

Analysis and forecast prices of dairy products: the case of traditional cheese

M. Pedrozo^{1,*}, R. Lacayo¹

¹ Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia



ARTICLE INFO

Article History:

Received: 27/01/2023

Accepted: 14/05/2023

*Corresponding author:

Email:

mariapedrozoia@unimagdalena.edu.co

Phone: +57-304 351 2701

ORCID: [0009-0009-5051-6439](https://orcid.org/0009-0009-5051-6439)

Editor:

Andrés Escobar E. Universidad de
Cartagena-Colombia.



How to cite this article:

Pedrozo, M.; Lacayo, R. (2023). Análisis y
previsión de precios de productos lácteos: el
caso del queso tradicional. *Panorama
Económico*, 31(4), 311-328

DOI: <https://doi.org/10.32997/pe-2023-4772>

Copyright: © 2023. Pedrozo, M.; Lacayo, R.

This is an open Access article under the CC
BY license

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



ABSTRACT

Background and objectives: This study aims to analyze the monthly behavior of coastal cheese wholesale prices in seven major Colombian cities: Barranquilla, Bogota, Bucaramanga, Cartagena, Cali, Cucuta, and Medellin. It focuses on understanding price fluctuations over a specific period to identify trends and implications for the sector.

Methods: Data from the Agricultural Prices and Supply Information System (SIPSA) covered monthly wholesale prices of coastal cheese from January 2015 to September 2022. Using the Box-Jenkins methodology, the study conducted time series analysis to estimate econometric models for each city. Statistical analysis utilized Statgraphics 19-X-64 software.

Findings: Econometric models accurately forecasted coastal cheese prices for the last three months of 2022 and the initial three months of 2023, consistently showing a rising price trend.

Conclusion: Analysis of wholesale prices in Colombia's major cities demonstrates a general upward trend in coastal cheese prices. This trend suggests a favorable scenario for product commercialization, indicating conducive conditions for market expansion nationwide.

Keywords: ARIMA model; Box-Jenkins methodology; dairy products, traditional cheese.

JEL: C01, C22, C32, C51

NUMBER OF REFERENCES	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF TABLES
10	14	14

ARTICULO ORIGINAL

Análisis y previsión de precios de productos lácteos: el caso del queso tradicional

M. Pedrozo^{1,*}, R. Lacayo¹

¹ *Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia*

RESUMEN

Objetivos:

Este estudio tiene como objetivo analizar el comportamiento mensual de los precios mayoristas del queso costeño en siete grandes ciudades colombianas: Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cartagena, Cali, Cúcuta y Medellín. Se centra en comprender las fluctuaciones de los precios durante un periodo específico para identificar tendencias e implicaciones para el sector.

Métodos: Los datos del Sistema de Información de Precios y Oferta Agropecuaria (SIPSA) cubrieron los precios mensuales al por mayor del queso costeño desde enero de 2015 hasta septiembre de 2022. Utilizando la metodología Box-Jenkins, el estudio realizó análisis de series temporales para estimar modelos econométricos para cada ciudad. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Statgraphics 19-X-64.

Resultados: Los modelos econométricos pronosticaron con precisión los precios del queso de costa para los tres últimos meses de 2022 y los tres primeros meses de 2023, mostrando sistemáticamente una tendencia al alza de los precios.

Conclusión: El análisis de los precios mayoristas en las principales ciudades de Colombia demuestra una tendencia general al alza en los precios del queso costeño. Esta tendencia sugiere un escenario favorable para la comercialización del producto, indicando condiciones propicias para la expansión del mercado a nivel nacional.

Palabras clave: ARIMA; metodología Box-Jenkins; productos lácteos, Queso tradicional.

Clasificación JEL: C01, C22, C32, C51

INTRODUCCIÓN

En Colombia se encuentran distintos tipos de quesos artesanales que varían en textura, sabor y aroma. El queso objeto de este estudio es el queso costeño, elaborado en la costa del Caribe Colombiano. Se produce a través de la coagulación enzimática de la leche de vaca no pasteurizada, con un alto contenido de sal. Es manufacturado artesanalmente por pequeños productores que heredan conocimientos ancestrales, manteniendo técnicas sencillas y rudimentarias sin estandarización de procesos.

Actualmente, este tipo de queso es el más vendido en los mercados locales y regionales de Colombia. Tiene una alta demanda en la industria de la panadería y la gastronomía debido a sus atributos nutricionales y su distintivo sabor arraigado en la cultura local, que lo diferencia de otros quesos. Dada su importancia económica, se han realizado estudios para asegurar su inocuidad desde la producción hasta el consumidor final. Sin embargo, no existen investigaciones que proporcionen datos precisos y confiables para los actores de la cadena, limitando la toma de decisiones óptimas en cuanto a producción y comercialización.

Dentro de las técnicas cuantitativas, el análisis de series de tiempo y en particular la metodología Box-Jenkins son las técnicas estadísticas más comunes que permiten descubrir patrones pasados y proyectar eventos futuros. En evidencia empírica a nivel internacional, se puede verificar el estudio de [Ali et al.\(2016\)](#), quienes investigaron los precios diarios del oro utilizando el conjunto de datos de dólares estadounidenses por onza. [Darekar y Reddy \(2017\)](#) examinaron los precios mensuales de la soya en los principales estados de India durante un período de 11 años. [Wickramarachchi et al. \(2017\)](#) estudiaron el comportamiento de los precios de los principales productos avícolas en Sri Lanka. [Akin et al. \(2020\)](#) modelizaron la cantidad de leche suministrada a la industria láctea en Turquía. [Norain y Sazeli \(2020\)](#) propusieron un modelo univariante y el método de regresión de series temporales como modelo causal para predecir los precios del oro.

A nivel nacional colombiano, [Castillo \(2012\)](#) empleó los métodos media móvil multiplicativa, cointegración y funciones de impulso-respuesta para analizar el

comportamiento del precio pagado al productor de leche en el departamento de Córdoba y el precio mayorista del queso costeño en Montería, Medellín y Bogotá durante el período de enero de 2004 a diciembre de 2010. Basándose en lo anterior, este estudio tiene como objetivo analizar el comportamiento mensual de los precios mayoristas del queso costeño en las principales siete ciudades de Colombia (Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cartagena, Cali, Cúcuta y Medellín) durante el periodo que abarca desde enero de 2015 hasta septiembre de 2022. Se empleará la metodología Box-Jenkins, utilizando un nivel de confianza del 95% en todos los casos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar un análisis y previsión de los precios es importante considerar diversas metodologías, entre las cuales se encuentra el análisis de series de tiempo. Este enfoque estadístico permite modelar y comprender la evolución de los precios a lo largo del tiempo, identificando patrones, tendencias, y estacionalidades que pueden influir en su comportamiento futuro. El análisis de series de tiempo es ampliamente utilizado en diversos campos, incluyendo la economía, las finanzas y la industria, ofreciendo herramientas para la toma de decisiones basada en datos y la elaboración de pronósticos precisos (Gujarati, 2010).

