Banco Central del Ecuador
Revista Cuestiones Económicas
Volumen 35 · Número 2
e–ISSN: 2697–3367

Elasticidad oferta del cacao ecuatoriano 2014-2024

Daniela Jami[1] y María de los Angeles Barrionuevo[2]

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Quito, Ecuador

Información

Recibido:
26 de septiembre de 2025

Aceptado:
28 de noviembre de 2025

Palabras clave:
Exportación de cacao
Precio agrícola
Sensibilidad de precios
Respuesta de oferta
Modelo Nerlove

JEL:
C5, D8, N5, Q11, Q17

DOI:
https://doi.org/10.47550/RCE/35.2.6

Resumen

La volatilidad de precios agrícolas, intensificada por la incertidumbre climática y las rigideces productivas, constituye uno de los mayores desafíos para la sostenibilidad del mercado cacaotero. Solo en 2023 Ecuador tuvo una participación del 12 % en el mercado mundial de cacao, y en 2024 cuando el precio internacional se cuadriplicó, las exportaciones se incrementaron un 11,3 % respecto a 2023. Esta investigación tiene como objetivo analizar el efecto de las variaciones de precios sobre la elasticidad oferta de cacao entre 2014-2024, considerando las provincias que concentran más del 75 % de la producción nacional. A partir del modelo de Nerlove, se evidencia que la oferta responde lentamente en el corto plazo, pero se ajusta con mayor sensibilidad en el largo plazo. Los coeficientes de ajuste indican el tiempo que tardan los agricultores en adaptar su producción a nuevos precios y los factores que inciden en dicho ajuste. Estos resultados aportan información para los productores, evitando respuestas impulsivas ante fluctuaciones temporales de precios y orientan la formulación de políticas públicas, considerando la necesidad de mecanismos de estabilización de precios, incentivos para la diversificación productiva, acceso a crédito agrícola y seguros frente a riesgos climáticos.

[1]ORCID: 0009-0006-6918-6263. CRediT: curación de datos, análisis formal, investigación, escritura – borrador original . Correo electrónico: dmjamip@puce.edu.ec.
[2]ORCID: 0000-0003-0584-2672. CRediT: conceptualización, metodología, supervisión, redacción: revisión y edición. Correo electrónico: mabarrionuevom@puce.edu.ec.
Copyright © 2025 Jami y Barrionuevo. Los autores conservan los derechos de autor del artículo. El artículo se distribuye bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 License.

Banco Central del Ecuador
Revista Cuestiones Económicas
Volumen 35 · Número 2
e–ISSN: 2697–3367

Supply Elasticity of Ecuadorian Cocoa 2014-2024

Daniela Jami[1] and María de los Angeles Barrionuevo[2]

Pontifical Catholic University of Ecuador

Quito, Ecuador

Article Info

Received:
26th September 2025

Accepted:
28th November 2025

Keywords:
Cocoa exports
Agricultural price
Price sensitivity
Supply response
Nerlove model.

JEL:
C5, D8, N5, Q11, Q17

DOI:
https://doi.org/10.47550/RCE/35.2.6

Abstract

The volatility of agricultural prices, intensified by climatic uncertainty and production rigidity, represents one of the greatest challenges to the sustainability of the cocoa market. In 2023, Ecuador accounted for 12 % of the global cocoa market, and in 2024, when the international price quadrupled, exports increased by 11,3 % compared to 2023. This research aims to analyze the effect of price fluctuations on the supply elasticity of cocoa between 2014-2024, focusing on the provinces that concentrate more than 75 % of national production. Based on the Nerlove model, the results show that supply responds slowly in the short run but adjusts more sensitively in the long run. The adjustment coefficients indicate the time farmers take to adapt their production to new prices and the factors that influence this process. These findings provide valuable information for producers, helping them avoid impulsive responses to temporary price fluctuations, and guide the design of public policies by considering the need for price stabilization mechanisms, incentives for productive diversification, access to agricultural credit, and insurance against climate risks.

[1] ORCID: 0009-0006-6918-6263. CRediT: data curation, formal analysis, research, writing – original draft. Email: dmjamip@puce.edu.ec.
[2] ORCID: 0000-0003-0584-2672. CRediT: conceptualization, methodology, supervision, writing: review and editing. Email: mabarrionuevom@puce.edu.ec.
Copyright © 2025 Jami and Barrionuevo. Authors retain the copyright of this article. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution Licence 4.0.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura no solo es la base de la producción de alimentos, sino que también es esencial para el crecimiento económico. Según el Banco Mundial (2024), la agricultura genera el 4 % del PIB mundial y alrededor del 25 % del PIB en países en vías de desarrollo. En Ecuador, Guanoluisa et al. (2025) determinan que la agricultura es un sector clave para el crecimiento de la economía, ya que actúa como proveedor y demandante de insumos en la cadena productiva, lo que genera efectos multiplicadores. No obstante, a pesar de su importancia, presenta condiciones estructurales que la vuelven muy sensible. En los mercados agrícolas, la Organización de las Naciones Unidades para la Alimentación y Agricultura [FAO] (2010) refiere que la volatilidad de precios se intensifica por factores estructurales como las perturbaciones naturales ocasionadas por el cambio climático, el tiempo que requiere el proceso productivo agrícola (que impide una respuesta inmediata frente a variaciones de precios), el acceso restringido a crédito, los altos costos de insumos y fertilizantes derivados del petróleo, la infraestructura limitada para transporte y almacenamiento, y la aversión al riesgo de los productores. Esta combinación de factores genera incertidumbre en las decisiones de siembra, afectando directamente la dinámica de la oferta agrícola (FAO, 2012).

Pese a estas dificultades, el cultivo de cacao ha ido ganando importancia en mercados europeos, norteamericanos y asiáticos con exportaciones desde América Latina que alcanzan más de 5,8 millones de toneladas anuales (Fontagro, 2019). Ecuador es el tercer exportador de cacao fino de aroma a nivel global, contribuyendo con el 12 % del total de las exportaciones en el mercado mundial (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador [MAG], 2023). Según el MAG, la producción de cacao en 2023 abarcó el 28 % de la superficie total plantada del país, contribuyendo en 8,2 % al VAB agropecuario y representó el 6 % de las exportaciones no petroleras, lo que generó empleo para 409.727 personas (MAG, 2023).

Para finales de 2024, el precio internacional de cacao alcanzó los USD 10.353,05 por tonelada, impulsado por el fenómeno de El Niño, que provocó sequía y redujo la producción de cacao en Ghana y Costa de Marfil, los principales productores mundiales (Ricks, 2024). Para Ecuador, esta coyuntura representó una oportunidad. De acuerdo con el reporte del Banco Central del Ecuador (BCE), hasta noviembre de 2024 las exportaciones ecuatorianas de cacao representaron el 13,5 % del total de las exportaciones no petroleras, un aumento del 11,3 % con respecto al mismo periodo del 2023 (BCE, 2024). Sin embargo, el comportamiento de los productores ante este tipo de alzas coyunturales puede generar respuestas desproporcionadas en la oferta, seguidas de caídas en los precios en el mediano plazo, fenómeno que refleja la falta de información sobre la elasticidad de la oferta y los tiempos de ajuste del cultivo.

Reconociendo esta problemática, el presente estudio tiene como objetivo general analizar el efecto de las variaciones de precios sobre la elasticidad-oferta

del cacao ecuatoriano entre 2014-2024, considerando las provincias que concentran más del 75 % de la producción nacional. Para alcanzar este propósito, se plantea estimar las elasticidades de oferta de corto y largo plazo, calcular el coeficiente de ajuste que mide la velocidad de respuesta de la producción ante cambios en el precio e identificar diferencias regionales que permitan comprender los patrones de reacción de los productores ante escenarios de volatilidad. Estos resultados permitirán, además, proporcionar evidencia empírica útil para orientar la formulación de políticas públicas agrícolas que mitiguen el riesgo de sobreoferta derivado de incrementos transitorios de precios.

El análisis se sustenta en la hipótesis de que la elasticidad-oferta de productos agrícolas de ciclo largo es inelástica en el corto plazo, debido a las rigideces del proceso productivo y a la limitada capacidad de respuesta de los productores, pero tiende a ser elástica en el largo plazo, conforme se ajustan las decisiones de siembra e inversión.

El artículo se divide en cuatro secciones: la primera presenta una revisión de la literatura; la segunda explica los materiales y métodos; la tercera expone los resultados y limitaciones, y finalmente se incluye una sección en la que se presentan las conclusiones y la discusión.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

El mercado es un sistema dinámico y sensible a cambios, en especial aquellos relacionados con el precio; su efecto es medido a través de la elasticidad. Si la cantidad ofertada cambia significativamente ante un pequeño cambio de precio, se trata de un bien elástico, mientras que cuando la cantidad ofrecida no varía, pese a cambios de precio, se trata de un bien inelástico (Marshall, 1890). En elasticidad unitaria, el efecto del precio se compensa con la reacción del mercado, lo que estabiliza los ingresos (Samuelson & Nordhaus, 1998). Adicionalmente, en el corto plazo la oferta suele ser menos flexible por restricciones de capacidad, pero a largo plazo puede volverse más elástica (Pindyck & Rubinfeld, 1997). Esta diferencia temporal puede originar sobreoferta si todos los productores reaccionan con rezago ante precios altos (Mankiw, 2002).

