



Enseñar la explotación de la tierra,
no la del hombre

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

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

**ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN
MÉXICO**

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

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

Presenta:

NOEL LÓPEZ LÓPEZ

Bajo la supervisión de: DR. IGNACIO CAAMAL CAUICH.

CHAPINGO. ESTADO DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2025



ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN MÉXICO

Tesis realizada por el Ing. Noel López López bajo la supervisión del comité asesor indicada, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS NATURALES

DIRECTOR:



DR. IGNACIO CAAMAL CAUICH

CO-DIRECTOR:



DRA. ZULIA HELENA CAAMAL PAT

ASESOR:



DR. JOSÉ ANTONIO ÁVILA DORANTES

ASESOR:



DRA. VERNA GRICEL PAT FERNANDEZ

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Antecedentes	16
1.2 Planteamiento del problema	18
1.3 Justificación	19
1.4 Hipótesis	20
1.5 Objetivos	20
1.5.1 General.....	20
1.5.2 Específicos	21
1.6 estructura del documento.....	21
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	23
2.1 Fundamentos teóricos del uso de la regresión	23
2.2. Aplicaciones econométricas de la regresión en el sector agrícola	25
2.3. Comercio exterior y balanza comercial del café mexicano	27
2.4. Distribución territorial y producción cafetalera en México	30
2.5 Panorama nacional del café en México	33
2.6 referencias	36
3. DETERMINANTES ECONÓMICOS Y EXPLICATIVOS DE LA PRODUCCIÓN CAFETALERA EN MÉXICO (1960-2024).....	40
3.1 Resumen.....	40
3.2 Abstract.....	40

3.3 Introducción	41
3.4 Materiales y métodos	43
3.5 Resultados y discusión.....	46
3.5.1 Análisis general del modelo	46
3.5.2 Análisis de los coeficientes e interpretación económica	48
3.6 Conclusiones	51
3.7 Literatura citada	52
4. CONCLUSION GENERAL.....	55
5. LITERARURA GENERAL	56

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Exportaciones, importaciones y saldo comercial del café mexicano, 2010–2023.....	29
Cuadro 2: Estados productores de México	32
Cuadro 3:	34
Cuadro 4. Resultados estadísticos de la regresión lineal múltiple de la producción de café	47
Cuadro 5. Estimadores del Modelo de regresión lineal múltiple de la producción de café.	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de los principales estados productores.....	31
Figura 2 Comportamiento de la producción en relación de la superficie.....	35

ABREVIATURAS USADAS

BIE-INEGI:	Banco de información Económica, Instituto Nacional de Estadística y Geografía
SADER:	Secretaria de Agricultura y Desarrollo
SIAP:	Servicio de Información de Agroalimentaria y Pesquera
SIACON:	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
OIC:	Organización Internacional del Café
SIE-BANXICO:	Sistema de Información Económica, Banco de México
t:	Toneladas
ha:	Hectáreas
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
MCO:	Mínimos Cuadrados Ordinarios
ANOVA:	Análisis de varianza
CEPAL:	Comisión económica para América Latina y el Caribe
CENICAFE:	Centro Nacional de Investigaciones del Café
CONABIO:	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
IANES:	Instituto Nacional de la Economía Social
SENASICA:	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad
CNAPA:	Consumo Nacional Aparente de Productos Agrícolas
CONASAMI:	Comisión Nacional de Salarios Mínimos
INPC	Índice Nacional de Precios al Consumidor

DEDICATORIA

A mis padres,

Reina Yolanda López Sánchez y Paulino López Hernández quien han sido mi inspiración, motor y fuerza para superarme en la vida.

A mis hermanos,

Con un profundo cariño que, aunque estando separados han sido parte importante de mi trayectoria educativa y motivación para superarme.

A mis abuelos

El señor Juvencio y la señora Margarita quienes han sido parte importante desde mi niñez, mi educación y por haberme dar un techo y comida, a mis abuelos paternos esperando se sientan orgullosos desde el cielo.

A mis amigos

Quienes me han brindado su apoyo incondicional en cada momento. A cada uno de ustedes les agradezco profundamente su presencia

A mis mascotas

Porque también son parte de mí, mis perritos Zuky, Beila, Zeus y mi gatito: Chickennugget.

A mis Inspiraciones,

A quienes me han enseñado el significado de resiliencia y que el esfuerzo siempre tiene grandes recompensas, mis Coaches, profesores, Cristiano Ronaldo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la Universidad Autónoma Chapingo por brindarme una educación de calidad, así como la oportunidad de desarrollarme académicamente.

Agradezco a los profesores investigadores del posgrado de la División de ciencias Económico Administrativas (DICEA), por los valiosos conocimientos compartidos durante mi formación.

Agradezco a los miembros del jurado por las atenciones prestadas y el tiempo que dedicaron para la realización de este trabajo: Dr. Ignacio Caamal Cauich, Dra. Zulia Helena Caamal Pat, Dr. José Antonio Ávila Dorantes y la Dra. Verna Gricel Pat Fernández

Agradezco profundamente al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) por haber financiado mi formación académica de posgrado, permitiéndome desarrollarme profesionalmente y llevar a cabo este trabajo de investigación.

Agradezco a todas aquellas personas que me motivaron a desarrollarme en esta línea de investigación, a mis Toros Salvajes, al Dr. Salvador Vásquez Muñoz, Dr. Fermín Romero Sandoval, por su apoyo para y preparación para realizar una maestría.

Agradezco profundamente a quienes se han convertido en mi segunda familia, la familia Soto Arizaga, sra Ofelia, sr. Fernando, David y Marla, por abrirme las puertas de su casa y compartirme de su comida y su apoyo incondicional mi más profundo agradecimiento.

A mi madre por su amor incondicional, su apoyo en todo momento, por ser mi inspiración, y mi maestra en la vida, agradezco profundamente, así como a mi padre y mi hermano Ángel quien ha sido mi compañero de vida, de aventuras y una de mis mayores motivaciones en la vida. De igual manera a mis abuelos Juvencio y Teresa, mi tía Dorotea y sus hijos, Grisel, Hania y Edwin.

A mis amigos más cercanos David, Marla, Jorge, Darío (paquito), Johanny, Addí, Chava, Martín, Víctor Manuel, Andrea, Fernanda, Ximena, Alonso y los Quetzales, quienes han sido parte importante de esta etapa, por apoyarme y motivarme a no rendirme, por mejorar, darle sentido y darme buenos momentos de alegría.

Agradezco la inspiración que me ha brindado Cristiano Ronaldo, cuyo ejemplo de disciplina, constancia y superación personal fortaleció mi motivación durante la elaboración de este trabajo.

Al pueblo México, por darme la oportunidad de tener una formación profesional de calidad a través de la educación pública.

DATOS BIOGRAFICOS

Datos personales

Nombre:	Noel López López
Fecha de nacimiento:	31 de agosto de 1998
Lugar de nacimiento:	Heroica Ciudad de Tlaxiaco Oaxaca
CURP:	LOLN980831HOCPPLO9
Profesión:	Ingeniero Mecánico Agrícola
Cedula profesional:	13811244

Desarrollo académico

Licenciatura:	Licenciatura en Ingeniería Mecánica Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. 2018-2022
Maestría	Maestría en economía Agrícola y de los recursos Naturales, Universidad Autónoma Chapingo. 2023- 2025

RESUMEN GENERAL

Análisis de los factores económicos que determinan la producción de café en México¹

El café constituye uno de los cultivos agrícolas más relevantes en México, por su importancia económica, social y generación de ingresos en las regiones rurales, ocupa el lugar catorce como productor. El presente estudio tuvo como objetivo identificar los factores económicos determinantes de la producción cafetalera en México, mediante la estimación de un modelo de regresión lineal múltiple, utilizando series temporales comprendidas entre 1960 y 2024. Los datos se obtuvieron de fuentes estadísticas como el Banco de Información Económica (BIE-INEGI), el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SADER), el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON-SADER), la Organización Internacional del Café (OIC) y el Sistema de Información Económica del Banco de México (SIE-Banxico). La variable dependiente del modelo correspondió a la producción de café, explicada por variables como la superficie cultivada, los precios internacionales, los precios reales de insumos y los rezagos de producción y precios del café. Los resultados muestran que el estadístico F calculada=207.72 > F tabulada=2.15 indica que las variables del modelo explican las variaciones de la producción y la $R^2 = 0.974$ refleja que las variables exógenas (superficie cosechada, precios reales, rezagos y otras) explican una proporción muy elevada de la variabilidad de la producción de café, reflejando un elevado ajuste. Los resultados indican que la superficie cultivada, la producción rezagada y los precios diferidos en dos y cuatro periodos constituyen los principales determinantes positivos de la producción, mientras que los precios internacionales y algunos rezagos de precios ejercen efectos negativos. En conjunto, los resultados evidencian que la producción cafetalera en México depende principalmente de la superficie cultivada y de los rezagos de precios.

Palabras clave: producción de café, precio del café, superficie cosechada, modelo econométrico, variables económicas.

¹ Tesis de Maestría en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales, Universidad Autónoma Chapingo.
Autor: Ing. Noel López López
Director de tesis: Dr. Ignacio Caamal Cauich

GENERAL ABSTRACT

Analysis of the economic factors that determine coffee production in Mexico²

Coffee is one of the most important agricultural crops in Mexico due to its economic and social relevance and its contribution to income generation in rural regions. Mexico ranks fourteenth among the world's coffee-producing countries. The objective of this study was to identify the economic factors that determine coffee production in Mexico by estimating a multiple linear regression model using time series data from 1960 to 2024. Data were obtained from official statistical sources, including the Economic Information Bank (BIE-INEGI), the Agrifood and Fisheries Information Service (SIAP-SADER), the Agrifood Information Consultation System (SIACON-SADER), the International Coffee Organization (ICO), and the Economic Information System of the Bank of Mexico (SIE-Banxico). The dependent variable of the model corresponds to coffee production, explained by variables such as cultivated area, international prices, real input prices, and lagged values of production and coffee prices. The results show that the calculated F statistic (207.72) exceeds the tabulated F value (2.15), indicating that the model variables significantly explain production variations. And the coefficient of determination ($R^2 = 0.974$) reveals that the exogenous variables—harvested area, real prices, lags, and others—account for a very high proportion of the variability in coffee production, reflecting a strong model fit. The findings indicate that cultivated areas, lagged production, and prices deferred by two and four periods are the main positive determinants of production, while international prices and some price lags exert negative effects. Overall, the results demonstrate that coffee production in Mexico depends primarily on the cultivated area and price lags.

Keywords: coffee production, coffee price, harvested area, econometric model, economic variables.

² Master's Thesis in agricultural and natural resource economics, Universidad Autónoma Chapingo.

Author: Eng. Noel Lopez Lopez

Thesis Advisor: Dr. Ignacio Caamal Cauich

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de café llegó a México a inicios del siglo XVIII y, desde entonces, se convirtió en una actividad agrícola decisiva por su contribución económica y social. Este grano se produjo principalmente en zonas montañosas caracterizadas por alta biodiversidad, como las regiones de Chiapas, Guerrero y Veracruz, donde además funcionó como un componente central de los sistemas productivos rurales. Para muchas comunidades, especialmente indígenas, el café representó tanto un medio de subsistencia como un cultivo compatible con prácticas de conservación debido al manejo tradicional bajo sombra.