Autores como Marroquín y Chalita (2011) han utilizado exclusivamente la metodología Box-Jenkins para identificar un modelo econométrico autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA), el cual se ajustó al comportamiento de la serie de tiempo de precios nominales en venta al mayoreo de jitomate en México. En el sector lácteo, el consumo de queso en Colombia ha experimentado un notable aumento del 50% en los últimos cinco años. Este incremento ha generado una dinamización del mercado en torno a este producto lácteo fresco, evidenciando una creciente demanda y un mayor interés por parte de los consumidores en incorporar el queso en su dieta diaria (Asoleche, 2023).

Por este razón se utilizaron los precios mayoristas del queso costeño en siete grandes ciudades colombianas (Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cartagena, Cali, Cúcuta y Medellín). Los cuales se encuentran disponibles en el portal del sistema de información de precios y abastecimiento del sector agropecuario (SIPSA, 2023) y abarca a nivel mensual los precios mayoristas del queso costeño durante el periodo de enero 2015 hasta septiembre 2022, expresados en pesos colombianos por kilogramos (\$/kg). Este periodo estuvo determinado por la disponibilidad de los datos en el portal.

En este caso de estudio se incorpora el análisis de series de tiempo mediante la metodología Box-Jenkins, la cual permitirá identificar, estimar y validar los

modelos econométricos para cada ciudad. Lo que proporcionó información detallada sobre las tendencias de precios en cada área geográfica.

Para interpretar los datos de manera objetiva y clara en pos de los objetivos de la investigación, se empleará un modelo de serie de tiempo general SARIMA(p,d,q)X(P,D,Q)s (con tendencia y componente estacional de periodo s), el cual se describe de la siguiente manera:

$$\phi(B)\Phi(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D X_t = \theta(B)\Theta(B^s)u_{t,(1)}$$

Donde:

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p, \quad \phi_p \neq 0$$

es el operador autoregresivo de orden p

$$\Phi(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_P B^{Ps}, \quad \Phi_P \neq 0$$

es el operador autoregresivo estacional de orden P,

$$\theta(B) = 1 + \theta_1 B + \theta_2 B^2 + \dots + \theta_q B^q, \quad \theta_q \neq 0$$

es el operador de media móvil de orden q, y

$$\Theta(B^s) = 1 + \Theta_1 B^s + \Theta_2 B^{2s} + \Theta_Q B^{Qs}, \quad \Theta_Q \neq 0$$

es el operador de media móvil estacional de orden Q.

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa statgraphics 19-X-64. Esta herramienta proporcionó las funcionalidades necesarias para llevar a cabo el análisis de series temporales y estimar los modelos econométricos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Barranquilla

Los datos específicos de Barranquilla muestran un comportamiento con una tendencia lineal creciente y un componente estacional con un período de 12 meses (Fig. 1). Estos patrones se ajustan al modelo SARIMA(0,1,5)×(0,1,1)12 (Tabla 1), lo que indica que este modelo específico es apropiado para capturar la tendencia y la estacionalidad en los datos de precios mayoristas del queso costeño en esta ciudad (Fig. 2). La componente estacional refleja la variabilidad cíclica que se repite cada 12 meses, posiblemente influenciada por factores estacionales en el mercado lácteo local. El componente de tendencia creciente

lineal sugiere un incremento constante en los precios a lo largo del tiempo en Barranquilla. Estos hallazgos son fundamentales para entender la dinámica de los precios en esta ciudad y podrían ser relevantes para la toma de decisiones en la comercialización y producción del queso costeño en el mercado barranquillero. La [tabla 1](#) muestra que los parámetros significativos son: MA(5) y SMA(1).

Fig. 1: Comportamiento del precio del queso costeño para la ciudad de Barranquilla

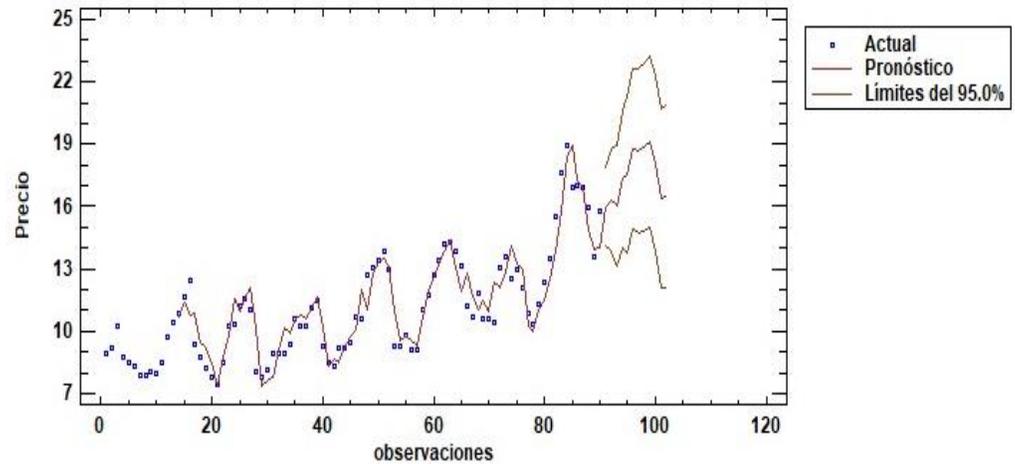


Fig. 2: Autocorrelación de los residuos

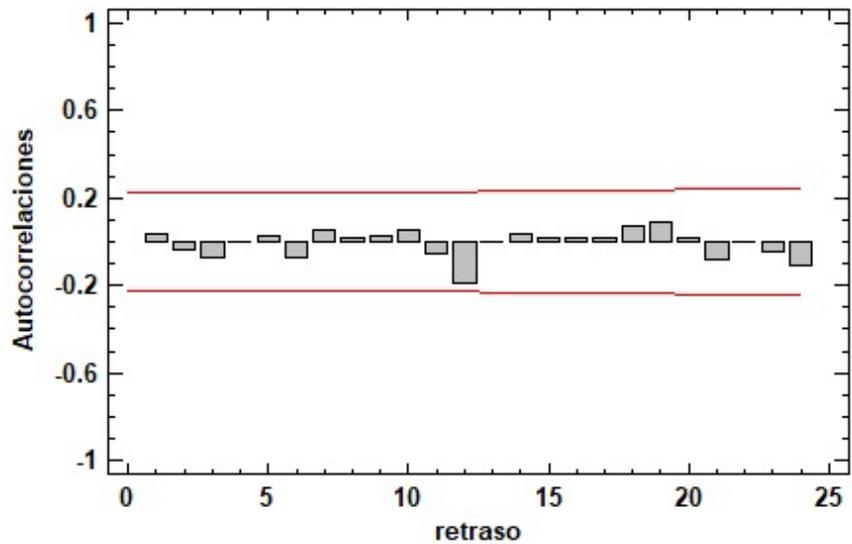


Tabla 1. Resumen del modelo econométrico ajustado para la ciudad de Barranquilla

Parámetro	Estimado	Error Estd.	t	Valor-P
MA(1)	0.179969	0.107729	1.67057	0.099211
MA(2)	0.0534011	0.112435	0.47495	0.636280
MA(3)	-0.0762383	0.112429	-0.678105	0.499910
MA(4)	-0.0704062	0.111183	-0.633245	0.528608
MA(5)	0.44915	0.108512	4.13916	0.000095

