



## Modelo ARIMA para el pronóstico de producción cacaotera para los años 2022-2031 en Colombia

ARIMA model for cocoa production forecasting for the years 2022-2031 in Colombia

Carol García Díaz<sup>1</sup>  
Carlos Giraldo Ramírez<sup>2</sup>  
Fernanda Isabel Rodríguez<sup>3</sup>

### Resumen

Colombia se distingue por ser un país agrícola ya que cuenta con un territorio propicio para la generación de producción de diferentes cultivos; el cacao es uno de ellos y se destaca entre los sectores económicos del país ya que miles de familias campesinas son las encargadas de estas actividades productivas. La importancia de sector cacaotero radica en la demanda de gran cantidad de mano de obra necesaria tanto para su extracción y como su producción, lo cual se traduce en ingresos para las familias campesinas contratadas para esta labor mejorando en parte su bienestar y calidad de vida.

El objeto del presente artículo es el análisis de la producción cacaotera por medio de un modelo ARIMA para los años 2022-2031 y su efecto en el PIB agrícola del País a través de los datos numéricos y estadísticos que se pronosticaron en el software estadístico Stata 15.0. Adicional a esto se identificó que el modelo que mejor se ajusta y pronostica la producción nacional de cacao es el ARIMA (3,2,3), modelo con el que se concluye que la producción de cacao presenta tendencia positiva y relación con el PIB agrícola.

ISSN (En línea): 2711-3507

[www.revistaterritorioydesarrollo.com](http://www.revistaterritorioydesarrollo.com)

**Palabras claves:** Producción de cacao, PIB agrícola colombiano, pronóstico, toneladas de cacao, crecimiento.

---

<sup>1</sup> Estudiante programa de Economía VII semestre. Universidad de los Llanos, Villavicencio.  
cdgarcia@unillanos.edu.co

<sup>2</sup> Estudiante programa de Economía VII semestre. Universidad de los Llanos, Villavicencio.  
cagiraldo@unillanos.edu.co

<sup>3</sup> Licenciada en producción agropecuaria. Especialista en producción agropecuaria tropical sostenible.  
fernanda.rojas.rodriguez@unillanos.edu.co

**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

## Abstract

Colombia is distinguished for being an agricultural country since it has a territory conducive to the generation of production of different crops; Cocoa is one of them and stands out among the country's economic sectors since thousands of peasant families are in charge of these productive activities. The importance of the cocoa sector lies in the demand for a large amount of labor necessary for both its extraction and its production, which translates into income for the peasant families hired for this work, partly improving their well-being and quality of life.

The object of this article is the analysis of cocoa production through an ARIMA model for the years 2022-2031 and its effect on the agricultural GDP of the Country through the numerical and statistical data that were forecast in the Stata 15.0 statistical software. . In addition to this, it was identified that the model that best fits and predicts national cocoa production is the ARIMA (3,2,3), a model with which it is concluded that cocoa production presents a positive trend and relationship with agricultural GDP.

**Keywords:** Cocoa production, Colombian agricultural GDP, forecast, tons of cocoa, growth.

## Introducción

El grano de cacao es un fruto endémico de América latina propio del sector amazónico el cual ha existido durante millones de años. En Colombia desde la era colonial se estableció como un producto de consumo, el cual empezó su comercialización tanto interna como externa y a través del tiempo ha venido creciendo hasta la actualidad.

Aunque hoy en día este producto no representa una actividad principal agrícola como el café, es un generador de empleo de muchas familias campesinas colombianas. Esta producción cacaotera ha venido siendo implementada como alternativa de sustitución para los cultivos ilícitos lo que ha hecho que en los últimos años las hectáreas cultivadas de este fruto aumenten, sumado a que el país posee las características necesarias como lo son las condiciones climáticas y condiciones de suelo que hacen que la labor del cultivo sea mínima y se pueda obtener el máximo de producción, logrando que el grano de cacao Colombiano posea características únicas en cuanto a su sabor y aroma.