Durante el ciclo agrícola 2017-2018, las áreas destinadas al café alcanzaron cerca de 712 mil hectáreas y produjeron alrededor de 859 mil toneladas de café cereza. El valor económico generado superó los 4 900 millones de pesos, conforme a las estadísticas publicadas por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2019). Estos indicadores evidenciaron la relevancia del cultivo dentro de las actividades agropecuarias nacionales.

El impacto social del café en México fue amplio, pues una parte considerable de la población participó en alguna etapa de su cadena productiva, desde la siembra hasta la comercialización. Las cifras oficiales indicaron que la mayoría del volumen nacional provino de pequeños productores que cultivaron superficies reducidas, generalmente menores a cinco hectáreas (SADER, 2019). Esta estructura productiva ocasionó que el cultivo desempeñara un papel decisivo en la economía familiar de miles de hogares rurales, especialmente en regiones con altos niveles de marginación, donde representó una de las principales fuentes de ingreso y empleo.

En el ámbito del comercio internacional, el café continuó siendo uno de los principales productos agroalimentarios que México colocó en el exterior. De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2024), las exportaciones de café verde y procesado mostraron un comportamiento favorable durante los últimos años, lo que permitió mantener un saldo comercial

positivo superior a los 500 millones de dólares anuales. Los mercados de Estados Unidos y diversos países europeos, como Alemania y Bélgica, concentraron la mayor parte de las compras del grano mexicano (SIAP, 2024; OIC, 2023).

México fortaleció su posición como productor de café arábica de calidad en los mercados internacionales. Para 2022, la producción nacional superó el millón de toneladas y las exportaciones de café cereza alcanzaron más de 127 mil toneladas, con un valor aproximado de 714 millones de dólares (SADER, 2024). Estos resultados evidenciaron la relevancia del sector dentro de las exportaciones agropecuarias del país, aunque también pusieron de manifiesto los retos persistentes en materia de productividad, escalamiento y competitividad internacional.

En contraste con el volumen exportado, las importaciones de café principalmente de productos solubles o mezclas industriales representaron menos del diez por ciento del consumo total. Esta proporción confirmó que el país mantuvo una posición de exportador neto del grano, contribuyendo de manera importante a la generación de divisas y al equilibrio de la balanza agroalimentaria (FAOSTAT, 2024).

El desempeño de la cafecultura mexicana varió notablemente a lo largo de las últimas décadas. Durante los años setenta y ochenta, el cultivo se situó entre las actividades agrícolas más significativas por su aporte económico, su extensión territorial y la generación de empleo (Díaz Cárdenas, 1993). Sin embargo, a partir de los noventa la situación cambió de manera considerable tras la disolución del Convenio Internacional del Café y los procesos de apertura comercial, lo que coincidió con una etapa de bajos precios internacionales y con la aparición de diversos problemas productivos. Estos factores redujeron la superficie dedicada al cultivo, afectaron los rendimientos e impulsaron una desaceleración general de la producción (Perfect Daily Grind, 2020).

Aunque en los años recientes se observó cierta recuperación, persistieron condiciones estructurales que limitaron un crecimiento sostenido, entre ellas la predominancia de sistemas tradicionales, el lento reemplazo de plantaciones, la

baja inversión y la creciente exposición de los cultivos a eventos climáticos extremos (Martínez Torres, 2022).

La competitividad del café mexicano estuvo estrechamente condicionada por el comportamiento del mercado internacional, donde los precios presentaron una marcada volatilidad asociada a factores climáticos, variaciones en la oferta de países líderes como Brasil y Vietnam, y movimientos financieros vinculados a los mercados de futuros (FAO, 2023; OIC, 2023). Estas fluctuaciones influyeron de manera directa en los ingresos de los productores nacionales y generaron incertidumbre para la planificación productiva.

Durante la última década, los precios del arábica mostraron descensos y recuperaciones pronunciadas, pasando de niveles históricamente altos a periodos de cotizaciones considerablemente bajas. Esta inestabilidad limitó los incentivos para renovar cafetales y afectó la rentabilidad de muchas unidades productivas (OIC, 2023).

Ante estas condiciones del mercado, resultó necesario analizar qué factores influyeron de manera significativa en la producción de café en México. Entre las variables que habitualmente explicaron la oferta destacaron la superficie cultivada, los precios internos y externos, la disponibilidad de insumos y los efectos derivados de la producción previa. Para evaluar el impacto de estos elementos, se empleó un modelo de regresión múltiple con variables transformadas en logaritmos, lo cual permitió estimar elasticidades e interpretar cómo respondió la producción ante variaciones proporcionales en cada factor. Con ello se buscó obtener evidencia empírica que contribuyera al diseño de políticas orientadas a fortalecer la actividad cafetalera.

La presente investigación tuvo como propósito fortalecer la comprensión del comportamiento productivo del café en México mediante estimaciones y análisis de las elasticidades que permitieron evaluar la influencia de los principales factores que intervinieron en la oferta. Además de su aportación metodológica, el estudio ofreció una perspectiva actualizada sobre la situación del sector y contribuyó a la discusión sobre la sostenibilidad del cultivo, la capacidad de

adaptación de los productores y las posibilidades de crecimiento productivo en un entorno caracterizado por la competencia internacional y diversas condiciones económicas.

1.1 Antecedentes

Diversos estudios examinaron los factores que influyeron en la oferta de café en México desde enfoques económicos y productivos. Entre los elementos más analizados destacaron la superficie destinada al cultivo, la evolución de los precios, los costos de insumos y la eficiencia productiva por hectárea. Un trabajo relevante fue el de García Ramírez (2003), quien elaboró un modelo de ecuaciones simultáneas para explicar el funcionamiento del mercado cafetalero entre 1960 y 2000. Los resultados mostraron interacciones recíprocas entre oferta, demanda y precios, y señalaron que tanto la superficie cultivada como los precios internacionales ejercieron un papel determinante sobre la producción. Además, el estudio destacó que la oferta tendió a presentar cierta persistencia a lo largo del tiempo debido a la naturaleza perenne del cultivo.

El trabajo de Martínez Damián y Salinas Callejas (2004) profundizó en la reacción de la oferta de café ante variaciones en los precios, encontrando que los productores mostraron poca capacidad de ajuste en el corto plazo. Esto sugirió que los cambios de precios no generaron modificaciones inmediatas en los niveles de producción, lo que pudo atribuirse a restricciones estructurales, a la falta de capital para reconvertir plantaciones y al carácter de largo plazo que caracterizó a los cultivos perennes. De manera complementaria, Terrones-Cordero y Sánchez-Torres (2013) evaluaron la demanda de insumos agrícolas y señalaron que tanto la tierra como la mano de obra mostraron una mayor sensibilidad ante variaciones en los precios que otros insumos. En contraste, los precios de fertilizantes y otros costos intermedios registraron una respuesta reducida, lo que reforzó la idea de que la oferta agrícola tendió a ser rígida frente a cambios de corto plazo en el mercado.

Investigaciones más recientes, como las de Larios Saldivar (2019) y Salazar (2019), integraron variables relacionadas con los costos de producción, el precio real de los fertilizantes y las condiciones climáticas para explicar los cambios en los rendimientos del café, e indicaron que el uso de tecnología adecuada y el acceso a insumos de calidad tuvieron un efecto directo sobre la productividad. Paralelamente, organismos como la FAO (2023) y la OIC (2023) advirtieron que la competitividad del sector continuó limitada por la dispersión de los sistemas productivos, los bajos niveles de renovación de plantaciones y la persistente inestabilidad de los precios internacionales.

La literatura sobre comercio internacional también aportó elementos relevantes para comprender la dinámica del sector. Valencia Sandoval (2023) examinó la presencia de México en el mercado europeo y concluyó que, a pesar de ciertos avances, la competitividad del café mexicano se vio limitada por factores estructurales y por la baja transmisión de precios a lo largo de la cadena. Por su parte, Akaki (2006) analizó la integración del país en las cadenas globales del café y destacó cómo estos procesos reconfiguraron la producción y el comercio, revelando la importancia del contexto internacional para interpretar los cambios en el sector.

En conjunto, los estudios revisados coincidieron en que la oferta cafetalera nacional estuvo condicionada por aspectos estructurales como la superficie y el tipo de manejo, variables económicas relacionadas con precios e insumos, y factores que reflejaron la dinámica temporal del cultivo, como los rezagos productivos. No obstante, la mayoría de estas investigaciones se centraron en periodos relativamente cortos o en enfoques parciales, lo que dejó espacio para un análisis más amplio y actualizado. En este contexto, el presente estudio propuso estimar elasticidades de producción mediante un modelo de regresión lineal múltiple, con el objetivo de identificar los determinantes que influyeron de manera significativa en la evolución de la producción de café en México entre 1960 y 2024.

1.2 Planteamiento del problema

El cultivo de café ocupó un lugar central dentro del sector agrícola mexicano debido a la magnitud de personas que dependieron de él y a su presencia en regiones rurales del sur y sureste del país. Las estadísticas de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural indicaron que cientos de miles de productores participaron directamente en esta actividad y que su cadena productiva generó más de un millón de empleos indirectos (SADER, 2023). No obstante, y pese a su relevancia económica y social, el sector enfrentó problemas estructurales persistentes que limitaron su competitividad y su capacidad para sostener un crecimiento estable.

Durante las últimas décadas, la caficultura mexicana mostró variaciones considerables en sus niveles de producción. Estas fluctuaciones se relacionaron con una combinación de factores internos, entre ellos el deterioro de las plantaciones, la limitada adopción de nuevas tecnologías y los bajos rendimientos que caracterizaron a muchos sistemas de cultivo (FAO, 2023; Larios Saldívar, 2019). A ello se sumaron presiones externas, como los cambios abruptos en los precios internacionales, el aumento de los costos de los insumos y la mayor frecuencia de eventos climáticos adversos, los cuales generaron un entorno productivo incierto para los agricultores (OIC, 2023; Valencia Sandoval, 2023).

La investigación existente señaló que la oferta de café en México respondió de manera limitada a las variaciones de precios, lo que implicó que los productores no ajustaron rápidamente sus niveles de producción ante cambios en las condiciones del mercado (Martínez Damián & Salinas Callejas, 2004; Terrones-Cordero & Sánchez-Torres, 2013). Esta situación reflejó que la producción dependió en mayor medida de factores estructurales, como la superficie plantada o el tipo de manejo, que de fluctuaciones de corto plazo. Además, muchos trabajos no incorporaron elementos que capturaran la dinámica temporal del cultivo, como los rezagos en precios y producción, por lo que sus resultados representaron solo una parte del comportamiento real del sector.