La economía agrícola aplica los principios neoclásicos relacionados con la racionalidad de las decisiones a la producción y comercialización de bienes agrícolas (Schuh, 1976). A diferencia de los productos industriales, los agrícolas están sujetos a ciclos naturales, lo que genera incertidumbre en la producción y volatilidad en los mercados (Goodhue & Rausser, 2001). Además, la política macroeconómica influye significativamente sobre la competitividad agrícola, especialmente en países en desarrollo, puesto que los precios internacionales están distorsionados y esto afecta la competitividad de economías más pequeñas (Gouel, 2013).

El riesgo e incertidumbre son inherentes a la agricultura: las variaciones en producción, precios, tecnología y perecibilidad generan escenarios que dificultan la planificación, agravados por la actitud adversa al riesgo, que lleva a los productores, independientemente del producto, decidan sembrar cuando los precios son altos y a retraerse cuando son bajos (Moschini & Hennessy, 2001). Esta conducta revela una respuesta de corto plazo frente a las señales del mercado y explica por qué, en muchos casos, el aumento temporal de precios conduce a una sobreoferta posterior y a nuevas caídas de precios.

Asimismo, la agricultura depende directamente de condiciones climáticas; Baque et al. (2024) sostienen que el cambio climático afectará la productividad agrícola, con aumento de eventos extremos y reducción del rendimiento, especialmente en regiones tropicales, perjudicando principalmente a pequeños y medianos productores.

La oferta agrícola dinámica se fundamenta en la idea de que las decisiones de producción no responden de manera instantánea a los cambios en los precios, sino que incorporan rezagos estructurales derivados del tiempo que transcurre entre la decisión de siembra y la cosecha (Nerlove & Bessler, 2001). Con el fin de capturar esta relación temporal, Nerlove (1958) propuso un enfoque dinámico que introduce rezagos en los precios y en las superficies sembradas, permitiendo analizar cómo la oferta agrícola se ajusta gradualmente ante las variaciones del mercado. Este modelo parte del supuesto de que los productores forman expectativas de precios futuros basándose en los precios pasados, y ajustan su nivel de producción conforme a dichas expectativas (Tomek & Kaiser, 2014). La formación de expectativas se convierte así en un componente esencial, ya que las decisiones de oferta dependen de los precios esperados más que de los precios corrientes. De esta manera, los modelos dinámicos de tipo nerloviano permiten comprender cómo los rezagos en la formación de expectativas y en la respuesta productiva explican la limitada flexibilidad de la oferta agrícola en el corto plazo y su mayor capacidad de ajuste en el largo plazo.

El modelo nerloviano de ajuste parcial ha revelado una marcada heterogeneidad en la respuesta de la oferta agrícola a los incentivos de precio, aunque existe una tendencia general hacia la inelasticidad en el corto plazo. En el caso de cultivos de ciclo corto como el maíz en Sudáfrica, las elasticidades-precio de la superficie cultivada son consistentemente inelásticas tanto a corto como a largo plazo (Shoko et al., 2016). Esta baja sensibilidad se refleja también en los mercados de productos primarios no petroleros, donde la elasticidad de oferta para alimentos y bebidas se estima incluso en cero debido a restricciones estructurales (Chu & Morrison, 1988). Por otro lado, la evidencia para cultivos perennes presenta un contraste significativo: mientras que el durazno en Túnez y las nueces de macadamia en Zimbabue mostraron una respuesta marcadamente inelástica a corto y largo plazo (Laajimi et al., 2008; Mazuruse et al., 2018), el caucho y el café en India exhibieron una respuesta intensamente elástica a largo plazo, indicando que los productores sí responden a

incentivos de precios a largo plazo (Kumar & Sharma, 2006). En cultivos de cacao, los resultados son igualmente diversos: la oferta en Trinidad y Tobago se mostró inelástica a corto plazo, pero elástica a largo plazo (Howai et al., 2013), mientras que en India se observaron resultados divergentes incluso entre distritos (Thanjavur con elasticidad a largo plazo elástica y Coimbatore con elasticidades negativas) (Sundariya et al., 2022). Esta variabilidad subraya que la característica de ser un cultivo perenne no garantiza elasticidad a largo plazo, sino que la respuesta está fuertemente condicionada por el contexto local, las restricciones estructurales y la competitividad con cultivos alternativos como el café (Kigbajah et al.,2019).

Las variables de clima y precipitaciones son fundamentales para explicar la producción agrícola, ya que tienen un impacto directo en el rendimiento y la calidad de los cultivos. La inclusión de estas variables es vital para capturar las vulnerabilidades del sector agrícola ante el cambio climático y para diseñar políticas de adaptación adecuadas. La relevancia de estas variables es heterogénea y depende del cultivo y la región. En el estudio sobre maíz en Sudáfrica, la precipitación se identificó como un factor que influye significativamente en la superficie cultivada (Shoko et al., 2016). En el caso de los duraznos en Túnez, un aumento de la lluvia se correlacionó con un incremento de la producción a corto plazo (Laajimi et al., 2008). Sin embargo, para el cacao en Trinidad y Tobago, la lluvia excesiva se asoció con una reducción en las exportaciones, lo que destaca cómo el exceso de humedad puede afectar negativamente la calidad y la producción (Howai et al., 2013).

La disponibilidad y el uso de insumos, fertilizantes y tecnología tienen un efecto positivo sobre la capacidad productiva. En el caso del maíz en Sudáfrica, estas variables resultan incluso más determinantes que los precios en la expansión del área cultivada (Shoko, et, 2016). Sin embargo, el acceso desigual a mercados de insumos y financiamiento limita el impacto en pequeños productores.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque metodológico de la investigación corresponde a una aproximación cuantitativa con un diseño explicativo y longitudinal, orientado a encontrar la correlación entre las variaciones en los precios del cacao y la cantidad producida por provincia, a través de la aplicación de un modelo nerloviano. Esta estrategia no solo pretende describir la situación actual del sector cacaotero, sino también explicar las dinámicas subyacentes en la toma de decisiones de oferta, con el propósito de generar evidencia que contribuya a los hacedores de política y a los agricultores que buscan ampliar su producción.

La revisión de literatura demuestra que el modelo nerloviano ha sido ampliamente utilizado como marco metodológico central en estudios sobre la

oferta agrícola. En el caso de India, se implementó para estimar la influencia de los precios y el comportamiento de los agricultores en la asignación de área cultivada, empleando datos de series de tiempo (Sundariya et al., 2022). En Nigeria, se aplicó una técnica de expectativas adaptativas nerloviana en conjunto con un modelo panel VAR, con el fin de evaluar la interacción entre los precios internacionales del cacao y el café (Kigbajah et al., 2019). Por su parte, en Tobago se estimó una versión logarítmica del modelo, incorporando variables climáticas rezagadas y validando los supuestos econométricos mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO) (Howai et al., 2013). En Costa de Marfil, se utilizó tanto MCO como máxima verosimilitud para estimar modelos nerlovianos sobre cacao y anacardos, destacando la relación decreciente entre variables rezagadas y el área sembrada actual (Okou et al., 2023).

Aunque el modelo nerloviano constituye el eje analítico en muchos estudios, diversos enfoques metodológicos lo complementan y enriquecen. En Nigeria, se incluyó pruebas de causalidad de Granger y técnicas de estimación con instrumentos tipo GMM para robustecer el análisis dinámico del panel VAR (Kigbajah, Erbao, Maiga, & Metuge, 2019). En Tobago, se realizaron pruebas de estacionariedad previas a la estimación, asegurando la validez estadística del modelo (Howai, Pemberton, & Patterson-Andrews, 2013). En Costa de Marfil, la comparación entre resultados obtenidos por MCO y máxima verosimilitud permitió evaluar la estabilidad y precisión de las estimaciones (Okou, Keita, N'Dri, & Kouakou, 2023).

En Colombia, el análisis de la oferta de plátano adoptó un enfoque VAR, respaldado teóricamente en el modelo de Nerlove (1958), e incluyó pruebas de estacionariedad, autocorrelación, cointegración y causalidad de Granger (Cancino & Cancino, 2021). Para el caso de España, se utilizó un modelo de superficie cultivada basado en expectativas de precios, estimado por mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E), lo cual permitió capturar la formación de expectativas en cultivos hortofrutícolas (Galdeano, 2001).

A continuación, se muestra la forma funcional propuesta por Nerlove, que ha sido corregida con errores HAC para evitar estimadores ineficientes y se ajusta a las características propias del cultivo de cacao.

$$\mathrm{LnQ}_t = \beta_0 + \beta_1 \mathrm{LnP}_{t-n} + \beta_2 \mathrm{LnQ}_{t-24} + \beta_3 \mathrm{LnQ}_{t-36} + \beta_4 \mathrm{LnCl}_{t-n} + \beta_5 \mathrm{LnR}_{t-n} + \beta_7 \mathrm{LnI}_{t-n} + \beta_8 \mathrm{LnF}_{t-n} + \varepsilon_t \quad \textbf{(1)}$$

Donde LnQ_t es el logaritmo de la cantidad exportada de cacao en el periodo t; LnP_{t-n} es el logaritmo del precio real rezagado n meses; LnQ_{t-n} es el logaritmo de la cantidad; LnCl_{t-n} es el logaritmo de clima; LnR_{t-n} es el logaritmo de las precipitaciones; LnI_{t-n} es el logaritmo del costo de los insumos agrícolas necesarios en la producción de cacao, y LnF_{t-n} el logaritmo de los fertilizantes necesarios en la producción de cacao, todos rezagados n meses.

