UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN
ÁREA DE CONOCIMIENTO CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
ÁREA ESPECIFICA DE ECONOMÍA

MONOGRAFÍA

Afectos de los Precios y la Variables Ambientales en la Producción del Cultivo de Café en Nicaragua, 2008-2023.

PARA OPTAR AL TITÚLO DE LICENCIADO EN ECONOMIA

PRESENTADO POR:

Br. Bryan Antonio Gutiérrez Peñalba.
Br: Fernando Exequiel González Hernández
Br. Franco Alexander Portillo Rojas.

Tutor. Dr. Juan diego Solís Álvarez. PhD.
Profesor Titular del Área Específica Economía

León, marzo 2025

2025: 45/19. Siempre más allá! avanzamos en Revolución!

Dedicatoria

A Dios, por ser nuestra guía y fortaleza en todo momento, iluminando nuestro camino con sabiduría y perseverancia.

A nuestros padres, cuyo sacrificio, amor incondicional y ejemplo de integridad han sido fundamentales para alcanzar nuestras metas. Su guía constante, basada en valores como la humildad, la honestidad y el respeto, nos ha motivado a superar cada desafío y perseguir nuestros sueños con determinación.

A nuestros profesores, por compartir su conocimiento y enseñanzas, y por ser fuente de inspiración en nuestra formación académica y profesional. Especialmente a Nuestro tutor Dr. Juan Diego Solís PhD.

A nuestros familiares y las personas especiales que estuvieron en este proceso, aportando a nuestra formación tanto profesional y como ser humano. por ser un pilar de apoyo en cada etapa de este camino, brindándonos siempre su confianza, ánimo y fortaleza.

Este logro es, sin duda, un reflejo de nuestro esfuerzo y dedicación a quienes debemos la inspiración y el impulso para llegar hasta aquí.

Con profunda gratitud, les dedicamos este logro.

Br. Bryan Gutiérrez

Br. Fernando González

Br. Franco Rojas

Agradecimiento

Quiero expresar, en primer lugar, mi más sincero agradecimiento al Altísimo, cuya guía y fortaleza han sido fundamentales a lo largo de este camino.

También deseo agradecer profundamente a las personas que siempre han estado a mi lado, brindándome su apoyo incondicional en los momentos difíciles y celebrando conmigo en los momentos de alegría. En especial, a mi querida madre y a mi amado padre, quienes con su amor, esfuerzo y motivación me impulsaron a alcanzar este importante logro en mi vida. Sin ellos, este momento no habría sido posible.

Br. Bryan Antonio Gutiérrez Peñalba

Agradecimiento

En primer lugar, expresar agradecimiento A Dios, por haberme otorgado la fortaleza necesaria para avanzar cada día a lo largo de mi carrera, brindándome consuelo en los momentos más difíciles y guiándome con sabiduría y claridad. Su presencia constante me ha permitido superar los retos de este exigente proceso académico y culminar con éxito esta importante etapa de mi vida. Mi más profunda gratitud, por ser fuente de fortaleza y guía en cada paso de este arduo pero gratificante camino académico.

Agradezco a mis amados padres y hermanos quienes con su sacrificio, apoyo incondicional y amor me han inspirado a alcanzar este logro. Su esfuerzo y dedicación me ha brindado las oportunidades necesarias para desarrollar mis habilidades y superar cada desafío.

A todos mis docentes, quienes han compartido su conocimiento, experiencia y sabiduría, contribuyendo de manera significativa a mi formación profesional. En especial, agradezco a nuestro tutor de tesis, **Dr. Juan Diego Solís PHD** cuyo compromiso y orientación han sido esenciales para la realización de este trabajo.

Finalmente, agradezco a esta institución educativa y a todas aquellas personas que, de una u otra manera, han contribuido al desarrollo de esta investigación. Su influencia y aportes quedarán siempre presentes en nuestro crecimiento personal y profesional.

Br. Fernando Exequiel González Hernández

Agradecimiento

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a **Dios**, por ser mi guía y fuente de fortaleza durante todo este viaje académico. Su luz y bendiciones han sido fundamentales en mi vida y en cada paso de este recorrido.

A mis padres, les dedico este logro con todo mi amor y gratitud. Gracias por su constante apoyo, por creer en mí, y por los innumerables sacrificios que han hecho para que pudiera alcanzar mis metas. Su amor incondicional y enseñanzas han sido la base de mi formación personal y profesional.

También quiero agradecer profundamente a mi tutor, **Dr. Juan Diego Solís**, por su valiosa orientación, paciencia y dedicación. Su conocimiento y apoyo han sido cruciales para la realización de esta tesis.

A mis amigos y compañeros de estudio, gracias por su apoyo y amistad en los momentos desafiantes. Sus palabras de aliento y compañerismo han sido esenciales para mantenerme motivado y enfocado.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, han contribuido a la realización de esta tesis. Su apoyo y motivación han sido esenciales para la culminación de este proyecto.

Br. Franco Alexander Portillo Rojas.

Resumen.

La producción de café es una fuente importante de ingresos para muchos países en desarrollo ya que el café es uno de los principales motores de la economía global desde su expansión en el siglo XVI. Para los nicaragüenses el café desempeña un papel significativo en las familias en términos económicos como culturales ya que a menudo dependen de la temporada de cosecha de café para obtener ingresos adicionales. El *coffee* arábica y otras variedades, conocido por su característico aroma y sabor, pero la producción y el rendimiento de este cultivo están directamente influenciados por diversos factores ambientales. La investigación tiene como objetivo analizar el precio y las variables ambientales, que intervienen en la producción del cultivo de café. La investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que se da una recolección de datos para poder probar las hipótesis planteadas.

También el valor de R2 cuadrado modelo econométrico, nos da una correlación de 86% con lo que corresponde el valor del modelo y la relación de las variables independiente a la variable dependiente.

La metodología es la empleada por (Nicholls, 2002) para el manejo de ecosistemas y agrologico para los cafetales, Esta investigación es de carácter no experimental ya que solo se limita al análisis de su comportamiento. Es longitudinal dado que analiza la evolución de las variables a lo largo del periodo en estudio, El estudio es correlacional y posee información respecto a la relación actual entre las variables. La producción del café en el 2019 obtuvo un crecimiento del 11% respecto al 2018 que solo obtuvo un crecimiento del 2% el comportamiento de la producción de café estuvo fuertemente influenciada por el precio de mercado del año 2011 el cual alcanzo un total de $223 dólares por quintal así mismo en el 2023 alcanzando un promedio de $300 dólares considerando aspectos fundamentales con el análisis de la serie de tiempo de Holt Winter con un pronóstico de 3792.73 millones de quintales para el periodo 2024.

ÍNDICE.

Resumen. 6

I. Introducción 9

II. Objetivos 11

2.1. Objetivo General: 11

2.2. Objetivo Específico: 11

III. Hipótesis de investigación. 12

3.1. Hipótesis nula 12

3.2. Hipótesis alternativa 12

IV. Marco teórico. 13

4.1. Teoría de la Oferta y la Demanda 13

4.2. Determinantes de los Precios 13

4.3. Impacto en la Inversión y la Producción 13

4.4. Marco conceptual de producción de café 14

4.5. Variables Ambientales y su Relevancia en la Producción de Café 16

4.6. Estrategias de Adaptación y Mitigación 17

4.7. Impacto Socioeconómico de las Variables Ambientales 17

4.8. Modelos de Análisis Integrado 18

4.9. Teoría económica 22

4.10. Teoría econométrica 26

4.10.1. Mínimo cuadrado ordinario 26

4.10.2. Modelo Gold Winter Suavización exponencial. 29

V. Diseño metodológico 35

4.1. Tipo de estudio 35

4.2. Área de estudio 35

4.3. Fuente de información de datos 36

4.4. Procedimiento de recolección de datos 36
4.5. Metodología econométrica 36
4.6. Plan de Análisis 39
4.7. Operación de las variables 39
VI. Análisis de resultados 40
6.1. Identificación del comportamiento del precio y las variables ambientales 40
6.2. Pronostico de la producción en ausencia de variables ambientales 46
6.3. Determinación del efecto de los precios y variables ambientales en la producción del café en Nicaragua 49
VII. Conclusiones 54
VIII. Recomendaciones 56
IX. Referencias bibliográficas 57
X. Anexos 61

I. Introducción

El cultivo del café ha sido durante décadas uno de los pilares económicos y sociales en Nicaragua. La producción cafetalera no solo genera empleo y divisas, sino que también está inmersa en un contexto de fluctuaciones en los precios internacionales y en la variabilidad de condiciones ambientales. Entre 2008 y 2023, factores externos y locales han influido de manera decisiva en la capacidad productiva y en la estabilidad de este sector (Rodríguez, 2016; Organización Internacional del Café, 2020).

La producción cafetalera en Nicaragua enfrenta importantes desafíos ambientales, económicos y sociales. Entre ellos se incluyen el cambio climático, la gestión del agua, la erosión del suelo y los efectos de los agroquímicos. Investigaciones como las de Peralta (2022) subrayan la necesidad de mejorar la oferta exportable del café y las prácticas productivas, mientras que otros estudios como los de Urbina (2015) y Delgado (2014) enfatizan la importancia de la sostenibilidad en el manejo de los recursos hídricos y del suelo. Asimismo, los estudios de Salazar (2017-2018) y Jarquín (2020) destacan el impacto de los agroquímicos y las amenazas de enfermedades y plagas en los cultivos.

Además, la volatilidad de los precios internacionales afecta la rentabilidad del café en Nicaragua, limitando la capacidad de inversión de los productores. En conclusión, la caficultura en Nicaragua enfrenta múltiples desafíos que requieren un enfoque integral y políticas adaptativas para garantizar su sostenibilidad, contribuyendo al bienestar económico y social de las comunidades productoras del país.

Según diversas fuentes, el café arrastrado múltiples complicaciones atrás del tiempo debido a diversos factores durante tiempo, como lo son la temperatura, como lo fue presentado por (González y Martínez, 2014) donde estos realizaron un análisis en las condiciones climáticas y la floración, o como el estudio que elaboró (Espinoza y Fonseca, 2015), el cual pretendía estudiar los efectos del cambio climático en la producción del café.

Esta investigación se elabora por el motivo de que no se encontró estudio que aborde el tema, y para dar a conocer sobre el tema se optó por la elaboración de él. Por

lo que es motivo para dar a conocer a los interesados en la temática que complicaciones puede llegar a tener la producción del café de Nicaragua.

Esta investigación va dirigida a las personas que tengan conocimientos previos del tema, así como a los que desean adquirir un poco de conocimiento sobre el tema y que también sirva como apoyo a los interesados en realizar un estudio sobre las mismas problemáticas.

Coffe a arábica, en particular, genera ingresos significativos y es un motor de empleo, representando un 33% de las exportaciones agropecuarias del país y empleando a 400,000 personas en la época de cosecha, según el Plan Nacional de Desarrollo de la Caficultura (IPSA, 2023). Las principales regiones productoras incluyen Jinotega, Matagalpa y Nueva Segovia, y las variedades cultivadas son reconocidas por su alta calidad.

II. Objetivos.

2.1. Objetivo General:

Analizar el precio y las variables ambientales que intervienen en la producción del cultivo de café, en Nicaragua durante el período, 2008-2023.

2.2. Objetivo Específico:

1. Describir el comportamiento del precio y las variables ambientales y la Producción de café en Nicaragua durante el período de estudio
2. Pronóstico de la producción de café en ausencia de variables ambiéntales
3. Determinar el efecto de los precios y variables ambientales en la producción del café en Nicaragua

III. Hipótesis de investigación.

3.1. Hipótesis nula.

Las variables temperatura, CO2 y precio promedio no influyen adecuadamente como factores determinantes de la producción de café en Nicaragua periodo 2008-2023.

3.2. Hipótesis alternativa.

Las variables temperatura, CO2 y precio promedio influyen adecuadamente como factores determinantes de la producción de café en Nicaragua periodo 2008-2023.

IV. Marco teórico.

Este marco teórico establece los fundamentos conceptuales y empíricos que permiten comprender la interacción entre las variables económicas y ambientales, y su impacto en la producción del café.

4.1. Teoría de la Oferta y la Demanda

La teoría económica clásica explica que la formación de precios se basa en la interacción entre la oferta y la demanda. En el caso del café, la volatilidad en los precios internacionales se relaciona con la disponibilidad del producto, las expectativas del mercado y las condiciones de consumo global (Rodríguez, 2016). Cuando factores como cambios en la producción o eventos económicos externos alteran la oferta, se producen variaciones en los precios, lo que afecta directamente las decisiones de inversión y producción de los caficultores (Organización Internacional del Café, 2020).

4.2. Determinantes de los Precios

Además de la interacción entre oferta y demanda, diversos estudios han señalado que elementos como la especulación en mercados internacionales, políticas comerciales, subsidios y acuerdos multilaterales influyen en la formación de los precios del café (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2021). La globalización ha permitido que condiciones económicas de otros países y regiones repercutan en el mercado nicaragüense, generando tanto oportunidades como desafíos para el sector.