Ante este panorama, resultó fundamental profundizar en el estudio de los elementos que influyeron en la evolución de la producción cafetalera en México. Un enfoque que combinara tanto variables económicas como características estructurales del cultivo permitió explicar con mayor precisión las fluctuaciones observadas a lo largo del tiempo. Además, una revisión integral de estos factores generó evidencia útil para orientar políticas y estrategias que contribuyeran a mejorar la productividad, fortalecer la estabilidad del ingreso de los productores y promover un desarrollo más competitivo del sector.

1.3 Justificación

El café constituyó una actividad estratégica para numerosas regiones rurales de México, ya que generó empleo, ingresos y oportunidades para comunidades que enfrentaron condiciones de marginación. No obstante, la producción experimentó variaciones importantes en las últimas décadas, resultado de la interacción de factores económicos, estructurales y productivos cuyo impacto aún no había sido completamente analizado. Estas condiciones evidenciaron la necesidad de profundizar en estudios que permitieran explicar, desde una perspectiva técnica y cuantitativa, los elementos que influyeron en la evolución de la producción cafetalera del país.

En términos metodológicos y analíticos, el uso de un modelo de regresión múltiple ofreció una herramienta adecuada para evaluar cómo influyeron diversas variables económicas y productivas en la oferta de café. Este enfoque permitió comparar la importancia relativa de factores como los precios, la superficie sembrada, los costos de producción o los efectos rezagados, proporcionando evidencia cuantitativa sobre su papel en el comportamiento del cultivo. Con ello, fue posible obtener una visión más clara de los elementos que favorecieron o limitaron el crecimiento de la actividad cafetalera.

El desarrollo de esta investigación también respondió a la necesidad de generar información útil para la mejora del sector cafetalero. Los resultados pudieron orientar acciones dirigidas a fortalecer los ingresos de los productores, promover

prácticas productivas más eficientes y apoyar el diseño de políticas enfocadas en el desarrollo rural. Al mismo tiempo, el estudio contribuyó al ámbito académico al proporcionar un análisis actualizado y de largo plazo sobre la evolución de la producción de café en México, abarcando un periodo superior a seis décadas.

1.4 Hipótesis

Se planteó que la producción de café en México respondió a una combinación de factores de naturaleza económica y estructural, los cuales afectaron de manera distinta el comportamiento de la oferta. En particular, se previó que variables como la superficie cosechada, los precios internos con rezago y la producción previa contribuyeran a incrementar el volumen obtenido. Por el contrario, se estimó que elementos externos como el precio internacional del grano, el costo de los insumos y los precios relativos de cultivos alternativos ejercieran presiones que limitaran o redujeran la producción.

A partir de estas consideraciones, se anticipó que el modelo econométrico reflejara que los factores de carácter estructural —particularmente la ampliación de la superficie cultivada y la continuidad de la producción en ciclos previos— tuvieron un peso determinante en la evolución de la oferta cafetalera. Esto implicó que el sistema productivo mostró una respuesta limitada ante cambios de corto plazo en los precios y otros estímulos del mercado, por lo que la producción nacional dependió principalmente de condiciones internas y de largo plazo más que de variaciones económicas inmediatas.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Analizar los factores económicos, estructurales y productivos que determinaron la producción de café en México durante el periodo 1960–2024, mediante la estimación de un modelo de regresión lineal múltiple, con el propósito de

identificar las variables que ejercieron una influencia significativa sobre la oferta cafetalera nacional.

1.5.2 Específicos

1. Describir la evolución histórica de la producción, superficie cultivada, exportaciones e importaciones de café en México, destacando su comportamiento dentro del contexto agroalimentario nacional.
2. Identificar las variables económicas y productivas que presentan mayor incidencia en la producción de café, considerando precios internos, precios internacionales, costos de insumos agrícolas y rezagos productivos.
3. Estimar un modelo econométrico de regresión lineal múltiple para cuantificar la relación entre las variables explicativas y la producción de café, evaluando su significancia estadística y direccionalidad.
4. Interpretar los resultados del modelo, estableciendo las implicaciones económicas de los coeficientes obtenidos y su correspondencia con la literatura especializada.

1.6 estructura del documento

El presente trabajo de investigación se organizó en cinco capítulos que permitieron desarrollar de manera ordenada el análisis de los factores que determinaron la producción de café en México, desde su contexto histórico y teórico hasta la interpretación de los resultados obtenidos.

El Capítulo I presentó la introducción general al tema de estudio, los antecedentes que contextualizaron la importancia del cultivo del café en México, el planteamiento del problema, la justificación que sustentó la relevancia de la investigación, así como la hipótesis, los objetivos y la estructura general del documento.

El Capítulo II abordó los antecedentes, en el cual se expusieron los fundamentos conceptuales y metodológicos del análisis econométrico, con énfasis en la teoría de la regresión lineal múltiple y su aplicación en el estudio de la producción agrícola. Además, se revisó la literatura científica relacionada con el comportamiento de la producción cafetalera a nivel nacional e internacional.

El Capítulo III presentó los resultados obtenidos mediante un artículo científico orientado a identificar y analizar los factores que determinaron la producción de café mediante un modelo de regresión lineal múltiple.

Capitula IV y V se usó para la conclusión general así como la literatura citada

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Fundamentos teóricos del uso de la regresión

El análisis de regresión constituyó una de las herramientas centrales dentro de la econometría, ya que permitió estudiar cómo una variable dependió del comportamiento de diversos factores que influyeron en ella. A través de esta técnica fue posible cuantificar la intensidad y el sentido de la relación entre la variable de interés y un conjunto de variables explicativas, lo que convirtió al modelo de regresión en un instrumento clave para representar empíricamente fenómenos económicos, sociales o productivos (Gujarati & Porter, 2010). Su uso resultó especialmente útil en contextos donde se buscó comprender cómo los cambios en determinadas condiciones afectaron el desempeño de un sistema, tal como ocurrió en el sector agrícola.

Desde la perspectiva estadística, los modelos de regresión se apoyaron en una serie de supuestos que permitieron garantizar la validez de las estimaciones. Wooldridge (2015) explicó que la pertinencia del modelo lineal dependió, entre otros aspectos, de la adecuada especificación de la relación funcional, de la estabilidad en los parámetros y de un comportamiento apropiado de los errores, lo cual aseguró que los coeficientes obtenidos a través de métodos como los mínimos cuadrados ordinarios poseyeran buenas propiedades estadísticas. Estos principios proporcionaron el sustento teórico que permitió interpretar los resultados del modelo con un grado razonable de confianza.

Según Greene (2018), la lógica fundamental de la regresión radicó en distinguir entre la parte del comportamiento de una variable que pudo explicarse a través de factores observables y aquella que permaneció asociada a elementos no medidos o aleatorios. Esta diferenciación resultó especialmente relevante en la actividad agrícola, donde la producción dependió tanto de variables controlables como la superficie cultivada, el uso de fertilizantes, la disponibilidad de mano de obra o la tecnología empleada como de factores exógenos ajenos al productor, tales como el clima, los precios internacionales o las condiciones de mercado.

En el ámbito agropecuario, el uso de modelos econométricos contribuyó a comprender cómo respondieron los productores a las variaciones económicas, particularmente en relación con los precios, los costos y las políticas públicas. Pindyck y Rubinfeld (2013) destacaron que la regresión permitió estimar elasticidades, es decir, medidas que mostraron qué tan sensible fue la producción ante cambios en las variables relevantes. Este tipo de análisis resultó útil para evaluar la efectividad de programas de apoyo, identificar restricciones productivas y anticipar posibles escenarios en la oferta agrícola.

Dentro del contexto mexicano, la regresión fue empleada ampliamente para analizar cultivos de relevancia económica como el maíz, el plátano y el café. Estudios como los de Larios (2018) y Martínez y Salinas (2004) mostraron que la oferta agrícola del país tendió a depender en mayor medida de factores estructurales, entre ellos la superficie cultivada y el nivel tecnológico, mientras que las variaciones de precios ejercieron un impacto menos inmediato en el corto plazo. Estos hallazgos reforzaron la pertinencia del uso de modelos de regresión para comprender la dinámica productiva del sector rural.

El análisis de series de tiempo también resultó fundamental en estudios agrícolas de largo plazo. Gujarati y Porter (2010) señalaron que la incorporación de rezagos en los modelos econométricos permitió capturar los efectos acumulados del tiempo sobre la producción, lo cual fue especialmente relevante en cultivos perennes como el café. Debido a que su ciclo productivo fue prolongado y sus respuestas a cambios del mercado no fueron inmediatas, resultó indispensable considerar la influencia de decisiones tomadas en periodos previos, así como la persistencia inherente al sistema productivo.

Por su parte, Montgomery, Peck y Vining (2012) subrayaron que el análisis de regresión no solo permitió estimar relaciones cuantitativas, sino también evaluar su significancia estadística mediante pruebas formales. Estas herramientas posibilitaron determinar si los efectos obtenidos difirieron de manera significativa de cero, lo cual proporcionó un respaldo empírico para interpretar los resultados del modelo y fortalecer las conclusiones del estudio. Este tipo de evaluación

resultó especialmente importante en la agricultura, donde la interacción de factores externos pudo afectar la claridad de las relaciones económicas.

En el caso específico del café en México, la regresión lineal múltiple ofreció un marco adecuado para examinar cómo influyeron diversos factores económicos, técnicos y estructurales sobre la producción a lo largo del tiempo. El modelo planteado en la presente investigación consideró variables como la superficie cosechada, el precio internacional del café, el precio del plátano y los costos de fertilizantes, integrando además los rezagos productivos característicos del cultivo. Esto permitió estimar el impacto relativo de cada elemento y comprender la evolución de la oferta nacional durante el periodo 1960–2024.

En conjunto, los fundamentos teóricos de la regresión proporcionaron un marco robusto para analizar fenómenos complejos como la producción cafetalera. Su aplicación en la econometría agrícola permitió identificar relaciones causales, evaluar la persistencia temporal y medir la influencia de variables económicas clave. De esta manera, el modelo se convirtió en una herramienta que no solo facilitó el análisis descriptivo, sino que también contribuyó a la formulación de políticas y estrategias orientadas al fortalecimiento del sector rural con base en evidencia empírica.

2.2. Aplicaciones econométricas de la regresión en el sector agrícola

La econometría permitió profundizar en el análisis de la actividad agrícola al ofrecer herramientas que facilitaron medir, comparar y explicar la influencia de distintos factores sobre los resultados productivos. Desde mediados del siglo XX, los modelos de regresión comenzaron a emplearse para estudiar funciones de producción, evaluar la respuesta de la oferta ante cambios económicos y estimar el efecto de los precios y los insumos sobre el desempeño de los cultivos (Tinbergen, 1951; Griliches, 1963). Estos primeros trabajos sentaron las bases de la econometría aplicada al sector rural, donde la regresión lineal múltiple se consolidó como un método fundamental para verificar hipótesis y generar evidencia empírica útil para el diseño de políticas públicas.

En América Latina, el uso de la regresión contribuyó a identificar los factores que explicaron la evolución de la producción y productividad agrícola. De acuerdo con la CEPAL (2019), los estudios econométricos realizados en países en desarrollo mostraron que la oferta agrícola tendió a responder de forma limitada a los precios de mercado, mientras que factores estructurales como la disponibilidad de tierra, la infraestructura productiva o la tecnología empleada ejercieron una influencia mayor. Esta característica fue documentada en análisis sobre café, maíz y caña de azúcar en la región, donde la correlación entre los niveles de producción y las variables de insumo tendió a ser más fuerte que la existente con los precios internacionales (FAO, 2021).