SMA(1)	0.800817	0.047994	16.6858	0.000000
--------	----------	----------	---------	----------

El modelo resultante se muestra en la siguiente ecuación:

$$(1 - B)(1 - B^{12})X_t = (1 - \underset{(4.1)}{0.45B^5})(1 - \underset{(16.6)}{0.8B^{12}})u_t$$

Los pronósticos (Tabla 2) muestran una tendencia alcista durante el período de octubre de 2022 a marzo de 2023. Esta tendencia se manifiesta en un aumento gradual en los precios pronosticados a lo largo de los meses, partiendo de \$15,991.70 por kilogramo en octubre hasta alcanzar su punto máximo en marzo con \$18,787.00 por kilogramo.

Tabla 2. Pronósticos del precio del queso costeño en Barranquilla, octubre 2022 – marzo 2023 (\$/kg)

Periodo	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Pronóstico	\$ 15.991,70	\$ 16.313,00	\$ 16.026,50	\$ 17.334,70	\$ 17.539,10	\$ 18.787,00
Límite inferior	\$ 14.075,30	\$ 13.834,70	\$ 13.145,40	\$ 14.031,80	\$ 13.801,20	\$ 14.944,70
Límite Superior	\$ 17.908,10	\$ 18.791,30	\$ 18.907,50	\$ 20.637,70	\$ 21.277,10	\$ 22.629,30

Bogotá

Los datos de Bogotá exhiben un comportamiento con una tendencia lineal creciente y un componente estacional con un período de 12 meses (Fig. 3). Estos patrones se ajustan al modelo SARIMA (5,1,0)×(0,1,1)12 (Tabla 3). Este modelo parece ser adecuado para capturar la tendencia y la estacionalidad en los datos de precios mayoristas del queso costeño en la ciudad. La componente estacional refleja la variabilidad cíclica que se repite cada 12 meses, posiblemente influenciada por factores estacionales en el mercado lácteo local de Bogotá (Fig. 4). El componente de tendencia creciente lineal sugiere un aumento constante en los precios a lo largo del tiempo en la capital.

Fig. 3: Comportamiento del precio del queso costeño (ciudad de Bogotá)

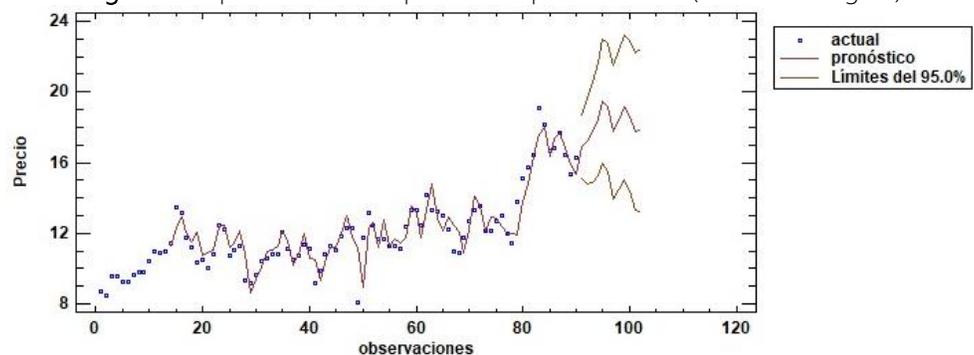
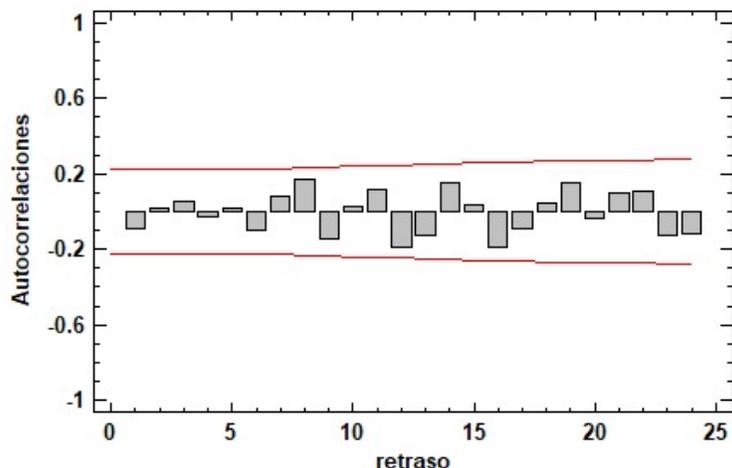


Fig. 4: Autorrelaciones de los residuos



La **Tabla 3** muestra que los parámetros significativos son: AR(5) y SMA(1):

Tabla 3. Resumen del modelo econométrico ajustado para la ciudad de Bogotá

Parámetro	Estimado	Error Estd.	t	Valor-P
AR(1)	-0.134982	0.115734	-1.16631	0.247392
AR(2)	-0.0545744	0.115415	-0.472853	0.637769
AR(3)	-0.0427337	0.115627	-0.369581	0.712795
AR(4)	-0.0105238	0.11629	-0.0904967	0.928147
AR(5)	-0.294289	0.116858	-2.51835	0.014046
SMA(1)	0.828994	0.042171	19.6579	0.000000

El modelo resultante se muestra en la siguiente ecuación:

$$(1 + \underset{(-2.5)}{0.29B^5})(1 - B)(1 - B^{12})X_t = (1 - \underset{(19.6)}{0.82B^{12}})u_t$$

Los pronósticos (**Tabla 4**) muestran una tendencia generalmente alcista de del precio del queso costeño en Bogotá de octubre de 2022 a marzo de 2023. Se observó un aumento gradual desde \$16,901.40 por kg en octubre hasta alcanzar su punto máximo en febrero con \$19,492.90 por kg, seguido de una ligera disminución en marzo a \$19,122.50 por kg.