4.3. Impacto en la Inversión y la Producción

La incertidumbre generada por la volatilidad de los precios influye en la capacidad de los productores para planificar a mediano y largo plazo. La falta de estabilidad en los ingresos puede limitar la inversión en tecnologías, prácticas de mejora de la productividad y en la adopción de métodos de adaptación ante eventos adversos (Rodríguez, 2016). Esta situación favorece la adopción de estrategias de diversificación o la reducción de la producción, afectando la competitividad del sector.

4.4. Marco conceptual de producción de café.

Tratado de libre comercio

El (TLC) es un acuerdo multinacional, conforme con el derecho internacional, para formar un área de libre comercio entre los Estados cooperantes. Los TLC pueden ser un primer paso hacia la integración económica.

Los TLC, que son una forma de contrato comercial, permitiendo referenciar los aranceles y tarifas que los países deciden para las importaciones y exportaciones, con el objetivo de minimizar o eliminar las barreras comerciales, afectando así el comercio internacional.

Según Lieder (2023) Estos tratados se focalizan en una sección que brinda un trato arancelario preferencial, pero también introduce cláusulas para facilitar el comercio y la elaboración de reglas en son inversión, propiedad intelectual, contratación pública, normas técnicas y cuestiones sanitarias.

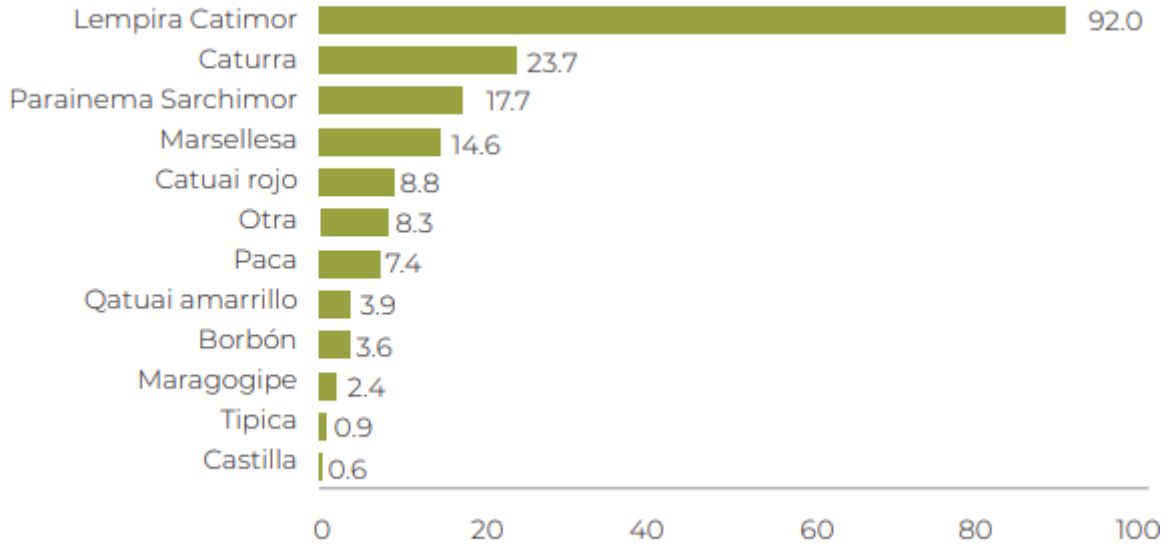
Según Mendoza (2008) menciona que Nicaragua forma parte de un TLC con los países centro americanos y los estados unidos, donde estos tienen contratos comerciales con Nicaragua facilitando así el comercio entre ellos, por ende, Mendoza se vio en la necesidad de hacer un estudio acerca el tratado de libre comercio que existe entre los estados unidos y el DR-CAFTA, del cual no se tiene mucho conocimiento. El café oro es uno de los principales productos exportados de Nicaragua. El CAFTA es el tratado que versa ampliamente en todas las áreas involucradas con el comercio.

Producción de café en Nicaragua:

Importancia económica del café en Nicaragua: Se refiere a la relevancia que tiene el cultivo de café en la economía del país, tanto en términos de generación de ingresos como de empleo. En Nicaragua, el café es una de las principales fuentes de ingresos de la agricultura.

Las Características del cultivo de café en Nicaragua: Hace referencia a las particularidades del cultivo de café en Nicaragua, como las variedades de café cultivadas, los métodos de producción utilizados, las regiones productoras, entre otros aspectos.

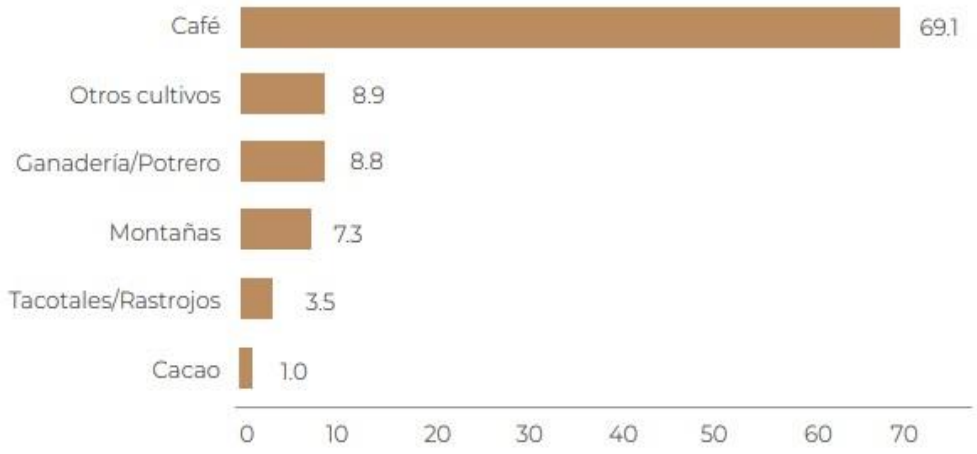
Gráfica 2. Variedades de café (Porcentaje de fincas)



Fuente: FUNIDES en base a Encuesta de Diagnóstico del Sector Café en Nicaragua 2018.

Según funides en (2018) Las variedades de café que más se cultivan en las fincas son: lempira *catimor* (92%), caturra (23.7%), *parainema sarchimor* (17.7%) y marsellesa (14.6%). Este orden se mantiene entre las fincas certificadas y las no certificadas difiriendo principalmente en la proporción de fincas que cultivan la variedad caturra, siendo del 30.0 por ciento para las certificadas y del 17.5 por ciento para las restantes.

Gráfica 3. Distribución del aprovechamiento de la finca (Porcentajes promedios)



Fuente: FUNIDES en base a Encuesta de Diagnóstico del Sector Café en Nicaragua 2018.

En promedio, del total de fincas el 69.1 por ciento de la explotación es utilizado para el cultivo del café, en las fincas no certificadas es de 65.9 por ciento y en las certificadas de 72.5 por ciento, pudiendo decir que las fincas son eminentemente cafetaleras. El 8.9 por ciento es dedicado a la siembra de otros cultivos y el 8.8 por ciento a la ganadería ya sea en la reproducción de animales, como potreros propios o potreros para alquiler.

Precios del café.

El Mercado internacional del café: Se refiere al ámbito global donde se compran y venden los granos de café. El mercado internacional del café está sujeto a factores económicos, políticos y climáticos que influyen en los precios.

Los Factores que afectan los precios del café: Son las variables que inciden en las fluctuaciones de los precios del café en el mercado. Estos factores pueden incluir la oferta y demanda de café, las condiciones económicas globales, las políticas comerciales de los países productores y consumidores, las condiciones de la fijación de precios y formación de mercado: Son los procesos mediante los cuales se establecen los precios del café en el mercado. Estos mecanismos pueden variar y estar influenciados por diferentes factores, como subastas, contratos a largo plazo, especulación financiera, entre otros.

Variables ambientales.

4.5. Variables Ambientales y su Relevancia en la Producción de Café

Cambio Climático y Variabilidad Climática

El café es un cultivo altamente sensible a las condiciones ambientales. Estudios recientes han demostrado que variaciones en la temperatura, patrones de precipitación y eventos extremos (sequías, lluvias intensas) tienen efectos directos en el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cafetos (IPCC, 2014). El cambio climático, evidenciado en tendencias de aumento de temperaturas y alteraciones en los regímenes hídricos, plantea desafíos significativos para la sostenibilidad del cultivo (FAO, 2018).

4.6. Estrategias de Adaptación y Mitigación

Ante los desafíos ambientales, la adopción de medidas de adaptación se vuelve fundamental. Entre estas estrategias se incluyen el uso de variedades de café más resistentes, técnicas de manejo sostenible del suelo, implementación de sistemas de riego eficientes y la diversificación de cultivos (Pérez & González, 2017). Estas prácticas no solo buscan mitigar los efectos adversos del clima, sino también mejorar la resiliencia de las comunidades cafetaleras frente a eventos extremos.

4.7. Impacto Socioeconómico de las Variables Ambientales

Las condiciones ambientales adversas tienen repercusiones en la calidad de vida de los productores y en la estabilidad socioeconómica de las comunidades rurales. La disminución en los rendimientos productivos, derivada de eventos climáticos extremos, se traduce en menores ingresos y, en algunos casos, en la migración hacia otras actividades económicas o regiones (Pérez & González, 2017). Esta situación refuerza la necesidad de políticas públicas que integren aspectos ambientales y económicos para garantizar la sostenibilidad del sector.

Interacción entre Precios y Variables Ambientales

La convergencia de fluctuaciones en los precios del café y las variaciones ambientales crea un escenario de doble presión sobre el sector. Durante períodos en los que los precios internacionales se encuentran bajos, la capacidad de inversión de los productores para implementar medidas de adaptación climática se ve reducida, lo que puede incrementar la vulnerabilidad frente a eventos extremos (Organización Internacional del Café, 2020). Por otro lado, condiciones ambientales adversas pueden provocar una disminución en la oferta, lo que en determinadas circunstancias genera presiones alcistas en los precios (MAG, 2021).

4.8. Modelos de Análisis Integrado

Diversos estudios han empleado modelos econométricos que integran variables de precios y ambientales para analizar su impacto conjunto en la producción cafetalera. Estos modelos permiten identificar la elasticidad de la oferta en relación con variaciones de precios y eventos climáticos, aportando evidencia sobre la magnitud de la sensibilidad productiva ante dichos factores (Rodríguez, 2016; FAO, 2018). La aplicación de estas herramientas analíticas es esencial para formular políticas que promuevan la estabilidad y sostenibilidad del sector.

Así mismo el Cambio climático y sus efectos en la producción de café: Se refiere a los cambios a largo plazo en el clima que pueden tener impactos significativos en la producción de café. Estos efectos pueden incluir cambios en las temperaturas, patrones de precipitación, eventos extremos como sequías o inundaciones, y el aumento de la incidencia de enfermedades y plagas.

Precipitación y sequías: La precipitación se refiere a la cantidad de agua que cae en forma de lluvia durante un período de tiempo determinado. Las sequías son periodos prolongados de escasez de precipitaciones, lo cual puede tener un impacto negativo en la producción de café, ya que el agua es un factor clave para su crecimiento y desarrollo.

Temperatura y variabilidad climática: La temperatura juega un papel crucial en el crecimiento y desarrollo del café. La variabilidad climática se refiere a los cambios y fluctuaciones en las condiciones climáticas a lo largo del tiempo, como variaciones estacionales o eventos climáticos extremos, que pueden afectar la producción de café.

Afectaciones de los precios en la producción del café en Nicaragua:

Impacto de los precios bajos del café en los productores nicaragüenses: Hace referencia a los efectos negativos que experimentan los productores de café en Nicaragua cuando los precios del café están por debajo de un nivel rentable. Estos efectos pueden incluir la reducción de ingresos, dificultades financieras, pérdida de empleos y disminución en la inversión en el cultivo.

Estrategias para mitigar los efectos de los precios bajos: Son las acciones que los productores de café pueden tomar para reducir el impacto negativo de los precios bajos. Estas estrategias pueden incluir la diversificación de cultivos, la búsqueda de valor agregado en la cadena de producción, la formación de asociaciones o cooperativas, entre otros enfoques.

Afectaciones de las variables ambientales en la producción del café en Nicaragua:

Impacto del cambio climático en el rendimiento del café: Hace referencia a los efectos negativos que el cambio climático puede tener en la producción de café en Nicaragua. Estos efectos pueden incluir la disminución de los rendimientos, cambios en la calidad del café, mayor incidencia de enfermedades y plagas, entre otros.

Adaptación y mitigación al cambio climático en la producción de café: Son las acciones y estrategias implementadas para hacer frente a los desafíos del cambio climático en la producción de café. Estas acciones pueden incluir la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, la diversificación de variedades de café, la conservación del suelo y agua, entre otras medidas

Manejo de enfermedades y plagas en relación con las variables ambientales: Se refiere a las prácticas y estrategias utilizadas para prevenir, controlar y manejar las enfermedades y plagas del café que están relacionadas con las variables ambientales. Esto puede incluir el monitoreo regular, el uso de prácticas de manejo integrado de plagas, la selección de variedades resistentes, entre otros enfoques.

