

El sector palmicultor en Colombia: Análisis de la zona norte 2000 – 2022

Arrázola Navarro, Aníbal Alfonso

Magíster en Educación, Universidad Sergio Arboleda, Escuela de Postgrados, Barranquilla D.I.E.P.,
Colombia. aarrazolan@unbosque.edu.co

Pertuz Gómez, Gisella Paola

Profesional en Negocios Internacionales, Universidad del Magdalena, Facultad de Ciencias Empresariales y
Económicas, Santa Marta D.T.C.H., Colombia. gpertuz@unbosque.edu.co

Resumen

La presente investigación gira en torno al análisis del sector palmicultor en la zona norte de Colombia; donde se observó el comportamiento de la producción en los últimos veintitrés años. Puntualmente, se presenta una desaceleración en los años 2016, 2018, 2019 y 2022 con respecto al año inmediatamente anterior; esta caída en la producción afecta los aportes a la producción interna del Caribe. Esto coincide con los escenarios de corrupción en el sector agropecuario en la asignación de subsidios para el fortalecimiento del campo y con los retrasos en la Ruta del Sol III que, según la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI, 2023) entre el 2015 y el 2022 se ha ejecutado el 82% del valor inicial del proyecto, rodeado de incumplimientos y parálisis de la obra en largos periodos de tiempo. De esta manera, se pretende comprender cuál fue la dinámica del sector palmicultor, analizando variables relevantes a partir de las expuestas por índice de competitividad global. Se ha desarrollado un modelo de regresión lineal donde se busca explicar las razones de la caída en la producción de RFF (variable dependiente) a partir de la variación de los precios de los insumos, las exportaciones, el índice de percepción de la corrupción, el número de hectáreas en producción, temperatura y precipitaciones (variables independientes) para determinar el grado de correlación. La investigación se enmarca bajo métodos matemáticos, estadísticos y económicos, utilizando como técnicas el análisis de regresión lineal múltiple y una revisión documental, que arrojó que las variaciones de la producción de RFF para el periodo de tiempo señalado responden en un 78% a las variables independientes.

Palabras clave

Aceite de palma, competitividad, inversión pública, exportaciones.

Clasificación JEL

C55: Grandes conjuntos de datos: modelado y análisis.

Abstract

The present research focuses on the analysis of the palm oil sector in the northern zone of Colombia, where the production behavior over the last twenty-three years was observed. Specifically, there is a slowdown in the years 2016, 2018, 2019, and 2022 compared to the immediately preceding year; this decline in production affects contributions to the internal production of the Caribbean. This coincides with scenarios of corruption in the agricultural sector in the allocation of subsidies for the strengthening of the

countryside and with delays in the Ruta del Sol III, which, according to the National Infrastructure Agency (ANI, 2023), executed 82% of the initial value of the project between 2015 and 2022, surrounded by non-compliance and work stoppages for long periods of time. In this way, the aim is to understand the dynamics of the palm oil sector by analyzing relevant variables based on those presented by the global competitiveness index. A linear regression model has been developed to explain the reasons for the decline in FFB (dependent variable) production based on the variation of input prices, exports, the corruption perception index, the number of hectares in production, temperature, and rainfall (independent variables) to determine the degree of correlation. The research is framed under mathematical, statistical, and economic methods, using multiple linear regression analysis and a documentary review as techniques, which showed that the variations in FFB production for the indicated period respond 78% to the independent variables.

Keywords

Palm oil, competitiveness, public investment, exports.

INTRODUCCIÓN

La agricultura juega un rol fundamental en el crecimiento económico de los países en especial en vía de desarrollo, pues se resalta que este sector favorece el progreso general de la población, dado que crea oportunidades de inversión para el sector privado y ofrece empleo a la población, lo que da paso a la disminución de los índices de hambre y la pobreza según el Banco Mundial (2008).