Tabla 4. Pronósticos del precio del queso costeño en Bogotá, octubre 2022 – marzo 2023 (\$/kg)

Periodo	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
Pronóstico	\$ 16.901,40	\$ 17.226,10	\$ 17.721,40	\$ 18.459,80	\$ 19.492,90	\$ 19.122,50
Límite Inferior	\$ 15.076,30	\$ 14.813,00	\$ 14.873,50	\$ 15.260,90	\$ 15.976,90	\$ 15.485,50
Límite Superior	\$ 18.726,50	\$ 19.639,30	\$ 20.569,30	\$ 21.658,60	\$ 23.008,90	\$ 22.759,40

Bucaramanga

Los datos de Bucaramanga muestran un comportamiento con una tendencia lineal creciente y un componente estacional con un período de 12 meses (**Fig 5**),

determinado por un modelo SARIMA(0,1,1)×(0,1,1)₁₂ (ver [Tabla 5](#)). Este modelo parece ser apropiado para capturar la tendencia y la estacionalidad en los datos de precios mayoristas del queso costeño en la ciudad. La componente estacional refleja la variabilidad cíclica que se repite cada 12 meses, probablemente influenciada por factores estacionales en el mercado lácteo local de Bucaramanga. El componente de tendencia creciente lineal sugiere un aumento constante en los precios a lo largo del tiempo en esta ciudad.

Fig. 5.: Comportamiento de la serie del precio del queso costeño, ciudad de Bucaramanga

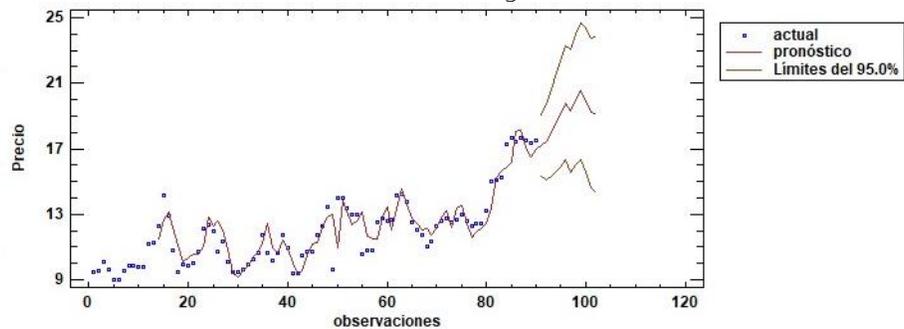
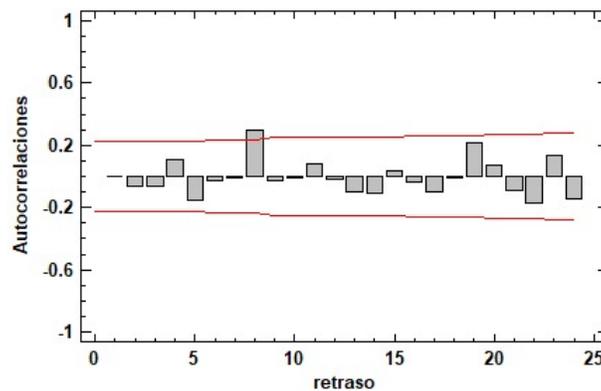


Fig. 6: Autocorrelaciones de los residuos



Dado que el correlograma de los residuos ([Fig 6](#)), no corresponde exactamente a ruido blanco (el estimado $\rho_8 \neq 0$, estadísticamente) hacemos la prueba de significación conjunta que consiste en suponer que todos los ρ son simultáneamente cero. Usamos el estadístico Q, y obtenemos $Q=27.072$. El valor crítico de χ^2 con 24 grados de libertad es 36.4. Ya que el valor observado es menor que el crítico no se rechaza la hipótesis nula de que los residuos son ruido. En consecuencia, podemos afirmar que el modelo es aceptable, al menos desde el punto de vista del comportamiento de los residuos.

La [Tabla 5](#) muestra que los parámetros significativos son: MA(1) y SMA(1)

Tabla 5. Resumen del modelo econométrico ajustado, ciudad de Bucaramanga

Parámetro	Estimado	Error Estd.	t	Valor-P
MA(1)	0.304348	0.110602	2.75175	0.007429
SMA(1)	0.843287	0.0433227	19.4652	0.000000

El modelo resultante se muestra en la siguiente ecuación:

$$(1 - B)(1 - B^{12})X_t = (1 - \underset{(2.7)}{0.30B})(1 - \underset{(19.4)}{0.84B^{12}})u_t$$

Los pronósticos (Tabla 6) exhiben una tendencia general al alza del precio del queso costeño en Bucaramanga de octubre de 2022 a marzo de 2023. Comenzando en octubre con un pronóstico de \$17,195.10 por kilogramo, se observa un aumento progresivo hasta marzo, con un pronóstico máximo de \$19,805.90 por kilogramo. Esta tendencia sugiere una posible presión alcista en el mercado del queso costeño en Bucaramanga durante el período analizado.

Tabla 6. Pronósticos del precio del queso costeño en Bucaramanga, octubre 2022 – marzo 2023 (\$/kg)

Periodo	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
Pronóstico	\$ 17.195,10	\$ 17.400,00	\$ 17.981,20	\$ 18.635,60	\$ 19.079,10	\$ 19.805,90
Límite Inferior	\$ 15.298,50	\$ 15.089,80	\$ 15.320,70	\$ 15.666,00	\$ 15.829,60	\$ 16.298,90
Límite Superior	\$ 19.091,60	\$ 19.710,30	\$ 20.641,60	\$ 21.605,20	\$ 22.328,50	\$ 23.313,00

Cartagena

Los datos de Cartagena reflejan un comportamiento con una tendencia creciente lineal y un componente estacional con un período de 12 meses (Fig 7). Estos patrones se ajustan al modelo SARIMA(0,1,3)×(0,1,1)₁₂ (ver Tabla 7). Este modelo parece capturar de manera adecuada la tendencia y la estacionalidad en los datos de precios mayoristas del queso costeño en esta localidad. La componente estacional refleja la variabilidad cíclica que se repite cada 12 meses, posiblemente influenciada por factores estacionales en el mercado lácteo local de Cartagena (Fig 8). Por su parte, el componente de tendencia creciente lineal sugiere un aumento constante en los precios a lo largo del tiempo en esta área.