Escenarios de precios y variables ambientales en la producción del café en Nicaragua: Son las situaciones hipotéticas que se plantean para analizar el impacto de diferentes combinaciones de precios y variables ambientales en la producción de café en Nicaragua. Estos escenarios permiten evaluar la vulnerabilidad y resiliencia del sector cafetalero frente a posibles cambios y desafíos.

Estrategias de adaptación y mitigación para hacer frente a estas sinergias: Son las acciones y medidas propuestas para enfrentar los desafíos que surgen de las interacciones entre los precios y las variables ambientales. Estas estrategias pueden

incluir políticas de gestión de riesgos, diversificación de ingresos, innovación tecnológica, entre otras.

La sostenibilidad en la producción de café.

Sostenibilidad en el contexto de la producción de café: Se refiere a la capacidad de mantener a largo plazo la producción de café, considerando aspectos económicos, sociales y ambientales, para satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras.

Principios de la producción sostenible de café: Son los pilares fundamentales que guían las prácticas sostenibles en la producción de café. Estos principios abarcan aspectos económicos, como la rentabilidad económica; aspectos sociales, como el bienestar de los trabajadores y las comunidades; y aspectos ambientales, como la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.

Certificaciones y estándares de sostenibilidad en la industria del café: Son los sistemas y programas de certificación que evalúan y reconocen la producción sostenible de café. Estas certificaciones, como la certificación orgánica, de comercio justo o de *Rainforest* Alliance, establecen estándares y criterios para promover prácticas responsables en la producción de café.

El impacto social de la producción de café:

Efectos socioeconómicos del cultivo de café en las comunidades productoras: Son los impactos que la producción de café tiene en las comunidades locales, como la generación de empleo, el desarrollo económico, la infraestructura, la educación y el bienestar general de la comunidad.

Relaciones laborales en la producción de café: Se refiere a las condiciones de trabajo, los derechos laborales y las relaciones entre los trabajadores y los empleadores en el sector cafetalero. Esto incluye aspectos como salarios, jornadas laborales, condiciones de seguridad y salud ocupacional.

La calidad del café y sus atributos:

Calidad del café: Se refiere a las características sensoriales y físicas que determinan la excelencia y el valor del café. Estas características incluyen aroma, sabor, cuerpo, acidez, dulzura y uniformidad, entre otros atributos evaluados por catadores y expertos.

Métodos de evaluación y calificación de la calidad del café: Son los procesos y criterios utilizados para evaluar y clasificar la calidad del café. Esto puede incluir catas y análisis sensoriales, así como sistemas de puntuación como la escala SCAA (Specialty *Coffee Association of América*) para determinar la calidad del café.

Relación entre los atributos de calidad y los precios del café: Se refiere a la influencia que tienen los atributos de calidad del café en los precios de mercado. Los cafés de alta calidad, con perfiles sensoriales destacados, suelen tener un valor más alto en el mercado, mientras que los cafés de calidad inferior pueden obtener precios más bajos.

Marco teórico sobre la cadena de valor del café:

Cadena de valor del café: Es el conjunto de actividades relacionadas con la producción, procesamiento, comercialización y consumo del café, desde los productores hasta los consumidores finales. Incluye a todos los actores involucrados en estas etapas, así como los flujos de productos, servicios, información y valor agregado a lo largo de la cadena.

Actores involucrados en la cadena de valor: Son las diferentes entidades y organizaciones que participan en las distintas etapas de la cadena de valor del café. Esto puede incluir productores individuales, cooperativas, intermediarios, exportadores,

4.9. Teoría económica.

Teoría de las externalidades Alfred Marshall.

El economista inglés Alfred Marshall (1842-1924) desarrolló el concepto de externalidad refiriéndose a él como “los efectos que las actividades de determinados agentes tienen sobre otros, pero que no se transmiten a través de los precios de mercado”. (Victor., (2018, noviembre 16))

La teoría de las externalidades de Alfred Marshall es un marco conceptual útil para analizar cómo las variables ambientales afectan la producción. Según Marshall, las externalidades son efectos de una actividad económica que no son tomados en cuenta por el mercado. Estas externalidades pueden ser positivas o negativas.

Externalidades negativas.

Ejemplos:

La contaminación del aire causada por una fábrica puede reducir la productividad de los trabajadores en la zona cercana.

La deforestación puede reducir la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que son importantes para la agricultura.

Externalidades positivas.

Ejemplos:

La polinización de las flores por las abejas es una externalidad positiva para los agricultores que cultivan frutas y verduras.

La infraestructura pública, como las carreteras y los puertos, proporciona beneficios a las empresas que operan en un área.

En el contexto de la producción, las externalidades ambientales negativas pueden tener un impacto significativo en los costos y la productividad de las empresas. Por ejemplo, la contaminación del aire puede aumentar los costos de atención médica para los trabajadores, mientras que la deforestación puede reducir la disponibilidad de agua y

madera. Estas externalidades pueden conducir a una menor eficiencia económica y a un menor bienestar social.

Teoría de los costos de producción de Adam Smith factores de producción (tierra, trabajo y capital). Producción agrícola.

La teoría de los costos de producción, desarrollada por el economista escocés Adam Smith en su obra "La riqueza de las naciones" (1776), es un marco conceptual fundamental para analizar las afectaciones del precio en la producción agrícola. (Utel, 2013)

Según Smith, el precio natural de un bien o servicio está determinado por los costos de producción necesarios para producirlo.

En el caso de la producción agrícola, estos costos incluyen: Tierra: El costo de la renta de la tierra utilizada para la producción agrícola. El costo del trabajo empleado en la producción de cultivos o la cría de ganado el costo del capital utilizado en la producción agrícola, como maquinaria, herramientas y fertilizantes.

Smith sostenía que el precio de mercado de un bien o servicio tenderá a gravitar hacia su precio natural a largo plazo.

Tierra: La tierra es el recurso natural que se utiliza para la producción agrícola. La tierra proporciona el espacio y los nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos o la cría de ganado. Costo de la tierra: El costo de la tierra puede variar dependiendo de su fertilidad, ubicación y acceso a recursos hídricos.

Impacto en el precio: Un aumento en el costo de la tierra puede aumentar los costos de producción y, por lo tanto, el precio natural de los productos agrícolas

Trabajo: El trabajo es el esfuerzo humano que se dedica a la producción agrícola. El trabajo es necesario para realizar las tareas agrícolas, como la siembra, el cultivo, la cosecha y el procesamiento de productos agrícolas. El costo del trabajo puede variar dependiendo del nivel de calificación de los trabajadores, los salarios prevalecientes en la región y las condiciones laborales. Un aumento en el costo del trabajo puede aumentar los costos de producción y, por lo tanto, el precio natural de los productos agrícolas.

Capital: El capital se refiere a los bienes duraderos que se utilizan para la producción agrícola, como maquinaria, herramientas, edificios e infraestructura. El capital ayuda a aumentar la productividad del trabajo y a reducir los costos de producción. El costo del capital depende de la tasa de interés, el costo de depreciación y el costo de adquisición de nuevos bienes de capital.

Un aumento en el costo del capital puede aumentar los costos de producción y, por lo tanto, el precio natural de los productos agrícolas.

Es importante tener en cuenta que el precio natural es un concepto teórico y que el precio de mercado de los productos agrícolas puede ser diferente debido a factores como la oferta y la demanda, las políticas gubernamentales y las condiciones del mercado internacional.

Ley de oferta y demanda (Adam Smith).

La ley de oferta y demanda se trata de un principio financiero que se utiliza para colocar los precios de productos, bienes o servicios. El mismo establece el precio de estos cuando la oferta es igual que la demanda. De esta forma se logra establecer un precio equilibrado que no se vea sesgado por las circunstancias.

La ley de la oferta y la demanda, desarrollada por el economista escocés Adam Smith en su obra "La riqueza de las naciones" (1776), es un principio fundamental para comprender las dinámicas del mercado del café. (Sanchis, 2023)

Según esta ley, el precio de un bien o servicio se determina por la interacción entre la cantidad que los productores están dispuestos a ofrecer (oferta) y la cantidad que los consumidores están dispuestos a comprar (demanda).

Los agricultores utilizan la ley de la oferta y la demanda para decidir cuánto plantar y a qué precio vender sus productos. Si esperan que los precios sean altos, pueden plantar más. Si esperan que los precios sean bajos, pueden plantar menos.

Otros factores, como los costos de producción, las expectativas y las políticas gubernamentales, también pueden afectar el precio y la cantidad de un bien o servicio.

Sin embargo, la ley de la oferta y la demanda sigue siendo una herramienta valiosa para comprender cómo funcionan los mercados y para tomar decisiones informadas sobre la producción y el consumo.

Además de la ley de la oferta y la demanda, también es importante considerar otras perspectivas, como la sociología, la antropología y la ciencia ambiental. Un enfoque interdisciplinario puede proporcionar una comprensión más completa de los complejos desafíos que enfrenta la producción y su impacto en la sociedad y el medio ambiente.

4.10. Teoría econométrica.

4.10.1. Mínimo cuadrado ordinario

Para el desarrollo del l modelo se usó como basa el método de mínimo cuadrados ordinarios (**MCO**) el cual es atribuido a Carl Friedrich Gauss, matemática alemana. El método de mínimo cuadrado presenta propiedades estadísticas muy atractivas que lo han convertido en una de los más eficaces y populares de análisis de regresión. (Guajara y Porte, 2010)

Econometría.

La economía es una ciencia que nace a principios del siglo XX, surge de la necesidad de medir los fenómenos ocurrentes en la economía, este aplica la estadística matemática a la información económica para dar soporte empírico a los modelos construidos.

La econometría se define como la ciencia social en la cual las herramientas de la teoría económica, las matemáticas y la inferencia estadística se aplican al análisis de los fenómenos económicos. (Guajara y Porte, 2010)

Análisis de regresión.

Un elemento esencial de la ecometría es el análisis de regresión, que corresponde a un estudio de dependencia entre una variable dependiente y una o más variables explicativas. El análisis de regresión tiene como objetivo estimar o ´predecir el promedio poblacional de la variable dependiente para valores fijos de las variables explicativas. (Guajara y Porte, 2010).

Modelo lin-lin.

Un modelo lineal es aquel donde ninguna de las variables lleva logaritmo tanto dependiente como independiente.

Predicen un objetivo continuo, basándose en elaciones lineales, este modelo es relativamente simple, y proporcionan una formula, matemática, fácil e interpretar para sus puntuaciones.

Pasos para estimar un modelo econométrico.

En términos generales, la metodología econométrica tradicional se realiza dentro de las siguientes linealidades.

1. Planteamiento de la teoría o hipótesis.
2. Especificación del modelo matemático de la teoría.
3. Especificación del modelo econométrico.
4. Obtención de datos.
5. Estimación de los parámetros del modelo econométrico.
6. Prueba de hipótesis.
7. Pronostico o predicción.
8. Utilización del modelo para fines de control o de políticas.

(Guajara y Porte, 2010)

Modelo clásico de regresión lineal: supuesto básico.

