



Revista Venezolana de Gerencia



Como citar: Ortiz-Morales, A., Guamán-Guevara, F., Chaluisa, S., y Oyaque-Mora, S. (2025). Modelización econométrica del precio de la leche en Ecuador. *Revista Venezolana De Gerencia*, 30(112), 1808-1822. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.30.112.7>

Universidad del Zulia (LUZ)
Revista Venezolana de Gerencia (RVG)
Año 30 No. 112, 2025, 1808-1822
Octubre-Diciembre
ISSN 1315-9984 / e-ISSN 2477-9423



Modelización econométrica del precio de la leche en Ecuador

Ortiz-Morales, Alicia *
Guamán-Guevara, Fabricio **
Chaluisa, Sonia ***
Oyaque-Mora, Silvia ****

Resumen

El presente estudio analiza la relación causal entre el precio de la leche a nivel productor y un conjunto de variables macroeconómicas clave en Ecuador, incluyendo la inflación, índice de precios al productor, índice de precios al consumidor, crédito público y crédito privado. Se emplearon análisis multivariados y modelos econométricos a las series de tiempo mensuales correspondientes al período 2015-2024. Los resultados mostraron que las variables macroeconómicas estudiadas no presentaron una influencia estadísticamente significativa sobre el precio de la leche. Por el contrario, el análisis de causalidad espacio-temporal confirmó un impacto significativo de la pandemia en la evolución del precio de la leche, particularmente a partir de 2020, confirmando la vulnerabilidad de los mercados alimentarios nacionales frente a crisis globales. Este

Recibido: 12.05.25

Aceptado: 28.07.25

* Los autores agradecen a los docentes e investigadores de los grupos "Desarrollo Financiero Empresarial" y "Marketing, Consumo y Sociedad" de la Universidad Técnica de Ambato, por su aporte académico y científico. Esta publicación forma parte del Proyecto de Investigación "La sostenibilidad comercial del sector productor de lácteos de la Provincia de Tungurahua" SFFCA 9, aprobado según Resolución Nro. UTA-CONIN-2023-0062-R.

** Mg. Gerencia Financiera Empresarial: Universidad Técnica de Ambato (UTA). Docente en la Facultad de Ciencias Administrativas, Grupo de Investigación Desarrollo Financiero Empresarial: UTA-Ecuador. E-mail: aliciagortiz@uta.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9576-3008> (Autor de correspondencia).

*** PhD in Geography and Geosciences: School of Geography and Sustainable Development - University of St Andrews, UK. Docente de la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. E-mail: lf.guaman@uta.edu.ec; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1008-1452>

**** PhD. Ciencias Administrativas y Gerenciales: Universidad de Carabobo. Docente de la Escuela de Administración de Empresas: Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Sede Ambato. E-mail: sfchaluisa@pucesa.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4816-9986>

***** Mg. Administración de Empresas: Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Sede Ambato. Docente en la Facultad de Ciencias Administrativas, Grupo de Investigación Marketing, Consumo y Sociedad: UTA-Ecuador. E-mail: sm.oyaque@uta.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7278-5201>

estudio ofrece evidencia empírica relevante para el rediseño de políticas públicas orientadas a fortalecer la resiliencia del sector ganadero y promover su sostenibilidad, tanto en Ecuador como en otros países con similares problemáticas en el sector agroproductivo.

Palabras clave: Productores de leche; factores macroeconómicos; ganadería; impacto causal.

Econometric modeling of milk prices in Ecuador

Abstract

This study analyzes the causal relationship between the milk price at the producer level and key macroeconomic variables in Ecuador, including inflation, producer price index, consumer price index, public credit, and private credit. Multivariate analysis and econometric models were used on monthly time series corresponding to 2015-2024. The results showed that the macroeconomic variables studied did not significantly influence the milk price. On the contrary, the space-time causality analysis confirmed a significant impact of the pandemic on the evolution of milk prices, particularly since 2020, confirming the vulnerability of national food markets to global crises. This study offers relevant empirical evidence for redesigning public policies to strengthen the livestock sector's resilience and promote its sustainability in Ecuador and other countries with similar problems in the agricultural industry.

Keywords: Milk producers; macroeconomic factors; livestock; causal impact.

1. Introducción

El sector agropecuario enfrenta desafíos persistentes, incluyendo el acceso limitado al crédito, restricciones tecnológicas y desigualdades estructurales que afectan especialmente a los pequeños productores (e.g., limitada tierra cultivable, producción, escala y generación de empleo) (Frątczak-Müller et al., 2024). Estas inequidades no son incidentales, sino que reflejan las dinámicas institucionales y normativas que perpetúan la exclusión económica y social en cadenas agroalimentarias (Namdar-Irani et al., 2020).

Desde el contexto financiero, una barrera crítica para los pequeños

agricultores y ganaderos es el acceso al crédito, particularmente el crédito estatal; por lo que menos del 10 % de los ganaderos acceden a créditos formales, agravando los niveles de pobreza y desempleo, particularmente en las zonas rurales (Ahmad et al., 2021; Balana y Oyeyemi, 2022). Este grupo de trabajadores constituye una parte considerable de la fuerza laboral agropecuaria, y cuyas actividades contribuyen notablemente al producto interno bruto (PIB) en los países en desarrollo (SIPA, 2025a).

En términos generales, las restricciones crediticias dificultan el aumento de la producción ganadera, productividad, ingresos netos,

estabilización y control de precios, inversión en tecnología y prácticas agropecuarias sostenibles (AFD, 2021). Este escenario puede agravarse por factores económicos, ambientales, geopolíticos, sociales (Béné, 2020) y, sobre todo, la ausencia de mercados confiables (Celik et al., 2024), en que la inflación actúa como una desventaja económica, afectando especialmente a sectores vulnerables. Esta desventaja se debe a que la inflación está estrechamente vinculada a las fuerzas de mercado y dinámicas macroeconómicas que impactan directamente los precios de alimentos esenciales, como la carne y la leche (FAO, 2023).

