE AGUACATE ENTRE MÉXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA.

Lomelí, J. (2024). ¿Por qué pagamos tan caro el aguacate en Jalisco? <https://www.informador.mx/ideas/Por-que-pagamos-tan-car0-el-aguacate-en-Jalisco-20240712-0024.html>

López, A. (2025). El aguacate mexicano mantiene su acceso sin aranceles al mercado de EE. UU. bajo el T-MEC. <https://www.freshplaza.es/article/9720752/el-aguacate-mexicano-mantiene-su-acceso-sin-aranceles-al-mercado-de-ee-uu-bajo-el-t-mec/>

Macías, A. (2012). México en el mercado internacional de aguacate. *Revista de Ciencias Sociales*, 17(3). <https://doi.org/10.31876/r0s.v17i3.25580>

Mankiw, G. (2019). *Principios de economía*. McGraw-Hill.

Méndez, J., & Nonoal, J. (2005). *Estudio Econométrico del Mercado del aguacate en México*. [Tesis]

OCDE, & FAO. (2024). *Perspectivas agrícolas 2024–2033*. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/es/publications/reports/2024/07/oecd-fao-agricultural-outlook-2024-2033_e173f332/2b0c9d81-es.pdf

Parkin, M., Loria, E., & Sánchez, M. A. (2010). *Microeconomía: versión para América Latina*. Addison-Wesley.

Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2009). *Microeconomía* (7ª ed.). Pearson Prentice Hall.

Producepay. (2023). El aguacate sigue creciendo pero el mercado será cada vez más competido. <https://producepay.com/es/resources/el-aguacate-sigue-creciendo->

pero-el-mercado-sera-cada-vez-mas-competido/

- Robalino, G. A. (2023). Contribuciones de los premios nobel en economía tomo ii. In Contribuciones de los premios Nobel de Economía, Tomo II (1975-1980). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=933744>
- Rodriguez Ambriz, J. J. (2025). ¿Qué son los aranceles para el comercio exterior? <https://amcpdf.org.mx/que-son-los-aranceles-para-el-comercio-exterior/>
- Ruíz-Sevilla, G., & Ortiz-Paniagua, C. F. (2021). Implicaciones de la producción de aguacate en el balance hídrico desde una perspectiva SIG, 2011–2019. *Revista Cimexus*, 16(2), 11–35. <https://doi.org/10.33110/cimexus160201>
- Salazar-García, S., Cossio-Vargas, L. E., & González-Durán, I. J. L. (2009). La fertilización de sitio específico mejoró la productividad del aguacate “Hass” en huertos sin riego. *Agricultura Técnica En México*, 35(4), 439–448. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000400009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Sánchez-Colín, S., Mijarez-Oviedo, P., López-López, L., & Barrientos-Priego, A. F. (2001). Historia del aguacate en México. Fundación Salvador Sánchez Colín.
- Sancho, X. (2025). La fiebre del oro verde.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2025). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno de México. Gobierno de México. Recuperado el 15 de julio de 2025, de: <https://www.gob.mx/agricultura>
- SENASICA. (2020). Aguacate michoacano igual a empleo y bienestar. <https://www.gob.mx/senasica/articulos/aguacate-michoacano-igual-a-empleo-y-bienestar>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2024). Aguacate: Panorama agroalimentario 2023. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). <https://www.gob.mx/siap>
- TaxEdu. (2025). Impuesto. Recuperado el 15 de julio de 2025 de: <https://taxfoundation.org/taxedu/glossary/tax/>
- Torres, V. (2009). La competitividad del aguacate mexicano en el mercado estadounidense.
- Urquiza, P., Sebastián, L., Rebollar, R., Juárez, C., Martínez, H., & Tenorio, G. (2015). Análisis de viabilidad económica para la producción comercial de aguacate Hass. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 19(36), 1325–1338.
- Valdés, A. S., & Rodríguez, G. S. (2021). The avocado cluster in Mexico: Sustained growth from production and market development. *Revista Iberoamericana de Viticultura Agroindustria y Ruralidad*, 8(24), 21–35. <https://doi.org/10.35588/rivar.v8i24.5165>

Vargas, O. (2025). Aranceles a México: aguacate, el “oro verde” en riesgo de encarecerse por falta de acuerdo; ¿se olvida del Super Bowl?
<https://www.infobae.com/mexico/2025/03/04/aranceles-a-mexico-aguacate-el-oro-verde-en-riesgo-de-encarecerse-por-falta-de-acuerdo-se-olvida-del-super-bowl/>