El modelo de Gauss o modelo clásico o estándar de regresión lineal (MCRL), el cual es el cimiento de la mayor parte de la teoría econométrica, plantea 10 supuestos:

1. El modelo de regresión lineal en los parámetros.

2. Los valores de X son fijos en muestreo repetido.

3. El valor medio de la perturbación ui es igual a cero.

4. Homocedasticidad la varianza de ui es la misma para todas las observaciones.

5. No existe auto correlación entre las perturbaciones.

6. La covarianza entre ui y Xi es cero.

7. El número de observaciones debe ser mayor que el número de parámetros por estimar.

8. Debe existir variabilidad en los valores de X

9. El modelo de regresión debe estar correctamente especifico

10. No hay multicolinealidad perfecta.

4.10.2. Modelo Gold Winter Suavización exponencial.

Introducción a la suavización exponencial

La suavización exponencial proviene de la técnica de ajuste de series de tiempo a la que se recurre cuando la serie a ser ajustada no tiene una tendencia clara. Es el método clásico para series que no fluctúan alrededor de una tendencia definida ni presentan estacionalidad. Su función principal es predecir tendencias futuras a partir de las pasadas, promediando las observaciones mediante pesos en los distintos periodos temporales del ajuste, con pesos decrecientes en las observaciones más antiguas. Se caracteriza por permitir el empleo de distintas componentes de la serie de tiempo que incidan sobre las observaciones actuales en función de un multiplicador en términos exponenciales cuyo valor se elige adecuadamente. No emplea modelos estadísticos infiriendo propiedades matemáticas sobre la tendencia futura de la serie. (Álvarez Fernández, 2023)

Paco Baena, en su libro "Análisis de series temporales aplicado a la ingeniería y a las ciencias", dice que los métodos de suavización exponencial parten de la idea de que los valores presentes de una serie temporal son el resultado de tres influencias: a) la resistencia de la serie, b) la evidencia de estacionalidad y c) la influencia media. El enfoque de regresión de paso único es adecuado para determinar la "influencia media" en términos de estática, pero el problema no está completamente determinado debido a que la tendencia en sí misma es fluctuante en todos los ciclos ondulatorios. (Gándara, 2024)

Conceptos básicos de series temporales Suavización exponencial simple y doble

Para realizar el pronóstico de una serie temporal son necesarios diversos métodos, dependiendo del comportamiento de esta, el cual podrá ser: estacionario y no estacionario. Una serie temporal es estacionaria cuando no existe tendencia, la varianza es constante y los datos permanecen en valores de la misma distribución, pero en diferentes momentos del tiempo. Si alguno de estos elementos no se cumple, la serie es reconocida como no estacionaria. Las series no estacionarias, por su parte, pronostican

el comportamiento futuro en base a datos históricos. Suele ser útil como referencia el cálculo al alza y a la baja de la serie, con la finalidad de evaluar una mínima proyección, así como un pronóstico máximo, es decir, cuánto variará la serie frente a un piso y un techo que daremos de acuerdo con un nivel de confianza que decidamos. Para el cálculo de estos niveles se emplea el cálculo del error generado en pronóstico que nos proporciona los límites superior e inferior de la fluctuación que esperamos. (Flández, 2023)

En series temporales donde no existe tendencia, se utiliza un método llamado suavización exponencial, el cual expresa que el peso de los datos más viejos disminuye exponencialmente dependiendo del factor Alpha, así que entre menor sea el Alpha entonces mayor será el peso de los nuevos datos en el pronóstico. La suavización exponencial simple (SES) asume que no hay tendencia en la serie temporal y tiende a atenuar los efectos de la variabilidad aleatoria más reciente como lo es el ruido. El cálculo se expone mediante el siguiente proceso. Primero, el valor inicial por convención es el activador del promedio. Luego tenemos como segunda etapa el coeficiente de suavización o nivel.

Holt Winter. Como pronósticos.

Holt-Winter, también conocido como el Método de Suavización Exponencial es un modelo estadístico ampliamente utilizado para pronósticos de series temporales con tendencias y estacionalidad. Es una técnica que se basa en la suavización exponencial y ajusta los datos pasados para pronosticar valores futuros.

Tipos de modelos Holt-Winter:

- **Aditivo**: Utilizado cuando los patrones estacionales tienen una amplitud constante y no dependen del nivel de la serie (por ejemplo, las fluctuaciones estacionales son iguales cada año).
- **Multiplicativo**: Aplicado cuando la estacionalidad depende del nivel de la serie temporal, es decir, la amplitud de las fluctuaciones estacionales varía en función de los valores de la serie.

Aplicaciones:

- **Pronóstico de demanda de productos** con estacionalidad (por ejemplo, ropa de moda por temporadas).
- **Pronóstico de ventas** para sectores como *retail* o productos alimenticios que presentan patrones estacionales claros.

El modelo **Holt-Winter** tiene un buen desempeño en pronósticos de series temporales con **tendencias y estacionalidad** y es sencillo de implementar. Sin embargo, su efectividad disminuye si los datos no tienen un comportamiento cíclico o si se necesita una mayor sofisticación, como la capacidad de capturar relaciones complejas entre múltiples variables, lo cual se podría lograr mejor con modelos de aprendizaje automático como redes neuronales. tendencia y la estacionalidad.

La herramienta Predicción de suavizado exponencial utiliza el método de suavizado exponencial de Holt-Winter para descomponer las series temporales de cada ubicación de un cubo de espacio-tiempo en componentes estacionales y de tendencia para pronosticar eficazmente los periodos de tiempo futuros de cada ubicación También puede crear un nuevo cubo de espacio-tiempo que contenga los datos del cubo original junto con valores predichos anexados. También tiene la posibilidad de detectar valores atípicos en cada serie temporal para identificar posiciones y tiempos que se desvíen significativamente de los patrones y tendencias del resto de las series temporales.

Componente de tendencia

El primer componente del modelo de suavizado exponencial es el componente de tendencia. Este componente se utiliza para modelar cambios graduales y sistemáticos en los valores de las series temporales. La estimación se realiza ponderando exponencialmente los valores de cada periodo de tiempo por la diferencia entre su valor y el valor del periodo de tiempo anterior. El componente de tendencia se utiliza directamente al realizar predicciones a partir de la última tendencia detectada por el modelo. Sin embargo, para evitar que las predicciones sigan ilimitadamente la tendencia final, la tendencia se amortigua de manera que se aplana gradualmente a medida que se avanza en el tiempo. valor exponencialmente decreciente. El modelo realiza una

estimación del nivel de amortiguación, por lo que la tendencia puede aplanarse más rápida o lentamente (o no aplanarse en absoluto en el caso más extremo). más lejanos.

Componente estacional

El segundo componente del suavizado exponencial es el componente estacional, que se utiliza para modelar patrones en los datos que se repiten a lo largo de un número determinado de periodos de tiempo. La forma y la magnitud del patrón dentro de cada estación puede cambiar con el tiempo, pero la duración de cada estación debe ser la misma para toda la serie temporal. Por ejemplo, la temperatura muestra un comportamiento estacional que corresponde a días y noches con temperaturas más bajas durante la noche y más altas durante el día.

Al igual que con el componente de tendencia, el componente estacional de un determinado periodo de tiempo se determina ponderando exponencialmente los valores estacionales de los periodos de tiempo anteriores. Sin embargo, en lugar de utilizar los periodos de tiempo inmediatamente anteriores, solo pondera los periodos de tiempo anteriores correspondientes al mismo punto de un ciclo estacional. Por ejemplo, si la duración de una estación es de cuatro periodos de tiempo, el componente estacional pondera exponencialmente los valores correspondientes a 4 periodos de tiempo anteriores, 8 periodos de tiempo anteriores, 12 periodos de tiempo anteriores, y así sucesivamente.

Serie de tiempo Modelo multiplicativo.

Una serie de tiempo está conformada por cuatro componentes tipos básicos de variación las cuales, actuando en concierto, contribuyen a los cambios observados en un período de tiempo y dan a la serie su aspecto errático. Estas cuatro componentes son: Tendencia (T), variación estacional (E) Variación Cíclica (C) y variación irregular (I).

Para llevar a cabo un análisis de este tipo, primero se deben identificar los componentes de la serie de tiempo, después aplicar las técnicas estadísticas para su análisis y, finalmente, hacer las proyecciones o pronósticos de eventos futuros. De esta forma, el análisis de series de tiempo es el procedimiento por el cual se identifican y aíslan los factores relacionados con el tiempo que influyen en los valores observados en las series

de tiempo para que una vez identificados, estos factores puedan contribuir a la interpretación de valores históricos de series de tiempo y hasta entonces pronosticar valores futuros de series de tiempo. (“Tema 3. Series de Tiempo - Utel”)

Componentes de una serie de tiempo El método clásico identifica cuatro influencias o

componentes:

• Tendencia (T)

• Fluctuaciones cíclicas (C)

• Variaciones estacionales (E)

• Variaciones irregulares (I)

Los cuales tienen una relación multiplicativa que dan forma al modelo clásico de series de tiempo,

"es decir, para cualquier período designado en la serie de tiempo, el valor de la variable está" (“Tema 3. Series de Tiempo - Utel”)

determinado por los cuatro componentes en la siguiente forma:

Esquema multiplicativo $\mathbf{Y} = \mathbf{TxCxEx}$I

El modelo multiplicativo de series de tiempo se utiliza cuando los componentes de la serie (tendencia, estacionalidad, ciclo y ruido) interactúan de manera no aditiva, es decir, cuando las fluctuaciones estacionales o cíclicas se incrementan o disminuyen proporcionalmente al nivel de la tendencia. El modelo se representa como:

¿Cuándo se usa?

El modelo multiplicativo se utiliza cuando:

1. **Estacionalidad proporcional**: Las variaciones estacionales crecen o disminuyen en magnitud con el nivel de la serie. Por ejemplo, si las ventas de un producto

aumentan durante ciertas temporadas de manera proporcional al nivel de la tendencia, este modelo es adecuado.

2. **Aumento proporcional de componentes**: Si al aumentar la tendencia también se incrementan las fluctuaciones, el modelo multiplicativo es una mejor representación que el aditivo.

Ejemplo:

Supón que una serie temporal muestra ventas mensuales de un producto, donde las ventas aumentan tanto en promedio como en amplitud estacional (es decir, las ventas no solo aumentan cada año, sino que también las diferencias entre temporadas de alta y baja demanda se agrandan). En este caso, sería mejor usar un modelo multiplicativo.

Este modelo es preferible frente al aditivo cuando el cambio en la variabilidad no es constante a lo largo del tiempo.

V. Diseño metodológico

4.1. Tipo de estudio.

Según su enfoque.

Este estudio es de carácter cuantitativo ya que se mide el fenómeno al utilizar procedimientos. recolección de datos, probar la hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis de datos a través de métodos estadísticos, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Sampieri, Collado, Baptista , 2010)

Según su diseño.

Esta investigación es de carácter no experimental en la que no se manipulan las variables, es decir, no se tiene control directo sobre ellas, por lo que se solo se limita al análisis de su comportamiento. (Sampieri, Collado, Baptista , 2010).

Según su temporalidad.

Es longitudinal, dado que analiza la evolución de las variables a lo largo del periodo en estudio, con serie periódica anual comprendida entre 2008-2023. `

Según su alcance.

Es estudio es correlacional, puesto que posee información respecto a la relación actual entre las variables que nos permitieran la validación o rechazo de nuestra hipótesis.

4.2. Área de estudio.

El área de estudio se caracteriza principalmente por un enfoque cuantitativo, que se basa en la experiencia de la información que se expresa en las bases de datos del Banco Central de Nicaragua y el Banco Mundial y Google Heard pro, comprendido entre el período de 2008- 2023, y responde directamente a una u otra necesidad práctica de conocer el estado del deterioro ambiental de Nicaragua. Los éxitos de las investigaciones

empíricas se valoran por la práctica (Suárez, 2011). Este estudio se enmarca en la línea de investigación de la Facultad de Ciencias Económicas y empresariales.

4.3. Fuente de información de datos.

Los datos que se utiliza en esta investigación son de fuente secundaria, y obtenido de BCN Y Google *Earth* pro, *Ineter*, y el banco Mundial.

4.4. Procedimiento de recolección de datos.

Fuentes secundaria. Procedimiento de recolección de datos utilizados en esta investigación son secundarios. Los datos utilizados en este trabajo de investigación provienen principalmente de las bases del Banco Central de Nicaragua y el Banco Mundial y Ineter. Estas transformaciones se han realizados no sólo con el fin de reducir la dispersión de las observaciones, sino también para observar y analizar ila tendencia.

4.5. Metodología econométrica.

Análisis de datos.

Pare el análisis y estimación de la variable se utiliza el paquete econométrica GNU *regression and ecometric time series library* (Gretl) en el cual se introducen los datos para después proceder a correr el modelo MCO y obtener los resultados para su posterior análisis de igual manera el programa fue útil para los hipótesis y validación de los resultados.

Se utilizo Microsoft Excel para agrupar datos, realiza cálculos y gráficas, y Microsoft Word para la redacción del presente estudio. Los conceptos econométricos se utilizar

Especificaciones del modelo matemático.

La función matemática por la cual están representadas las presentes variables en estudio es la siguiente:

$$\mathbf{Y} = \boldsymbol{\beta_0} + \boldsymbol{\beta_1}\mathbf{X_1} + \boldsymbol{\beta_2}\mathbf{X_2} + \boldsymbol{B_3}\, x_3 + \boldsymbol{U_i}$$

Notación se define a como siguiente:

$$\boldsymbol{Y} = Variables\ dependientes$$

$$\boldsymbol{x_1, x_2, x_3} = Variables\ independientes$$

$$\boldsymbol{\beta_0} = Constante\ del\ modelo$$

, se define como el intercepto con el eje y

$$\boldsymbol{B_1, \beta_2, \beta_3} = Son\ los\ parametros\ que\ determinan\ la\ pendiente\ del\ modelo$$

Especificaciones del modelo econométrico.

La estimación del modelo de regresión lineal está representada económicamente de la siguiente ecuación.

$$\boldsymbol{Produccion} = \boldsymbol{\beta_0} + \boldsymbol{\beta_1 Temperatura} + \boldsymbol{\beta_2 CO_2} + \boldsymbol{\beta_3 Precio\ promedio} + \boldsymbol{U_i}$$

Donde:

$\boldsymbol{Y} = Produccion$

$\boldsymbol{x_1} = Temperatura$

$\boldsymbol{x_2} = CO2$

$\boldsymbol{x_3} = Precio\ Promedio$

Formula econométrica: $\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{\beta_0} + \boldsymbol{x_1} + \boldsymbol{x_2} + \boldsymbol{x_3} + \boldsymbol{U_i}$ para el análisis e interpretación de resultados.