En el caso particular de la leche y otros productos lácteos, a nivel global, el incremento sostenido de su precio responde a factores estructurales y coyunturales que afectan su oferta y demanda (i.e., volatilidad del mercado) (Celik et al., 2024). Así, en el contexto de los costos de producción, la inflación, entendida como el aumento generalizado de los precios de bienes y servicios en una economía, ha elevado significativamente los precios de insumos clave como la energía, transporte y materiales para trasladar y conservar (Dairy Dimensions, 2025; FAO, 2023).

Además, el alza en los precios del alimento balanceado, la creciente demanda de productos lácteos, enfermedades animales emergentes y fenómenos climáticos extremos impactan directamente la productividad, eficiencia, rentabilidad, ingresos económicos y costos de producción de la leche (Carvajal-Pérez et al., 2024; Mbow et al., 2019; Posadas-Domínguez et al., 2018), contribuyendo así a la dinámica alcista de los precios, cuya afectación final se pasa a los consumidores (UK Agricultural Finance, 2025; Wilton, 2023).

Un número limitado de investigaciones, especialmente estudios realizados mayoritariamente en países desarrollados, confirman que el acceso a crédito en el sector ganadero y la inflación impactan individual o colectivamente en la producción y precios de la leche (Dairyherd, 2025; Ozdemir, 2023; UK Agricultural Finance, 2025; Wilton, 2023). Por lo que aún existe un vacío de conocimiento con respecto al impacto de esas variables en el sector ganadero de países en desarrollo, como el Ecuador. En esta nación latinoamericana, el sector agropecuario enfrenta grandes dificultades para producir y comercializar sus productos, lo que limita aún más sus ingresos y su capacidad de reinvertir en sus actividades productivas, afectando notablemente la seguridad alimentaria y la estabilidad económica del sector ganadero (Baque et al., 2025).

En el Ecuador, al igual que en otros países de África, Asia y América Latina, la ganadería es la principal fuente de ingresos de familias de pequeños productores (Adesogan et al., 2025; CIL, 2023). Aquí, en la última década, el aporte del Valor Agregado Bruto agropecuario (VAB agropecuario) al PIB se ha mantenido entre el 6 y el 7% (SIPA, 2025a). Asimismo, la participación del empleo agropecuario a nivel nacional se ha incrementado considerablemente en un ~10% desde el año 2014, llegando a contribuir con un ~34% de participación en el empleo total (SIPA, 2025b).

Desde el 2014, la producción de leche (litros/día) en Ecuador ha presentado fluctuaciones significativas, con un incremento notable en 2019, sugiriendo la influencia de factores estructurales, coyunturales y exógenos en la dinámica de la producción lechera, factores que aún no han sido identificados. En 2020, a pesar de la

incertidumbre global derivada de la pandemia de COVID-19, la producción se redujo a 6,2 millones de litros, reflejando una relativa resiliencia o presencia de factores compensatorios internos. A partir de 2021, la producción ha caído a ~5,5 millones de litros, manteniéndose por encima de los niveles pre-2019 (CFN, 2023). Al menos para el año 2023, las ventas de la producción lechera generaron 448,80 millones USD, un 7% mayor que en 2022, generando más ingresos para el 1,2 millón de personas vinculadas al sector ganadero (Ecuador en Cifras, 2025; INEC, 2023; Observatorio Lácteo del Ecuador, 2025).

En cuanto a la evolución mensual del precio de la leche en Ecuador, las estadísticas disponibles revelan fluctuaciones con fases de estabilidad, caídas y repuntes significativos, sin que se especifiquen aún las variables asociadas a esta dinámica. Así, entre 2015 y 2021, los precios alcanzaron valores mínimos de 0,38 USD/litro en ciertos periodos. Sin embargo, en 2022, se evidencia un repunte sostenido, con niveles superiores a 0,46 USD/litro, sugiriendo ajustes en los costos de producción, desequilibrios entre oferta y demanda o políticas de estabilización sectorial (Ecuador en Cifras, 2025; Observatorio Lácteo del Ecuador, 2025).

A pesar de la importancia social, ambiental y económica del sector ganadero en la economía nacional, estudios previos únicamente se han enfocado en factores socioeconómicos, caracterización de las fincas lecheras y análisis de la cadena productiva que influyen en la producción y competitividad del sector lechero, mayoritariamente en una zona específica del Ecuador (Baque et al., 2025; Carvajal-Pérez et al., 2024; Chávez, 2017). Por lo que, a nivel país, aún se desconoce el impacto

de otros factores en el precio de la leche, sobre todo evidencia que provenga de estudios que analicen series de tiempo de variables macroeconómicas que afecten al sector ganadero.

El análisis de datos longitudinales de este sector económico tienen el potencial de proveer una perspectiva real de las variables que influyen directamente en el precio de la leche a nivel productor, y cuyo sistema de producción actual requiere de una transformación significativa para poder contribuir positivamente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Herrero et al, 2023), particularmente aquellos objetivos con los cuales el sector ganadero podría desempeñar un papel crucial para lograr del fin de la pobreza (ODS 1), hambre cero-seguridad alimentaria (ODS 2), trabajo decente y crecimiento económico (ODS 8), reducción de las desigualdades (ODS 10), acción por el clima (ODS 12), y consumo y producción responsable (ODS 13) (FAO, 2018; ONU, 2015; Wattiaux, 2023).