En ese sentido, Colombia cuenta con una amplia oportunidad de producción agropecuaria, ya que el territorio se encuentra ubicado en la franja de clima tropical; asimismo goza de una geografía diversa y de temperaturas definidas por los patrones climáticos que son relativamente regulares en el transcurso del año, así como del recurso del suelo para distintos usos. Esto se debe a que muchos departamentos disponen de varios pisos térmicos, lo que da paso a tener condiciones agroecológicas diversas, tal como lo mencionan Perfetti et al. (2013).

Por lo anterior, la apuesta por el progreso agrícola en Colombia que permite la seguridad alimentaria, el bienestar de la población rural y otros aspectos fundamentales que fortalecen el desarrollo del país. Por ello, es necesario el apoyo gubernamental a través de las inversiones públicas que se realizan desde el gobierno, ya que influyen significativamente en el crecimiento económico, la productividad y la competitividad, como se evidencia en la ejecución de inversiones en infraestructura vial.

La Ruta del Sol III es una de las obras más influyentes en los resultados de la comercialización de productos del sector palmicultor y es justamente una obra que ha presentado retrasos e incumplimientos significativos, según la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI, 2022), en los años 2015-2022 se ha ejecutado un 82% del presupuesto inicial (2,74 billones de pesos) cuando el presupuesto debió iniciarse desde el año 2012 y así mismo debió terminar con anterioridad.

Durante este período de tiempo, según la información proporcionada en los informes de gestión de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, se reflejan fluctuaciones constantemente crecientes en la producción de Racimos de Frutos Frescos (RFF, de ahora en adelante). En promedio, en los primeros once años del estudio, el Caribe produjo 0,99 millones de toneladas, mientras que en los once años siguientes produjo en promedio 2,53 millones de toneladas, mostrando una desaceleración de la producción en los años 2016, 2018, 2019 y 2022 en comparación con el año anterior. Esto significa que la

zona norte dejó de producir alrededor de 0,6 millones de toneladas de RFF anualmente. Sin embargo, las exportaciones muestran una tendencia fluctuante creciente, pasando de exportar 166 mil toneladas en el año 2000 a 885 mil toneladas en el año 2018. En los años posteriores, las exportaciones cayeron, alcanzando solo las 232 toneladas en 2022. En relación con lo anterior, la producción interna en el Caribe ha tenido un comportamiento fluctuante entre los años 2021 y 2022, manteniendo su aporte al PIB entre el 14,7% y el 15,8%, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2022).

En ese aspecto, al presentarse un déficit en la producción, implica una variación en los ingresos de las familias productoras de la zona norte. Estas variables son un factor clave en el crecimiento económico, propiciando el aumento tanto de la productividad como de la competitividad en todos los sectores de la economía. Devarajan y Zou (1994) plantean que la inversión pública, como un argumento en la ecuación de la producción, es posible siempre y cuando las inversiones económicas y/o sociales faciliten la creación de planes de inversión de los agentes privados, eliminando costos y barreras de transacción, además de proporcionar capacitación y educación. Por esta razón, es imprescindible conocer cuál es el comportamiento del sector palmicultor en la zona norte de Colombia.

Por lo que se pretende comprender la dinámica del sector palmicultor identificado las variables susceptibles de análisis a partir del índice de competitividad global para presentar un modelo de regresión lineal determinado sus correlaciones relevantes. Lo anterior es pertinente ya que permite establecer una correlación entre las variables; dejando entrever las problemáticas sociales desencadenadas por el factor institucional que propician el desarrollo y la competitividad del sector palmero.

De esta manera, es importante mencionar que el estudio beneficia a diversas partes interesadas. En primer lugar, ayuda a los productores y exportadores de aceite de palma a proporcionar información precisa sobre la conexión entre la productividad, los factores institucionales y los desafíos ambientales. Esta comprensión facilita la toma de decisiones informadas para mejorar la capacidad logística y superar los desafíos generados por la corrupción en materia de inversión por parte de las entidades gubernamentales, lo que en última instancia impacta en los ingresos por producción de RFF. Además, las comunidades, especialmente las familias productoras, se benefician al resaltar las implicaciones sociales que influyen en la competitividad y el crecimiento del sector, lo cual fomenta la participación comunitaria en la defensa de soluciones que promuevan condiciones de vida óptimas y estimulen el crecimiento económico regional.