Dicha aproximación se estimará a través de MCO. En la ecuación 2, se mide la rapidez con la que los productores actualizan sus expectativas

basándose en la diferencia entre el precio real observado en el periodo anterior y el precio esperado. Este parámetro es crucial para capturar la dinámica de la toma de decisiones en un entorno de incertidumbre.

$$P_t^e = P_{t-1}^e + \beta(P_{t-1} - P_{t-1}^e) \quad \textbf{(2)}$$

Donde P_t^e es el precio esperado por los agricultores en el periodo t; P_{t-1}^ees el precio esperado en el periodo anterior en base a las expectativas que se tenía antes de observar el precio real; P_{t-1} es el precio real observado en el periodo anterior, y β el coeficiente de expectación de precios.

Según Nerlove (1958), la inclusión de la variable rezagada permite capturar la dinámica inherente al proceso productivo, mientras que la incorporación del término de expectativas adaptativas asegura que se refleje la actualización de la información disponible para los productores. El corto plazo se refiere al periodo inmediato posterior a un cambio de precio y el largo plazo corresponde al horizonte temporal suficiente para que los productores decidan incrementar su oferta, debido a un incremento sostenido de los precios. Al momento de trabajar el modelo con logaritmos, la elasticidad de corto plazo es directamente el coeficiente estimado del precio. A continuación, se detalla el cálculo de la elasticidad de largo plazo.

$$\varepsilon_{\text{LP}} = \frac{\beta_1}{1-\beta_2-\beta_3} \rightarrow \varepsilon_{\text{LP}} = \frac{\beta_1}{\lambda} \quad \textbf{(3)}$$

Donde β_1 es el coeficiente del precio rezagado; β_2 es el coeficiente de la producción rezaga 24 periodos; β_3 es el coeficiente de la producción rezagada 36 periodos, y λ es el coeficiente de ajuste.

El coeficiente de ajuste (λ) es un indicador de la velocidad con la que los productores corrigen la brecha entre la cantidad producida efectivamente y la cantidad deseada de equilibrio de largo plazo. Este parámetro permite estimar el tiempo necesario para que la producción se acerque al nuevo nivel de equilibrio. Un coeficiente de ajuste elevado indica una respuesta rápida a los cambios de precios, mientras que un coeficiente bajo refleja un proceso de ajuste más lento y gradual. En la ecuación 4, se presenta el cálculo de la temporalidad necesaria para que se logre aproximadamente el 95 % del ajuste total esperado hacia el nuevo nivel de producción.

$$(1-\lambda)^n = 1 - 95\% \quad \textbf{(4)}$$

Donde n es el tiempo en completar el ajuste.

3.1. Factores de mercado y no mercado

Para la estimación del modelo se empleó la base de código abierto del MAG, gestionada por la plataforma institucional del Sistema de Información Pública Agrícola (SIPA). Se recopilaron datos mensuales desde 2014 a 2024 para las provincias de Los Ríos, Esmeraldas, Guayas, Manabí y Sucumbíos, puesto que abarcan más del 75 % de la producción total del país. Se incorporó en la categoría *otros* a las demás provincias, a excepción de las Islas Galápagos y Tungurahua —la primera debido a que los reportes oficiales solo están disponibles para Ecuador continental, y la segunda, ya que es la única provincia del país en la que no se produce cacao—. La tabla 1 muestra las variables empleadas y las referencias de autores que las han empleado en otros estudios, las cuales han sido consideradas en la construcción del modelo para ver su significancia estadística para el caso del cacao en Ecuador.

Tabla 1. Factores de mercado y de no mercado

Dimensión	Variables	Unidad de medida	Autores
Factores de mercado	Precios internacionales	Dólares por toneladas métricas	Kigbajah et al. (2019), Howai et al. (2013), Kumar y Sharma (2006), Lamb (1999).
	Precios al productor	Dólares por toneladas métricas	Mazuruse et al. (2018), Sundariya et al. (2022), Okou et al. (2023), Laajimi et al. (2008), Shoko et al. (2016).
	Exportaciones	Toneladas métricas	Howai et al. (2013);
Factores de no mercado	Precipitaciones	Milímetros (mm)	Mazuruse et al. (2018), Sundariya et al. (2022), Howai et al. (2013), Okou et al. (2023), Kumar y Sharma (2006), Laajimi et al. (2008), Shoko et al. (2016).
	Temperatura	Grados centígrados (°C)	Mazuruse et al. (2018), Sundariya et al. (2022).
	Costo de fertilizantes e insumos	Dólares por unidad	Mazuruse et al. (2018), Shoko et al. (2016).

Elaboración: autores

3.2. Consideraciones metodológicas

Debido a que el SIPA no dispone de una base consolidada con la periodicidad requerida para el estudio, se procedió a construir una base conjunta de datos. Para la cantidad producida por provincia a nivel mensual, se utilizó como variable *proxy* la cantidad mensual exportada a nivel nacional. Esta se ponderó anualmente según la participación porcentual de cada provincia en la producción nacional total. Es crucial destacar que esta ponderación no es estática, sino que evoluciona y se actualiza para cada año de estudio, reflejando así los cambios interanuales en la estructura productiva y la importancia relativa de cada provincia. Además, para garantizar la validez económica de las estimaciones, todos los precios se transformaron a términos reales utilizando el índice de precios al consumidor (IPC) para evitar distorsiones inflacionarias.

En cuanto a los fertilizantes, se tomó en cuenta el costo de la urea, DAP y KCl, y para los insumos se tomó el costo del ingrediente activo cymoxanil, utilizado como fungicida en el cultivo de cacao. Todas las variables fueron transformadas a logaritmos naturales para facilitar la interpretación en términos de elasticidades y reducir la heterocedasticidad.

Dado que el cacao es un cultivo perenne que comienza a producir comercialmente desde el segundo año, el modelo incorpora variables rezagadas para capturar expectativas adaptativas. Se evaluaron tres alternativas: (i) 24 rezagos en todas las variables y uno adicional de 36 meses para la cantidad; (ii) 24 rezagos para el precio, 24 y 36 para la cantidad, y 12 para factores no de mercado; y (iii) 36 rezagos en el precio, 24 y 36 en la cantidad, y 12 en factores no relacionadas al mercado.

Pese a la relevancia del crédito agrícola en estudios internacionales, en este análisis no se incluye dicha variable. Esto se debe al marcado retroceso de la participación del crédito público en el total de créditos orientados al cacao en Ecuador, que pasó de 49,92 % en 2016 a 7,81 % en 2024, y a que la base de crédito privado está incompleta y no abarca todo el periodo de estudio (MAG, 2024).

4. RESULTADOS Y LIMITACIONES

Esta sección inicia con un análisis descriptivo de las variables consideradas, a fin de contextualizar el comportamiento de los factores de mercado y de no mercado que inciden en el precio en las distintas provincias. Posterior a ello, se exponen las elasticidades y coeficientes de ajuste.

4.1. Cantidad exportada

Durante el año 2024, la provincia con mayor participación en las exportaciones de cacao fue Los Ríos, con un 26,36 % del total nacional, consolidando su posición como principal zona exportadora. Guayas es la segunda provincia, abarcando el 18,18 %; no obstante, ha presentado un abandono productivo, pues en 2015 tenía una participación del 27,44 %. En tercer lugar, se encuentra Manabí con un 17,43 %, seguida de Esmeraldas con 13,89 %, esta última destaca por su crecimiento constante, incrementando 5,25 puntos porcentuales desde 2015. Sucumbíos registró una participación en las exportaciones del 2,75 %, mientras que el conjunto de provincias agrupadas bajo la categoría *otros* alcanzaron un 15,56 % del volumen exportado. Esta distribución permite observar una fuerte concentración de la actividad exportadora en cuatro provincias costeras, que en conjunto superan el 75 % del total exportado en el país.

A nivel mensual, la concentración de exportaciones de cacao presenta un patrón estacional. Todas las provincias muestran mayores niveles de exportación entre los meses de septiembre y diciembre, mientras que los niveles más bajos se registran entre abril y julio. Los meses de enero, febrero y agosto tienden a mostrar un comportamiento intermedio. Esta estacionalidad coincide con lo señalado por García et al. (2021), quienes afirman que la mayor cantidad de exportación se produce entre octubre y diciembre, coincidiendo con el inicio de la época de lluvias en algunas zonas de la costa. Además, los mismos autores identifican una reducción de hasta un 50 % en los meses de enero y febrero, y señalan que el periodo de menor exportación, de mayo a julio, ocurre en los primeros meses de sequía.