En este contexto, el presente estudio se enfoca en evaluar la relación causal entre factores macroeconómicos y el precio de la leche a nivel productor en Ecuador. Se asume que el crédito otorgado en el sector ganadero y la inflación son los mejores predictores de los precios de la leche a nivel de productor. Esta hipótesis se basa en estudios previos que indican que la dificultad de acceder al crédito y la inflación inciden negativamente en el precio de la leche, reduciendo los márgenes de ganancia, y en última instancia, obligan a los productores lecheros a afrontar un panorama económico complejo, como sucede en países europeos (UK Agricultural Finance, 2025).

Tomando en consideración

que, a nivel global, existe un número extremadamente bajo de estudios sobre la leche y su vínculo con factores que dificultan/promueven la sostenibilidad del sector agropecuario (Wattiaux, 2023), se estima que los resultados de la presente investigación puedan proveer información crítica de las dinámicas del mercado de la leche, pero, sobre todo, aporten evidencia empírica para diseñar a corto y largo plazo políticas públicas que equilibren la rentabilidad de pequeños productores con sostenibilidad.

2. Consideraciones metodológicas de la investigación

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo, empírico y explicativo-correlacional, fundamentado en el análisis de series temporales mensuales en el período 2015-2024 para examinar la relación causal entre el precio de la leche a nivel productor (variable dependiente) y un conjunto de variables macroeconómicas clave: inflación, Índice de Precios al Productor (IPP-N), Índice de Precios al Consumidor (IPC), crédito público y crédito privado. La elección de estas variables se alinea con la literatura reciente sobre el uso de estos indicadores macroeconómicos para interpretar las dinámicas agropecuarias en contextos estructuralmente vulnerables (FAO, 2023).

Los datos secundarios provienen de fuentes oficiales con validez institucional, incluyendo: Ecuador en Cifras (2025), Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2023), Observatorio Lácteo del Ecuador (2025), Corporación Financiera Nacional (CFN, 2023) y el Sistema de Información Pecuaria Acuícola (SIPA, 2025) del Ministerio de

Agricultura y Ganadería del Ecuador. El uso de bases de datos y boletines oficiales garantiza la confiabilidad y consistencia metodológica.

Todos los procedimientos estadísticos fueron implementados en R (versión 4.5.0), empleando los paquetes *forecast*, *tseries*, *lmtest* y *CausalImpact*. El análisis se estructuró en cuatro etapas secuenciales, asegurando la robustez del modelo final mediante pruebas diagnósticas y procedimientos de validación.

En la primera etapa, se aplicaron pruebas Durbin-Watson y funciones de autocorrelación (ACF) y autocorrelación parcial (PACF) para detectar dependencia temporal. Estas herramientas fueron clave para la posterior parametrización de modelos ARIMA (Acevedo et al., 2020).

En la segunda etapa, dada la presencia de autocorrelación en la mayoría de las series, se aplicó un preprocesamiento mediante modelos autorregresivos integrados de media móvil (ARIMA). Específicamente, se aplicó un modelo $ARIMA(p, d, q)$, en el que los residuos se validaron con la prueba de Ljung-Box ($p > 0.05$), confirmando ausencia de autocorrelación residual (Acevedo et al., 2020). Este preproceso fue crítico para obtener estimaciones válidas antes de avanzar hacia modelos tradicionales (e.g., regresión lineal múltiple) y modelos causales espacio-temporales.

En la tercera etapa, las series ajustadas por ARIMA se integraron en un modelo de regresión lineal múltiple para analizar el efecto individual y combinado de las variables explicativas sobre el precio de la leche.

En la cuarta etapa, se incorporó el paquete *CausalImpact* para implementar un modelo de causalidad bayesiana

estructural. Esta metodología, ampliamente utilizada en el contexto de series temporales, permite inferir el impacto causal de una intervención en el mercado (Brodersen et al., 2015), particularmente intervenciones exógenas (e.g., cambios regulatorios o crisis económicas).

Para este estudio, este método construyó un contrafactual mediante series predictoras auxiliares para simular el comportamiento del precio de la leche en ausencia de intervenciones exógenas (e.g., pandemia COVID-19), superando así las posibles limitaciones presentadas por los modelos ARIMA tradicionales al controlar automáticamente por autocorrelación residual, cuantificar la incertidumbre mediante intervalos de probabilidad (95%) y discriminar entre correlación y causalidad. Finalmente, para esta técnica se definieron los periodos de prepandemia (2015-2019) y pospandemia (2020-2024) como los periodos correspondientes a la preintervención y postintervención.

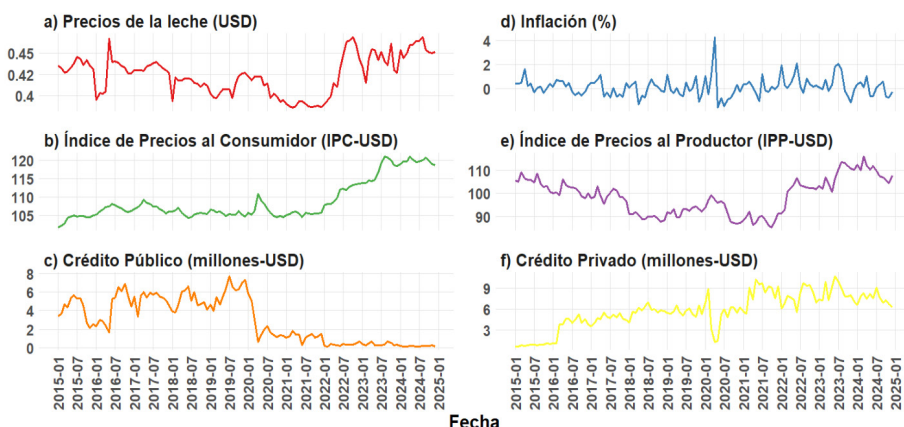
3. Precio de la leche, variables macroeconómicas, modelos multivariados y políticas sostenibles: resultados y discusión

Esta investigación de carácter documental y empírico combinó fuentes estadísticas oficiales con técnicas econométricas para modelar el comportamiento histórico no lineal del precio de la leche en función de variables macroeconómicas. Los resultados y su respectiva discusión se resumen en los siguientes apartados.