El objetivo esperado del pronóstico de la producción del cacao para los años 2022-2031 es evidenciar una tendencia creciente y en contraste con la teoría trae consigo impactos positivos en el PIB agrícola de Colombia, adicional a ello se suministra información teórica acerca de la producción cacaotera y otras variables que se desglosan de esta como los son los rendimientos y hectáreas y principalmente el PIB agrícola colombiano.

**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

**TERRITORIO Y DESARROLLO ISSN 2711-3507** (en línea)  
2023; Enero-junio. Vol. 7, N°1. PP. 34-45

## Marco teórico

La producción de cacao concentra gran parte de su producción en zonas tropicales en las cuales el país colombiano destaca por su gran capacidad productora y aportaciones que realiza por medio del valor agregado al PIB del territorio, esta producción cacaotera en los últimos años ha venido siendo implementada como una alternativa de sustitución para los cultivos ilícitos, lo que ha generado en los últimos años que las áreas cultivadas de este fruto aumenten. Además de esto según Chaustre & Castillo (2018) Colombia hace parte de las potencias productoras del grano de cacao en toda América Latina, donde su participación en los mercados internacionales sigue favoreciendo la creación de valor agregado de este producto agrícola.

Esta investigación tiene asignado unas variables complementarias a la producción del cacao en las que se busca un apoyo teórico, las variables que inciden en esta variación de la producción de cacao en toneladas son los rendimientos del cultivo y áreas cosechadas.

Por consiguiente, este producto entra a hacer parte de una situación de gran relevancia en Colombia ya que según Lozano & Varela. (2017) Colombia realizó un tratado llamado “cacao para la paz” en conjunto con los Estados Unidos, el cual se basaba en generar un impulso para el desarrollo rural y la educación agrícola esto a través de la sustitución de cultivos ilícitos por medio de la producción cacaotera, el cual se dio en las zonas más afectadas del conflicto armado.

Los rendimientos del cultivo de cacao dependen en gran parte de los agricultores que están a cargo de las plantaciones de la producción, adicional a ello se destaca que la variación que se obtiene en estos rendimientos depende el aporte realizado al PIB nacional agrícola, según Lozano & Varila. (2017), en su predicción realizada a través del modelo ARIMA se llegó a la conclusión de que el comportamiento de la producción cacaotera es influenciada por los rendimientos que se le generen a estos cultivos, también se encontró que existe una variación positiva en el impacto que este sector tiene en el PIB agrícola gracias al aumento de la producción del cacao.

Continuando con la implicación que tienen los rendimientos del cacao en la producción del mismo se justificó también en la intervención práctica que se le dan a las plantaciones del grano, no solo eso sino también la deficiente fertilización que es aplicada en su proceso de cultivo, estas prácticas de cuidado aún están en desarrollo o no son tan avanzadas como otros territorios, por tanto se espera una evolución pronta para hacer más eficientes los campos cacaoteros y por ende aumente sus rendimientos de los cuales se esperaría tanto una mejor percepción de ingresos para los campesinos a cargo de estas producciones como también de los consumidores finales en tema de calidad. Así mismo no se debe hacer caso omiso a una de los factores que también inciden en los rendimientos del cacao, y es el poco uso que se le dan a las tecnologías disponibles (Bustos, Molina & Suarez, 2011).

**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

**TERRITORIO Y DESARROLLO** ISSN 2711-3507 (en línea)  
2023; Enero-junio. Vol. 7, N°1. PP. 34-45

En perspectiva de hectáreas cosechadas Colombia cuenta con características en su territorio que lo hacen apto para producir un cacao criollo con propiedades distintivas para su comercialización, por lo que Según Cobaleda (2022), Colombia cuenta con una capacidad potencial de UPRA (unidades de planificación rural agropecuaria), de siembra por área de 17 millones de hectáreas, lo que se traduce en facilidades naturales para la producción.