4.2. Precios internacionales y precios al productor

A lo largo de la década estudiada, hay una marcada diferencia entre los precios internacionales y los precios al productor. Los precios internacionales, que reflejan las cotizaciones globales junto con los costos de transporte y comercialización, han superado en más del doble a los precios que reciben directamente los agricultores. Esta brecha se incrementó significativamente en diciembre de 2024 cuando los precios internacionales superaron en 2,88 veces a los precios al productor.

Durante el lapso de 2014 a 2023, ambos precios mantuvieron una tendencia relativamente estable. Los precios al productor se ubicaban en torno a los USD 1.200 por tonelada, mientras que los precios internacionales fluctuaban alrededor de los USD 2.800. Solo en 2017 se registró una notable caída en los precios al productor, llegando en abril a un mínimo de USD 703,51 por tonelada. Este año reflejó una importante desventaja para los productores, quienes enfrentaron precios muy por debajo del promedio histórico.

En el año 2024, gracias a la escasez mundial de cacao, ambos precios tuvieron un despegue significativo. En diciembre los precios internacionales alcanzaron su máximo en USD 10.353,05 por tonelada, y se mantuvieron alrededor de USD 6.000 dólares durante la segunda mitad del año. Este incremento representa un cambio drástico respecto al rango histórico de precios entre USD 2.000 y USD 3.000 por tonelada. Los precios al productor se triplicaron en comparación con los años previos. En abril, el precio al productor alcanzó su punto más alto, con una cotización de USD 3.936,11 por tonelada y, a partir del segundo trimestre, estos precios se mantuvieron alrededor de los USD 3.000 por tonelada.

4.3. Clima y precipitaciones

Las condiciones térmicas reflejan una predominancia de temperaturas dentro del rango óptimo de aptitud agroecológica para el cultivo de cacao, establecido entre los 18 °C y 26 °C (MAG, 2014). Las temperaturas promedio de las seis zonas analizadas han mostrado relativa estabilidad a lo largo del tiempo, con variaciones anuales poco significativas. Las provincias costeras (Esmeraldas, Guayas, Los Ríos y Manabí) mantienen temperaturas promedio entre los 25 °C y 27 °C, lo que las posiciona dentro del rango ideal para el cultivo. Cabe destacar que Esmeraldas es la provincia con mayor incremento térmico, al pasar de 25,91 °C en 2014 a 26,73 °C en 2024; no obstante, este aumento aún se encuentra dentro del rango óptimo. Pese a la idoneidad climática de las provincias de la Costa y la Sierra, se debe tener en cuenta que Vilema et al. (2024) determinan que estas zonas tienen alta sensibilidad a cambios climáticos debido a la dependencia de actividades agrícolas. Las provincias agrupadas en *otros*, que incluye zonas de la Sierra y Amazonía, presentan las temperaturas más bajas, con registros entre 14,98 °C y 20,11 °C, situándolas dentro de los rangos de aptitud agroecológica moderada o marginal.

El rango óptimo de pluviosidad para el cultivo de cacao se sitúa entre los 1.200 y 3.000 mm anuales (MAG, 2014); sin embargo, varias provincias han presentado desviaciones significativas, en especial en el año 2023, que se caracterizó por precipitaciones inusualmente elevadas. En Esmeraldas, se observa una gran amplitud en los niveles de precipitación con valores mínimos de 1.567,52 mm en 2018 y máximos de 3.898,31 mm en 2023. Sucumbíos sobresale por registrar una pluviosidad elevada de manera constante, superando los 3.000 mm en la mayoría de los años y alcanzando un máximo de 4.333,79 mm en 2023, ubicando a la provincia en la categoría *no apta* para el cultivo de cacao.

En cambio, otras provincias han experimentado deficiencias hídricas en determinados años. En Guayas, las precipitaciones de 800 mm registradas en 2018 la encasillan como *no apto*, Manabí muestra una recuperación progresiva de pluviosidad desde el mínimo de 673,18 mm en 2018 hasta llegar

a 2.401,24 mm en 2023. Los Ríos, por su parte, ha mostrado una oscilación de lluvia desde la aptitud marginal en 2018 hasta un valor cercano al límite superior del óptimo. Las provincias agrupadas bajo la categoría *otros* han mostrado un comportamiento más moderado, situándose generalmente dentro del rango óptimo o en la franja de aptitud moderada.

4.4. Fertilizantes e insumos

El costo de los fertilizantes en la década pasada ha tenido un comportamiento homogéneo a nivel nacional con precios alrededor de USD 30 y con una diferencia máxima de USD 2 entre provincias durante momentos puntuales. No obstante, a partir del segundo trimestre de 2021, los costos comenzaron a incrementarse rápidamente, alcanzando su punto más alto en agosto de 2022 con precios que superaban los USD 50. Esta alza se relaciona directamente con el choque externo provocado por la guerra en Ucrania, país que desempeña un rol clave en la producción y exportación mundial de insumos y fertilizantes agrícolas (Álvarez, 2023). Tras la crisis de aquellos años, los costos de los fertilizantes agrícolas comenzaron a disminuir gradualmente y para diciembre de 2024 ya habían retornado a niveles habituales. No obstante, como menciona Yaselga Alvarado y Bunce (2023) Ecuador es vulnerable a *shocks* externos, ya que la balanza comercial de fertilizantes está en constante déficit.

El uso de insumos agrícolas incluye fungicidas empleados de manera preventiva y curativa para el control de moniliasis. A lo largo del periodo analizado, los costos de los insumos agrícolas presentan tres etapas claramente diferenciadas. La primera comprende desde 2014 hasta 2017, en la cual los costos de los insumos agrícolas oscilaron entre USD 5 y USD 7 en todas las provincias. La segunda etapa inicia en 2018, caracterizándose por tener un aumento sostenido en los costos y también porque en algunas provincias se registraron valores de insumos agrícolas fijos en USD 6 durante periodos superiores a un año. La tercera etapa se inicia en 2021 y se extiende hasta 2024, caracterizada por una mayor volatilidad en los precios de los insumos agrícolas, fluctuando entre USD 5 y USD 8.

4.5. Modelo Nerlove

Uno de los ejes centrales del modelo de Nerlove es la elección de rezagos. Se aplicó los criterios de información de Bayes (BIC) y Akaike (AIC) que miden la calidad de ajuste de los modelos. El primero favorece modelos más simples, funcionando mejor en muestras grandes, mientras que el segundo es utilizado cuando existe preocupación de que el BIC produzca modelos demasiado restrictivos. Se eligió la mejor combinación de rezagos, considerando además aquellos que presentaron significancia estadística para la elasticidad precio. En la tabla 2 se puede apreciar los rezagos mensuales aplicados por provincia.

Tabla 2. Cantidad de rezagos por provincia (en meses)

Variable	Los Ríos	Manabí	Esmeraldas	Guayas	Sucumbíos	Otros
Precio	24	24	24	24	36	24
Cantidad	24 y 36	24 y 36	24 y 36	24 y 36	24 y 36	24 y 36
Clima	24	24	24	24	12	24
Precipitaciones	24	24	24	24	12	24
Insumos	24	24	24	24	12	24
Fertilizantes	24	24	24	24	12	24

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
Elaboración: autores

Para garantizar la validez estadística de las estimaciones, se realizó un análisis de estacionariedad de las series temporales, revisión que expone el comportamiento de los datos a lo largo del tiempo. De acuerdo con tabla 3, se encontró que la producción exportada de cacao se mantiene estable en todas las provincias, mientras que los precios al productor e internacionales tienden a variar de manera imprevisible, un hallazgo consistente con estudios previos sobre el cacao en Trinidad y Tobago, que reflejan la volatilidad de precios en el mercado de cacao. El costo de insumos agrícolas y fertilizantes también presentan series imprevisibles en todas las provincias.

A nivel provincial, variables como el logaritmo natural del clima y las precipitaciones resultaron estables en Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y Guayas, demostrando poca variabilidad climática en las principales provincias productoras de cacao. En Sucumbíos, solo el logaritmo de la producción exportada se mantuvo estable en el tiempo, las demás variables presentaron series inestables, lo cual se alinea con la imprevisibilidad climática de la zona. En el grupo de *otros* además de la cantidad exportada, las precipitaciones también presentaron una serie estable en el tiempo, mientras las demás variables presentaron volatilidad.