3.1. El precio de la leche y variables macroeconómicas

El precio de la leche en Ecuador entre 2015 y 2024 muestra una estructura dinámica con fases de estabilidad, contracción y recuperación significativa (gráfico 1).

Gráfico 1
Precios de la leche e indicadores económicos en el período 2015-2024



Entre 2015 y 2021, los precios fluctuaron entre 0,39 y 0,44 USD/litro, con mínimos de 0,38 USD/litro en 2016, 2018 y 2021. A partir de 2022, se observa una fuerte recuperación, superando los 0,46 USD/litro. En 2024, los precios se estabilizan en un rango de 0,44-0,47 USD/litro (Ecuador en Cifras, 2025; Observatorio Lácteo del Ecuador, 2025). La ausencia de estacionalidad significativa sugiere una nueva estructura de precios en el mercado lácteo nacional, posiblemente influenciada por perturbaciones económicas o políticas sectoriales (gráfico 1a).

La inflación nacional se mantuvo en niveles bajos y estables durante la mayor parte del período analizado, con valores oscilando entre 0% y 4%, con un aumento puntual en 2020, coincidente con el impacto inicial de la pandemia de COVID-19, lo que refuerza su carácter exógeno. Sin embargo, el comportamiento reciente sugiere un entorno macroeconómico mayormente estable, debido posiblemente a políticas de estabilización o a un entorno de demanda débil, pero evidenciando vulnerabilidad a shocks transitorios (gráfico 1b).

El IPC exhibió un crecimiento moderado pero sostenido entre 2015 y 2024, con una aceleración significativa entre 2021 y 2023. Este repunte podría estar vinculado a presiones inflacionarias globales, efectos rezagados de estímulos fiscales y disrupciones en las cadenas de suministro. Sin embargo, el comportamiento en 2024 sugiere el inicio de un nuevo ciclo de estabilidad de precios, posiblemente asociado a políticas monetarias restrictivas o a un control efectivo de precios. En general, la ausencia de picos abruptos indica

baja incidencia de shocks externos (gráfico 1c).

El IPP nacional presentó una tendencia decreciente moderada entre 2015 y 2019, seguida de una fase de recuperación a partir de 2020. Esta dinámica podría reflejar una revalorización de insumos estratégicos impulsada por choques externos y presiones de costos. La menor volatilidad del IPP en comparación con otros índices sugiere una relativa resiliencia en la estructura de costos del sector productor primario frente a perturbaciones exógenas (gráfico 1d).

La evolución del crédito público se caracterizó por niveles relativamente altos y estables hasta 2019, seguidos de una contracción abrupta en 2020. Esta reducción puede asociarse a consolidaciones fiscales o reorientación del gasto público pospandemia. Este descenso prolongado plantea interrogantes sobre la sostenibilidad de la inversión pública en contextos de ajustes estructurales (gráfico 1e).

La serie de crédito privado mostró una expansión sostenida desde 2016, con cierta volatilidad posterior seguida de una trayectoria creciente con picos intermitentes hasta 2024. La contracción transitoria de 2020 podría vincularse a restricciones de liquidez o condiciones de mercado adversas. Contrario a lo observado con la serie de tiempo del crédito público, el crédito privado mostró un repunte a partir del 2021, indicando una recuperación de la demanda crediticia, posiblemente apoyada por medidas contracíclicas. Este comportamiento es indicativo de un sistema financiero activo, aunque condicionado por factores macroeconómicos e institucionales (gráfico 1f).

3.2 Diagnóstico de autocorrelación y especificación ARIMA

La prueba de Durbin-Watson aplicada a las series de tiempo originales evidenció autocorrelación positiva en los residuos ($DW = 0.923$), lo que justificó el uso de transformaciones y modelado ARIMA previo a cualquier análisis causal. El análisis de ACF y PACF confirmó patrones temporales diferenciados. Para el precio de la leche, se observó una estructura $AR(1)$ ($\phi = 0.86$, $p < 0.01$), mientras que el IPC e IPP mostraron ACFs de decaimiento lento y PACFs débiles, consistentes con procesos $MA(1)$ o $ARMA(1,1)$. La inflación presentó un comportamiento cercano al ruido blanco, salvo un valor atípico en el rezago 4 ($PACF = -0.2174$; $p < 0.05$). Las series de crédito exhibieron autocorrelación persistente, con PACFs indicativas de procesos $AR(p)$ de orden superior ($p \geq 2$), reflejando memoria larga en su dinámica.

La modelización ARIMA arrojó especificaciones óptimas heterogéneas. El precio de la leche (0,1,4), inflación (0,0,1), IPC (0,1,1), IPP (0,1,0) (2,0,0) [12], crédito público (0,1,0) y crédito privado (1,1,1). Los criterios de información (AIC/BIC) variaron entre series, destacando el modelo del precio de la leche (AIC = -728.43) por su capacidad predictiva. Todos los modelos superaron la prueba de Ljung-Box ($p > 0.05$), confirmando la ausencia de autocorrelación residual y la validez de las especificaciones adoptadas.