En el presente análisis de regresión se analiza como la variable dependiente la producción y como variables independientes: temperatura, CO2, precio promedio, esto con la finalidad de obtener un estimado de la incidencia de estos factores como determinantes de la producción.

Validación del modelo.

Empleando un nivel de confianza del 95%, se utilizará un valor p (p-valué) como la probabilidad de obtener un resultado suponiendo que la hipótesis nula (H0) es verdadera. Se rechaza la hipótesis nula si el valor p obtenido es igual o menor al valor de significancia, de lo contrario se acepta la hipótesis nula. (Guajara y Porte, 2010)

Criterio para la validación del modelo econométrico.

Para la validación del modelo econométrico es necesario, tomar en cuenta los contrastes y las referencias los supuestos fundamentales. Estos supuestos son esenciales para que los resultados del modelo sean confiables. Los principales supuestos a considerar son:

Normalidad de los residuos: implica que los residuos del modelo siguen una distribución normal. Esto es fundamental para realizar inferencias estadísticas precisas y confiables, como pruebas de hipótesis y la construcción de intervalos de confianza. Contrate de heteroscedasticidad de White. También conocido como prueba de White o prueba de White generalizada, es una prueba estadística utilizada en econometría para detectar la presencia de heteroscedasticidad en los residuos de un modelo econométrico. Contraste de Auto correlación. Se utiliza en econometría para evaluar si existen patrones sistemáticos de correlación entre los errores de un modelo econométrico. La auto correlación se produce cuando los errores no son independientes entre sí a lo largo del tiempo o entre observaciones, lo que viola uno de los supuestos clave de la regresión lineal clásica. Contraste de colinealidad. Colinealidad se utiliza en econometría para evaluar si existen problemas de multicolinealidad en un modelo econométrico. Contrate de Reset Ramsey. Es una prueba estadística utilizada en econometría para evaluar si un modelo econométrico, generalmente de regresión lineal, ha sido especificado correctamente. Contraste de CUSUM. Es una herramienta útil en econometría para evaluar la estabilidad de los coeficientes de regresión en un modelo econométrico a lo largo del tiempo. Esta prueba se utiliza principalmente en el contexto de modelos de series temporales y regresiones estructurales para detectar cambios estructurales en los parámetros del modelo**. Ver en anexo tabla 4.**

Según el modelo a validar, con la variable dependiente (producción) y las variables independientes la temperatura, el C02 y el precio, se iso constatar que las variables aportan al modelo de mínimos cuadrados ordinarios, estableciendo que estas variables ambientales afectan de forma directa, a la producción.

4.6. Plan de Análisis

Los datos de las variables obtenidos del Banco Central de Nicaragua y el Banco Mundial, serán codificados, tratadas según sea necesario para generar las estadísticas descriptivas, La codificación y tratamiento de datos, así como la generación de los resultados econométricos se realizarán con el apoyo del software R estudio, Gretel, y Microsoft Excel 365, para la elaboración y edición del informe final en Microsoft Word 365.

4.7. Operación de las variables.

Tabla 1

Operación de variables.

Cod.	Descripción de variables	Tipo de variable	Unidades	Promedio	Desviación Estándar
Y	Temperatura promedio anual (°C)	Endógena	Cuantitativas	Numérico	Numérico
X1	Emisiones de CO2 (kg/Hab)	Exógena	Cuantitativas	Numérico	Numérico
X2	Precio promedio de café ($/kg)	Exógena	Cuantitativas	Numérico	Numérico

Nota. Elaboración propia

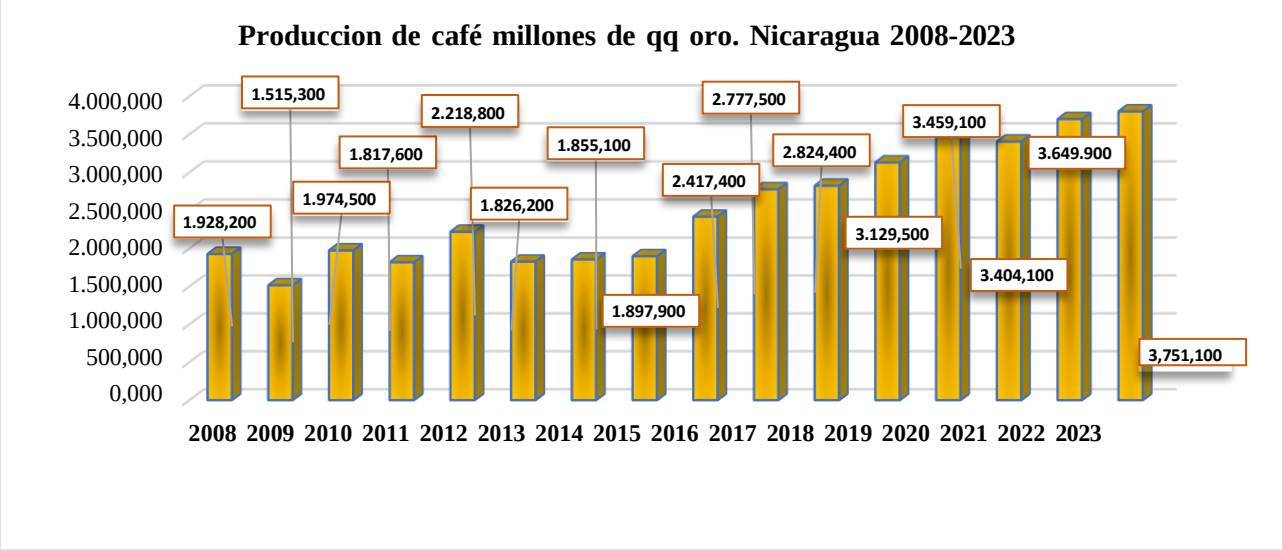
VI. Análisis de resultados.

A continuación, se presenta los resultados en coherencias con los objetivos específicos, los cuales están orientados a la identificación del comportamiento del precio y las variables ambientales y la Producción de café en Nicaragua, en la determinación de la relación de los precios y las variables ambientales temperatura, C02 con el rendimiento del café la determinación del efecto de los precios y variables ambientales en la producción del café en Nicaragua.

6.1. Identificación del comportamiento del precio y las variables ambientales

Figura 1

Descripción de la variable producción millones de quintales.



Nota. Elaboración propia a partir de datos de BCN.

La gráfica muestra la producción de café en Nicaragua en miles de quintales oro, desde el año 2008 hasta el año 2023. La producción se representa mediante una gráfica de barras que conecta los puntos de datos correspondientes a cada año.

Con tendencia general de la producción de café en Nicaragua es creciente La producción ha aumentado significativamente desde el año 2008, cuando se ubicaba en

1,928.200 miles de quintales oro, hasta el año 2023, cuando alcanzó un nivel de 3,800.100 millones de quintales oro. La producción del café en nicaragua se ve afectada o beneficiada por distintos factores que pueden influir en la calidad de los granos de café.

La gráfica muestra una tendencia general al alza en la producción de café en Nicaragua durante el período analizado. En el año 2008, la producción se situó en 1.515.300 quintales oro, mientras que, en el año 2023, la producción alcanzó los 3.800.100 quintales oro. Esto representa un aumento del 148% en 15 años. Este crecimiento se ha debido a una serie de factores, incluyendo:

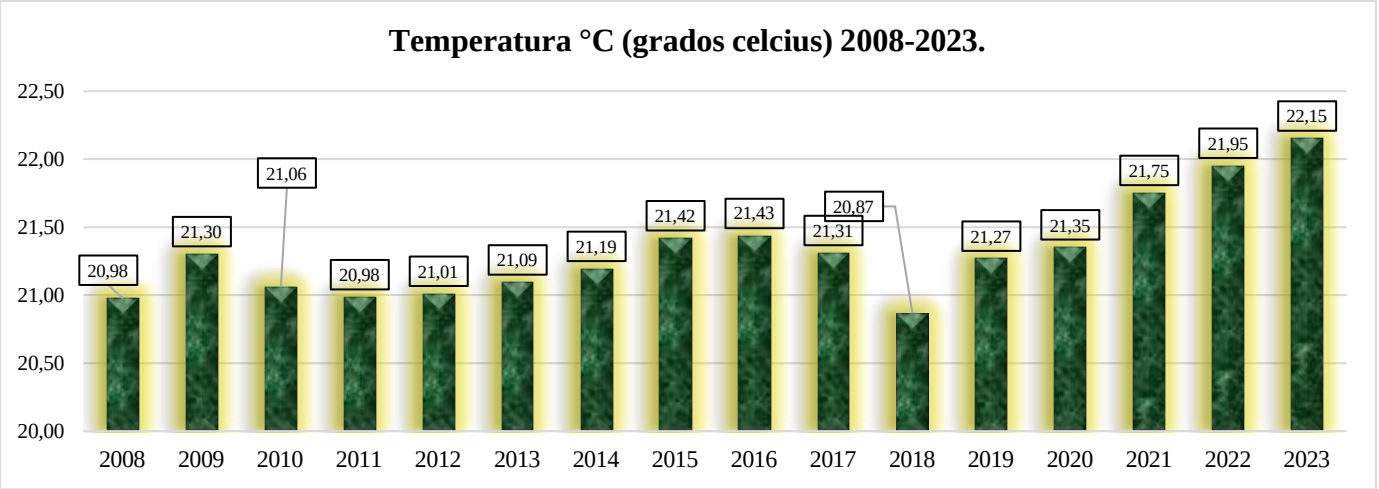
Brotes de roya del cafeto: La roya del cafeto es una enfermedad fúngica que afecta a las hojas del cafeto y puede reducir significativamente la producción. En el año 2018, hubo un brote particularmente severo de roya del cafeto en Nicaragua, lo que afectó a la producción de café en todo el país.

Sequía: En el año 2018, Nicaragua también sufrió una sequía severa que afectó a la producción de café. La sequía provocó una reducción en la disponibilidad de agua para riego, lo que afectó el crecimiento y desarrollo de las plantas de café.

Baja de los precios del café en el mercado internacional: En el año 2018, los precios del café en el mercado internacional experimentaron una caída significativa.

Figura 2

Evolución de temperatura en grados celcius



***Nota*.** elaboración propia a partir de datos de Google earth.

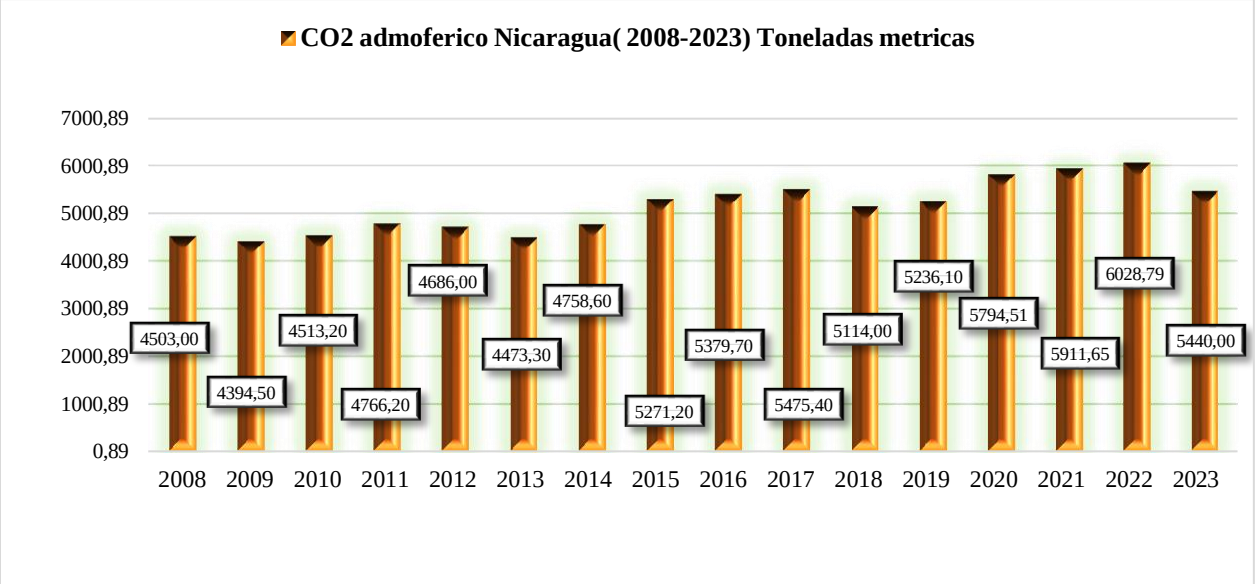
En este análisis, se describe la evolución de la temperatura en la zona norte de nicaragua en una altura de más de 1100 metros sobre el nivel del mar. Nicaragua durante el período comprendido entre los años 2008 y 2023, tomando como base la información proporcionada en la gráfica.