Tabla 3. Pruebas de estacionariedad

Variable	Los Ríos		Manabí		Esmeraldas		Guayas		Sucumbíos		Otros	
Logaritmo de las exportaciones	0,01	Estacionario	0,01	Estacionario	0,01	Estacionario	0,01	Estacionario	0,01	Estacionario	0,01	Estacionario
Logaritmo del precio al productor	0,99	No estacionario	0,99	No estacionario	0,99	No estacionario	0,99	No estacionario	0,99	No estacionario	0,99	No estacionario
Logaritmo del precio internacional	0,99	No estacionario	0,99	No estacionario	0,99	No estacionario	0,99	No estacionario	0,99	No estacionario	0,99	No estacionario
Logaritmo del crédito	0,04	Estacionario	0,01	Estacionario	0,02	Estacionario	0,01	Estacionario	0,39	No estacionario	0,01	Estacionario
Logaritmo de las precipitaciones	0,01	Estacionario	0,01	Estacionario	0,01	Estacionario	0,01	Estacionario	0,06	No estacionario	0,01	Estacionario
Logaritmo de los insumos agrícolas	0,39	No estacionario	0,33	No estacionario	0,46	No estacionario	0,53	No estacionario	0,63	No estacionario	0,93	No estacionario
Logaritmo de los fertilizantes	0,75	No estacionario	0,66	No estacionario	0,52	No estacionario	0,43	No estacionario	0,48	No estacionario	0,38	No estacionario

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería
Elaboración: autores

Ante la presencia de series no estacionarias, se recomienda usar la primera diferencia, sin embargo, para evitar la pérdida de datos y la perdida de interpretación, se optó por estimar los modelos utilizando las series originales y probar cointegración sobre los residuos, pues, como menciona Gujarati y Porter (2010), si las series están cointegradas a pesar de que cada serie individual tenga una tendencia estocástica, la combinación lineal de ellas no la tendrá, y que la combinación lineal cancela las tendencias estocásticas individuales. Complementariamente, se evaluaron las pruebas de autocorrelación y heterocedasticidad en los residuos para evitar que los resultados presenten patrones repetitivos o variaciones irregulares que distorsionen la validez del modelo. Los resultados de las pruebas se encuentran en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados de las pruebas de validez estadística: cointegración, autocorrelación y heterocedasticidad, aplicadas a los modelos que minimizan BIC y AIC

Precios productor

Prueba		Los Ríos		Manabí		Esmeraldas		Guayas		Sucumbíos		Otros
Cointegración	0,010	Estacionario	0,010	Estacionario	0,038	Estacionario	0,010	Estacionario	0,010	Estacionario	0,010	Estacionario
Autocorrelación	0,009	Existe autocorrelación	0,001	Existe autocorrelación	0,000	Existe autocorrelación	0,001	Existe autocorrelación	0,000	Existe autocorrelación	0,034	Existe autocorrelación
Heterocedasticidad	0,573	Heterocedasticidad	0,360	Heterocedasticidad	0,255	Heterocedasticidad	0,273	Heterocedasticidad	0,230	Heterocedasticidad	0,259	Heterocedasticidad

Precios internacionales

Prueba		Los Ríos		Manabí		Esmeraldas		Guayas		Sucumbíos		Otros
Cointegración	0,010	Estacionario	0,010	Estacionario	0,058	Estacionario	0,010	Estacionario	0,010	Estacionario	0,010	Estacionario
Autocorrelación	0,009	Existe autocorrelación	0,001	Existe autocorrelación	0,000	Existe autocorrelación	0,000	Existe autocorrelación	0,000	Existe autocorrelación	0,031	Existe autocorrelación
Heterocedasticidad	0,505	Heterocedasticidad	0,433	Heterocedasticidad	0,212	Heterocedasticidad	0,343	Heterocedasticidad	0,268	Heterocedasticidad	0,351	Heterocedasticidad

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería
Elaboración: autores

4.5.1. Cantidades y factores de no mercado

Los factores de no mercado y de las cantidades rezagadas tienen influencia sobre la oferta de cacao, ya que determinan la capacidad de ajuste y la persistencia productiva de los agricultores. La tabla 5 presenta los coeficientes estimados para Los Ríos, Manabí y Esmeraldas, provincias que han presentado un aumento sostenido de su producción a lo largo del periodo analizado. No se incluye a Guayas, ya que ha experimentado un abandono productivo en los últimos años.

Tabla 5. Cantidades y factores de no mercado para Los Ríos, Manabí y Esmeraldas

Variable	Los Ríos		Manabí		Esmeraldas	
	Precio al productor	Precio internacional	Precio al productor	Precio internacional	Precio al productor	Precio internacional
Precio rezagado	0,502 *	0,505 *	0,512 *	0,533 *	0,920 ***	0,913 ***
	(0,032)	(0,028)	(0,016)	(0,020)	(9.03e-5)	(3.55e-4)
Cantidad rezagada 24 meses	0,433 ***	0,423 ***	0,474 ***	0,456 ***	0,370 ***	0,349 **
	(2,453-e4)	(1.40e-4)	(1.63e-8)	(1.34e-8)	(7.31e-4)	(0,001)
Cantidad rezagada 36 meses	0,193 *	0,198 *	0,212 **	0,227 ***	0,248 *	0,252 *
	(0,022)	(0,012)	(0,002)	(8.49e-4)	(0,029)	(0,030)
Clima rezagado	0,637	0,569	-1,476	-1,590 .	-0,419	-0,219
	(0,498)	(0,570)	(0,113)	(0,095)	(0,591)	(0,819)
Precipitaciones rezagadas	-0,077 **	-0,080 **	-0,018	-0,018	-0,099 *	-0,107 *
	(0,003)	(0,002)	(0,492)	(0,481)	(0,032)	(0,022)
Insumos rezagados	0,748 *	0,911 **	0,696 .	0,859 *	1,183 **	1,545 **
	(0,019)	(0,003)	(0,057)	(0,038)	(0,005)	(0,001)
Fertilizantes rezagados	-0,067	-0,129	0,230 *	0,170	0,151	0,008
	(0,467)	(0,191)	(0,048)	(0,197)	(0,359)	(0,965)
Número de observaciones	132	132	132	132	132	132
R ajustado	64,22 %	63,78 %	66,16 %	65,67 %	67,59 %	65,92 %
Errores estándar en paréntesis						
*** p<0,001; ** p<0,01; * p<0,05; . p<0,10						

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
Elaboración: autores

Al analizar la provincia de Los Ríos, los coeficientes de la cantidad rezagada confirman la fuerte inercia de la oferta de cacao, característica de un cultivo perenne. Se observa que la producción actual depende principalmente de las decisiones tomadas dos o tres años antes, un hallazgo que coincide con el tiempo que tarda el cacao en iniciar su fase productiva significativa tras la siembra. Específicamente, aproximadamente el 43 % de la producción actual se encuentra ligada a la producción registrada hace 24 meses, y alrededor del 19 % se basa en la producción de hace 36 meses, en ambos modelos.

Manabí muestra que el 47,4 % de la producción actual se explica por la producción de hace 24 meses cuando se consideran precios al productor,

mientras que el modelo con precios internacionales arroja un coeficiente de 45,6 % para este mismo rezago. En cuanto a la producción de hace 36 meses, su influencia es de 21,2 % en el modelo de precios al productor y de 22,7 % en el de precios internacionales. Esta relación indica que Manabí presenta una de las mayores dependencias del pasado inmediato entre las provincias analizadas, superando incluso los valores reportados en Trinidad y Tobago, donde se estimaron coeficientes de 23,8 % y 42,8 % para rezagos de dos y tres años respectivamente (Howai et al., 2013). Esta diferencia se debe, en parte, a que en el contexto ecuatoriano la cosecha significativa se inicia y consolida entre el segundo y tercer año, mientras que otras regiones presentan un ciclo de producción diferente.

En Esmeraldas, se evidencia un patrón distinto. El coeficiente de la producción rezagada a 24 meses es de 37,0 % para el modelo con precios al productor y de 34,9 % para el modelo con precios internacionales, valores que se sitúan por debajo de los observados en Los Ríos y Manabí. La influencia de la producción de hace 36 meses es relativamente elevada, alcanzando el 24,8 % en el modelo de precios al productor y 25,2 % en el modelo de precios internacionales, lo que indica que en esta provincia la producción actual guarda una relación más balanceada entre el segundo y el tercer año de producción. Este comportamiento podría estar asociado a la coexistencia de plantaciones jóvenes y maduras, así como a prácticas agrícolas más heterogéneas.

En cuanto a las condiciones agroclimáticas, en las provincias de Los Ríos, Manabí y Esmeraldas el clima no tiene un efecto estadísticamente significativo, por lo tanto, no se puede inferir un impacto del clima en la oferta de cacao. No obstante, las precipitaciones sí tienen significancia estadística en todas las provincias. En Los Ríos, un aumento del 10 % en las precipitaciones reduce la producción actual en 7,7 % según el modelo de precios al productor y en 8 % para el modelo de precios internacionales. De forma similar, en Esmeraldas, el mismo incremento en precipitaciones disminuye la producción en 9,9 % para precios al productor y 10,7 % para precios internacionales. Cabe señalar que, en Manabí, aunque los coeficientes no son estadísticamente significativos, el signo negativo se mantiene, reafirmando la tendencia observada a nivel nacional.

Estos resultados contrastan con la evidencia reportada para otros cultivos y regiones, en donde la lluvia tiene un impacto positivo en la oferta. Esto puede deberse a que, para el cacao, el aumento de precipitaciones genera un ambiente propicio para la presencia de moniliasis, una plaga que reduce la producción cacaotera.

En cuanto a los resultados relacionados con los costos de fertilizantes, se evidencian efectos poco concluyentes en la producción de cacao a nivel provincial. En Manabí, se observa que un incremento del 1 % en el costo de los fertilizantes rezagado 24 meses se asocia con un aumento de apenas 0,23 % en la cantidad producida bajo el modelo de precios al productor. Este coeficiente, aunque significativo para esta provincia, no presenta consistencia en

el resto de las zonas analizadas ni para el modelo de precios internacionales. En términos generales, el costo de los fertilizantes no constituye un factor determinante en la oferta de cacao en Ecuador. Este hallazgo se alinea con lo señalado por Borrero (2009), quien destaca que los fertilizantes en el cultivo de cacao deben utilizarse principalmente en las etapas iniciales de establecimiento de la plantación, limitando así su influencia en la fase de producción plena.