Fig. 7: Comportamiento de la serie del precio del queso costeño, ciudad de Cartagena

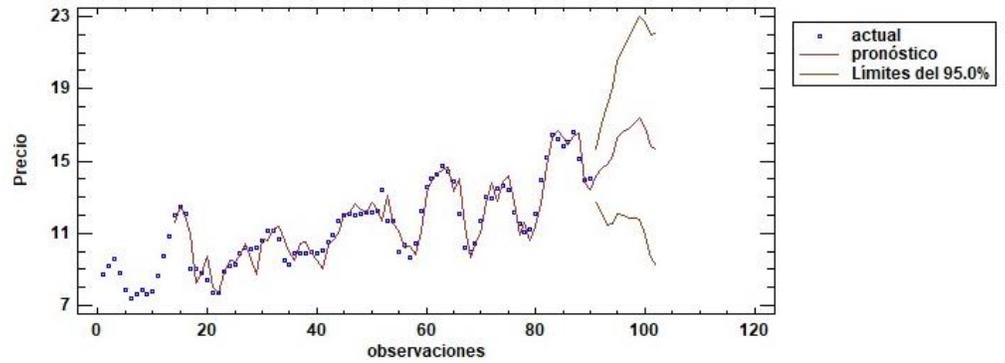
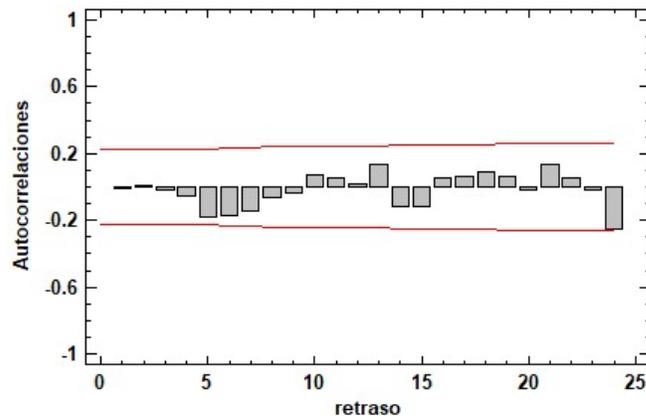


Fig. 8: Autocorrelaciones de los residuos



La [tabla 7](#) muestra que los parámetros significativos son: MA(1) MA(3) y SMA(1)

Tabla 7. Resumen del modelo econométrico ajustado, ciudad de Cartagena

Parámetro	Estimado	Error Estd.	t	Valor-P
MA(1)	-0.338237	0.114942	-2.94268	0.004359
MA(2)	-0.16097	0.12005	-1.34086	0.184124
MA(3)	0.251746	0.117894	2.13536	0.036087
SMA(1)	0.829123	0.0449974	18.426	0.000000

El modelo resultante se muestra en la siguiente ecuación:

$$(1 - B)(1 - B^{12})X_t = (1 + \underset{(-2.9)}{0.34B} - \underset{(2.1)}{0.25B^3})(1 - \underset{(18.4)}{0.83B^{12}})u_t$$

Los pronósticos ([Tabla 8](#)) reflejan una tendencia al alza, lo que indica un posible aumento en el valor del queso costeño en Cartagena para el período de octubre de 2022 a marzo de 2023. Este incremento es evidente en la progresión mensual de los pronósticos, que muestran un aumento constante desde \$14,209.50 por kilogramo en octubre hasta \$16,604.70 por kilogramo en marzo.

Tabla 8. Pronósticos del precio del queso costeño en Cartagena, octubre 2022 – marzo 2023 (\$/kg)

Periodo	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
Pronóstico	\$ 14.209,50	\$ 14.603,30	\$ 14.767,90	\$ 15.294,90	\$ 16.259,40	\$ 16.604,70
Límite Inferior	\$ 12.733,10	\$ 12.137,00	\$ 11.454,00	\$ 11.503,70	\$ 12.044,50	\$ 12.005,00
Límite Superior	\$ 15.685,80	\$ 17.069,70	\$ 18.081,80	\$ 19.086,20	\$ 20.474,30	\$ 21.204,40

Cali

Los datos de Cali muestran un comportamiento con una tendencia creciente lineal y un componente estacional con un período de 6 meses (Fig. 9). Estos patrones se ajustan al modelo SARIMA(0,1,0)×(1,1,1)₆ (ver Tabla 9). Este modelo parece capturar de manera adecuada la tendencia y la estacionalidad en los datos de precios mayoristas del queso costeño en esta localidad. La componente estacional refleja la variabilidad cíclica que se repite cada 6 meses, posiblemente influenciada por factores estacionales en el mercado lácteo local de Cali (Fig. 10). Además, la tendencia creciente lineal indica un aumento constante en los precios a lo largo del tiempo en esta área.

Fig. 9: Comportamiento de la serie del precio del queso costeño, ciudad de Cali

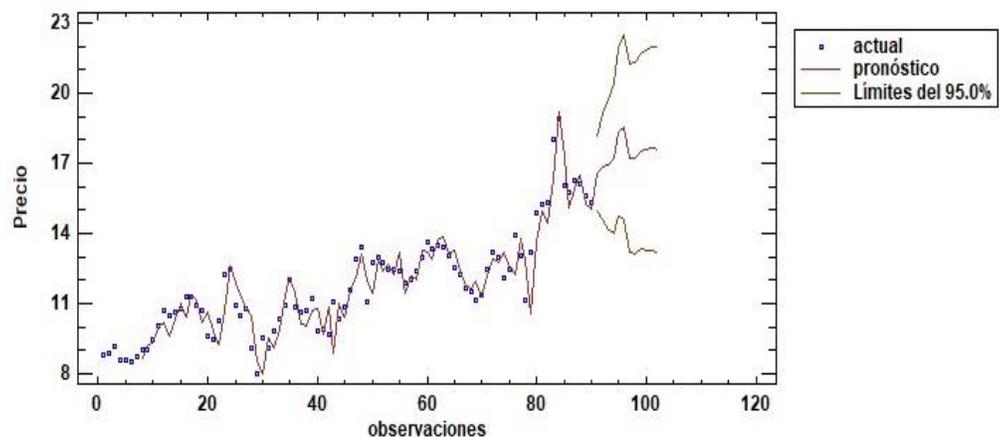
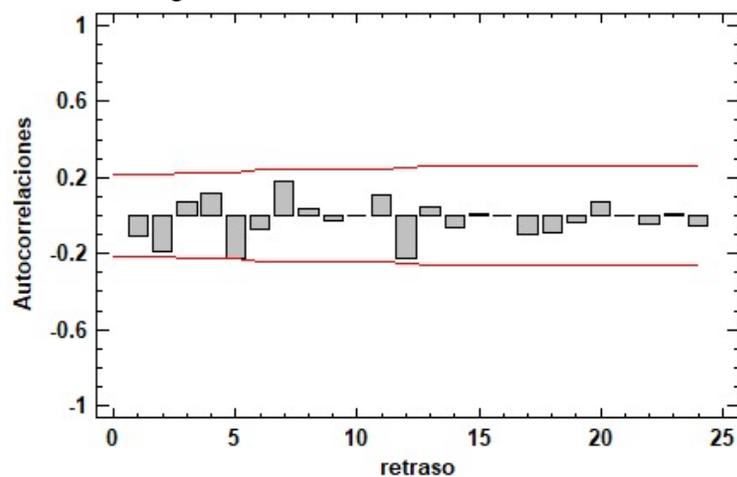


Fig. 10: Autocorrelaciones de los residuos



La [tabla 9](#) muestra que los parámetros significativos son: SAR(1) y SMA(1)

Tabla 9. Resumen del modelo econométrico ajustado para la ciudad de Cali

Parámetro	Estimado	Error Estd.	t	Valor-P
SAR(1)	-0.611327	0.0948905	-6.44244	0.000000
SMA(1)	0.861755	0.0407541	21.1452	0.000000

El modelo resultante se muestra en la siguiente ecuación:

$$(1 + \underset{(-6.4)}{0.61B^6})(1 - B)(1 - B^6)X_t = (1 - \underset{(21.1)}{0.86B^6})u_t$$

Los pronósticos ([Tabla 10](#)) muestran una tendencia general al alza en los precios del precio del queso costeño en Cali para el período de octubre de 2022 a marzo de 2023. Comenzando en octubre con \$16,543.70 por kilogramo, los precios aumentan gradualmente hasta marzo, alcanzando \$18,524.30 por kilogramo. Esta tendencia sugiere una posible presión alcista en el mercado del queso costeño en Cali durante el período analizado.