En México, las aplicaciones econométricas fueron esenciales para examinar la heterogeneidad productiva del sector agrícola. Información del INEGI (2023) evidenció que las diferencias entre regiones se explicaron en gran medida por la disponibilidad de recursos naturales, el acceso a tecnología y la infraestructura productiva. En este sentido, los modelos de regresión permitieron estimar el efecto de estos factores sobre el rendimiento y establecer patrones que contribuyeron a orientar las políticas públicas dirigidas al fortalecimiento del sector rural.

Varios estudios nacionales emplearon la regresión para analizar cultivos específicos y explicar los determinantes de su productividad. Rendón-Medel y Aguilar (2013) encontraron que la superficie cultivada y el acceso a tecnologías mejoradas fueron los elementos que más influyeron en la producción agrícola en zonas con altos niveles de marginación. Por su parte, Larios (2018) mostró que, en los cultivos básicos mexicanos, las variaciones de precios tuvieron un impacto limitado en el corto plazo, mientras que los factores estructurales desempeñaron un papel más decisivo en la evolución de la oferta.

En el caso del café, los modelos de regresión permitieron precisar cómo interactuaron variables económicas, técnicas y ambientales en la determinación de la producción. Estudios como los de García (2003) y Martínez y Salinas (2004) indicaron que la producción cafetalera en México estuvo fuertemente asociada a

la superficie cultivada y al costo de los insumos, mientras que los precios internacionales influyeron con menor intensidad y generalmente con rezagos. La utilización de series de tiempo resultó adecuada para un cultivo perenne como el café, cuya producción estuvo marcada por ciclos largos y decisiones de manejo que no se reflejaron de forma inmediata.

La FAO (2021) destacó que los modelos de regresión múltiple no solo permitieron explicar comportamientos históricos, sino también explorar escenarios potenciales derivados de cambios climáticos, variaciones en los precios o modificaciones en la disponibilidad de insumos. Esto permitió evaluar la efectividad de políticas de apoyo, programas de incentivos y estrategias de fomento productivo. En el contexto del café mexicano, esta aproximación facilitó comprender cómo interactuaron los factores económicos y ambientales que condicionaron la estabilidad y productividad del sector.

En general, las aplicaciones econométricas en el ámbito agrícola demostraron ser una herramienta decisiva para la planificación y la toma de decisiones. Su capacidad para estimar elasticidades, identificar relaciones causales y simular escenarios futuros convirtió a la regresión en un instrumento indispensable para la gestión sostenible de la producción agraria. En el caso del café, estos modelos integraron de manera efectiva la teoría económica con la evidencia empírica, permitiendo una comprensión más amplia de los determinantes que influyeron en su oferta a lo largo del tiempo.

2.3. Comercio exterior y balanza comercial del café mexicano

El comercio internacional del café constituyó un elemento fundamental para comprender la dinámica del sector cafetalero mexicano, debido a su aportación a las exportaciones agroalimentarias y a su influencia sobre las decisiones productivas. La interacción entre producción interna, ventas al exterior e importaciones permitió situar a México dentro del mercado mundial y analizar cómo los cambios en la demanda global incidieron en los precios nacionales y en la rentabilidad del cultivo (Organización Internacional del Café [OIC], 2023; FAOSTAT, 2024).

Según datos de la FAO (2024), México se mantuvo como un exportador neto de café entre 2010 y 2023. Durante este periodo, el valor de las exportaciones se ubicó entre 496 mil y 918 mil miles de dólares, mientras que las importaciones permanecieron por debajo de los 250 mil miles de dólares. Esto generó un superávit promedio superior a los 400 mil miles de dólares anuales (Cuadro 1), lo que confirmó la importancia del café como un producto estratégico dentro del comercio agroalimentario del país y como una fuente constante de divisas.

La evolución del saldo comercial mostró que los flujos externos del sector fueron altamente sensibles a las variaciones de los precios internacionales. Los mayores superávits registrados en 2011, 2012 y 2022 coincidieron con periodos de incrementos en los precios globales y con mayores niveles de producción. Por el contrario, la reducción del saldo comercial entre 2015 y 2016 estuvo asociada a condiciones adversas, como la afectación por la roya del café y la disminución de los precios internacionales, lo que redujo el volumen exportado y debilitó los ingresos del sector (SADER, 2020; OIC, 2023).

Estos resultados tuvieron consecuencias directas sobre la producción nacional. Como indicaron Larios (2019) y Martínez y Salinas (2004), la transmisión de los precios internacionales hacia el mercado doméstico fue parcial debido a la estructura productiva del país, la predominancia de pequeños productores y la baja elasticidad de la oferta. En este sentido, el comportamiento del saldo comercial funcionó como un indicador complementario para evaluar la competitividad del sector y su capacidad para responder a las condiciones del mercado global. El superávit sostenido en la balanza comercial del café mexicano reflejó una posición sólida en términos exportadores, aunque también puso de relieve desafíos persistentes relacionados con la diversificación de mercados, el valor agregado del producto, la industrialización y la sostenibilidad ambiental del cultivo, por ello, el análisis de la dinámica comercial no solo contribuyó a caracterizar el desempeño externo del país, sino que también fortaleció la base teórica para el uso de modelos econométricos orientados a explicar los determinantes estructurales de la producción cafetalera.

Cuadro 1: Exportaciones, importaciones y saldo comercial del café mexicano, 2010–2023

Año	Exportaciones (t)	Valor exportaciones (miles USD)	Importaciones (t)	Valor importaciones (miles USD)	Saldo comercial (miles USD)
2010	124,306	507,457	14,101	79,758	427,699
2011	135,496	857,714	17,499	105,523	752,191
2012	183,180	918,310	12,571	93,260	825,050
2013	148,484	702,498	14,463	116,556	585,942
2014	130,273	617,821	39,024	179,718	438,103
2015	119,793	570,661	55,867	208,870	361,791
2016	108,531	496,891	75,314	232,427	264,464
2017	143,193	613,683	41,359	168,045	445,638
2018	144,357	570,417	34,267	153,483	416,934
2019	120,389	476,811	50,340	182,535	294,276
2020	120,254	507,097	36,406	154,707	352,390
2021	114,179	518,400	39,235	146,365	372,035
2022	137,308	847,972	32,628	176,443	671,529
2023	107,351	693,250	54,261	243,657	449,593

Fuente: *Elaboración propia con datos de FAOSTAT (2024).*

2.4. Distribución territorial y producción cafetalera en México

La producción de café en México presentó una distribución territorial estrechamente asociada a las condiciones agroclimáticas del país. De acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2024), la actividad cafetalera se concentró principalmente en zonas montañosas del sur y sureste, donde la combinación de altitud, temperatura y humedad generó un entorno favorable para el desarrollo del cultivo. Estas características permitieron que el café, especialmente bajo sistemas de sombra, se integrara en ecosistemas de alta diversidad y mantuviera vínculos estrechos con la economía y la organización social de las comunidades rurales.

Los estados que lideraron la producción nacional fueron Chiapas, Veracruz, Puebla, Oaxaca y Guerrero, los cuales en conjunto aportaron más del 90% del volumen total del país. Como se mostró en el Cuadro 2, Chiapas ocupó de manera constante la primera posición, seguido de Veracruz y Puebla, mientras que entidades como Nayarit y San Luis Potosí contribuyeron con una proporción más reducida, aunque contaron con zonas con potencial de expansión productiva (SIAP, 2024). Esta concentración territorial reflejó la fuerte dependencia regional hacia el cultivo y la importancia económica que mantuvo dentro de sus cadenas agroproductivas.

La distribución espacial representada en la Figura 1 resaltó la coincidencia entre las regiones cafetaleras y áreas con elevada biodiversidad, lo que subrayó la relevancia ambiental del cultivo bajo sistemas de sombra. No obstante, estas mismas zonas estuvieron asociadas a altos niveles de marginación y limitaciones tecnológicas, lo que repercutió en los niveles de productividad y en la capacidad de los productores para integrarse plenamente al mercado (Rendón-Medel & Aguilar, 2018; CONABIO, 2021). El vínculo entre conservación ambiental y desarrollo rural constituyó, por tanto, un rasgo distintivo del sector cafetalero mexicano.

La información oficial indicó que la superficie destinada al café superó las 700 mil hectáreas, con una producción anual cercana al millón de toneladas de café

cereza (SADER, 2023). A pesar de la magnitud de la superficie cultivada, persistieron sistemas productivos de corte tradicional y un avance limitado en la adopción tecnológica, lo que explicó los rendimientos relativamente bajos respecto a otros países productores. Esta situación subrayó la necesidad de políticas diferenciadas que atendieran las particularidades de cada región y fortalecieran la productividad de los pequeños productores.

La información oficial indicó que la superficie destinada al café superó las 700 mil hectáreas, con una producción anual cercana al millón de toneladas de café cereza (SADER, 2023). A pesar de la magnitud de la superficie cultivada, persistieron sistemas productivos de corte tradicional y un avance limitado en la adopción tecnológica, lo que explicó los rendimientos relativamente bajos respecto a otros países productores. Esta situación subrayó la necesidad de políticas diferenciadas que atendieran las particularidades de cada región y fortalecieran la productividad de los pequeños productores.



Figura 1 Mapa de los principales estados productores

Fuente: Elaboración propia en procreate con datos del SIAP, 2024

En conjunto, la distribución territorial de la cafecultura mexicana constituyó un elemento clave para comprender el comportamiento estructural del sector. Las diferencias en condiciones agroclimáticas, infraestructura, organización social y acceso a tecnología determinaron la manera en que cada región enfrentó los cambios del entorno económico. Por ello, estos factores deben ser incorporados al análisis econométrico desarrollado en capítulos posteriores, lo cual permitió interpretar de manera más precisa la dinámica productiva del café en México.