En contraste, el análisis de los costos de insumos agrícolas muestra efectos más significativos y heterogéneos entre provincias. En Los Ríos, un aumento del 1 % en el costo de los insumos rezagado a 24 meses eleva la producción en 0,748 % para el modelo de precios al productor y en 0,911 % para el de precios internacionales, evidenciando que en esta zona la inversión en insumos básicos podría estar asociada a mejores prácticas de manejo agronómico que repercuten positivamente en la productividad. De forma similar, en Manabí se observa un efecto positivo; un aumento del 1 % en el costo de los insumos incrementa la producción en 0,696 % y 0,859 % para los modelos de precios al productor e internacionales, respectivamente. En Esmeraldas, el impacto es aún más pronunciado; un incremento del 1 % en el costo de los insumos hace 24 meses se asocia con un aumento de 1,183 % en la cantidad producida para el modelo de precios al productor y de 1,545 % para el modelo de precios internacionales, lo que sugiere que, en contextos de crecimiento productivo, la inversión en insumos podría desempeñar un papel clave para sostener y potenciar el rendimiento del cultivo, pues asegura que la producción no se perderá por la presencia de plagas.

Para complementar el análisis de los determinantes no relacionados con el mercado, se examinan en la tabla 6 los resultados para Guayas, provincia que, aunque es la segunda en concentrar la producción nacional, está experimentado un proceso de abandono de las plantaciones de cacao en los últimos años; Sucumbíos, que evidencia especificidades asociadas a su retraso productivo por limitaciones climáticas, y el grupo *otros* que agrupa zonas participaciones marginales en la producción nacional de cacao.

Tabla 6. Cantidades y factores de no mercado para Guayas, Sucumbíos y otros

Variable	Guayas		Sucumbíos		Otros	
	Precio al productor	Precio internacional	Precio al productor	Precio internacional	Precio al productor	Precio internacional
Precio rezagado	-0,499 *	-0,550 *	0,587 *	0,558 *	0,230	0,168
	(0,016)	(0,020)	(0,013)	(0,017)	(0,192)	(0,334)
Cantidad rezagada 24 meses	0,471 ***	0,479 ***	0,467 ***	0,452 ***	0,525 ***	0,517 ***
	(6.25e-8)	(4.56e-8)	(4.15e-6)	(1.37e-5)	(2.00e-8)	(1.91e-8)
Cantidad rezagada 36 meses	0,166 *	0,159	0,293 ***	0,287 ***	0,242 **	0,246 ***
	(0,049)	(0,069)	(1.55e-4)	(2.48e-4)	(0,001)	(9.86e-4)
Clima rezagado	0,207	0,195	2,679	3,090 *	-0,476	-0,472
	(0,793)	(0,811)	(0,042)	(0,025)	(0,076)	(0,100)
Precipitaciones rezagadas	-0,094 **	-0,091 **	-0,158	-0,149	-0,166 **	-0,173 ***
	(0,001)	(0,002)	(0,021)	(0,028)	(0,001)	(8.46e-4)
Insumos rezagados	-0,898 *	-1,127 **	1,453 **	1,439 **	1,718 **	1,779 ***
	(0,024)	(0,007)	(0,007)	(0,06)	(0,001)	(8.64e-4)
Fertilizantes rezagados	0,130	0,209	-0,119	-0,063	-0,189	-0,214
	(0,283)	(0,118)	(0,436)	(0,684)	(0,232)	(0,186)
Número de observaciones	132	132	132	132	132	132
R ajustado	51,57 %	51,25 %	66,38 %	65,8 %	62,68 %	62,23 %
Errores estándar en paréntesis						
*** p<0,001; ** p<0,01; * p<0,05; . p<0,10						

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería
Elaboración: autores

La provincia de Guayas presenta uno de los niveles más elevados de persistencia para la producción rezagada de 24 meses, con coeficientes de 47,1 % y 47,9 % en los modelos de precios al productor e internacionales, respectivamente. En consecuencia, la influencia de la producción de hace 36 meses es comparativamente menor: 16,6 % para el modelo de precios al productor y 15,9 % para el modelo de precios internacionales. Por su parte, en Sucumbíos se observa que la persistencia productiva se sitúa en 46,7 % para la producción rezagada 24 meses en el modelo de precios al productor y en 45,2 % en el modelo con precios internacionales. La influencia de la producción de hace 36 meses es notablemente alta, con valores de 29,3 % y 28,7 % para el modelo de precios al productor y precios internacionales respectivamente.

Esta combinación evidencia una marcada inercia productiva que responde a la expansión de nuevas áreas de cultivo y a la consolidación de plantaciones en etapa de madurez. A diferencia de provincias con una estructura más flexible, Sucumbíos refleja un ritmo de ajuste lento frente a variaciones de mercado, lo que se alinea con la naturaleza de los rezagos escogidos para esta provincia.

Por su parte, en el grupo de *otros*, se identifican coeficientes de 52,5 % para el modelo de precios al productor y 51,7 % para el modelo de precios internacionales en la producción rezagada 24 meses, y de 24,2 % para el modelo de precios al productor y 24,6 % para el modelo de precios internacionales en la cantidad rezagada 36 meses. Este comportamiento refleja la persistencia más alta para el rezago de dos años entre todas las zonas estudiadas, confirmando que, en Ecuador, la oferta de cacao está estrechamente condicionada por decisiones pasadas, lo que refuerza la relevancia de diseñar políticas agrícolas con una perspectiva de mediano y largo plazo.

Las condiciones climatológicas y las precipitaciones tienen una influencia heterogénea sobre la producción de cacao en las distintas provincias. En la provincia de Sucumbíos tiene un efecto positivo: el incremento del 1 % en la variable de clima rezagada 12 meses se asocia con un aumento del 2,67 % en la cantidad producida bajo el modelo de precios al productor y un incremento del 3,09 % en el modelo de precios internacionales. Este hallazgo sugiere que, en esta provincia, el comportamiento climático previo podría generar condiciones favorables para el desarrollo del cultivo. Al contrario, en la agrupación de *otros*, se identificó un efecto inverso; un aumento del 1 % en el clima rezagado reduce la producción actual en 0,076 %. A nivel país, la variable de clima presentó coeficientes significativos únicamente en estas zonas, por lo que no se evidencian resultados robustos ni generalizables para el resto del territorio.

En cuanto a las precipitaciones, los resultados indican que un aumento del 10 % en las precipitaciones reduce significativamente la producción de cacao en varias provincias del Ecuador. El grupo *otros* muestra la mayor disminución, con caídas de 16,6 % y 17,3 % para los modelos de precios al productor e internacionales, respectivamente; Guayas presenta reducciones de 9,4 % con precios al productor y 9,1 % con precios internacionales. Sucumbíos registra descensos de 15,8 % con precios al productor y 14,9 % con precios internacionales. Este patrón negativo coincide con hallazgos en Trinidad y Tobago, donde las lluvias también impactan adversamente la producción de cacao tanto en época seca como lluviosa.

En cuanto al efecto de los insumos y fertilizantes agrícolas, se observa una clara divergencia entre provincias. En Guayas, se registra un efecto inverso: un aumento del 1 % en el costo de los insumos hace 24 meses se asocia con una reducción de la producción en 0,898 % para el modelo de precios al productor y en 1,127 % para el modelo de precios internacionales, lo que sugiere un posible uso ineficiente, prácticas de manejo fitosanitario inadecuadas o una respuesta tardía a problemas de plagas que no logra revertir los

daños ya instalados en las plantaciones. En contraste, Sucumbíos presenta un efecto positivo significativo con un rezago de 12 meses, ya que un aumento del 1 % en el costo de insumos se traduce en un incremento de 1,453 % con precios al productor y 1,439 % con precios internacionales. De forma similar, en el grupo *otros* se confirma una relación positiva: el costo de los insumos muestra elasticidades de 1,718 % y 1,779 % para precios al productor y precios internacionales, respectivamente. La mayor magnitud de coeficientes en Sucumbíos y la agrupación de *otros* podría evidenciar una dependencia de insumos en áreas con mayor presencia de plagas, mientras que el patrón negativo en Guayas resalta la importancia de optimizar prácticas de manejo para garantizar que la inversión en insumos se traduzca efectivamente en mejoras de productividad.

4.5.2. Elasticidades de corto y largo plazo

En cuanto a las elasticidades, los resultados de la tabla 7 muestran que la oferta de cacao en Ecuador se comporta de manera inelástica en el corto plazo, reflejando las restricciones estructurales propias de los cultivos perennes; sin embargo, a medida que los productores ajustan gradualmente sus decisiones de siembra, la oferta de cacao se vuelve elástica en el largo plazo. En Los Ríos y Manabí la elasticidad de corto plazo presenta coeficientes ligeramente mayores cuando se utilizan precios internacionales como referencia, lo que sugiere una mayor exposición de estos productores a las dinámicas del mercado externo. Por el contrario, en Esmeraldas y Sucumbíos la elasticidad muestra una reacción más marcada frente al precio al productor, lo que evidencia la relevancia de los incentivos locales y las condiciones de comercialización directa para estas zonas. La agrupación de *otros* no tiene significancia estadística, por lo que pierde interpretación. Por otro lado, aunque los coeficientes de ajuste confirman que la decisión de incrementar la producción por parte de los productores es lenta, es importante considerar que, al trabajar con datos mensuales, el horizonte de largo plazo se alcanza en plazos relativamente breves.