Tabla 10. Pronósticos del precio del queso costeño en Cali, octubre 2022 – marzo 2023 (\$/kg)

Periodo	octubre	noviembre	Diciembre	enero	febrero	marzo
Pronóstico	\$ 16.543,70	\$ 16.884,10	\$ 16.941,80	\$ 17.238,40	\$ 18.344,40	\$ 18.524,30
Límite Inferior	\$ 14.937,90	\$ 14.613,20	\$ 14.160,50	\$ 14.026,80	\$ 14.753,70	\$ 14.590,90
Límite Superior	\$ 18.149,50	\$ 19.155,00	\$ 19.723,10	\$ 20.450,00	\$ 21.935,10	\$ 22.457,70

Cúcuta

Los datos de Cúcuta exhiben un comportamiento con una tendencia creciente lineal ([Fig. 11](#)). y se ajustan al modelo ARIMA (3,1,0) sin constante ([Tabla 11](#)). Este modelo parece capturar eficazmente la tendencia en los datos de precios mayoristas del queso costeño en esta localidad ([Fig. 12](#)). La tendencia creciente lineal indica un aumento constante en los precios a lo largo del tiempo en esta área.

Fig. 11: Comportamiento de la serie del precio del queso costeño, ciudad de Cúcuta

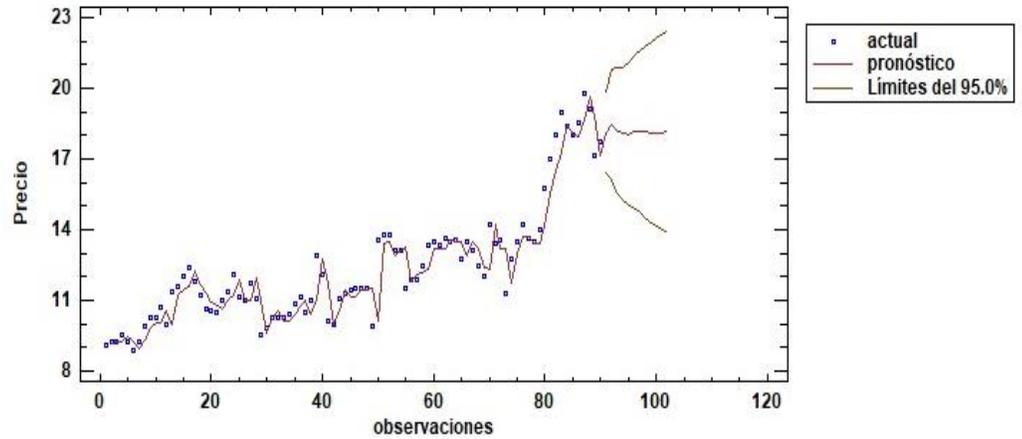
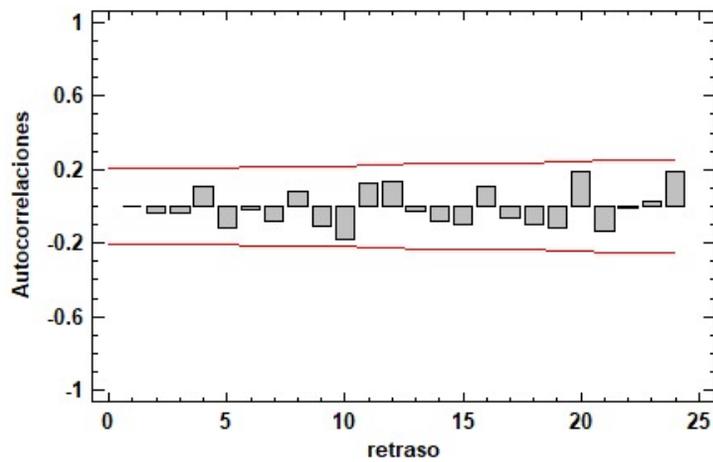


Fig. 12: Autocorrelaciones de los residuos



La [tabla 11](#) muestra que el único parámetro significativo es: AR(3)

Tabla 11. Resumen del modelo econométrico ajustado para la ciudad de Cúcuta

Parámetro	Estimado	Error Estd.	t	Valor-P
AR(1)	-0.103128	0.10513	-0.980957	0.329366
AR(2)	-0.172809	0.107332	-1.61005	0.111052
AR(3)	-0.230219	0.108606	-2.11977	0.036907

El modelo resultante se muestra en la siguiente ecuación:

$$(1 + 0.23B^3)(1 - B)X_t = u_t$$

(-2.1)

Los pronósticos ([Tabla 12](#)) muestran una tendencia relativamente estable, con fluctuaciones mínimas en los precios pronosticados. Se observa que los precios se mantienen en un rango estrecho, con una ligera variación mensual que oscila entre \$18,131.60 por kilogramo en octubre y \$18,137.00 por kilogramo en marzo. Esta estabilidad sugiere una posible consistencia en el mercado del queso costeño en Cúcuta durante el período analizado.

Tabla 12. Pronósticos del precio del queso costeño en Cúcuta, octubre 2022 – marzo 2023 (\$/kg)

Periodo	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
Pronóstico	\$ 18.131,60	\$ 18.442,40	\$ 18.203,40	\$ 18.075,00	\$ 18.058,00	\$ 18.137,00
Límite Inferior	\$ 16.398,20	\$ 16.114,00	\$ 15.549,50	\$ 15.261,30	\$ 15.051,60	\$ 14.911,10
Límite Superior	\$ 19.865,10	\$ 20.770,90	\$ 20.857,40	\$ 20.888,60	\$ 21.064,40	\$ 21.362,80

Medellín

Los datos de Medellín muestran un comportamiento con una tendencia creciente lineal y un componente estacional con un período de 12 meses (Fig. 13). Estos patrones se ajustan al modelo SARIMA (0,1,0)×(2,1,0)₁₂ sin constante (Tabla 13). Este modelo parece capturar de manera efectiva tanto la tendencia como la estacionalidad en los datos de precios mayoristas del queso costeño en esta localidad. La componente estacional refleja la variabilidad cíclica que se repite cada 12 meses (Fig. 14), posiblemente influenciada por factores estacionales en el mercado lácteo local.