Cuadro 2: Estados productores de México

año	superficie sembrada (Ha)	superficie cosechada (Ha)	producción (t)	rendimiento obtenido (ton/Ha)	PMR (\$/ton)	valor de la producción (miles de pesos)
TOTAL	32,557,219.43	30,145,795.26	65,085,592.40	0	0	168,941,593.78
Chiapas	10,179,850.17	9,756,715.58	22,432,348.49	2.3	2,753.6	61,770,162.99
Veracruz	6,355,499.15	6,126,707.87	16,081,994.78	2.62	2,647.6	42,578,625.35
Puebla	3,018,115.52	2,719,842.65	10,317,221.72	3.79	2,815.3	29,046,537.66
Oaxaca	7,278,316.72	6,357,041.88	9,122,774.00	1.44	2,067.5	18,861,599.63
Guerrero	1,982,030.89	1,863,029.13	2,438,245.80	1.31	2,703.6	6,592,057.94
Hidalgo	1,547,912.58	1,352,931.66	2,238,464.25	1.65	2,043.8	4,575,021.77
Nayarit	774,425.64	707,434.64	954,330.74	1.35	2,933.0	2,799,088.16
S.L Potosí	1,030,374.01	905,319.63	902,313.29	1	1,413.0	1,275,042.99
Jalisco	198,318.46	172,321.07	337,493.54	1.96	2,059.0	694,921.04
Colima	103,371.75	100,904.75	124,903.90	1.24	3,460.8	432,272.25
Tabasco	59,488.10	54,925.10	75,328.03	1.37	1,827.3	137,649.21
México	15,460.44	15,025.95	33,728.12	2.24	3,332.8	112,411.40
Morelos	4,235.00	4,075.85	15,839.70	3.89	2,086.5	33,049.47
Querétaro	7,832.00	7,567.00	5,888.34	0.78	4,299.1	25,314.71

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP. 2024

2.5 Panorama nacional del café en México

La evolución reciente de la producción cafetalera en México reflejó la interacción entre factores estructurales del sector y la dinámica del mercado internacional. Durante el periodo 2010–2023, el país mantuvo niveles de producción superiores al millón de toneladas de café cereza, mientras que la superficie cosechada se situó alrededor de las 680 mil hectáreas. Esta actividad se concentró principalmente en las entidades tradicionales del cultivo: Chiapas, Veracruz, Puebla, Oaxaca y Guerrero, que en conjunto representaron la base productiva más importante del país (SADER, 2024).

La Tabla 3 presentó la evolución de los indicadores más relevantes del sector en este periodo. Se apreció que, si bien la superficie cosechada tendió a estabilizarse, la producción registró una reducción considerable entre 2010 y 2016, seguida de un proceso de recuperación que se mantuvo hasta 2023. Esta caída inicial respondió a diversos factores, entre ellos la expansión de la roya del cafeto, el envejecimiento de los cafetales y la limitada renovación varietal, así como la volatilidad de los precios internacionales (Martínez Torres, 2022; FAO, 2023).

En términos comerciales, las exportaciones de café continuaron siendo una fuente relevante de divisas. El valor exportado alcanzó su nivel más alto en 2012, con más de 918 millones de dólares, mientras que las importaciones mostraron un crecimiento gradual impulsado por la expansión del mercado interno de cafés tostados, solubles y de especialidad. A pesar de este incremento en las compras externas, México mantuvo un superávit comercial positivo durante todo el periodo, con un promedio cercano a los 520 millones de dólares anuales. Esto confirmó su posición como exportador neto dentro del mercado mundial del café.

Los datos del sector mostraron que, si bien México conservó una participación estable en el comercio internacional, aún enfrentó desafíos significativos vinculados con la productividad, la modernización de los sistemas de cultivo y la competitividad global. Estas condiciones reforzaron la necesidad de un análisis

econométrico que permitiera identificar de manera precisa los factores que explicaron la evolución de la oferta cafetalera.

Cuadro 3: Indicadores generales del sector cafetalero

Indicador	2010	2015	2020	2023	Variación 2010–2023	(%)
Producción (ton)	1,332,263	1,026,252	953,683	1,058,862	-20.5	
Superficie cosechada (ha)	741,411	664,885	636,004	654,693	-11.7	
Exportaciones (USD miles)	507,457	570,661	507,097	693,250	+36.6	
Importaciones (USD miles)	79,758	208,870	154,707	243,657	+205.4	
Saldo comercial (USD miles)	661,653	456,015	481,297	411,036	-37.9	

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2024

A partir de la información del Cuadro 3, se observó que la producción nacional disminuyó 20.5 % entre 2010 y 2023, acompañada de una reducción del 11.7 % en la superficie cosechada. Estas cifras sugirieron un estancamiento en los niveles de productividad durante gran parte del periodo. En contraste, el valor de las exportaciones registró un aumento acumulado de 36.6 %, impulsado por la diversificación de mercados y la creciente demanda de cafés diferenciados. Por otro lado, las importaciones crecieron más del 200 %, lo que redujo el saldo

comercial en casi 38 % y reflejó una mayor dependencia del café procesado importado (SIAP, 2024).

Un análisis detallado mostró que la contracción productiva entre 2010 y 2016, cercana al 40 %, estuvo vinculada principalmente a la afectación por la roya y a la falta de renovación de plantaciones (Martínez Torres, 2022). A partir de 2017, la recuperación gradual de la producción se explicó por la implementación de programas de apoyo gubernamental, la incorporación de variedades resistentes y condiciones de mercado relativamente más favorables (FAO, 2024).

En el ámbito comercial, destacaron los crecimientos en las exportaciones de 2011 (+69 %) y 2022 (+63.6 %), mientras que las importaciones mostraron incrementos continuos hacia el final del periodo, lo que provocó que el saldo comercial de 2023 fuese uno de los más bajos del ciclo analizado. Este comportamiento reveló la coexistencia de dos dinámicas: la dependencia del mercado externo para el ingreso de divisas y el aumento sostenido del consumo interno.

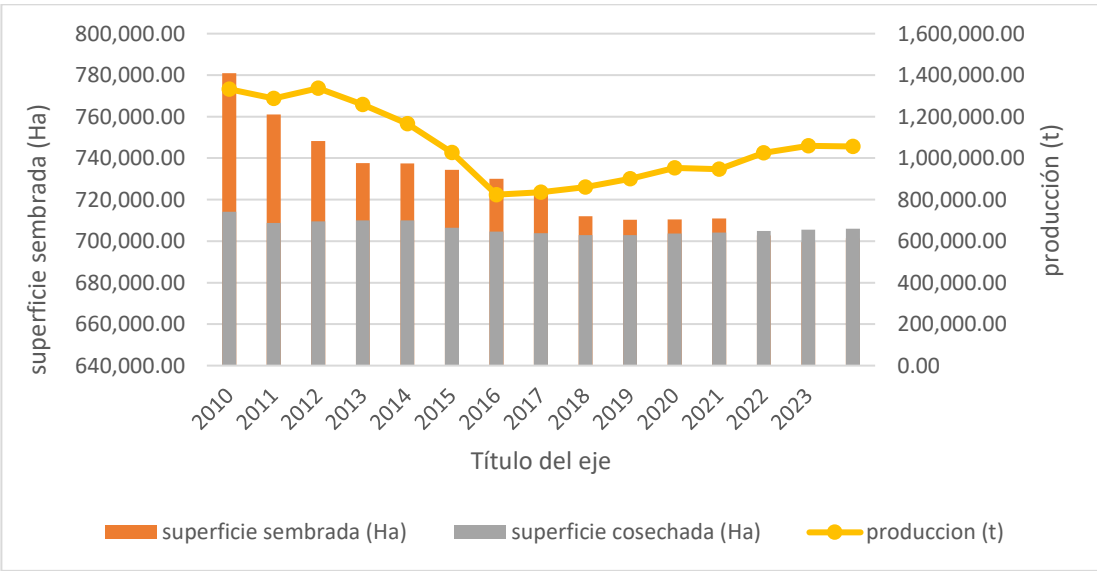


Figura 2 Comportamiento de la producción en relación de la superficie

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP, 2024

La Figura 2 ilustra la evolución conjunta de la superficie sembrada, la superficie cosechada y la producción de café entre 2010 y 2023. Se aprecia un descenso en ambas superficies durante la primera mitad del periodo, seguido de un repunte moderado después de 2017. En cuanto a la producción, la tendencia general muestra una relativa estabilidad, con disminuciones asociadas a problemas fitosanitarios y a fluctuaciones del mercado internacional. La recuperación reciente se relaciona con los procesos de replantación, la adopción de variedades más resistentes y un mayor acceso a apoyos institucionales (SIAP, 2024).

2.6 referencias

- Akaki, P. P. (2006). *Cadenas globales y café en México*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, (171), 1–18. <https://www.redalyc.org/pdf/171/17103804.pdf>
- Bartra Vergés, A., Cobo, R., & Paz Paredes, L. (2011). *La hora del café: dos siglos a muchas voces*. CONABIO.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2019). *La agricultura en América Latina y el Caribe: tendencias y desafíos para la sostenibilidad*. Naciones Unidas.
- Díaz Cárdenas, S. (1993). *El beneficio del café en México. Antecedentes, estadísticas y situación técnica* [Documento de licenciatura]. Universidad Autónoma Chapingo.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *El estado de los mercados de productos básicos agrícolas 2021*. FAO.
- FAO. (2023). *Perspectivas agrícolas 2023–2032*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2023). *Sostenibilidad y resiliencia de los sistemas cafetaleros en Mesoamérica*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAOSTAT. (2024). *Base de datos estadísticos del comercio agroalimentario mundial*. <https://www.fao.org/faostat/es>

García, J. (2003). *Análisis estructural del mercado del café en México: un modelo de ecuaciones simultáneas (1960-2000)* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México.

Greene, W. H. (2018). *Econometric analysis* (8th ed.). Pearson Education.

Griliches, Z. (1963). The sources of measured productivity growth: United States agriculture, 1940–60. *Journal of Political Economy*, 71(4), 331–346.

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Censo Agropecuario 2022: resultados definitivos nacionales*. INEGI.

Larios, J. A. (2018). Determinantes económicos de la producción agrícola en México: un enfoque econométrico. *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales*, 11(2), 45–63.

Larios Saldívar, D. (2019). *Análisis de los factores que determinan las variaciones en la producción de café en México* [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma Chapingo.

Martínez, D., & Salinas, C. (2004). Elasticidad-precio de la oferta de café en México. *Revista de Economía*, 21(3), 87–104.

Martínez Damián, M. Á., & Salinas Callejas, E. (2004). La elasticidad precio del café mexicano: un modelo para una canasta de bienes, 1976-2000. *Economía, Sociedad y Territorio*, 4(14), 415–448.
<https://www.redalyc.org/pdf/111/11101404.pdf>

Martínez Torres, N. A. (2022). Análisis de la producción de café en la Huasteca potosina en el contexto nacional, 1989–2019. *Revista de El Colegio de San Luis*, 12(23). <https://doi.org/10.21696/rcsl122320221370>

Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis* (5th ed.). Wiley.

Organización Internacional del Café. (2023). *Informe sobre el mercado del café 2023*. OIC.

Organización Internacional del Café. (2023). *Coffe Market Report 2023*. <https://www.ico.org>

Perfect Daily Grind. (2020, marzo 30). *Orígenes del café: una guía de México*. <https://perfectdailygrind.com/es/2020/03/30/origenes-del-cafe-una-guia-de-mexico/>

Pindyck, R. S., & Rubinfeld, R. L. (2013). *Microeconomía* (8ª ed.). Pearson Educación.

Rendón-Medel, R., & Aguilar Ávila, J. (2013). *Gestión de redes de innovación en zonas rurales marginadas*. Universidad Autónoma Chapingo – Miguel Ángel Porrúa.