En el territorio colombiano a pesar de lo fértiles y productivas que son sus tierras para la producción cacaotera también se ven un sin número de dificultades a la hora de producir este, como lo son, por ejemplo; la mala calidad de infraestructura, la contaminación del aire y suelos a causa de la población aledaña, también la aplicación tecnológica y por último el factor climatológico, para estas problemáticas según Chaustre & Castillo se recomienda la formulación y ejecución de un sistema organizado de productores cacaoteros poniendo de manifiesto la ventaja comparativa.

Por añadidura este sector agrícola necesita una organización técnica en sus cultivos, y la innovación de un sistema de cooperación que facilite la producción y procesos de comercialización. y política. De acuerdo con Ivonne Mora (2008), el sector cacaotero debe ser apoyado con políticas gubernamentales y con un programa de incentivos a los agricultores del grano, también se debe garantizar unos ingresos que permitan la mejoría en su bienestar y no menos importante la inversión al sector en temas de tecnificación y mejora de la calidad de sus cultivos. De la misma manera se debe hacer uso provechoso de las federaciones, asociaciones, gremios de productores y exportadores de cacao con el fin de sacar beneficios a través de la asistencia técnica y fácil movilidad en el mercado.

Lozano & Varila. (2017) demuestra que, Colombia cuenta con 120 mil hectáreas cultivadas que producen anualmente 48 mil toneladas de grano seco, de las cuales el 54% corresponden a las familias campesinas en Colombia. Con esto, el gremio afirma que a pesar de que el territorio se encuentra en un auge productivo importante, aún se sigue importando productos de cacao alrededor de un 16% y 20 % para el consumo interno del país, también se tiene en cuenta que mientras aumente la demanda del cultivo, la producción de cacao nacional puede verse incapaz de abastecer el mercado, generando con ello un aumento de la importación de cacao.

**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

**TERRITORIO Y DESARROLLO** ISSN 2711-3507 (en línea)  
2023; Enero-junio. Vol. 7, N°1. PP. 34-45

## Metodología

Desde la dinámica de los estudios predictivos con el tema de análisis acerca de la producción de cacao. La labor será modelada mediante herramientas econométricas de predicción ARIMA, la cual está conformada por una parte autorregresiva, una parte de media móvil y un número  $X$  de diferenciaciones e integraciones (Derivadas). Es un instrumento que faculta a los investigadores a abordar información de un futuro mediante la estructura del modelo con los datos observados, labor que involucró al software estadístico Stata en su versión 15.0, para el procesamiento y análisis de datos.

Con la serie de datos se hallaron los coeficientes de correlación, mediante los parámetros  $p$ ,  $d$ ,  $q$ , para la formulación de un modelo ARIMA en donde se busca predecir los datos numéricos, estadísticos y analíticos de la producción para los años 2022-2031 y analizar la relación teóricamente proporcional entre el PIB nacional agrícola y la producción estimada.

A este modelo se le aplicará el test de Dickey-Fuller, el test nos indica y analiza si la prueba de la hipótesis es aceptada o rechazada sobre la estacionariedad de la serie de tiempo, además se tomó en cuenta los supuestos del modelo ARIMA para determinar el mejor modelo de pronóstico de la variable (producción del cacao en toneladas).

Los datos utilizados para la predicción fueron la producción del cacao en toneladas, datos extraídos de la organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura en los años 1990 - 2021. En complemento los datos serán visualizados a través de las herramientas gráficas que brinda Stata 15.0 para determinar el comportamiento de la variable a través del tiempo.