Tabla 7. Coeficientes de ajuste y elasticidades de corto y largo plazo por provincia

Provincias	Elasticidad de corto plazo				Elasticidad de largo plazo				Coeficiente de ajuste		Meses	
	Precios al productor		Precios internacionales		Precios al productor		Precios internacionales		Precios al productor	Precios internacionales	Precios al productor	Precios internacionales
Los Ríos	0,502 * (0,032)	Inelástico	0,505 * (0,028)	Inelástico	1,348 * (0,032)	Elástico	1,336 * (0,028)	Elástico	0,372	0,378	6,425	6,307
Manabí	0,512 * (0,016)	Inelástico	0,533 * (0,020)	Inelástico	1,636 * (0,016)	Elástico	1,688 * (0,020)	Elástico	0,313	0,316	7,971	7,884
Esmeraldas	0,920 *** (9,03e-5)	Inelástico	0,913 *** (3,55e-4)	Inelástico	2,415 *** (9,03e-5)	Elástico	2,292 *** (3,55e-4)	Elástico	0,380	0,398	6,246	5,894
Guayas	-0,499 * (0,016)	Anomalía	-0,550 * (0,020)	Anomalía	-1,377 * (0,016)	Anomalía	-1,524 * (0,020)	Anomalía	0,362	0,360	6,650	6,689
Sucumbíos	0,587 * (0,013)	Inelástico	0,558 * (0,017)	Inelástico	2,457 * (0,013)	Elástico	2,145 * (0,017)	Elástico	0,239	0,260	10,968	9,929
Otros	0,230 (0,192)	Inelástico	0,168 (0,334)	Inelástico	0,991 (0,192)	Inelástico	0,716 (0,334)	Inelástico	0,232	0,235	11,341	11,141

Errores estándar en paréntesis

*** p<0,001; ** p<0,01; * p<0,05; p<0,10

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería
Elaboración: autores

En Los Ríos, la oferta de cacao responde de forma inelástica en el corto plazo, con elasticidades de 0,502 % y 0,505 % frente a aumentos del 1 % en los precios al productor y precios internacionales, respectivamente. No obstante, en el largo plazo, estas elasticidades se incrementan a 1,348 % en el caso de precios al productor y 1,336 % para precios internacionales, lo que indica una respuesta más sensible una vez que los productores han adaptado sus decisiones productivas. El coeficiente de ajuste sugiere que los agricultores corrigen cerca del 37 % de la brecha entre la cantidad deseada y la ofrecida cada periodo, lo que implica un proceso de ajuste de alrededor de 6,3 meses. Este comportamiento, si bien más lento que el registrado en cultivos como el maíz en Sudáfrica, donde el ajuste es más rápido, cercano al 65,3 %, evidencia que el cacao, al ser un cultivo perenne, reacciona con mayor fuerza a los precios en el largo plazo.

En Manabí, se mantiene una dinámica similar, las elasticidades de corto plazo son de 0,512 % bajo el modelo de precios al productor y 0,533 % en el caso de precios internacionales, mientras que las de largo plazo alcanzan 1,636 % y 1,688 % para precios al productor e internacionales, respectivamente. El proceso de ajuste es más lento que en Los Ríos, con un coeficiente de ajuste de apenas 31 %, lo que implica un tiempo promedio de casi 8 meses para alcanzar el equilibrio. Esta lentitud puede reflejar mayores restricciones estructurales o costos de ajuste más elevados.

En Esmeraldas, se destacan las elasticidades más altas a nivel nacional. En el corto plazo, estas son de 0,920 % para el modelo de precios al productor y de 0,913 % para el de precios internacionales, mientras que a largo plazo se alcanzan elasticidades de 2,415 % y 2,292 % para precios al productor e internacionales, respectivamente. Este comportamiento sugiere que la oferta de cacao en esta provincia ya ha venido respondiendo activamente a las señales del mercado, posiblemente debido a una expansión reciente en la superficie sembrada o mejoras en la infraestructura productiva. Los coeficientes de ajuste de 38 % para el caso de precios al productor y 39,8 % para el caso de precios internacionales implican un tiempo de respuesta de alrededor de 6 meses. Esmeraldas refleja una capacidad de adaptación relativamente rápida y eficiente, lo que puede convertirla en un polo estratégico para la expansión del cacao en el país.

En Guayas, en cambio, se observa un comportamiento inusual, las elasticidades de corto y largo plazo son negativas. Este resultado sugiere que en esta provincia un aumento de precios podría estar desincentivando la producción, posiblemente debido a factores estructurales como altos costos, plagas persistentes o una transición productiva hacia cultivos más rentables. No obstante, el coeficiente de ajuste se encuentra en niveles similares al de otras provincias, rondando el 36 % en ambos modelos, lo que denota un tiempo de ajuste promedio que ronda los 6,6 meses. Este patrón coincide parcialmente con el hallazgo de Lamb (1999) en África Subsahariana, donde la elasticidad-precio de productos de exportación fue negativa, aunque con menor magnitud que en Guayas, lo que indica una mayor sensibilidad en el contexto ecuatoriano.

Finalmente, en Sucumbíos, la oferta muestra una elasticidad de corto plazo de 0,587 % en precios al productor y 0,558 % en precios internacionales, mientras que la elasticidad de largo plazo reporta coeficientes de 2,457 % para precios al productor y 2,145 % con precios internacionales. Si bien la respuesta es considerablemente elástica en el largo plazo, el coeficiente de ajuste es el más bajo entre las provincias analizadas, 23,9 % bajo el modelo de precios al productor y 26 % con el modelo de precios internacionales, lo que significa que los agricultores ajustan su producción en 9,9 meses cuando se da un incremento en precios al productor y 10,9 meses cuando el aumento es impulsado por precios internacionales. Esta lentitud puede deberse a limitaciones geográficas, menor tecnificación o dificultades de acceso a insumos.

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio permiten comprender la dinámica de la oferta de cacao en Ecuador y los factores que incidieron en ella durante el periodo 2014 a 2024. El análisis revela que, si bien el cacao es un cultivo tradicional y estratégico para la economía nacional, su producción está marcada

por un alto grado de vulnerabilidad frente a la volatilidad de precios, los costos de insumos y las condiciones climáticas. Estos hallazgos guardan relación con los supuestos del modelo de Nerlove, que reconoce la importancia de las expectativas adaptativas en la decisión de siembra, pero también ponen de manifiesto la necesidad de políticas públicas que acompañen al productor en un contexto de incertidumbre.

Las precipitaciones constituyen un factor determinante en la oferta de cacao. El impacto negativo identificado en todas las provincias es consistente con la propagación de plagas como la moniliasis, que disminuye la calidad del grano y obliga a incrementar el gasto en controles fitosanitarios. Los coeficientes negativos reflejan la especificidad del cacao como cultivo altamente sensible a la humedad, lo que lo diferencia de otros productos agrícolas.

Este hallazgo se conecta con las proyecciones climáticas internacionales, que advierten de escenarios poco favorables en el futuro. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] (2021) proyecta un aumento significativo en la frecuencia de eventos extremos de precipitación e inundaciones pluviales en regiones tropicales, lo que incrementará la vulnerabilidad de los cultivos perennes. Por su parte, la CEPAL (2018) estima que para la costa occidental del Ecuador las precipitaciones podrían variar entre -14 % y +11 % en el periodo 2016 a 2035, y entre -50 % y +14 % hacia 2045 a 2065. Tales escenarios sugieren una elevada incertidumbre hídrica que podría traducirse en una alternancia de sequías y lluvias excesivas, ambas desfavorables para el cacao. En consecuencia, los resultados de este estudio enfatizan la urgencia de fortalecer estrategias de adaptación climática y manejo agronómico diferenciado, que permitan mitigar el efecto adverso de la lluvia excesiva y salvaguardar la productividad de este cultivo estratégico.

El análisis de insumos y fertilizantes evidencia que, mientras los fertilizantes fueron significativos únicamente en Manabí, los insumos agrícolas en general contribuyen positivamente a la producción de cacao en todas las provincias. Este resultado confirma el rol de los insumos en el combate a plagas y enfermedades, que constituye uno de los principales desafíos para la sostenibilidad productiva del cacao. En esta línea, es fundamental tener en cuenta que Ecuador es un país dependiente de las importaciones de insumos y fertilizantes agrícolas; por ende, se debe plantear la creación de subsidios emergentes que se desplieguen cuando choques externos eleven los precios de tal manera que no se generen presiones adicionales para los pequeños y medianos productores.