SADER. (2023). *Panorama del café en México 2023*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *El café: una producción en manos sabias*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-cafe-una-produccion-en-manos-sabias>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024, mayo 31). *De viaje por el mundo: café mexicano*. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/de-viaje-por-el-mundo-cafe-mexicano>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024). *Panorama agroalimentario del café 2024*. Gobierno de México.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). *Estadísticas del comercio exterior agroalimentario*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Terrones-Cordero, A., & Sánchez-Torres, Y. (2013). Demandas de insumos de la producción agrícola en México, 1975–2011. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(2), 243–257. <https://doi.org/10.29312/remexca.v4i2.1211>

Tinbergen, J. (1951). *Business cycles in the United States of America, 1919–1932*. North-Holland Publishing Company.

Valencia Sandoval, K. (2023). La competitividad del café mexicano en el mercado europeo. *CIENCIA ergo-sum*, 30(3). <https://www.redalyc.org/journal/104/10475688010/10475688010.pdf>

Wooldridge, J. M. (2015). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno* (5ª ed.). Cengage Learning.

3. DETERMINANTES ECONÓMICOS Y EXPLICATIVOS DE LA PRODUCCIÓN CAFETALERA EN MÉXICO (1960-2024)³

3.1 Resumen

El café es uno de los cultivos agrícolas más relevantes de México por su impacto económico y social, así como por su contribución a los ingresos de las zonas rurales, ubicando al país en la posición catorce a nivel mundial como productor. Con el propósito de identificar los factores económicos que determinan la producción cafetalera nacional, se desarrolló un estudio econométrico para el periodo 1960–2024. Se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple con base en series de tiempo obtenidas de fuentes oficiales como INEGI, SADER, OIC y Banxico. La variable dependiente fue la producción de café, explicada por la superficie cultivada, los precios internacionales, los precios reales de insumos y rezagos productivos. Los resultados indican un alto nivel de ajuste ($R^2 = 0.974$; F calculada = 207.72 > F tabulada = 2.15), lo que confirma que las variables seleccionadas explican de manera significativa las variaciones en la producción. Se encontró que la superficie cultivada, la producción rezagada y los precios diferidos en dos y cuatro periodos influyen positivamente en la producción, mientras que los precios internacionales y algunos rezagos de precios muestran efectos negativos. En conclusión, la producción cafetalera mexicana depende principalmente de la superficie cultivada y del comportamiento de la producción en años previos, lo que evidencia la persistencia temporal propia de este cultivo perenne.

Palabras clave: Producción cafetalera, regresión lineal múltiple, factores económicos, elasticidad de la oferta, sector agrícola mexicano.

3.2 Abstract

Coffee was one of the most important agricultural crops in Mexico due to its economic and social relevance and its contribution to income generation in rural areas, which placed the country fourteenth among the world's coffee producers.

³ Artículo científico enviado a la Revista Mexicana de Ciencias (REMEXCA)

To identify the economic factors that determined national coffee production, an econometric study was conducted for the period 1960–2024. A multiple linear regression model was applied using time series data obtained from official sources such as INEGI, SADER, the ICO, and Banxico. The dependent variable was coffee production, explained by cultivated areas, international prices, real input prices, and production lags. The results showed a high level of fit ($R^2 = 0.974$; calculated $F = 207.72 > \text{tabulated } F = 2.15$), indicating that the selected variables significantly explained variations in production. Cultivated areas, lagged production, and price lags of two and four periods were found to have a positive influence on production, while international prices and some price lags exhibited negative effects. In conclusion, Mexican coffee production depended mainly on cultivated area and the behavior of production in previous years, revealing the temporal persistence characteristic of this perennial crop.

Keywords: Coffee production, multiple linear regression, economic factors, supply elasticity, Mexican agricultural sector.

3.3 Introducción

El café es uno de los cultivos agrícolas más importantes de México por su relevancia económica, social, cultural y ecológica. Se cultiva en más de doce estados, con una producción anual que oscila entre 4 y 5 millones de quintales, lo que involucra a más de 480 mil unidades de producción, principalmente ubicadas en regiones rurales del sureste del país, de acuerdo con la publicación *La historia del café y su cultivo* (INAES, 2019) y con datos del Censo Agropecuario 2022 (INEGI, 2023).

A nivel mundial, Brasil, Vietnam, Indonesia, Colombia y Etiopía concentran más del 70 % de la producción total. México ocupa la posición número catorce, con alrededor del 2 % del volumen mundial y el 1 % de las exportaciones (FAOSTAT, 2025). En el ámbito nacional, la actividad cafetalera se concentra principalmente en Chiapas, Veracruz, Puebla y Oaxaca, entidades que en conjunto aportan cerca del 90 % del total producido. En los quince estados donde se cultiva café se estima la participación de alrededor de 500 mil cafeticultores, lo que refleja la

importancia económica y social del sector (SENASICA, 2020; SIAP-SIACON, 2025).

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) señala que el café genera más de 1.5 millones de empleos indirectos y que cerca de tres millones de mexicanos dependen de esta actividad. No obstante, el sector enfrenta diversos retos, entre ellos la volatilidad de los precios internacionales, el incremento en los costos de los insumos y las limitaciones estructurales asociadas a la superficie cultivada (OIC, 2024).

Diversos estudios han analizado los factores que inciden en la producción cafetalera en México. Larios (2019) destaca el papel del precio real del plátano, los costos de los insumos y las condiciones climáticas. Terrones (2014) mostró que los precios internos y externos, la superficie cultivada y la productividad mantienen relaciones de causalidad bidireccional. Martínez y Salinas (2004) hallaron que la oferta responde débilmente a los precios en el corto plazo, mientras que el precio de los fertilizantes ejerce cierta influencia sobre la producción. Asimismo, señalaron que la tierra y el trabajo son los factores más elásticos en la producción agrícola, lo que justifica la inclusión de variables relacionadas con el uso de insumos y la eficiencia productiva.

La necesidad de comprender los factores que determinan la producción cafetalera ha impulsado el uso de modelos econométricos que permiten identificar la magnitud y dirección de las relaciones entre variables socioeconómicas y productivas. Desde esta perspectiva, la literatura económica busca responder preguntas como: ¿cuáles son los factores determinantes en la producción de café en México?

En este contexto, la presente investigación analiza los factores económicos, productivos y estructurales que determinan la función de producción del café en México, con el propósito de identificar las variables que influyen de manera significativa en el comportamiento de la oferta cafetalera nacional. Para ello, se plantea la estimación de un modelo de regresión lineal múltiple que permita cuantificar el efecto del precio real del plátano, del precio internacional del café,

de los precios de los insumos agrícolas, de la superficie cosechada y de los rezagos productivos sobre el nivel de producción. De esta manera, se busca generar evidencia empírica que contribuya a una comprensión más profunda del desempeño del sector cafetalero y que sirva como sustento para el diseño de políticas públicas orientadas al fortalecimiento de la productividad y la sostenibilidad del cultivo de café en México.

3.4 Materiales y métodos

La formulación del modelo clásico de regresión lineal **se fundamentó** en la teoría clásica de la inferencia estadística, la cual **se dividió** en dos áreas principales: la estimación y la comprobación de hipótesis. El análisis de regresión **tuvo como finalidad** comprender la relación existente entre una variable dependiente y una o más variables independientes (Gujarati, 2012). El propósito **consistió en estimar** o predecir el valor promedio de la variable dependiente en la población a partir de los valores conocidos de las variables explicativas, considerando que estos **provinieron** de observaciones o muestras repetidas.

3.4.1 Formulación del modelo econométrico

Los datos se obtuvieron del Anuario Estadístico de Consumo Nacional Aparente de Productos Agrícolas del INEGI (CNAPA) para el periodo 1960–1980, y del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta de la Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIACON) para el periodo 1980–2024. Asimismo, se incorporó información del Banco de México (Banxico) para la obtención del valor del dólar entre 1960 y 2024; del Consejo Nacional de Salarios Mínimos (CONASAMI); y de la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT) para los precios internacionales del café y los fertilizantes.

Los valores monetarios nominales se convirtieron en valores reales utilizando el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), base 2024. La serie temporal quedó conformada por 65 observaciones, de las cuales 60 fueron válidas para el análisis y 5 presentaron valores ausentes correspondientes al periodo 1980–2024.

SIAP-SIACON: Producción de café (PC), Superficie cosechada del café (SCC), Rendimiento obtenido del café (ROC), Producción del plátano (PP), Superficie cosechada del plátano (SCP), Rendimiento obtenido del plátano (ROP), Precio medio rural del café (PMRC), Precio medio rural del plátano (PMRP), Producción del cacao (PCAC), Superficie cosechada del cacao (SCCAC), Rendimiento obtenido el cacao (ROCAC), Precio medio rural del cacao (PMRCAC).

FAOSTAT: Precio del fertilizante urea (PFU), precio internacional del café (PIC).

CONASAMI: Salario mínimo general (SMG).

Valores reales con el INPC: Precio real del café (PREALCAFE), Precio real del plátano (PREALPLA), Precio real del cacao (PREALCAC), Precio real del fertilizante (PRECIOREALFERT).

Se estructuró una base de datos de los años 1960 al 2024 del producto principal (café), productos complementarios (plátano) y sustitutos (cacao), insumos (fertilizante urea), superficie cosechada, producción, precio medio rural, precios reales de los valores. Para obtener el mejor modelo los valores fueron convertidos a logarítmicos y se agregaron rezagos tanto de la producción, así como de los precios reales.

3.4.2 Estimación del modelo econométrico

La estimación del modelo de regresión lineal múltiple se realizó mediante el software estadístico SAS Studio SAS OnDemand, el cual permitió llevar a cabo análisis descriptivos, pruebas de hipótesis, regresiones, modelos multivariados y análisis de series temporales, entre otros procedimientos. El modelo estimado fue el siguiente:

$$P = \beta_1 LSC + \beta_2 LPREALPLA + \beta_3 LPFUREAL + \beta_4 LPI + \beta_5 LPRC_{LAG2} + \beta_6 LPRC_{LAG3} + \beta_6 LPRC_{LAG4} + \beta_6 LPRC_{LAG5} + \beta_6 LP_LAG5$$

El procedimiento usado es:

```

PROC REG DATA=LOG14;

MODEL LP= LSC LPREALPLA LPFUREAL LPI LPRC_LAG2 LPRC_LAG3
LPRC_LAG4 LPRC_LAG5 LP_LAG1/ SPEC VIF TOL DW DWPROB;

OUTPUT OUT=RESIDUAL RESIDUAL=RES;

RUN;

PROC UNIVARIATE DATA=RESIDUAL plots NORMALTEST;

VAR RES;

RUN;

```

La variable dependiente es:

- LP: Logaritmo de la producción de café.

Las variables independientes finales que se incluyeron son:

- Logaritmo de la Superficie cosechada (LSC).
- Precios rezagados del café (LPRC_LAG2, LPRC_LAG3, LPRC_LAG4, LPRC_LAG5).
- Logaritmo de la Producción rezagada (LP_LAG1).
- Logaritmo del Precio real del plátano (LPREALPLA)
- Logaritmo de los Precios reales del fertilizante (LPFUREAL).
- Logaritmo de los Precios internacionales (LPI).