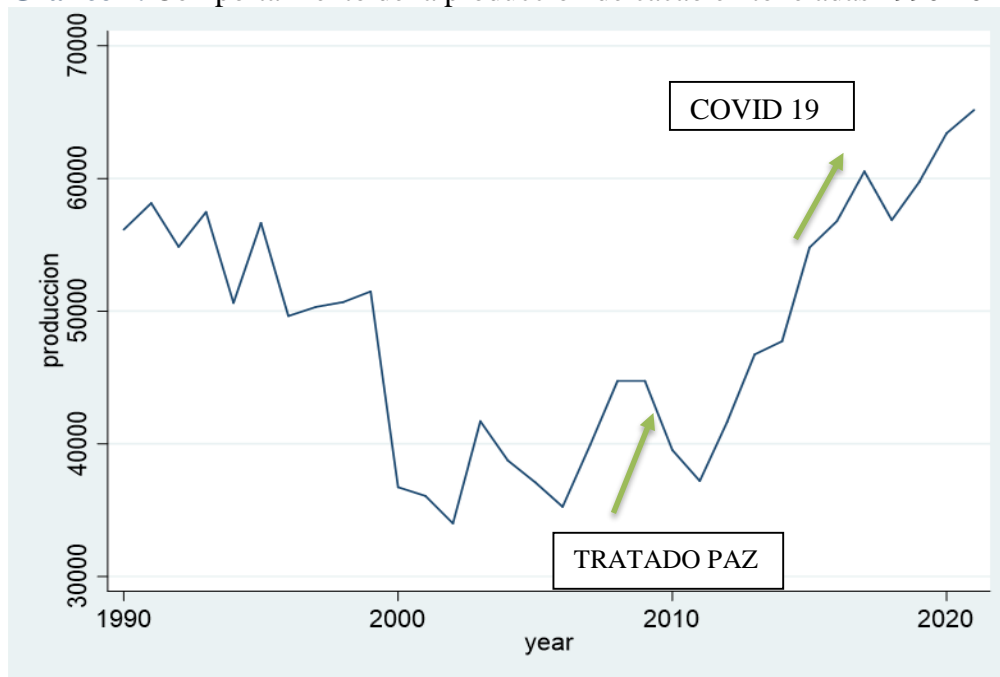
**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

**TERRITORIO Y DESARROLLO** ISSN 2711-3507 (en línea)  
2023; Enero-junio. Vol. 7, N°1. PP. 34-45

## Resultados

### Análisis descriptivos de los datos

**Gráfico 1.** Comportamiento de la producción de cacao en toneladas 1990-2021



**Fuente:** Elaboración propia

A lo largo de la serie de tiempo en la variable se denotan algunos picos crecientes en la producción como lo es el caso del año 2011 en adelante, según Vargas Álvarez (2018) este aumento fue causado por un programa desarrollado por FEDECACAO, en el cual se incentivaba la producción de este fruto a través de las necesidades locales e internacionales existentes de este mercado, y también otro causante fue el proceso de paz que se estuvo desarrollando en estos años, en el que estableció el cacao como sustituto de cultivos ilícitos para muchos campesinos.

En el año 2020 en plena crisis sanitaria por Covid-19 la producción cacaotera no se vio afectada como se esperaba ante la recesión económica que atravesó el país colombiano. De acuerdo con la Fedecacao, este sector agricultor reportó un récord en la producción del grano, pasando de 59,740 toneladas producidas para el año 2019 a más de 63,000 para el año 2020.

### Procedimiento en Software Stata

**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

**TERRITORIO Y DESARROLLO** ISSN 2711-3507 (en línea)  
2023; Enero-junio. Vol. 7, N°1. PP. 34-45

Inicialmente para la construcción del modelo ARIMA, se procede a establecer la serie de tiempo en formato de años. A partir de ello, ejecutaremos la prueba de Varsoc para conocer cuántos rezagos deben ser aplicados en la prueba de Dickey-Fuller para solucionar problemas de estacionariedad de la variable.