La variable temperatura, influye en la producción y la realización Las temperaturas óptimas para el cultivo de café varían según la variedad. El café arábico, la variedad más popular, requiere temperaturas entre 15 y 24 grados Celsius. El café robusto, que es más resistente al calor, puede tolerar temperaturas entre 24 y 30 grados Celsius en los departamentos de Nicaragua como Jinotega y Matagalpa dónde está la máxima producción de café en estos periodos establecido entre 2008 y 2019 la temperatura se mantuvo entre 20.87 y 21.43.

La gráfica muestra una tendencia general al alza en la temperatura promedio anual en Nicaragua zona norte durante el período analizado. En el año 2008, la temperatura promedio anual fue de 20.98°C, mientras que, en el año 2023, la temperatura promedio anual fue de 22.15°C. Esto representa un aumento de 0.4°C en 15 años. Este aumento de la temperatura se ha debido a una serie de factores, incluyendo:

Figura 3

Evolución de la variable Co2 atmosférico en toneladas métricas.



Nota: Elaboración propia a partir de datos del Banco mundial. (emisiones de CO2 per cápita).

En este análisis, se describe la evolución de la variable CO2 atmosférica toneladas per cápita en Nicaragua durante el período comprendido entre los años 2008 y 2023, tomando como base la información proporcionada en la gráfica.

La gráfica muestra una tendencia general al alza en la variable CO2 atmosférica toneladas per cápita en Nicaragua durante el período analizado. En el año 2008, la variable CO2 atmosférica toneladas per cápita era de 4.503,00 toneladas métricas, mientras que, en el año 2023, la variable CO2 atmosférica toneladas per cápita fue de 5.440,00 toneladas métricas. Esto representa un aumento del 23,8% en 15 años. Este aumento de la variable CO2 atmosférica toneladas per cápita se ha debido a una serie de factores, incluyendo:

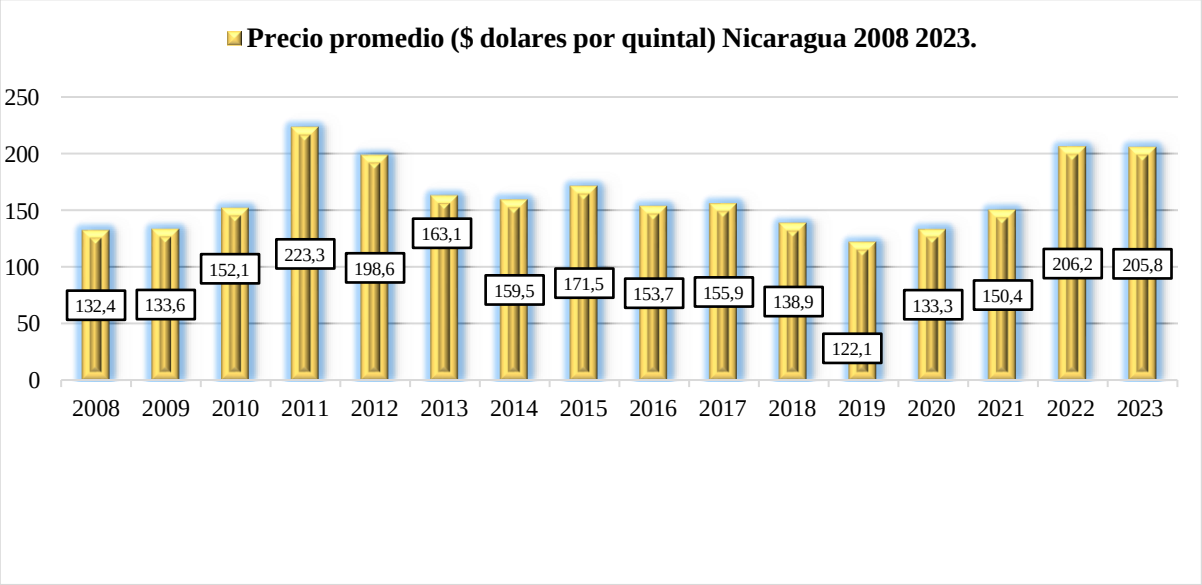
La concentración de CO2 en la atmósfera se mide con instrumentos llamados "monitores de CO2". El efecto de dióxido de carbono en Nicaragua se presenta en toneladas métricas, entre los años 2008-2019 se mantuvo entre mínimos de 4393 y 5475 toneladas métricas de CO2 atmosférico teniendo como intervención a la producción de

café. Un efecto negativo ya que con más concentración de CO2 la producción de café disminuye afectando el rendimiento de la producción de café.

A pesar de la tendencia general al alza, la gráfica también muestra algunas fluctuaciones en la variable CO2 atmosférica toneladas per cápita durante el período analizado. La fluctuación más significativa se observó en el año 2009, cuando la variable CO2 atmosférica toneladas per cápita fue de 4.,30 toneladas métricas. Esta fue la variable CO2 atmosférica toneladas per cápita más baja registrada en el período analizado. Esta disminución de la variable CO2 atmosférica toneladas per cápita se debió a una serie de factores, incluyendo

Figura 4

Evolución de la variable precio promedios en dólares ($) por quintal de café oro.



Nota. Elaboración propia a partir de datos del BCN:

El café es uno de los principales productos agrícolas de Nicaragua, y su exportación representa una fuente importante de ingresos para el país. En este análisis, se describe la evolución del precio promedio del café en Nicaragua durante el período comprendido entre los años 2008 y 2023, tomando como base la información proporcionada en la gráfica.

La gráfica muestra una tendencia general al alza en el precio promedio del café en Nicaragua durante el período analizado. En el año 2008, el precio promedio del café fue de $132.40 dólares por quintal, mientras que, en el año 2023, el precio promedio del café fue de $200.50 dólares por quintal. Esto representa un aumento del 40% en 15 años. Este aumento del precio del café se ha debido a una serie de factores, incluyendo:

El precio del café en Nicaragua ha experimentado una serie de fluctuaciones en los últimos años. En 2008, el precio del café en Nicaragua alcanzó un máximo de 132.4 dólares por quintal de café oro es decir listo para la exportación. Sin embargo, el precio del café se desplomó en 2019, alcanzando un mínimo de 122.1 dólares por quintal. El precio del café tubo rendimiento altos y el precio estuvo en alza en los años históricas en el 2011 al 2016 en los años siguientes, disminuyó su promedio de 153 a 122 dólares por quintal en 2019. esto se encuentra sujeto a afectaciones de clima y cultivo y exportación.

Tabla 2

Análisis de las figuras

Variable	Año 2008	Año 2023	Variación	Factores Influyentes	Impacto en la Producción de Café
Producción (millones de quintales)	1928.2	3800.1	+48%	Roya del cafeto, sequía, precios del café	Crecimiento significativo en 15 años
Temperatura (°C)	20.98	22.15	+0.4°C	Cambio climático, variabilidad anual	Afecta la calidad y rendimiento del café
CO_2 atmosférico (toneladas métricas per cápita)	4.503	5.440	+23.8%	Emisiones industriales, deforestación	Aumento de CO_2 reduce la producción de café
Precio del café ($/quintal)	132.4	200.5	+40%	Mercado internacional, oferta y demanda	Fluctuaciones impactan la rentabilidad

Nota. Elaboración propia

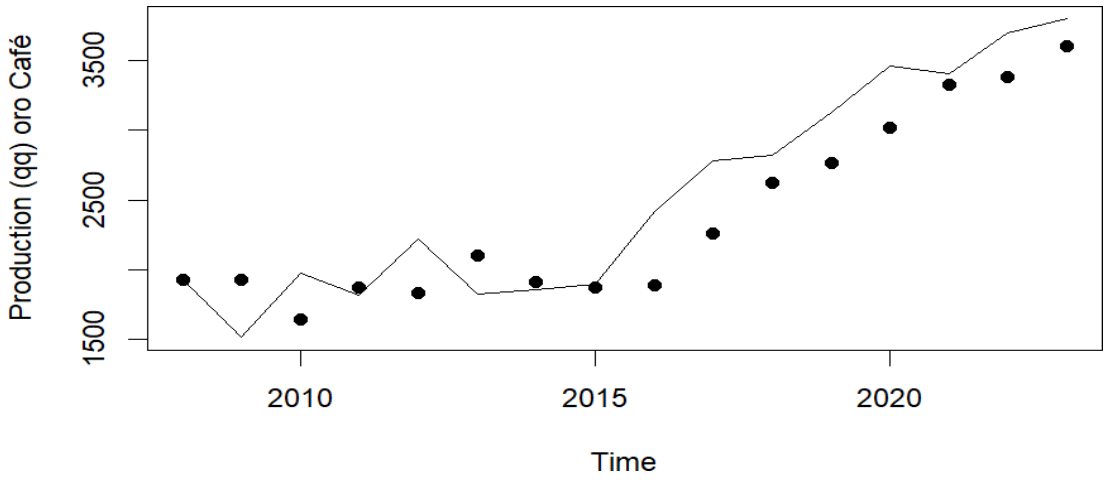
6.2. Pronostico de la producción en ausencia de variables ambientales.

Análisis Detallado con el Método de Holt-Winter

El método de Holt-Winter es una técnica de suavizado exponencial que se utiliza comúnmente para pronosticar series de tiempo con tendencia y estacionalidad en este estudio lo utilizaremos en la variable producción de café en nicaragua en el periodo (2008-2023).

Figura 5.

Evolución de producción de café (2008-2023)



Nota. Elaboración propia.

- Eje X: Representa el tiempo, desde 2008 hasta 2023.
- Eje Y: Muestra la producción de café en quintales (qq).
- Línea: Traza la evolución de la producción de café a lo largo de los años.

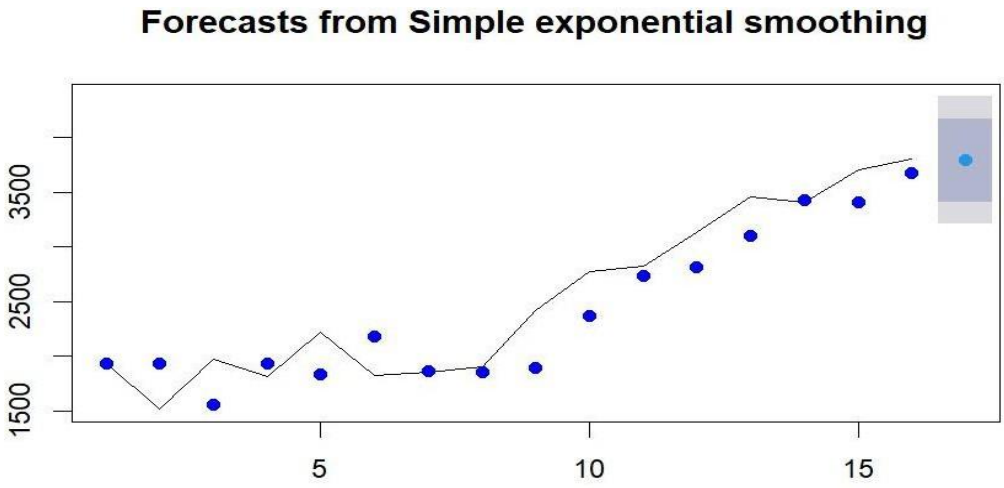
La muestra una tendencia general al alza en la producción de café en Nicaragua durante el período analizado. Sin embargo, esta tendencia no es completamente lineal, ya que se observan algunos altibajos a lo largo de los años.

Basado en la figura, se puede concluir que la producción de café en Nicaragua ha mostrado una tendencia al crecimiento en los últimos años. Sin embargo, para obtener

una comprensión más completa de los factores que influyen en esta tendencia y realizar pronósticos más precisos, es necesario realizar un análisis más detallado utilizando métodos estadísticos como el de Holt-Winter para el pronóstico.

Figura 6.

Pronóstico con hold Winter (2008-2023)



Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el pronóstico mediante el modelo hold Winter suavizado exponencial simple con un parámetro Alpha de 0.92 calculado como el óptimo sugiere que la producción de café en Nicaragua está en crecimiento, con un pronóstico de 3792.73 quintales para el próximo período esto se calculó haciendo usos de R estudio donde se calculó el valor de óptimo de Alpha.

El pronóstico de la producción de café en Nicaragua mediante el modelo de suavización exponencial simple con un parámetro α=0.92\Alpha = 0.92α=0.92 indica un crecimiento proyectado de 3792.73 millones quintales para el próximo período. Este valor sugiere que el modelo captura una tendencia positiva en la producción, asignando un peso significativo a los datos más recientes gracias al alto valor de α\Alphaα. Esto permite que el modelo responda rápidamente a cambios recientes en la serie, aunque también

puede amplificar la influencia de fluctuaciones temporales, lo que podría llevar a predicciones menos estables en el tiempo.