3.4.3 Significancia y pruebas estadísticas del modelo

Para validar la confiabilidad del modelo de regresión lineal múltiple, se aplicaron diversas pruebas estadísticas. La bondad de ajuste se evaluó mediante los coeficientes R^2 y R^2 ajustado, los cuales mostraron un alto nivel explicativo de la producción de café, confirmando la adecuación del modelo (Montgomery, Peck y Vining, 2012).

La significancia individual y global de los parámetros se verificó mediante las pruebas t de Student y F de Fisher, demostrando que las variables explicativas ejercieron efectos estadísticamente significativos sobre la producción. Asimismo, se aplicaron pruebas de diagnóstico de residuos (Shapiro-Wilk, Kolmogórov-Smirnov y Durbin-Watson), las cuales evidenciaron el cumplimiento razonable de los supuestos de normalidad, independencia y ausencia de autocorrelación, asegurando la validez de las inferencias (Montgomery et al., 2012).

Finalmente, la detección de multicolinealidad mediante el Factor de Inflación de Varianza (VIF) permitió confirmar la estabilidad y consistencia de los coeficientes estimados, garantizando la confiabilidad de los resultados del modelo (Montgomery et al., 2012).

3.5 Resultados y discusión

3.5.1 Análisis general del modelo

El modelo de regresión lineal múltiple se estimó con un total de 65 observaciones, de las cuales 60 fueron utilizadas en el análisis tras excluir cinco casos con valores ausentes. El ANOVA mostró que el modelo presentó 9 grados de libertad y una suma de cuadrados de 44.00693. El valor F calculado (207.72), superior al F tabulado (2.15), confirmó la significancia global del modelo, evidenciando que las variables explicativas ejercieron, en conjunto, un efecto estadísticamente significativo sobre la producción de café en México.

El coeficiente de determinación ($R^2 = 0.9740$) y su versión ajustada (R^2 ajustado = 0.9693) indicaron que el 97.4 % de la variabilidad de la producción cafetalera fue explicada por las variables independientes del modelo, lo que reflejó una alta capacidad explicativa y un adecuado nivel de ajuste. Este nivel de precisión se respaldó con un coeficiente de variación del 1.12 % y una raíz del error cuadrático medio (RMSE) de 0.15343, valores que confirmaron la consistencia y confiabilidad de las estimaciones. De acuerdo con Montgomery, Peck y Vining (2012), resultados de esta magnitud son característicos de modelos bien especificados, capaces de representar de forma adecuada el fenómeno analizado.

Cuadro 4. Resultados estadísticos de la regresión lineal múltiple de la producción de café

Estadístico	Valor
Número de observaciones	60
Grados de libertad del modelo	9
Grados de libertad del error	50
Suma de cuadrados del modelo	44.00693
Suma de cuadrados del error	1.17700
Suma total de cuadrados corregida	45.18394
Cuadrado medio del modelo	4.88966
Cuadrado medio del error (MSE)	0.02354
F calculada	207.72
p-valor (modelo)	< 0.0001
R²	0.9740
R² ajustado	0.9693
Raíz MSE (RMSE)	0.15343
Media de la variable dependiente (LP)	13.67046
Coeficiente de variación	1.12233
Estadístico Durbin-Watson	1.908
Autocorrelación de primer orden	0.044
Test de especificación (Chi-cuadrado)	56.26
p-valor (Chi-cuadrado)	0.3904
Normalidad Shapiro-Wilk (W)	0.93017
p-valor (Shapiro-Wilk)	0.0020

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en el software SAS

El estadístico Durbin-Watson (DW = 1.908) sugiere la ausencia de autocorrelación en los residuos, mientras que el valor promedio cercano a cero confirma la independencia de los errores. Aunque la prueba de Shapiro-Wilk ($p = 0.002$) detectó una ligera desviación respecto a la normalidad, esta no compromete la validez inferencial del modelo debido al tamaño muestral y la

estabilidad de los estimadores, también se identificó multicolinealidad moderada en algunas variables, especialmente en la superficie cosechada ($VIF = 26.3$); sin embargo, el ajuste global del modelo permaneció robusto y estadísticamente sólido. En conjunto, los indicadores de ajuste cumplen con los criterios de robustez econométrica planteados por Gujarati y Porter (2010) y Salazar (2019), quienes señalan que modelos con altos coeficientes de determinación y baja varianza residual presentan una estructura explicativa confiable en el análisis de cultivos agrícolas.

3.5.2 Análisis de los coeficientes e interpretación económica

El análisis de los coeficientes estimados muestra efectos tanto positivos como negativos sobre la producción de café en México. Las variables con influencia positiva y estadísticamente significativa fueron: la superficie cosechada ($LSC = 1.6875$; $p < 0.0001$), el precio rezagado dos periodos ($LPRC_LAG2 = 0.2154$; $p = 0.0114$) y cuatro periodos ($LPRC_LAG4 = 0.5175$; $p < 0.0001$), así como la producción rezagada un periodo ($LP_LAG1 = 0.6119$; $p < 0.0001$). Estos resultados confirman que la expansión de la superficie cultivada y la persistencia productiva constituyen los principales impulsores del crecimiento del sector, lo cual coincide con lo señalado por SAGARPA (2017) y Larios (2018).

En contraste, se identificaron efectos negativos en el precio real del plátano ($LPREALPLA = -0.2363$; $p = 0.0145$), el precio internacional del café ($LPI = -0.0275$; $p = 0.0188$) y el precio rezagado a tres periodos ($LPRC_LAG3 = -0.2690$; $p = 0.0187$). Este comportamiento sugiere respuestas contractivas de la oferta ante incrementos en estos precios, un patrón común en cultivos perennes debido a los ajustes lentos en las decisiones de producción.

Asimismo, se observaron variables marginalmente significativas, como el precio real del fertilizante ($LPFUREAL = 0.0821$; $p = 0.058$) y el precio rezagado a cinco periodos ($LPRC_LAG5 = -0.1633$; $p = 0.0967$), las cuales aportan información complementaria sobre las expectativas y dinámicas productivas

Cuadro 5. Estimadores del Modelo de regresión lineal múltiple de la producción de café.

Variable	DF	Estimación de parámetros	Error estándar	t valor	Pr > t	Tolerancia	Inflación de varianza
Intercept	1	-18.37987	4.69361	-3.92	0.0003	.	0
LSC	1	1.68749	0.36581	4.61	<.0001	0.03794	26.35706
LPREALPLA	1	-0.23625	0.09332	-2.53	0.0145	0.20869	4.79185
LPFUREAL	1	0.08211	0.04232	1.94	0.0580	0.83376	1.19939
LPI	1	-0.02752	0.01133	-2.43	0.0188	0.07528	13.28342
LPRC_LAG2	1	0.21540	0.08197	2.63	0.0114	0.19720	5.07098
LPRC_LAG3	1	-0.26902	0.11072	-2.43	0.0187	0.10844	9.22200
LPRC_LAG4	1	0.51753	0.11220	4.61	<.0001	0.10632	9.40574
LPRC_LAG5	1	-0.16331	0.09647	-1.69	0.0967	0.14507	6.89319
LP_LAG1	1	0.61186	0.08117	7.54	<.0001	0.07442	13.43649

Fuente: Elaboración propia en el software SAS

Nota: Todos los coeficientes están expresados en logaritmos naturales, por lo que las estimaciones corresponden a elasticidades.

Dado que las variables se expresaron en logaritmos naturales, los coeficientes estimados representan elasticidades. En este sentido, un incremento del 1 % en la superficie cosechada eleva la producción en 1.68 %, lo que confirma su papel estructural como principal motor del crecimiento cafetalero. El precio del plátano mostró una relación negativa con la producción, indicando competencia por recursos productivos entre ambos cultivos en regiones tropicales. En estas zonas, los agricultores pueden sustituir parcialmente el café por plátano ante aumentos en la rentabilidad de este último (Tomek & Kaiser, 2014; Larios, 2018).

El precio del fertilizante presentó una elasticidad positiva, aunque marginal, asociada a procesos de intensificación productiva en áreas con mayor tecnificación. Este comportamiento coincide con lo reportado por la FAO (2023), que señala que incrementos en los costos de insumos no necesariamente reducen la producción, pues algunos productores compensan el impacto mediante mejoras tecnológicas o mayor eficiencia en el uso de recursos.

Por su parte, el precio internacional del café mostró un efecto negativo y de baja magnitud, lo que evidencia una transmisión parcial de las cotizaciones externas hacia el mercado interno. Este comportamiento se explica por la presencia de intermediarios, contratos de compra locales y estructuras de comercialización que limitan la capacidad de los productores para responder directamente a los precios internacionales (Valencia, 2023).

Los precios rezagados revelaron un patrón mixto: efectos positivos en los rezagos de dos y cuatro periodos, y negativos en los de tres y cinco. Esta dinámica sugiere que los productores ajustan sus decisiones con base en señales de precios pasados, generando ciclos intertemporales de expansión y contracción característicos del mercado cafetalero.

Finalmente, la producción rezagada ($LP_LAG1 = 0.6119$) presentó una elasticidad positiva y altamente significativa, confirmando la existencia de

persistencia temporal o inercia productiva. Esto indica que los niveles actuales de producción dependen en gran medida de los volúmenes previos, fenómeno característico de los cultivos perennes, donde la renovación de plantaciones se realiza de manera gradual (Rendón, 2016; CENICAFE, 2022).

En conjunto, los resultados muestran que la producción de café en México responde principalmente a factores estructurales —como la superficie cultivada y la inercia productiva— más que a estímulos de precios. La oferta cafetalera presenta rigidez ante variaciones de mercado y tiende a ajustarse lentamente a las condiciones económicas. Este comportamiento coincide con la evidencia empírica presentada por García Figueroa (2004), Martínez Damián y Salinas Callejas (2002), y Terrones-Cordero y Sánchez-Torres (2013), quienes señalan la fuerte dependencia de la producción respecto a factores físicos y la baja elasticidad ante los precios internacionales.

3.6 Conclusiones

El análisis econométrico realizado mediante un modelo de regresión lineal múltiple con series temporales para el periodo 1960–2024 permitió identificar los principales determinantes estructurales y de corto plazo de la producción cafetalera en México. Los resultados confirman que la superficie cosechada constituye el factor con mayor elasticidad y significancia estadística, lo que indica que el crecimiento de la producción depende fundamentalmente de la expansión territorial del cultivo y no de variaciones en los precios. Este hallazgo refuerza la naturaleza extensiva del sistema productivo cafetalero y la rigidez de la oferta ante fluctuaciones del mercado.

Asimismo, la significancia de la variable autorregresiva de la producción evidencia una marcada persistencia temporal e inercia estructural propia de los cultivos perennes, atribuible a los elevados costos de reconversión, la lenta renovación de plantaciones y la estabilidad de las decisiones productivas interanuales. Este comportamiento confirma que las dinámicas del sector están condicionadas por factores de largo plazo más que por incentivos de precios o choques coyunturales del entorno económico.