Fig. 13: Comportamiento de la serie del precio del queso costeño, ciudad de Medellín

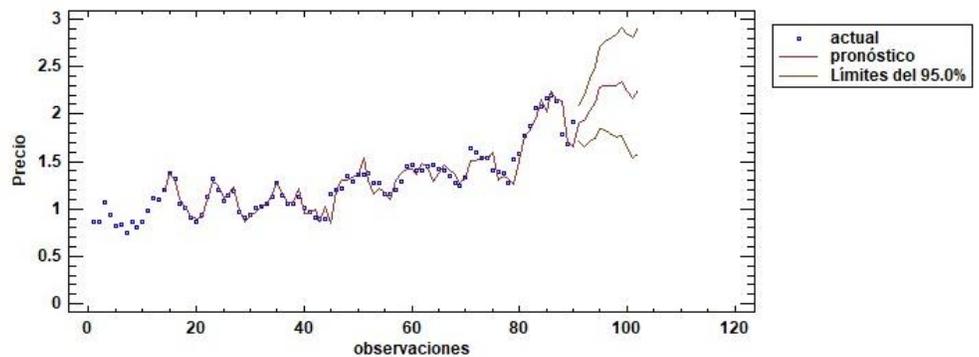
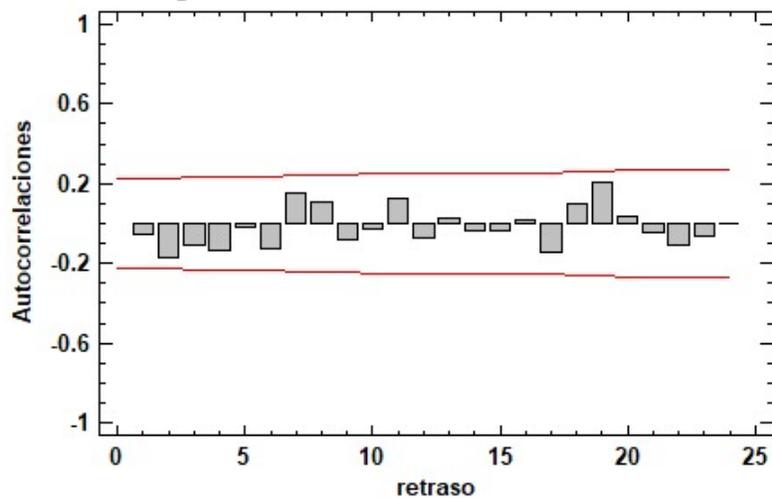


Fig. 14: Autocorrelaciones de los residuos



La **tabla 13** muestra que los parámetros significativos son: SAR(1) y SAR(2):

Tabla 13. Resumen del modelo econométrico ajustado para la ciudad de Medellín

Parámetro	Estimado	Error Estd.	T	Valor-P
SAR(1)	-0.678391	0.127976	-5.30094	0.000001
SAR(2)	-0.851284	0.0769123	-11.0682	0.000000

El modelo resultante se muestra en la siguiente ecuación:

$$(1 + \underset{(-5.3)}{0.68B^{12}} + \underset{(-11.0)}{0.85B^{24}})(1 - B)(1 - B^{12})X_t = u_t$$

Los pronósticos (**Tabla 14**) exhiben una marcada tendencia al alza, reflejando un aumento significativo en los precios pronosticados a lo largo de los meses. Comenzando en octubre con \$18,982.50 por kilogramo, los precios muestran un incremento progresivo hasta alcanzar su punto máximo en marzo con \$22,963.40 por kilogramo. Esta tendencia ascendente sugiere una posible presión alcista en el mercado del queso costeño en Medellín durante el período analizado.

Tabla 14: Pronósticos del precio del queso costeño en Medellín, octubre 2022 – marzo 2023 (\$/kg)

Periodo	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
Pronóstico	\$ 18.982,50	\$ 19.282,00	\$ 20.404,60	\$ 21.245,10	\$ 22.793,90	\$ 22.963,40
Límite Inferior	\$ 17.066,10	\$ 16.571,70	\$ 17.085,20	\$ 17.412,10	\$ 18.508,60	\$ 18.269,00
Límite Superior	\$ 20.899,00	\$ 21.992,20	\$ 23.724,00	\$ 25.078,00	\$ 27.079,20	\$ 27.657,70

El análisis sobre los pronósticos del precio del queso costeño en las diversas ciudades de Colombia presenta una serie de fortalezas que requieren ser destacadas. El análisis integral realizado ha permitido obtener una visión detallada de las tendencias regionales de precios, respaldada por el uso de datos actualizados y fiables en el análisis, lo cual ha contribuido a la robustez de los hallazgos. Es importante resaltar que en todas las ciudades estudiadas se observó un aumento significativo en el precio del queso costeño, indicando un escenario positivo para este producto a nivel nacional.

Los modelos identificados en cada ciudad exhiben un horizonte de predicción que mayormente está influenciado por la estacionalidad y la secuencia de la parte autoregresiva. Esta situación demanda una recalibración continua del modelo con el fin de obtener estimaciones precisas y confiables.

En cuanto al estado actual de la investigación y el futuro, este estudio ha abierto nuevas líneas de investigación sobre las tendencias de precios del queso costeño en Colombia. Se recomienda la realización de estudios adicionales para profundizar en la comprensión de los factores subyacentes que influyen en los precios del queso costeño en diferentes regiones del país. Además, es necesario

evaluar el impacto de factores externos, como cambios en las políticas comerciales o condiciones climáticas, en los precios del queso costeño. En términos de hipótesis, puede servir como punto de partida para probar y modificar hipótesis existentes sobre los determinantes de los precios del queso costeño en el mercado colombiano. Cabe destacar que este es el primer estudio de este tipo sobre el producto, lo que resalta su relevancia e innovación en el ámbito de la investigación.

CONCLUSIONES

La investigación detallada de los precios mayoristas del queso costeño en siete ciudades colombianas ha proporcionado una comprensión fundamental de la dinámica de este mercado. El uso de la metodología de Box-Jenkins y el análisis de series temporales ha revelado patrones comunes de comportamiento. Los modelos ajustados demuestran una tendencia al alza en los precios, ofreciendo una valiosa perspectiva sobre la evolución de este mercado.

Los resultados obtenidos a través de estos modelos indican una clara tendencia al alza en los precios mayoristas del queso costeño en todas las ciudades analizadas. Estos hallazgos son evidenciados por los modelos ajustados en cada área de estudio: Barranquilla SARIMA $(0,1,5) \times (0,1,1)_{12}$, Bogotá SARIMA $(5,1,0) \times (0,1,1)_{12}$, Bucaramanga SARIMA $(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$, Cartagena SARIMA $(0,1,3) \times (0,1,1)_{12}$, Cali SARIMA $(0,1,0) \times (1,1,1)_6$, Cúcuta ARIMA $(3,1,0)$, Medellín SARIMA $(0,1,0) \times (2,1,0)_{12}$.