En cuanto a la dinámica productiva, los resultados muestran que la naturaleza perenne del cacao requiere introducir rezagos de 24 y 36 meses en la estimación. Esta decisión metodológica permite capturar con mayor precisión la inercia productiva. A diferencia de estudios en India, donde la persistencia de la producción se explicó mayormente por la cantidad rezagada un año, en Ecuador limitarse a un rezago de un año tiende a sobreestimar la persistencia inmediata, ignorando fases críticas del ciclo productivo. El caso

de Sucumbíos, que requirió hasta 36 meses de rezago, pone de relieve cómo las condiciones climáticas particulares de cada provincia modifican los tiempos de respuesta de la producción. Además, la revisión de literatura en cultivos perenes demuestra que para cada cultivo el tiempo del proceso productivo varía y se subraya la importancia de considerar la biología propia del cacao en la modelización de su oferta.

Respecto a las elasticidades, se revela que la oferta de cacao en Ecuador es inelástica en el corto plazo y elástica en el largo plazo, salvo en Guayas, donde las elasticidades negativas coinciden con el abandono progresivo del cultivo. Estos resultados corresponden con la literatura internacional, que caracteriza a los cultivos perennes por su limitada respuesta inmediata frente a cambios de precios, pero también con una mayor sensibilidad en el largo plazo. A nivel provincial, Los Ríos y Manabí presentan mayor reacción a los precios internacionales, mientras que Esmeraldas y Sucumbíos responden más a los precios al productor. Esmeraldas destaca como la provincia con mayor elasticidad, en línea con el crecimiento reciente de su producción cacaotera. Estas diferencias provinciales sugieren que las estrategias de política pública deben diseñarse con enfoque territorial, reconociendo las particularidades productivas de cada región.

El análisis de los coeficientes de ajuste muestra que, aunque la producción responde a los incentivos de precios, lo hace con lentitud. El ajuste lento observado, que varía entre 5,89 y 9,92 meses según la provincia y el tipo de precio utilizado en la estimación, refleja las rigideces estructurales del cultivo: altos costos de insumos, disponibilidad limitada de tierras y la propia naturaleza del ciclo productivo. Estos resultados son relevantes para los hacedores de política, ya que confirman que la respuesta productiva no es inmediata, por lo que las medidas de política deben ser diseñadas con horizonte de mediano y largo plazo, evitando generar expectativas de ajustes rápidos que el sector no puede cumplir.

En términos de política pública, los resultados de esta investigación muestran que la alta elasticidad de largo plazo implica riesgos de sobreproducción si no se cuenta con estrategias claras de planificación y diversificación. La literatura recomienda una combinación de medidas de corto plazo como seguros agrícolas, precios mínimos y reservas estratégicas, con estrategias de largo plazo orientadas a la planificación territorial de cultivos, la diversificación de ingresos de los agricultores y el acceso garantizado a insumos de calidad.

La principal limitación de esta investigación es la falta de datos completos y actualizados sobre crédito público y privado, lo que impidió incluir esta variable, que en la práctica constituye un factor clave para las decisiones de inversión en la agricultura. Sería pertinente replicar periódicamente la estimación de elasticidades para identificar cambios en la estructura productiva del cacao y monitorear los efectos del cambio climático en la producción.

La evidencia recogida pone de relieve la necesidad urgente de políticas agrícolas basadas en datos que consideren la especificidad de los cultivos perennes, la temporalidad de sus ciclos y las vulnerabilidades climáticas, con el fin de promover un desarrollo sostenible de la producción cacaotera que proteja, en particular, a los pequeños y medianos productores.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, J. (06 de marzo de 2023). El precio medio de los productos agrícolas de la UE crece un 24 % en 2022. *El Economista*.

Banco Mundial. (15 de marzo de 2024). *Agricultura y alimentos*. https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview#1

Baque, E., Ceme, G., & Jaimez, R. (2024). Efecto de la temperatura y la radiación sobre la respuesta fisiológica del cacao (Theobroma cacao L): Estrategias de mejoramiento. *Revista Ciencia y Tecnología*.

BCE. (2024). *Boletín analítico trimestral de comercio exterior*.

Borrero, C. (septiembre de 2009). *Fertilización del cultivo de cacao en sitio definitivo*. https://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/FERTILIZACION_DEL_CULTIVO_DE_CACAO_EN_SITIO_DEFINITIVO.pdf

Cancino, S., & Cancino, G. (2021). Aplicación del modelo de ajuste parcial nerloviano para estimar la elasticidad de la oferta de plátano en Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas*.

CEPAL. (2018). *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe*. Publicación de las Naciones Unidas.

Chu, K.-Y., & Morrison, T. (1988). *World non-oil primary commodity markets: A medium-term framework of analysis*. Fondo Monetario Internacional.

FAO. (2010). *Price volatility in agricultural markets*.

FAO. (2012). *Price volatility from a global perspective: Technical background document for the high-level event on "Food Price Volatility and the Role of Speculation"* (p. 7).

Fontagro. (2019). *La cadena del valor del cacao en América Latina y el Caribe*. INIAP.

Galdeano, E. (2001). Análisis de la formación de expectativas de precio: una aplicación al sector hortofrutícola en la Unión Europea. *Investigación Económica*.

García, A., Pico, B., & Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del cacao en Ecuador: resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Novasinergia*.

Goodhue, R., & Rausser, G. (2001). Producción y marketing. En B. Gardner & G. Rausser (Eds.), *Handbook of Agricultural Economics*. North Holland.

Gouel, C. (2013). *Food price volatility and domestic stabilization policies in developing countries*. NBER.

Guanoluisa, A., González, P., Molina, A., & Guanoluisa, R. (2025). Análisis de encadenamientos productivos en Ecuador. *Cuestiones Económicas, 35*(1).

Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*.

Howai, N., Pemberton, C., & Patterson-Andrews, H. (2013). The supply response of cocoa farmers to economic, social and other variables in Trinidad and Tobago. *Tropical Agriculture*.

IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

Kigbajah, C., Erbao, C., Maiga, A., & Metuge, T. (2019). Cocoa production output response to smallholder price speculation: Case study of Cote d'Ivoire and Nigeria. *International Economic Journal*.

Kumar, P., & Sharma, A. (2006). Perennial crop supply response functions: The case of Indian rubber, tea and coffee. *Agricultural Economics*.

Laajimi, A., Guesmi, A., Mahfoudhi, A., & Dhehibi, B. (2008). Analyzing supply response of fruit tree products in Tunisia: The case of peaches. *Agricultural Economics Review*.

Lamb, R. (1999). Food crops, exports, and the short-run policy response of agriculture in Africa. *Agricultural Economics*.

MAG. (2014). *Zonificación agroecológica económica del cultivo de cacao en el Ecuador continental a escala 1:250000: Resumen ejecutivo*.

MAG. (2023). *Boletín situacional: cultivo de cacao*.

MAG. (2024). *Crédito por producto*.

Mankiw, G. (2002). *Principios de economía*. McGraw-Hill Interamericana de España, S. A. U.

Marshall, A. (1890). *The principles of economics*.

Mazuruse, P., Mhuru, D., Muvingi, J., Gwarimbo, W., & Chiusunga, D. (2018). Estimating the supply response to price and non-pricing factors of macadamia nuts farmers in Zimbabwe: The case of Chipinge's Makandi Estates. *International Journal of Interdisciplinary Research and Innovations*.

Moschini, G., & Hennessy, D. (2001). Uncertainty, risk aversion, and risk management for agricultural producers. En B. Gardner & G. Rausser (Eds.), *Handbook of Agricultural Economics*. North Holland.

Nerlove, M. (1958). *Distributed lags and estimation of long-run supply and demand elasticities: Theoretical considerations*. U. S. Agricultural Marketing Service.

Nerlove, M., & Bessler, D. (2001). Expectations, information and dynamics. En *Handbook of Agricultural Economics*.

Okou, G., Keita, K., N'Dri, Y., & Kouakou, A. (2023). Forecasting agricultural area using Nerlovian model in Côte d'Ivoire. *Engineering Proceedings*.

Pindyck, R., & Rubinfeld, D. L. (1997). *Microeconomics*. Prensa de la Universidad de Tsinghua.

Ricks, R. (13 de noviembre de 2024). Price of chocolate has gone through the roof. *BBC News*.

Samuelson, P., & Nordhaus, W. (1998). *Economics*.

Schuh, E. (1976). The new macroeconomics of agriculture. *American Agricultural Economics Association*.

Shoko, R., Chaminuka, P., & Belete, A. (2016). Estimating the supply response of maize in South Africa: A Nerlovian partial adjustment model approach. *Agricultural Economics Research, Policy and Practice in Southern Africa*.

Sundariya, M., Banumathy, V., & Ravichandran, S. (2022). Analysis of growth rate and supply response of cocoa in Tamil Nadu, India: Nerlovian adjustment model. *Journal of Plantation Crops*.

Tomek, W., & Kaiser, H. (2014). *Agricultural product prices*.

Vilema, S., Manya, M., Ruiz, M., & Roman, C. (2024). Vulnerabilidad climática y resiliencia económica local en el Ecuador. *Cuestiones Económicas, 34*(1).

Yaselga Alvarado, E., & Bunce, A. (2023). La relación entre el precio de los fertilizantes y la inflación en el Ecuador. *Cuestiones Económicas, 33*(2).