Por otro lado, las elasticidades negativas asociadas al precio real del plátano y al precio internacional del café confirman la existencia de una oferta inelástica y una transmisión limitada de señales de mercado hacia los productores. Sumado a ello, la incidencia marginal de los costos de insumos revela un patrón productivo con baja capacidad de respuesta y alta exposición a la volatilidad internacional y a la inflación de insumos. Este comportamiento se vincula, en parte, con la estructura social del sector, donde la mayoría de los caficultores en México son pequeños y muy pequeños productores, muchos de ellos pertenecientes a comunidades indígenas, lo que limita el acceso a tecnología, financiamiento y redes de innovación.

3.7 Literatura citada

AMECAFÉ (Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café). (2022).

Informe Anual Cafeto 2022. Gobierno de México.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/722402/01_Enero_Cafeto_2022.pdf

Barham, B. L.; Callenes, M.; Gitter, S.; Lewis, J. y Weber, J. (2011). *Fair Trade/Organic Coffee, Rural Livelihoods, and the "Agrarian Question": Southern Mexican Coffee Families in Transition*. Estados Unidos, *World Development*, 39(1):134–145. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.08.005>

Bartra Vergés, A.; Cobo, R. y Paz Paredes, L. (2011). *La hora del café: dos siglos a muchas voces*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/HoraCafe.pdf

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2023). *The state of agricultural commodity markets 2023*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/documents>

Gujarati, D. N. y Porter, D. C. (2012). *Econometría* (5.^a ed.). McGraw-Hill.

INAES (Instituto Nacional de la Economía Social). (2019, 27 de mayo). *Historia del café y su cultivo*. Gobierno de México.

<https://www.gob.mx/inaes/articulos/historia-del-cafe-y-su-cultivo?idiom=es>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2023). *Censo Agropecuario 2022: Resultados definitivos nacionales*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ca/2022/doc/ca2022_rdnal.pdf

Larios Saldívar, D. (2019). *Análisis de los factores que determinan las variaciones en la producción de café en México*

Martínez Damián, M. Á. y Salinas Callejas, E. (2004). *La elasticidad precio del café mexicano: un modelo para una canasta de bienes, 1976–2000*. México, *Economía, Sociedad y Territorio*, 4(14):415–448.

<https://www.redalyc.org/pdf/111/11101404.pdf>

Montgomery, D. C.; Peck, E. A. y Vining, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis* (5th ed.). Wiley.

OECD/FAO (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2023). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2023–2032*. OECD Publishing.

<https://doi.org/10.1787/2ad6c3ab-es>

OIC (Organización Internacional del Café). (2024). *Coffe Market Report 2024*. Organización Internacional del Café. <https://www.ico.org>

Rendón-Medel, J. R. (2016). *Sistemas de renovación de cafetales para recuperar y estabilizar la producción* (Avances Técnicos Cenicafe No. 463). Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafe).

<https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0463.pdf>

Rendón Medel, R. y Aguilar Ávila, J. (coords.). (2013). *Gestión de redes de innovación en zonas rurales marginadas*. Universidad Autónoma Chapingo – Miguel Ángel Porrúa.

SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2023a). *Panorama del café en México 2023*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura>

Salazar, H. A. (2019). *Variables agronómicas determinantes de la productividad del cultivo de café en fincas del Departamento de Caldas*. Colombia, *Revista Cenicafé*, 70(1):81–92.

<https://www.cenicafe.org/es/publications/arc070%2801%29081-090.pdf>

Terrones-Cordero, A. y Sánchez-Torres, Y. (2013). *Demandas de insumos de la producción agrícola en México, 1975–2011*. México, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(2):243–257. <https://doi.org/10.29312/remexca.v4i2.1211>

Tomek, W. G. y Kaiser, H. M. (2014). *Agricultural Product Prices* (5th ed.). Cornell University Press.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (2015). *El comportamiento de la producción del café en México* (ISBN 978-607-482-378-3).

https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/7223/el_comportamiento_de_la_produccion_del_cafe_en_mexico_isbn_978-607-482-378-3.pdf

Valencia Sandoval, K. (2023). *La competitividad del café mexicano en el mercado europeo*. México, *CIENCIA ergo-sum*, 30(3):1–12.

<https://www.redalyc.org/journal/104/10475688010/10475688010.pdf>

4. CONCLUSION GENERAL

El análisis econométrico realizado mediante un modelo de regresión lineal múltiple permitió identificar los principales factores que determinaron la producción de café en México durante el periodo 1960–2024. Los resultados evidenciaron que la superficie cosechada constituyó el factor con mayor elasticidad e incidencia sobre la producción, mientras que las variables autorregresivas reflejaron una marcada inercia productiva característica de los cultivos perennes. Estos hallazgos confirmaron que la caficultura mexicana dependió fundamentalmente de factores estructurales más que de las variaciones en los precios o de los incentivos del mercado.

Asimismo, la baja respuesta de la producción ante los cambios en los precios internacionales y en los costos de los insumos reveló la limitada capacidad de ajuste de los productores, en su mayoría pequeños y medianos agricultores que enfrentaron restricciones tecnológicas y financieras. Esta condición, aunada a la antigüedad de los cafetales y a los altos costos de producción, mantuvo al sector en un esquema de crecimiento extensivo y con baja productividad relativa.

En este contexto, se concluyó que el fortalecimiento del sector cafetalero mexicano requirió políticas públicas orientadas a fomentar la renovación de plantaciones, la transferencia tecnológica, la integración de los productores en cadenas de valor sostenibles y la adopción de prácticas resilientes ante el cambio climático. Con dichas estrategias, habría sido posible avanzar hacia un modelo productivo más eficiente, competitivo y sostenible, capaz de asegurar la permanencia y el desarrollo de la caficultura como actividad estratégica para el país.

5. LITERATURA GENERAL

Akaki, P. P. (2006). *Cadenas globales y café en México*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (171), 1–18. <https://www.redalyc.org/pdf/171/17103804.pdf>

AMECAFÉ (Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café). (2022). *Informe Anual Cafeto 2022*. Gobierno de México. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/722402/01 Enero Cafeto 2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/722402/01_Enero_Cafeto_2022.pdf)

Barham, B. L., Callenes, M., Gitter, S., Lewis, J., & Weber, J. (2011). Fair Trade/Organic Coffee, Rural Livelihoods, and the “Agrarian Question”: Southern Mexican Coffee Families in Transition. *World Development*, 39(1), 134–145. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.08.005>

Bartra Vergés, A., Cobo, R., & Paz Paredes, L. (2011). *La hora del café: dos siglos a muchas voces*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/HoraCafe.pdf

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2019). *La agricultura en América Latina y el Caribe: tendencias y desafíos para la sostenibilidad*. Naciones Unidas.

Díaz Cárdenas, S. (1993). *El beneficio del café en México: antecedentes, estadísticas y situación técnica* [Documento de licenciatura, Universidad Autónoma de Chapingo]. Repositorio de la Universidad Autónoma de Chapingo.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2023). *Sostenibilidad y resiliencia de los sistemas cafetaleros en Mesoamérica*. FAO.

FAO. (2023). *Perspectivas agrícolas 2023–2032*. FAO.

FAOSTAT. (2024). *Base de datos estadísticos del comercio agroalimentario mundial*. <https://www.fao.org/faostat/es>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *El estado de los mercados de productos básicos agrícolas 2021*. FAO.

García, J. (2003). *Análisis estructural del mercado del café en México: un modelo de ecuaciones simultáneas (1960–2000)* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].

Greene, W. H. (2018). *Econometric analysis* (8th ed.). Pearson Education.

Griliches, Z. (1963). The sources of measured productivity growth: United States agriculture, 1940–60. *Journal of Political Economy*, 71(4), 331–346.

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

INAES (Instituto Nacional de la Economía Social). (2019, mayo 27). *Historia del café y su cultivo*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/inaes/articulos/historia-del-cafe-y-su-cultivo>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2023). *Censo Agropecuario 2022: resultados definitivos nacionales*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ca/2022/doc/ca2022_rdnal.pdf

Larios, J. A. (2018). Determinantes económicos de la producción agrícola en México: un enfoque econométrico. *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales*, 11(2), 45–63.

Larios Saldívar, D. (2019). *Análisis de los factores que determinan las variaciones en la producción de café en México* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Chapingo].

Martínez Damián, M. Á., & Salinas Callejas, E. (2004). La elasticidad precio del café mexicano: un modelo para una canasta de bienes, 1976–2000. *Economía, Sociedad y Territorio*, 4(14), 415–448.
<https://www.redalyc.org/pdf/111/11101404.pdf>

Martínez Torres, N. A. (2022). Análisis de la producción de café en la Huasteca potosina en el contexto nacional, 1989–2019. *Revista de El Colegio de San Luis*, 12(23). <https://doi.org/10.21696/rcsl122320221370>

Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis* (5th ed.). Wiley.

OECD/FAO (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2023). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2023–2032*. OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/2ad6c3ab-es>

OIC (Organización Internacional del Café). (2024). *Coffee Market Report 2024*.
<https://www.ico.org>

Organización Internacional del Café (OIC). (2023). *Informe sobre el mercado del café 2023*. Londres: OIC.

Perfect Daily Grind. (2020, marzo 30). *Orígenes del café: una guía de México*.
<https://perfectdailygrind.com/es/2020/03/30/origenes-del-cafe-una-guia-de-mexico/>

Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2013). *Microeconomía* (8ª ed.). Pearson Educación.

Rendón-Medel, J. R. (2016). *Sistemas de renovación de cafetales para recuperar y estabilizar la producción* (Avances Técnicos Cenicafé No. 463). Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0463.pdf>

Rendón-Medel, R., & Aguilar Ávila, J. (2013). *Gestión de redes de innovación en zonas rurales marginadas*. Universidad Autónoma Chapingo – Miguel Ángel Porrúa.

SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2023). *Panorama del café en México 2023*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura>

SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2024, mayo 31). *De viaje por el mundo: café mexicano*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/de-viaje-por-el-mundo-cafe-mexicano>

Salazar, H. A. (2019). Variables agronómicas determinantes de la productividad del cultivo de café en fincas del Departamento de Caldas. *Revista Cenicafé*, 70(1), 81–92. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc070%2801%29081-090.pdf>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2019). *El café: una producción en manos sabias*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-cafe-una-produccion-en-manos-sabias>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2024). *Estadísticas del comercio exterior agroalimentario*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Terrones-Cordero, A., & Sánchez-Torres, Y. (2013). Demandas de insumos de la producción agrícola en México, 1975–2011. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(2), 243–257. <https://doi.org/10.29312/remexca.v4i2.1211>

Tinbergen, J. (1951). *Business Cycles in the United States of America, 1919–1932*. North-Holland Publishing Company.

Tomek, W. G., & Kaiser, H. M. (2014). *Agricultural Product Prices* (5th ed.). Cornell University Press.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (2015). *El comportamiento de la producción del café en México* (ISBN 978-607-482-378-3). https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/7223/el_comportamiento_de_la_produccion_del_cafe_en_mexico_isbn_978-607-482-378-3.pdf

Valencia Sandoval, K. (2023). La competitividad del café mexicano en el mercado europeo. *CIENCIA ergo-sum*, 30(3), 1–12. <https://www.redalyc.org/journal/104/10475688010/10475688010.pdf>

Wooldridge, J. M. (2015). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno* (5ª ed.). Cengage Learning.