Sin embargo, la magnitud del error cuadrático medio (RMSE) de 297.71 y el amplio intervalo de confianza al 80% (1755.48 a 3637.14 quintales) reflejan limitaciones del método. La suavización exponencial simple no incorpora explícitamente componentes de tendencia o estacionalidad, lo que la hace más adecuada para series estacionarias. En este caso, la producción de café puede estar influenciada por factores estacionales, como ciclos de cosecha o condiciones climáticas, que no son capturados por el modelo, lo que resulta en una incertidumbre significativa en las predicciones.

Tabla 5

Análisis del modelo suavizado exponencial

Aspecto	**Detalle**
Método utilizado	Holt-Winter (Suavización Exponencial Simple)
Parámetro Alpha (α)	0.92 (calculado como óptimo)
Producción pronosticada	3792.73 quintales (para el próximo período)
Tendencia	Crecimiento positivo en la producción de café
Error Cuadrático Medio (RMSE)	297.71
Intervalo de Confianza (80%)	1755.480 a 3757.100 quintales
Limitaciones del modelo	- No incorpora componentes de tendencia o estacional - Sensible a fluctuaciones temporales debido al alto valor de Alpha.
Observaciones	- La producción de café muestra una tendencia general al alza. - Se observan altibajos en la producción a lo largo del período analizado. - El modelo es más adecuado para series estacionarias.

Nota. Elaboración propia.

6.3. Determinación del efecto de los precios y variables ambientales en la producción del café en Nicaragua.

Modelo 1: MCO, usando las observaciones $\mathbf{2008 - 2023}$ ($\boldsymbol{T = 12}$) Variable dependiente: Producción quintales café oro.

Estimación del modelo.

El modelo econométrico, basado en datos de 2008 a 2023, estima la producción de quintales de café oro en función de la temperatura, el CO2 y el precio promedio. Los resultados indican que un aumento en el CO2 incrementa significativamente la producción, mientras que la temperatura y el precio promedio tienen efectos negativos con significancia marginal. Con un R-cuadrado de 0.86, el modelo explica el 86% de la variabilidad en la producción, aunque el estadístico Durbin-Watson sugiere posible autocorrelación en los residuos. En conjunto, las variables son relevantes, destacando el papel del CO2 como factor clave, aunque se debe revisar la autocorrelación para mejorar la robustez del modelo. **Ver anexo tabla 3.**

Modelo estimado

$$Producción = 17930.8\, const + (-1010.70) temperatura + (1.36329) CO2 + (-6.22157) precio\ promedio + U_i$$

Interpretación de los parámetros.

La regresión proporcionada por el programa Gretl muestra que, los resultados esperados dado que todas las variables establecidas en el modelo tienen el signo esperado de acuerdo con la teoría económica. Se observa que los parámetros son estadísticamente significa a nivel individual y a nivel general, con un nivel de confianza del 95%. El R cuadrado es de 0.81 lo que significa que el 81% de las entradas de producción están determinadas principalmente por la temperatura, el CO2 y el precio promedio.

Constante (β0): es la variable dependiente la producción.

Temperatura (β1): Por cada aumento de un grado de temperatura la producción de café disminuye en un total de -1010.70 quintales de café-oro es decir que la temperatura afectara la producción de café.

CO2 (β2): por cada aumento de toneladas métricas de la variable del CO2 la producción aumentara (1.36) quintales muestras un comportamiento positivo que puede ser beneficioso a la protección de café ya que promueve el crecimiento y la fotosíntesis de las plantas, pero si el C02 llegara demasiado alto afectaría.

Precio promedio (β3): Ante una variación porcentual del precio promedio de -6.49% por lo tanto muestra que entre más producción de café-oro llegara a producirse el precio en el mercado llegara a disminuir

Validación del modelo.

Resumen Analítico de los Criterios de Decisión y Conclusiones

En el análisis de la significancia de los coeficientes del modelo, se han realizado pruebas de hipótesis tanto globales como individuales con un nivel de significancia del 5% (α=0.05\Alpha = 0.05α=0.05). A continuación, se resume cada evaluación:

1. **Hipótesis Global**:
    - Al probar la hipótesis de que todos los coeficientes son iguales a cero (H0: Bi=0B_i = 0Bi=0), el valor p obtenido fue 0.0234, menor que 0.05. Esto lleva al rechazo de la hipótesis nula, indicando que la constante B0B_0B0 es estadísticamente significativa y su inclusión contribuye a la explicación del modelo. Este resultado sugiere que el modelo tiene factores que explican la variabilidad de la variable dependiente aun cuando las otras variables sean cero.
2. **Hipótesis Individual para B1B_1B1**:
    - La prueba individual para B1B_1B1 resultó en un valor p de 0.0181. Dado que es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula, indicando que

B1B_1B1 tiene un efecto significativo en el modelo. Esto implica que B1B_1B1 es relevante para explicar la variabilidad en la variable dependiente.

3. **Hipótesis Individual para B2B_2B2**:
    - La prueba individual de B2B_2B2 produjo un valor p de 0.0006, notablemente menor que 0.05, lo cual permite rechazar la hipótesis nula. Esta significancia muestra que B2B_2B2 tiene un impacto importante y positivo en el modelo, estableciendo una relación significativa con la variable dependiente.
4. **Hipótesis Individual para B3B_3B3**:
    - El valor p de la prueba para B3B_3B3 fue 0.0421, también menor que 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula. Esto implica que B3B_3B3 es un coeficiente significativo y contribuye a la explicación del modelo, reflejando una relación estadísticamente importante con la variable dependiente.

Todos los coeficientes B0B_0B0, B1B_1B1, B2B_2B2 y B3B_3B3 resultaron ser estadísticamente significativos al nivel de 5%, lo que significa que cada uno contribuye a la explicación del modelo y mejora su capacidad de predicción

Regresión lineal, se verificaron varios supuestos clave:

1. **Heterocedasticidad (Contraste de White)**: La prueba arrojó un valor p de 0.41382, que supera el nivel de significancia de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula. Esto confirma que la varianza de los errores es constante, lo que significa que no hay heterocedasticidad en el modelo.

2. **Normalidad de los Errores**: La prueba de normalidad de los residuos resultó en un valor p de 0.602156, mayor que 0.05, lo cual sugiere que los errores están distribuidos normalmente. Este supuesto es importante para la validez de las inferencias estadísticas en el modelo.

3. **Autocorrelación de los Errores**: Con un valor p de 0.714, el análisis no proporciona evidencia de autocorrelación, indicando que los errores son independientes entre sí, otro aspecto crucial para la fiabilidad del modelo.

4. **Estabilidad de Parámetros (Contraste de Cusum)**: La prueba Cusum mostró un valor p de 0.022242, lo que respalda la estabilidad de los parámetros en el modelo. Esto indica que no se observaron cambios estructurales en el mismo.

5. **Especificación Correcta del Modelo (Contraste de RESET de Ramsey)**: Con un valor p de 0.524401, mayor que 0.05, el modelo no presenta errores de especificación. Esto indica que está correctamente especificado y que las variables incluidas capturan adecuadamente la relación estudiada.

6. **Colinealidad**: Los factores de inflación de la varianza (VIF) de las variables independientes (Temperatura, CO2 y Precio Promedio) están dentro del rango aceptable (entre 1 y 10), lo cual sugiere que no existen problemas de colinealidad en el modelo.

7. **Cambio Estructural (Contraste de Show)**: La prueba de Show dio un valor p de 0.0940383, lo que indica que no hay evidencia de cambio estructural en el modelo.

El modelo de regresión cumple con todos los supuestos fundamentales: no presenta heterocedasticidad, los errores son normales y no están auto correlacionados, los parámetros son estables, el modelo está bien especificado, no hay problemas de colinealidad, y no se observa cambio estructural. Estos resultados confirman la validez y robustez del modelo para representar la relación analizada.

Tabla 3.

Coeficientes del Modelo Econométrico

Variable	Coeficiente	Significancia (p-valor)	Interpretación
Constante (β0)	-	0.0234	Es estadísticamente significativa y contribuye a la explicación del modelo.
Temperatura (β1)	-1010.70	0.0181	Un aumento de 1°C reduce la producción de café en 1010.70 quintales.
CO_2 (β2)	1.36	0.0006	Un aumento en CO_2 incrementa la producción de café, ya que favorece la fotosíntesis.
Precio Promedio (β3)	-6.49%	0.0421	A mayor producción, el precio en el mercado tiende a disminuir.

Nota. Elaboración propia

Tabla 4

Validación del Modelo

Prueba	Valor p	Conclusión
R-cuadrado	0.86	Explica el 86% de la variabilidad de la producción.
Heterocedasticidad (White)	0.4138	No hay heterocedasticidad.
Normalidad de errores	0.6022	Los errores siguen una distribución normal.
Autocorrelación (Durbin-Watson)	0.714	No hay evidencia de autocorrelación.
Estabilidad de parámetros (Cusum)	0.0222	Los parámetros son estables.
Especificación del modelo (RESET de Ramsey)	0.5244	El modelo está bien especificado.
Colinealidad (VIF)	Entre 1 y 10	No hay problemas de colinealidad.
Cambio estructural (Show)	0.0940	No hay evidencia de cambio estructural.

Nota. Elaboración propia

VII. Conclusiones.

En esta investigación, se ha centrado particularmente pronosticar la producción del cultivo de café utilizando la estimación del método Hold Winter y el modelo de regresión por Mínimos Cuadrados Ordinales utilizados para la estimación de la producción. Para la aplicación de esta metodología estadística se requería contar con datos histórico de la producción de café y las principales variables ambientales.

El precio del café durante el periodo de estudio estuvo con altibajos ya que en ciertos años sufrió bajas en su precio como lo fue entre los años 2012 y 2014 y el año 2016 donde el precio era bajo, y con respecto a las variables ambientales, el CO2 tuvo comportamiento negativo en varios años, pero en 2018 tuvo el porcentaje más negativo que fue del -7% y en cambio la temperatura solo fue de -2.07% en el mismo año. Y la producción de café comenzó a incrementar desde el año 2014 hasta el 2019 de pues de altibajos.

Entre las variables ambientales, el precio y el rendimiento del café existes una gran relación ya que a los factores ambientales en el café puede tener un mejor rendimiento y por motivos de su buen rendimiento este puede influir en el precio del café ya que es una planta tropical que crece mejor en temperaturas cálidas y húmedas. Si las temperaturas son demasiado bajas, las plantas de café no podrán florecer y producir frutos. Si las temperaturas son demasiado altas, las plantas de café pueden estresarse y morir. El CO2 es un gas que las plantas utilizan para la fotosíntesis. El aumento de los niveles de CO2 en la atmósfera puede ayudar a las plantas de café a crecer más rápido y producir más frutos. El precio del café es un factor importante que afecta la cantidad de café que se produce.

El comportamiento de la producción se ve influenciada, por la temperatura donde el modelo econométrico mínimo cuadrados ordinarios nos muestra que la producción se ve afectada por la temperatura en 1415 quintales oro en disminución por cada aumento

de grado Celsius en la temperatura esto se involucrado factores ambientales y despale de la zona productiva, el CO2 atmosférico se observa en ayuda nuestro modelo nos muestra que entre más aumento el CO2 la producción aumenta, mientras que el precio promedio entre más es la producción el precio disminuye.

VIII. Recomendaciones

El cultivo del café en Nicaragua es un sector clave para la economía y la sociedad, pero enfrenta desafíos debido a fluctuaciones en los precios internacionales y factores ambientales como el cambio climático y el uso de agroquímicos. Diversos estudios concluyen que es necesario mejorar la sostenibilidad del sector cafetalero y mitigar los efectos adversos de las condiciones climáticas en la producción café. Además, la volatilidad de los precios afecta la rentabilidad y la inversión de los productores.

Es necesario considerar la introducción de nuevos cultivos que convivan con el café en las fincas cafetaleras, es una tarea compleja, pero debido a los posibles impactos del cambio climático afecte los en el ecosistema y siga disminuyendo la producción de café ya que este es un clave para las familias nicaragüense.

Las decisiones de los agricultores pueden tener impactos tanto positivos como negativos en el equilibrio ambiental de la zona, equilibrio que ya se ve afectado por el cambio climático. Por lo tanto, conocer los incentivos y las preocupaciones de los agricultores regionales es fundamental para diseñar políticas que aborden los desafíos futuros del país.

IX. Referencias bibliográficas.

Álvarez Fernández, R. (2023). *Estudio comparativo de modelos clásicos de series temporales y métodos de machine learning para la predicción de la temperatura diaria de Gijón..* (“Estudio comparativo de modelos clásicos de series temporales y métodos ...”) uniovi.es.

Ancafe. (2022). *Guia de variedades de cafe.*

Carazo, C. J. (2019). *Evaluación de la contaminación, por el vertido de aguas mieles y subproductos en el beneficiado.* (“Evaluación de la contaminación, por el vertido de aguas mieles y ...”) Managua.

Cedeño, C. M. (2021). *Análisis financiero: una herramienta clave para la toma de decisiones de gerencia.* (“Análisis financiero: una herramienta clave para la toma de decisiones ...”) 593 Digital Publisher CEIT, 6(3), 87-106. unirioja.es.