**Tabla 1.** Prueba de varsoc (rezagos)

lag	AIC	BIC
0	22.46	22.51
1	21.46	21.55
2	21.51	21.366
3	21.47	21.66
4	21.30*	21.54*

**Fuente:** Elaboración propia

El test varsoc nos indica a través de sus pruebas AIC y BIC que se deben aplicar un número de 4 rezagos a la variable para contener problemas de estacionariedad o raíz unitaria (tendencia a través del tiempo). Por lo cual el siguiente paso es ejecutar el Test de Dickey- Fuller a la variable producción.

**Tabla 2.** Test de dickey-fuller  
Hipótesis nula: Raíz unitaria (tendencia)

MacKinnon approximate p-value for z(t)	0.9838
--	--------

**Fuente:** Elaboración propia

El test nos indica que la variable a través del tiempo presenta problemas de raíz unitaria, es decir existe una tendencia marcada. Lo cual es un problema a la hora de construir el modelo ARIMA, por lo que como investigadores decidimos integrar la variable en un orden (1) para intentar eliminar este problema de raíz unitaria que se presenta.

**Tabla 3.** Test de dickey-fuller a variable integrada de orden (1)

**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

**TERRITORIO Y DESARROLLO** ISSN 2711-3507 (en línea)  
2023; Enero-junio. Vol. 7, N°1. PP. 34-45

## Hipótesis nula: Raíz unitaria (tendencia)

MacKinnon approximate p-value for z(t)	0.2546
--	--------

**Fuente:** Elaboración propia

La variable en orden integrado (1) sigue existiendo presencia de raíz unitaria debido que el test nos indica que se está aceptando la hipótesis nula. Ante este caso en particular a decisión de los investigadores se ejecuta un orden integrado (2) a la variable para eliminar la existencia de tendencia.

**Tabla 4.** Test de dickey-fuller a variable integrada de orden (2)  
Hipótesis nula: Raíz unitaria (tendencia)

MacKinnon approximate p-value for z(t)	0.0077
--	--------

**Fuente:** Elaboración propia

En este orden integrado (2) se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se puede continuar en la elaboración del modelo ARIMA.

Adicionalmente se puede conocer el comportamiento gráfico que tiene la producción de cacao en toneladas en los años que se tienen ya establecidos (1990 - 2021).

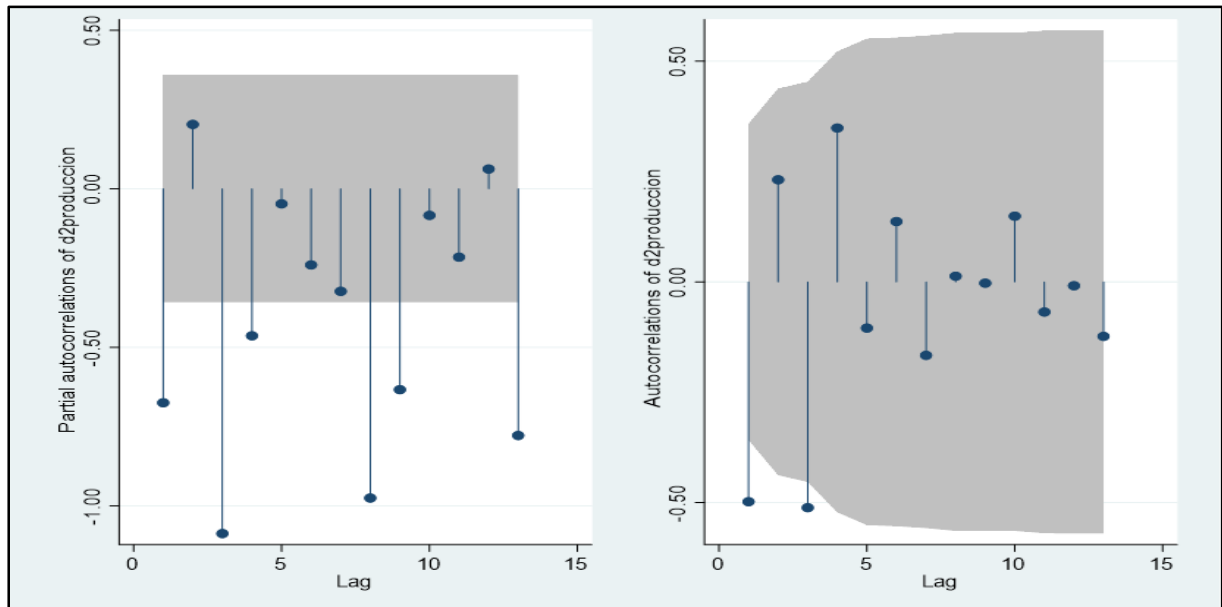
Siguiendo en la formulación del modelo ARIMA, se estimaron las dos partes más importantes que lo componen; Medias móviles y la parte autorregresiva (AC & PAC).