3.3 Modelo de correlación lineal múltiple

Los residuos del modelo ARIMA fueron evaluados con un modelo

de regresión lineal múltiple. La prueba de Durbin-Watson confirmó la independencia de residuos ($DW = 2.1035$, $p = 0.7187$), y la prueba de Breusch-Pagan ($BP = 4.249$, $p = 0.5142$) descartó heterocedasticidad, validando los supuestos clásicos del modelo. Sin embargo, el modelo mostró un poder explicativo global nulo (R^2 ajustado = -0.011), sin predictores significativos a nivel individual ($p > 0.05$ para inflación, IPC, IPP, crédito público y privado) o grupal ($F = 9.67$, $p = 0.592$). Los coeficientes estandarizados mostraron efectos marginales.

Los resultados evidencian que, pese al aumento del crédito ganadero, con predominio del sector privado (Figura 1), su influencia sobre el precio de la leche fue nula. Este hallazgo contrasta con estudios que han asociado la expansión crediticia con mejoras en productividad, rentabilidad, empleo rural y reducción de pobreza de pequeños productores ganaderos en algunos sectores del Ecuador y otros países (FAO, 2020; Ahmad et al., 2021). La falta de asociación en este caso podría deberse a factores no observados como restricciones institucionales, deficiencias en el uso de los recursos o limitada efectividad de programas de financiamiento.

Ante la limitada capacidad explicativa del modelo de regresión lineal convencional, fue imperativo explorar alternativas metodológicas capaces de capturar relaciones no lineales y efectos estructurales no incluidos en el presente análisis.

3.4. Modelo de causalidad espacio-temporal

La Tabla 1 resume los resultados del modelo de inferencia causal multivariado, destacando el impacto

estadísticamente significativo de la pandemia en los precios de la leche, efecto que no pudo ser explicado por las variables macroeconómicas estudiadas ($p > 0.05$: inflación, IPC, IPP, crédito público y crédito privado). El análisis identificó un incremento causal en los precios de la leche posterior a 2020 (+0.5 unidades; IC 95%: 0.2–0.8; $p < 0.01$). El

modelo cumplió con los supuestos de independencia y homocedasticidad ($DW = 2.10$), y la no significatividad de los coeficientes prepandemia (2015-2019) en todas las variables ($p > 0.05$) refuerza la validez del contrafactual, al asegurar la estabilidad del modelo en ausencia de intervención (Tabla 1).

Tabla 1
Análisis del impacto causal en los precios de la leche durante periodos pre y pospandemia¹

Variable	Estimación Pre-Pandemia (2015-2019) ²	Efecto Post-Pandemia (2020-2024) ³	Interpretación Causal
Precios de la leche	Ajuste óptimo (DW = 2.10)	+0.5 (IC 95%: 0.2-0.8, $p < 0.01$)	Impacto significativo de la pandemia
Inflación	$\beta = 0.0022$ ($p = 0.932$)	No significativo ($p = 0.932$)	Sin efecto significativo ⁴
IPC	$\beta = -0.0016$ ($p = 0.947$)	No significativo ($p = 0.62$)	Sin efecto significativo ⁴
IPP	$\beta = 0.0004$ ($p = 0.227$)	No significativo ($p = 0.45$)	Sin efecto significativo ⁴
Crédito Público	$\beta = -1.26e-09$ ($p = 0.322$)	No significativo ($p = 0.38$)	Sin influencia directa ⁴
Crédito Privado	$\beta = 9.93e-10$ ($p = 0.275$)	No significativo ($p = 0.41$)	Sin influencia directa ⁴

¹ Modelos controlados por estacionalidad y tendencia residual ² DW = Test de Durbin-Watson para autocorrelación ³ IC 95% = Intervalo de confianza del 95% ⁴ ($p > 0.05$)

Los resultados sugieren la presencia de un mecanismo causal subyacente e independiente con factores específicos inherentes al shock pandémico, y que en conjunto operarían como el vector causal primario en la dinámica de precios de la leche, posiblemente provocando disrupciones en las cadenas de suministro y demanda. Estos hallazgos subrayan la vulnerabilidad estructural de los mercados alimentarios locales a crisis globales (Gavilanes et al., 2022), muy similar a lo observado en otros países (Luo et al., 2022). Esta evidencia destaca la necesidad urgente de diseñar e implementar políticas públicas que

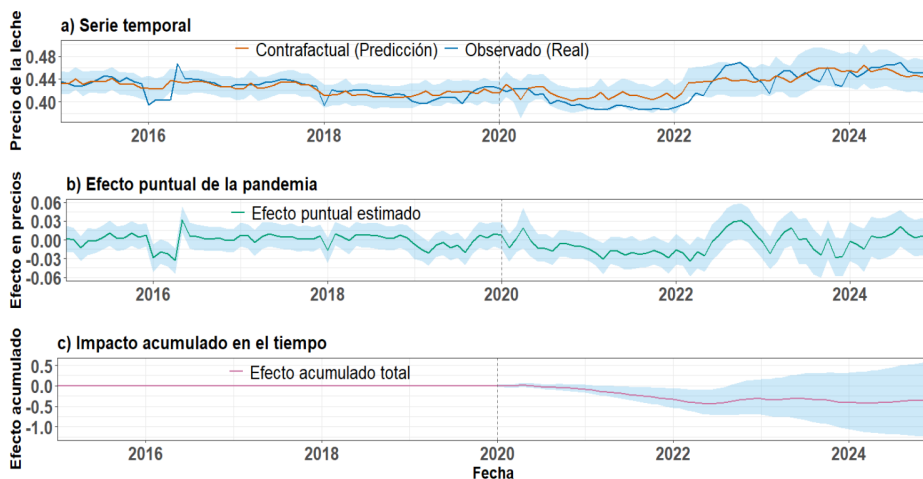
refuercen la resiliencia del sector ganadero ante perturbaciones internas y externas, priorizando mecanismos de estabilización y control de precios, compensación por costos reales de producción y mejora del acceso a mercados y financiamiento.