D`Trinidad, R. E. (2010-2013). *Impactos de las Lluvias y las Temperaturas en la Producción y.* Jinotepe carazo. (“UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA UNAN - MANAGUA RECINTO ...”)

Delgado., B. E. (2014). *Evaluación de la potencialidad de los suelos en sistemas productivos en la parte alta y media.* (“Evaluación de la potencialidad de los suelos en sistemas productivos en ...”) Matagalpa nicaragua.

Delgado., B. E. (Matagalpa, Julio del 2014). *Evaluación de la potencialidad de los suelos en sistemas productivos en la parte alta y media.* (“Evaluación de la potencialidad de los suelos en sistemas productivos en ...”) Matagalpa nicaragua.

Enrique, J. (2015). *"Estrategias de Adaptación ante el cambio climático en la caficultura, en cinco comunidades del municipio de San Ramón, Matagalpa." (“Estrategias de Adaptación ante el cambio climático en la caficultura ...”) I semestre de.*

Flández, J. V.-B.-R. (2023). *Predicción mediante método de suavización exponencial simple.*

Gándara, G. &. (2024). *Escenarios tendenciales y métodos de predicción cuantitativa. Métodos prospectivos 2: Para la exploración de futuros en empresas, ONG, gobiernos y la agenda global. [HTML].*

Guajara y porte. (2010). econometría. 948.

Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio. (2010). metodología de la investigación. *McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.*, 634.

IPSA. (2023). *ESTRATEGIA NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CAFICULTURA NICARAGÜENSE.*

Jarquín, E. J. (2020). *Caracterización socioeconómica y fitosanitaria de 25 sistemas de producción de café (Coffe a arábica L.) en tres municipios de Matagalpa.* ("Caracterización socioeconómica y fitosanitaria de 25 sistemas de ...") Matagalpa nicaragua.

LEZAMA, B. G. (2017-2018). *Perfil de la finca Agroecológica Productora de café La Lotería ubicada en la fundadora Matagalpa.* ("El Café en Nicaragua. Perfil de la finca Agroecológica Productora de ...") Matagalpa nicaragua.

Mancera, A. C. (s.f.). *Samuelson y la enseñanza de la de la teoría económica.* Profesor–Investigador del Departamento de Economía de la UAM-Azcapotzalco (acm1900@yahoo.com). 1 colandero y Landre (1996: 1-38).: México.

Marconi Narváez, B. (2022). *Evaluación de un sistema de inteligencia artificial (IA) basado en redes neuronales convolucionales (CNN) para la detección y clasificación de nódulo tiroideo.* unab.edu.co.

Muñoz-Herrera, W. F.-B.-R. (2020). *Aplicación de redes neuronales para la reconstrucción de series de tiempo de precipitación y temperatura utilizando información satelital.* Revista EIA, 17(34), 73-88.

Nicholls, M. A. (2002). *Un método agroecológico rápido para la evaluación de los cafetales.* Costa rica: Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No.

64 p. (“(PDF) Control Biológico del Salivazo de la Caña de ... - Academia.edu”) 1 7 - 2 4, 2 0 0 2.

Oñate Zurita, E. E. (2020). *Desarrollo de un algoritmo para el estudio de flujo de carga armónica para sistemas radiales de distribución mediante el lenguaje de programación PYTHON.* (“Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi: Desarrollo de un ...”) utc.edu.ec.

Paños Varangis, P. S. (2002). *La crisis cafetalera: efectos y estrategias.* Honduras.

Peralta, Y. A. (2022). *Determinantes de la oferta exportable del café en Nicaragua.*

porte, G. y. (2010). Econometría.

Puyol Lombos, L. (2021). *Loa test de independencia de dos variables y su aplicación a Redes Neuronales para la predicción de mercados financieros utilizando series temporales.* (“Loa test de independencia de dos variables y su aplicación a Redes ...”) comillas.edu.

Ramírez, D. (2005). *NICARAGUA efecto de cambio climático en la agricultura.* NICARAGUA: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Rodríguez., C. J. (noviembre 2019). *Evaluación de la contaminación, por el vertido de aguas mieles y subproductos en el beneficiado.* Managua.

Rojas, B. E. (2021). *Caracterización de sistemas de regulación por modificaciones postraduccionales de proteínas de la partición del carbono en células vegetales.* unl.edu.ar.

Sacco, M. A. (2023). *Cuantificación de la incertidumbre en los pronósticos usando redes neuronales: aplicación en asimilación de datos. uba.ar.*

Salazar, G. E. (2017-2018). *Perfil de la finca Agroecológica Productora de café La Lotería ubicada en la fundadora Matagalpa.* Matagalpa nicaragua.

Sanchis, J. G. (2023, junio 27).). *La ley de la oferta y la demanda: qué es, cómo funciona y ejemplos. Economia3;* https://economia3.com/2023/06/06/581351-la-ley-de-la-oferta-y-la-demanda-que-es-como-funciona-y-ejemplos/.

Tamara., C. P. (2016). *Impacto Económico en la producción de café en el Municipio de YALI NICARAGUA.* Jinotega nicaragua.

Urbina. (2015). *Estrategias de Adaptación ante el cambio climático en la caficultura.*

Urbina, B. J. (2012-2015). *Estrategias de Adaptación ante el cambio climático en la caficultura, en Matagalpa.* Matojal-Nicaragua.

Urbina, B. J. (2015). *Estrategias de Adaptación ante el cambio climático en la caficultura, en Matagalpa.* Nicaragua.

Urbina, B. J. (2015). *Estrategias de Adaptación ante el cambio climático en la caficultura, en nicaragua.* Matagalpa.

Utel. ((2013, agosto 9). L). *Ley de la oferta y demanda: en qué se basa. BLOG* |. Utel. https://utel.mx/blog/10-consejos-para/ley-de-la-oferta-y-demanda/.

Víctor. ((2018, noviembre 16)).. *Externalidades y Medioambiente. Coccosphere.* https://coccosphere.es/publicaciones/externalidades-y-medioambiente.

X. Anexos.

Tabla 6
Base de datos utilizado.

Años	Producción (qq) oro	Precio promedio ($ dólares por quintal) Nicaragua 2008 2023.	CO2 atmosférico Nicaragua (2008-2023) Toneladas métricas	Temperatura
2008	1,928.200	132.4	4503.00	20.98
2009	1,515.300	133.6	4394.50	21.30
2010	1,974.500	152.1	4513.20	21.06
2011	1,817.600	223.3	4766.20	20.98
2012	2,218.800	198.6	4686.00	21.01
2013	1,826.200	163.1	4473.30	21.09
2014	1,855.100	159.5	4758.60	21.19
2015	1,897.900	171.5	5271.20	21.42
2016	2,417.400	153.7	5379.70	21.43
2017	2,777.500	155.9	5475.40	21.31
2018	2,824.400	138.9	5114.00	20.87
2019	3,129.500	122.1	5236.10	21.27
2020	3,459.100	133.3	5794.51	21.35
2021	3,404.100	150.4	5911.65	21.75
2022	3,649.000	206.2	6028.79	21.95
2023	3,751.100	205.8	5440.00	22.15

Nota. Elaboración propia

Datos del BCN (estadísticas macroeconómicas 2022

Datos de Google Earth pro anual y Ineter.

Datos del banco mundial.

Tabla 7
Aceptación del modelo

	Coeficiente	*Desv. Típica*	*Estadístico t*	*valor p*	
const	17930.8	9031.76	1.985	0.0752	*
Temperatura	−1010.70	454.444	−2.224	0.0503	*
CO2	1.36329	0.211155	6.456	<0.0001	***
Precio promedio	−6.22157	2.87336	−2.165	0.0556	*

Media de la vble. dep.	2360.400	D.T. de la vble. dep.	644.4843
Suma de cuad. residuos	753583.5	D.T. de la regresión	274.5147
R-cuadrado	0.860439	R-cuadrado corregido	0.818571
F (3, 10)	20.55112	Valor p (de F)	0.000135
Log-verosimilitud	−96.11990	Criterio de Akaike	200.2398
Criterio de Schwarz	202.7960	Cric. de Hannan-Quinn	200.0032
rho	0.369752	Durbin-Watson	1.203713

Nota. elaboración propia con datos del BNC y Google *Earth* pro introducidos en Gretl.

Tabla 8
Supuestos básicos a validar

Contraste	Referencias
Hipótesis global	**α=0.05**
H0: β	valor de α se rechaza la Ho
H1: βi ≠0	
Hipótesis individual	**α=0.05**
H0: β1, β2, β3	valor p> α No se rechaza la H0 valor
H1: β1, β2, β3	p ≤ α No se rechaza la H0

Contraste de White H0: no hay heterocedasticidad. H1: hay heterocedasticidad.	**α=0.05** α>p value, se rechaza H0 α<p value, no se rechaza H0
Normalidad de los residuos H0: el error se distribuye normalmente H1: el error no se destruye normalmente.	**α=0.05** α>p value, se rechazaH0 α<p value, no se rechaza H0
Contraste de Show de cambio estructural H0: no hay cambio estructural. H1: hay Cambio structural.	**α=0.05** α>p value, se rechaza H0 α<p value, no se rechaza H0
Contraste de autocorrelación H0: no hay autocorrelación. Hi: hay cambios en los parámetros.	**α=0.05** α>p value, se rechaza H0. α<p value, no se rechaza H0.
Contraste de CUSUM H0: especificación adecuada. Hi: la especificación no es adecuada.	**α=0.05** α>p value, se rechaza H0 α<p value, no se rechaza H0
Contraste de RESET Ramsey H0: especificaciones adecuadas. Hi: la especificación no es adecuada	**α=0.05** α>p value, se rechaza H0 α<p value, no se rechaza H0
Contraste de colinealidad Mínimo valor posible=1.0 valores mayores que 10.0	Valores mayores que 10.0 pueden indicar un problema de colinealidad

Nota. Elaboración propia, basado em metodología econométrica (Guajara y Porte, 2010).

Tabla 9

Prueba de hipótesis

Hipótesis	Criterio de decision	conclusión.
Hipótesis Global		
H0: Bi=0 H1: Bi≠0	Valor p< α 0.0234<0.05	se rechaza la hipótesis nula de B0=0 a un nivel de significancia de 5%, por lo tanto, Bo≠0 y la constante aporta a la explicación del modelo.
Hipótesis individual		
H0: B1=0 H1: B1≠0	Valor p <α 0.0181<0.05	se rechaza la hipótesis nula de que q B1=0 a un nivel de significancia de 5%, por la tanto, B1≠0 y aporta a la explicación del modelo.
H0: B2=0 H1: B2≠0	Valor p <α 0.0006<0.05	se rechaza la hipótesis nula de que B2=0 a un nivel de significancia de 5%, por lo tanto, B2≠0 y aporta a la explicación del modelo.
H0: B3=0 H1: B3≠0	Valor p <α 0.0421<0.05	se rechaza la hipótesis nula de que B3=0 a un nivel de significancia de 5%, por lo tanto, B3≠0 y aporta a la explicación del modelo.

Nota. Elaboración Propia

Hipótesis	Criterio de decisión	Conclusión
Contraste de White H0: no hay heterocedasticidad. H1: hay heterocedasticidad.	**Valor p >** α 0.630591>0.05	El modelo no presenta heterocedasticidad.
Normalidad de los residuos H0: el error se distribuye normalmente. H1: el error no se distribuye normalmente	**Valor p >** α 0.499**>**0.05	Los datos obtenidos se distribuyen normalmente con valor de P mayor a 0.05 específicamente de 0.499 esto significa que los errores del modelo tienen una distribución normal.
Contraste de auto correlación. H0: no hay auto correlación. H1: hay auto correlación.	**Valor p >** α 0.714**>**0.05	A un nivel de significancia de 5% no se encuentra evidencia estadística para rechaza el Ho, 0.714>0.05, es decir, no hay auto correlación.
Contraste de Cusum H0:no hay cambio en los parámetros H1: hay cambios en los parámetros	**Valor p >** α 0.089**>**0.05	El modelo de regresión lineal no presenta cambio en los parámetros siendo el valor de p de 0.089 por lo tanto no hay evidencias para rechazar la hipótesis

Contraste de reset Ramsey. H0: especificación adecuada H1:la especificación no es	**Valor p >** α 0.452**>**0.05	Al realizar el contraste no se rechaza la hipótesis nula al ser este mayor que 0.05 dando un valor de P de 0.452 descartando errores de especificación. .
Contraste de colinealidad H0: H1:	**Valor p >** α	❖ Temperatura: 1.400 ❖ CO2: 1.347 ❖ Precio promedio: 1.047 No existe problema de colinealidad los valores están entre 1 y 10.
Contraste de show de cambio estructural	**Valor p >** α 0.330**>**0.05	A un nivel de significancia de 5% la prueba de show da un valor de P=0.330 por encima de 0.05, por lo tanto, se cumple con el supuesto y el modelo no presenta cambio estructural.

*Nota. E*laboración propia con datos interpretados por el programa Gretl.