**Gráfica 2.** Bandas de confianza de la producción del cacao, parte de media móvil y parte

**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

**TERRITORIO Y DESARROLLO** ISSN 2711-3507 (en línea)  
2023; Enero-junio. Vol. 7, N°1. PP. 34-45

## autorregresiva



Fuente: Elaboración propia

En la parte izquierda del gráfico encontramos la parte de medias móviles (p), donde los puntos que salen de las bandas de confianza son (1), (2) y (3) para conformar los dos posibles ARIMAS a realizar (1,2,-) y (3,2,-).

En la parte derecha del gráfico encontramos la parte autorregresiva (q), donde los puntos que salen de las bandas de confianza son (1) y (3) para afirmar los dos ARIMAS a realizar los cuales serán p, d, q: P (medias móviles), D (número de diferenciaciones), Q (parte autorregresiva), ARIMA 1 (1,2,1), ARIMA 2 (3,2,3).

**Tabla 5.** Estimación de la tabla con los modelos ARIMA 1, ARIMA 2

Statistics	ARIMA 1	ARIMA 2
N	30	30
Aic	653.1272	641.45016
Bic	658.73199	652.65974

Fuente: Elaboración propia

Para continuar en la construcción del pronóstico, a decisión de los autores por medio de los

**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

**TERRITORIO Y DESARROLLO** ISSN 2711-3507 (en línea)  
2023; Enero-junio. Vol. 7, N°1. PP. 34-45

números indicados por AIC y BIC se eligió el ARIMA 2 ya que tiene la menor suma en sus valores estimados.

Por lo tanto, a través del test de Ruido blanco, verificamos si los residuos de nuestro ARIMA 2 se comportan de manera estocástica o no.

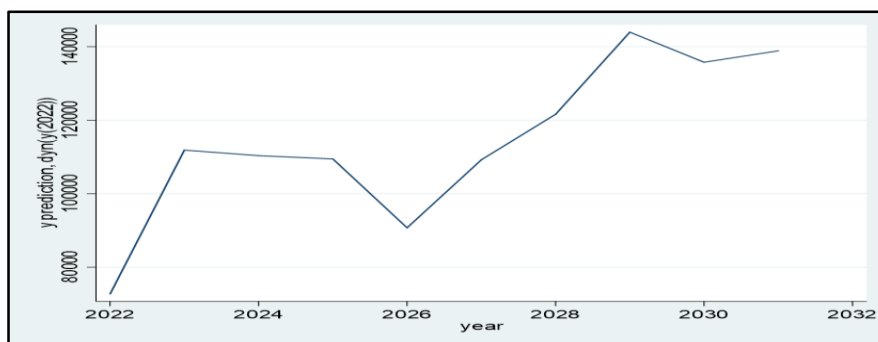
**Tabla 6.** Test de ruido blanco  
Hipótesis nula: Los residuos son ruido blanco

prob>chi2(13)	0.9893
---------------	--------

**Fuente:** Elaboración propia

El test nos indica que efectivamente se acepta la hipótesis nula, es decir; los residuos en el modelo ARIMA si se comportan de manera estocástica. A continuación, se presenta la predicción estimada para los años 2022-2031 acerca de la producción de cacao en toneladas.