Paralelamente, el gráfico 2 presenta los efectos de la pandemia mediante tres componentes: (a) comparación entre la serie observada y su contrafactual de precios de la leche, revelando una divergencia estructural desde 2020; (b) efecto puntual mensual, que muestra impactos inmediatos y sostenidos (e.g., +0.3 unidades en 2020); (c) efecto acumulado, que alcanza

+4.2 unidades en 2024. Los intervalos de confianza (IC 95%) graficados en tonos azules permiten validar la significancia estadística y diferenciar entre efectos transitorios y estructurales.

Esta representación facilita una lectura rigurosa y comprensiva del impacto causal estimado bajo un enfoque bayesiano.

Gráfico 2 Impacto causal de la pandemia en los precios de la leche



Finalmente, los resultados obtenidos son contrarios a la hipótesis inicial, que indicaba que el crédito otorgado en el sector ganadero y la inflación serían los mejores predictores que explicaban los precios de la leche a nivel de productor en Ecuador. Por el contrario, en la última década, esta variabilidad en los precios fue explicada por el efecto de la pandemia a partir de 2020.

3.5. Evolución del precio de la leche y políticas sostenibles

El análisis causal logró determinar estadísticamente el impacto significativo

de la pandemia en los precios de la leche durante el período 2020-2024, superando el efecto de las variables macroeconómicas tradicionales (inflación, IPC, IPP, crédito público y crédito privado). Estos resultados se convierten en el punto de partida para nuevas investigaciones que deberán enfocar su esfuerzo en determinar cuantitativamente qué otros factores críticos afectaron el precio de la leche en Ecuador durante la última década. Entre estos posibles factores destacan otras variables macroeconómicas, socioeconómicas, políticas de estabilización y control de precios y disrupciones logísticas.

Esta dinámica en el precio de la leche es consistente con los resultados observados en otros sectores económicos ecuatorianos y latinoamericanos, donde limitaciones estructurales como la baja tecnificación y escasa innovación restringen la capacidad de respuesta del sistema agroproductivo ante crisis globales (Gavilanes et al., 2022; Vásquez et al., 2022). En este contexto, el tránsito hacia sistemas ganaderos más sostenibles definitivamente requiere entornos institucionales estables, políticas públicas claras y una gobernanza eficaz que garantice la resiliencia de los pequeños productores frente a perturbaciones exógenas de tipo económico, climático, sanitario o político (Camino, 2025; CIL, 2022).

Indudablemente, los resultados también subrayan la urgencia de abordar barreras endógenas persistentes en la producción agropecuaria, como el limitado acceso a servicios básicos, atención médica, infraestructura productiva, asistencia técnica y equidad de género, factores que agravan la inseguridad alimentaria y profundizan la inequidad en las cadenas de valor en países en desarrollo (Balana y Oyeyemi, 2022; FAO, 2018).

Este estudio coincide con otras investigaciones que identifican la necesidad de futuras investigaciones que profundicen en los obstáculos que aún afectan la rentabilidad, ingresos, competitividad y bienestar de los productores lecheros (Carvajal-Pérez et al., 2024). Abordar estas barreras requiere de una coordinación efectiva entre actores públicos y privados del sector agropecuario, con el objetivo de diseñar políticas integradas que fortalezcan la sostenibilidad económica y social del sistema productivo. Esta sinergia contribuirá a crear un panorama

agropecuario más equitativo y sostenible, que no solo satisfaga las necesidades inmediatas, sino que también se alinee con objetivos a largo plazo (Timon, 1993; CIL, 2023), y que permitan cumplir satisfactoriamente los ODS vinculados con el sector ganadero.

Finalmente, garantizar precios justos para los productores en correspondencia con los costos de producción y las nuevas exigencias de calidad será clave para mantener la asequibilidad de la leche, mejorar el bienestar de comunidades rurales y promover una transición hacia sistemas agroalimentarios más sostenibles, eficientes, resilientes e inclusivos (Carvajal-Pérez et al., 2024; Kumar et al., 2017; Thapa et al., 2020).

4. Conclusiones

El presente estudio constituye un trabajo pionero en la evaluación de la relación causal entre factores macroeconómicos y el precio de la leche a nivel de productor en Ecuador, durante el período 2015–2024. Contrario a lo esperado, los modelos econométricos no arrojaron evidencia suficiente para afirmar que la inflación, IPP, IPC, crédito público y crédito privado tuvieron un efecto individual o colectivo estadísticamente significativo sobre el precio de la leche. Sin embargo, el análisis estructural reveló que el principal factor explicativo de la variación de precios a partir de 2020 fue el impacto exógeno de la pandemia de COVID-19.

Este resultado revela la vulnerabilidad estructural del sistema agroalimentario nacional, por lo que es necesario replantear las políticas sectoriales desde una perspectiva más integral, resiliente y territorialmente adaptada. Reforzar las capacidades

locales, mejorar el entorno institucional y garantizar mecanismos eficaces de protección para los pequeños productores ganaderos son pasos indispensables para lograr un sistema lechero más estable, equitativo y alineado con los objetivos globales de desarrollo sostenible.