Cada ciudad analizada, desde la vital Bogotá hasta la pintoresca Cartagena, muestra un comportamiento consistente con una tendencia creciente en los precios del queso costeño. Estos resultados subrayan la dinámica cambiante del mercado, ofreciendo oportunidades y desafíos tanto para productores como para actores en la cadena de distribución. Además, reflejan un mercado robusto y dinámico en el sector lácteo colombiano.

La identificación de estos patrones y comportamientos en los precios mayoristas del queso costeño es fundamental para la toma de decisiones estratégicas. Este análisis detallado permite comprender las fluctuaciones de precios, ofreciendo una base sólida para la formulación de estrategias comerciales y de producción. Los modelos econométricos desarrollados ofrecen una valiosa herramienta para la gestión y planificación en el mercado lácteo.

La necesidad de un monitoreo continuo y análisis detallado de los precios en cada ciudad es esencial para anticipar y comprender los cambios en el mercado del queso costeño. Estos hallazgos subrayan la importancia de la investigación continua, no solo para mantener la competitividad del mercado, sino también

para aportar a su sostenibilidad y adaptación a un mercado en constante cambio.

La aplicación de metodologías avanzadas de análisis de series temporales ha brindado una visión profunda y precisa del comportamiento de los precios del queso costeño en diversas regiones de Colombia. Estos resultados enfatizan la relevancia de una investigación y análisis continuo en el mercado lácteo, proporcionando una guía sólida para el desarrollo de estrategias y políticas, manteniendo así un mercado lácteo colombiano competitivo y dinámico.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

M. Pedrozo, se desempeñó en la recopilación de los datos. Asimismo, contribuyó significativamente en la elaboración de modelos econométricos, aplicando un análisis estadístico. Su aporte se extendió a la interpretación de los resultados obtenidos y análisis de los modelos econométricos. R. Lacayo, se desempeñó en la metodología de la investigación, especialmente en el diseño e implementación de la metodología Box-Jenkins, en el análisis de series temporales y la validación de la precisión de los modelos. Ambos autores contribuyeron en la elaboración y redacción del documento.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación fue posible gracias al apoyo financiero proporcionado por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías, a través del proyecto No. 2020000100116. Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento al grupo de Investigación Gestión de Recursos para el Desarrollo de la Universidad del Magdalena por su apoyo financiero en el marco del proyecto "Fortalecimiento de la capacidad productiva y comercial de la cadena de suministro de queso costeño en las subregiones del Caribe Colombiano (Magdalena, Córdoba y La Guajira)".

CONFLICTO DE INTERES

Los autores declaran que no existe conflicto de interés con relación a la publicación de este manuscrito. Adicional, los aspectos éticos, incluido plagio, consentimiento informado, fabricación de datos y/o falsedad, publicación duplicada, y redundante fueron observadas y verificadas por los autores.

ACCESO ABIERTO

©2023 El (los) autor (es). Este artículo tiene una licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0, que permite su uso, intercambio, adaptación, distribución y reproducción en cualquier medio o formato, siempre y cuando se otorgue el crédito apropiado a los autores originales y a la fuente, se proporcione un enlace a la licencia Creative Commons e indique si se realizaron cambios. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo están incluidos en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique

lo contrario en una línea de crédito al material. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons del artículo y su uso previsto no está permitido por la normativa legal o excede el uso permitido, deberá obtener permiso directamente del titular de los derechos de autor. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

NOTA DEL EDITOR

La editorial se mantiene neutral con respecto a reclamaciones jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

REFERENCIAS

- Akin, A.; Tekindal, M.; Mehmet, M., (2020). Modelling of the milk supplied to the industry in Turkey through Box-Jenkins and Winters' Exponential Smoothing methods. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*. 91. 49-60.
- Ali, A.; Ch, M. I.; Qamar, S.; Akhtar, N.; Mahmood, T.; Hyder, M.; Jamshed, M.T., (2016). Forecasting of Daily Gold Price by Using Box-Jenkins Methodology. *International Journal of Asian Social Science*, 6(11), 614–624.
- Asoleche, (2023). Consumo de queso, en medio de los altos precios. Asoleche.
- Castillo, O., (2012). Dinámica de los precios de los productos lácteos en Colombia: el caso del departamento de Córdoba. *Revista de Economía del Caribe*, (9), 107-127.
- Darekar, A.; Amarender, A., (2017). Predicting Market Price of Soybean in Major India Studies Through ARIMA Model. *Journal of Food Legumes*. 30. 73-76.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, (2022). Precios mayoristas boletín mensual. Sistema de información del Precio del Sector Agropecuario SIPSA.
- Gujarati, D.N.; Porter, D.C., (2010). *Econometría*. 5ta. Edición. México: McGraw Hill.
- Marroquín Martínez, G.; Chalita Tovar, L.E., (2011). Aplicación de la metodología Box-Jenkins para pronóstico de precios en jitomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(4), 573-577.
- Norain, J.; Sazeli, Z.A., (2020). Comparison between Causal Model and Time Series Model to Forecast Gold Prices. *Multidisciplinary Applied Research and Innovation*, 2(1), 156–163.
- Wickramarachchi, A.R.; Herath, H.M.; Jayasinghe, U.K.; Edirisinghe, J.C.; Udugama, J.M.; Lokuge, L.D.; Wijesuriya, W., (2017). An Analysis of Price Behavior of Major Poultry Products in Sri Lanka. *Journal of Agricultural Sciences*. 12, 138.

INFORMACION DE LOS AUTORES

Pedrozo Acosta, María Isabel, Economista, Investigadora, Grupo de investigación Gestión de Recursos para el Desarrollo, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.

- Email: mariapedrozoia@unimagdalena.edu.co
- ORCID: [0009-0009-5051-6439](https://orcid.org/0009-0009-5051-6439)
- Web of Science ResearcherID: NA
- Scopus Author ID: NA
- Homepage: NA

Lacayo, Ramon, PhD en Economía., Profesor Asociado, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.

- Email: rlacayo@unimagdalena.edu.co
- ORCID: [0000-0001-9823-6625](https://orcid.org/0000-0001-9823-6625)
- Web of Science ResearcherID: NA
- Scopus Author ID: NA
- Homepage: NA

COMO CITAR ESTE ARTICULO:

Pedrozo, M.; Lacayo, R., (2023). Análisis y previsión de precios de productos lácteos: el caso del queso tradicional. Panor. Eco., 31(4): 311-328.

DOI: <https://doi.org/10.32997/pe-2023-4772>

URL:

<https://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/panoramaeconomico/article/view/4772>