**Gráfica 3.** Pronostico estimado para la producción de cacao en los años 2022-2031



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 7.** Datos pronosticados para los años 2022-2023

Años	Producción en toneladas de cacao
2022	72736.29
2023	111859.3

**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

**TERRITORIO Y DESARROLLO** ISSN 2711-3507 (en línea)  
2023; Enero-junio. Vol. 7, N°1. PP. 34-45

2024	110354.8
2025	109465.9
2026	90738
2027	109230.6
2028	121603
2029	143939.6
2030	135757.3
2031	138863.4

**Fuente:** Elaboración propia

Por último, en el Gráfico 3 y Tabla 7 se presentan los pronósticos anuales para el periodo 2022 – 2031, lo cual nos dice que se producirán en el año 2022 unas 72.736 toneladas de cacao, en el año 2025 unas 109.465 toneladas, en el año 2028 unas 121.603 toneladas de cacao, en para el último año pronosticado 2031 unas 138.863 toneladas de cacao lo cual refleja casi un duplicado de producción en comparación con el año 2021.

## Conclusiones

La hipótesis planteada para el presente análisis, la cual menciona que la producción de cacao en toneladas en el intervalo de los años 2022-2031 tendrá una tendencia creciente, mediante la metodología anteriormente expuesta es aprobada, según el pronóstico del modelo ARIMA estimado (3,2,3).

Una de las limitaciones que se presenta en la construcción de la investigación a través del modelo ARIMA fue la escasa información cuantitativa acerca de la producción del cacao en Colombia, debido a que los datos existentes del sector agrícola son muy escasos o de difícil acceso.

**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

**TERRITORIO Y DESARROLLO** ISSN 2711-3507 (en línea)  
2023; Enero-junio. Vol. 7, N°1. PP. 34-45

La producción para estos años se ha comportado de manera positiva en casi todos los años analizados en la proyección estimada, con lo cual se concluye que la producción del cacao con su tendencia creciente podrá aportar valor agregado al PIB agrícola del país y adicional se recomienda que se puede realizar y analizar más a fondo el pronóstico a través de modelos ARIMAS de otras variables explicativas para realizar un empalme de las predicciones en una regresión múltiple para evaluar los coeficientes estimados.

### **Referencias bibliográficas**

Chaustre, R. A. C., & Castillo, P. C. C. (2018). La importancia de la exportación del cacao en Colombia y los países en América Latina. *Revista Investigación & Gestión*, 1(1), 18-27.

Cobaleda Lasso, L. G. (2022). Análisis Económico de las Exportaciones de Cacao en Colombia durante el periodo 2010-2020.

Lozano-Muñoz, A. P., & Varila-Vega, L. J. (2017). Desarrollo regional sostenible en zonas rurales: Una aproximación al cultivo de cacao en el departamento de Santander.

Montealegre Bustos, F., Rojas Molina, J., & Jaimes Suárez, Y. (2021). Factores agronómicos y socioeconómicos que inciden en el rendimiento productivo del cultivo de cacao. Un estudio de caso en Colombia. *Fave. Sección ciencias agrarias*, 20(2), 59-73.

Morán, I. (2008). Factibilidad de la producción y comercialización de cacao.

Vargas Álvarez, E. A. (2018). La producción y las exportaciones de cacao colombiano entre 2007 y el 2016: desafíos para lograr mayor competitividad en el mercado internacional (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).

**Recepción:** 7 agosto 2022. **Evaluación:** 26 octubre 2022. **Aprobado:** 21 diciembre 2022.

**TERRITORIO Y DESARROLLO** ISSN 2711-3507 (en línea)  
2023; Enero-junio. Vol. 7, N°1. PP. 34-45