Desde una perspectiva teórica, este estudio cuestiona las interpretaciones convencionales del comportamiento de precios agrícolas que se basan mayoritariamente en variables macroeconómicas agregadas. La ausencia de una relación significativa entre los precios de la leche y factores como la inflación o el crédito sugiere la necesidad de adoptar marcos analíticos más amplios e integradores. Por lo tanto, se hace evidente la importancia de considerar otras variables estructurales y contextuales, como la política sectorial, la dinámica de las cadenas de suministro, el acceso a tecnología, los costos operativos reales y la resiliencia institucional. Complementariamente, los resultados también cuestionan la capacidad explicativa de modelos lineales tradicionales, los cuales no lograron capturar las relaciones complejas presentes en las series temporales, evidenciando la necesidad de utilizar metodologías más adecuadas para contextos marcados por alta volatilidad y no linealidad, como los modelos causales espacio-temporales, que ofrecen un marco replicable para evaluar impactos heterogéneos de shocks exógenos en sistemas económicos complejos, como el presentado en Ecuador.

En términos prácticos, los resultados tienen implicaciones para el diseño de políticas públicas que puedan impulsar el desarrollo rural y la seguridad alimentaria en Ecuador y en otros países con sistemas agroproductivos

similares. El hallazgo central de este estudio sugiere que, en ausencia de instrumentos de estabilización eficaces y de políticas públicas específicas para el sector, los productores quedarían expuestos a variaciones de precios que responden más a disrupciones externas que a fundamentos económicos internos.

A pesar de sus notables contribuciones, el presente estudio presenta limitaciones que deben considerarse en futuras investigaciones. Así, el análisis de series de tiempo de cinco variables limita la posibilidad de inferencias causales más robustas con respecto al precio de la leche; por lo que se recomiendan estudios longitudinales y transversales a nivel país y sectoriales (provincias) que determinen el impacto de estos cinco factores críticos y de otros no evaluados en esta investigación.

Encontrar series de tiempo mensuales oficiales de la producción de leche y de otros factores e indicadores cruciales sigue siendo el mayor desafío para los investigadores; por lo que, a través de este estudio, se llama la atención a todas las autoridades estatales y sectoriales, a que creen y pongan a disposición bases de datos de variables económicas y no económicas, sociales, ambientales y políticas, cuya disponibilidad permitirá estudiar mejor las dinámicas de los precios y producción de la leche, y profundizar en el entendimiento de las problemáticas multidimensionales que afectan al sector ganadero y otros sectores productivos del Ecuador.

Referencias

Acevedo, A., Ramirez, F. E., Salcedo, D. D., y Román, J. A. (2020). Pronóstico del precio del café: Una propuesta desde los modelos econométricos.

Revista Venezolana de Gerencia, 25(Especial 4), 564-578. <https://doi.org/10.37960/rvg.v25i90.32401>

AFD. (2021). *Inclusive financing and intelligent climate development project in the livestock sector*. The Agence Française de Développement. <https://www.afd.fr/en/carte-des-projets/inclusive-financing-and-intelligent-climate-development-project-livestock-sector>

Ahmad, D., Afzal, M., & Abro, A. A. (2021). Impact of formal credit on subsistence farmers dairy production in southern Punjab, Pakistan. *Sarhad Journal of Agriculture*, 38(1), 287-294. <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2022/38.1.287.294>

Balana, B. B., & Oyeyemi, M. A. (2022). Agricultural credit constraints in smallholder farming in developing countries: Evidence from Nigeria. *World Development Sustainability*, 1, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.wds.2022.100012>

Baque, L. K., Comas, R., Pino, C. D., y Álvarez, L. K. (2025). Estudio de los nodos de la cadena productiva láctea en Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 17(1), 1-10. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4866/4861>

Béné, C. (2020). Resilience of local food systems and links to food security. A review of some important concepts in the context of COVID-19 and other shocks. *Food Security*, 12(4), 805-822. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01076-1>

Brodersen, K. H., Gallusser, F., Koehler, J., Remy, N., & Scott, S. L. (2015). Inferring causal impact using Bayesian structural time-series models. *The Annals of Applied Statistics*, 9(1). <https://doi.org/10.1214/14-aos788>

Camino, S. (2025). Sistemas económico-

financieros: desafíos actuales y claves para su comprensión. *Revista Venezolana de Gerencia*, 30(110), 786-787. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.30.110.27>

Carvajal-Pérez, L. A., Montenegro-Arellano, G. F., Revelo-Ruales, V. W., Terán-Rosero, G. J., y Urgilés-Urgilés, G. P. (2024). Socioeconomic determinants of small and medium-sized dairy farms in the Ecuador-Colombia border area. *Tropical Animal Health and Production*, 56(7), 2-10. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04092-x>

Celik, E., Bogueva, D., Phillips, C. J. C., & Marinova, D. (2024). A survey of Australian dairy farmers' attitudes to their business, its challenges and transitioning to alternative enterprises. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-81358-2>

CFN. (2023). *Ficha sectorial leche y sus derivados*. Corporación Financiera Nacional. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Leche-y-Derivados.pdf>

Chávez, E. O. S., Espinoza, B. D. C., Rengifo, M. G. H., Vera, E. L., y Rengifo, J. C. M. (2017). Identificación de los factores determinantes en la producción lechera en la provincia de Pastaza. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 6(1), 21-34. <https://doi.org/10.59410/racyt-v06n01ep03-0073>

CIL. (2022). *La industria láctea fomenta la economía circular, a través de una producción sostenible*. <https://www.cil-ecuador.org/post/la-industria-l%C3%A1ctea-fomenta-la-econom%C3%ADa-circular-a-trav%C3%A9s-de-una-producci%C3%B3n-sostenible>

- CIL. (2023). *El sector ganadero y su apuesta al desarrollo sostenible*. <https://www.cil-ecuador.org/post/el-sector-ganadero-y-su-apuesta-al-desarrollo-sostenible>
- Dairy Dimensions. (2025). *The rising cost of milk: Why your dairy bill is higher than ever*. <https://dairydimension.com/global-milk-prices-rise-reasons-country-comparison/>
- Dairyherd. (2025). *Dairy Report: Global Milk Production Costs, New Whole Milk for Healthy Kids Act*. <https://www.dairyherd.com/news/business/dairy-report-global-milk-production-costs-new-whole-milk-healthy-kids-act>
- Ecuador en cifras. (2025). *Estadísticas agropecuarias*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- FAO. (2018). *World Livestock: Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals*. <https://openknowledge.fao.org/items/c1f3e566-9c9a-4314-a1d9-621b0adb3589>
- FAO. (2020). *El acceso a financiamiento ganadero sostenible*. <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1261126/>
- FAO. (2023). *General and food consumer price indices inflation rates*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4c11acc9-7cdd-4578-a543-29d8bb118ce2/content>
- Frątczak-Müller, J., Rychła, A., Winiwarter, W., & Amon, B. (2024). Social conditions of smallholder dairy farmers influence their environmental decisions. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-82120-4>
- Gavilanes, C. F., Illapa, J. M., Guamán Guevara, M. D., y Guerrero, C. A. (2022). Autopercepción del nivel de vida en los asociados a gremios agrícolas en Tungurahua, Ecuador. *Religación*, 7(34), 1-19. <https://doi.org/10.46652/rqn.v7i34.983>
- Herrero, M., Mason-D'Croz, D., Thornton, P. K., Fanzo, J., Rushton, J., Godde, C., Bellows, A., de Groot, A., Palmer, J., Chang, J., van Zanten, H., Wieland, B., DeClerck, F., Nordhagen, S., Beal, T., Gonzalez, C., & Gill, M. (2023). Livestock and Sustainable Food Systems: Status, Trends, and Priority Actions. En J. von Braun et al. (Eds.), *Science and Innovations for Food Systems Transformation* (pp. 375–399). Springer.
- INEC. (2023). *Producción y destino de la leche. Encuesta de Producción Agropecuaria Continua*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua/>
- Kumar, A., Thapa, G., Roy, D., & Joshi, P. (2017). Adoption of food safety measures on milk production in Nepal: Impact on smallholders' farm-gate prices and profitability. *Food Policy*, 70, 13–26. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.05.002>
- Luo, J., Leng, S., & Bai, Y. (2022). Food supply chain safety research trends from 1997 to 2020: A bibliometric analysis. *Frontiers in Public Health*, 9, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.742980>
- Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L. G., Benton, T. G., Herrero, M., Krishnapillai, M., Liwenga, E., Pradhan, P., Rivera-Ferre, M. G., Sapkota, T., Tubiello, F. N., & Xu, Y. (2019). Food Security. En P. R. Shukla et al. (Eds.), *Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land*

management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>

- Namdar-Irani, M., Sotomayor, O., Rodríguez, M., Rodríguez, A., y Wander, P. (2020). *Tendencias estructurales en la agricultura de América Latina. Desafíos para las políticas públicas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46519/1/S2000807.es.pdf>
- Observatorio Lácteo del Ecuador. (2025). *Producción y productividad de la leche cruda*. <https://observatoriolacteo.ec/estadisticas/>
- ONU. (2015). *La Agenda para el Desarrollo Sostenible. 17 Objetivos para las personas y para el planeta*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Ozdemir, D. (2023). Reconsidering agricultural credits and agricultural production nexus from a global perspective. *Food and Energy Security*, 13(1), 1-13. <https://doi.org/10.1002/fes3.504>
- Posadas-Domínguez, R. R., Del Razo-Rodríguez, O. E., Almaraz-Buendía, I., Pelaez-Acero, A., Espinosa-Muñoz, V., Rebollar-Rebollar, S., & Salinas-Martínez, J. A. (2018). Evaluation of comparative advantages in the profitability and competitiveness of the small-scale dairy system of Tulancingo Valley, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 50(5), 947-956. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1516-8>
- SIPA. (2025a). *Indicadores agropecuarios. Indicadores agroecológicos*. <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/indicador-agroecologico>
- SIPA. (2025b). *Indicadores agropecuarios. Indicadores agrosociales*. <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/indicador-agrosocial>
- Thapa, G., Kumar, A., Roy, D., & Joshi, P. K. (2020). Food Safety Consciousness and Consumers' Milk Purchasing Behavior: Evidence from a Developing Country. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 52(4), 503-526. <https://doi.org/10.1017/aae.2020.14>
- Timon, V. M. (1993). Strategies for sustainable animal agriculture - an FAO perspective. En S. Mack (Ed.), *Strategies for sustainable animal agriculture in developing countries* (pp. 7-22). FAO.
- UK Agricultural Finance. (2025). *How has inflation impacted dairy farmers and the dairy industry?* <https://www.ukagriculturalfinance.com/blog/how-has-inflation-impacted-dairy-farmers-and-the-dairy-industry/>
- Vásquez, H., Barrantes, C., Vigo, C., y Maicelo, J. (2022). Factores socioeconómicos que influyen en la adopción de tecnologías para mejoramiento genético de ganado vacuno en Perú. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 19(3), 312-330. <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i3.1358>
- Wattiaux, M. A. (2023). Sustainability of dairy systems through the lenses of the sustainable development goals. *Frontiers in Animal Science*, 4, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1135381>
- Wilton, A. (2023). *Dairy is a staple in spite of inflation*. National Milk Producers Federation. <https://www.nmpf.org/dairy-is-a-staple-in-spite-of-inflation/>