El análisis proporciona una relación precisa entre el crecimiento económico de la industria palmera y el factor institucional en materia de inversión, mencionando las diferentes variables que influyen en la competitividad del sector. también se resalta el alcance de la inversión pública para el desarrollo económico, respaldando el pensamiento de Devarajan y Zou (1994), quienes mencionan la inversión por parte del gobierno en obras públicas como un argumento de la capacidad de producción. Por lo tanto, se aspira a alcanzar un riguroso estudio sobre cómo opera el sector en temas de operatividad del gobierno, desempeño económico, infraestructura vial y eficiencia en el comercio de aceite de palma. Así pues, la información aporta ideas valiosas para el gobierno, las empresas del sector y la comunidad.

1.1. Generalidades del sector de la palma de aceite

La palma de aceite, también conocida como palma africana, tiene como nombre científico *Elaeis guineensis*, según Rincón y Martínez (2009). Una planta que en su estructura física el tallo puede alcanzar una altura de 30 metros produciendo RFF que alcanzan un peso de 40 kilos o más y se caracteriza por ser la oleaginosa más productiva en el mundo y sus cultivos en el país se clasifican en cuatro zonas palmeras: centro, norte, oriental y suroriental en donde el área de los cultivos en promedio entre los años 2000 - 2022

ha sido de 69.066 hectáreas, de acuerdo con la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, (FEDEPALMA, 2022). La zona norte objeto de este estudio comprende los departamentos del Bolívar, Cesar, Córdoba, Magdalena, y Antioquia.

Es importante mencionar que de los RFF se obtiene el palmiste, resguardada por una pulpa de la que se consigue el aceite de palma. Ahora bien, para obtener el aceite palmiste se requiere de un proceso de hidrogenación. Sin embargo, estos no son todos los productos derivados de la palma de aceite, porque de este se obtiene la oleína, la estearina y ácidos grasos esenciales para la producción de aceite líquido comestible. Este proceso da lugar a la materia prima para la elaboración de combustibles, lubricantes, pinturas y surfactantes en la industria oleoquímica, además de obtener la torta de palmiste, fundamental para la elaboración de suplementos en la alimentación animal. Además, el resto de la planta es útil en la fabricación de láminas de madera prensada o MDF y en la elaboración de muebles.

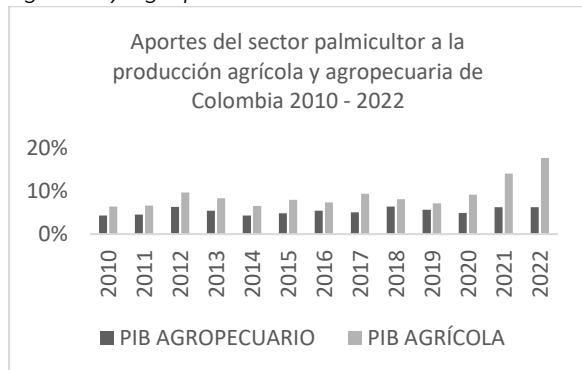
En todo este proceso de transformación de los RFF es imprescindible que una vez cortados deben ser transportados en el menor tiempo posible a las plantas de beneficio o plantas extractoras las cuales están ubicadas estratégicamente de acuerdo con el núcleo de producción debido a que el fruto es perecedero; una vez en planta se procede con la esterilización, desgrane y maceración de los frutos para la extracción del aceite que luego requiere de ser refinado, blanqueado y desodorizado para la producción de derivados y posterior comercialización.

Lo anterior, es relevante al mencionar la composición organizacional de la cadena de valor que según Mosquera y López (2017) en consonancia con el Ministerio de Agricultura y de Desarrollo Rural (2021) afirman que está compuesta por los *proveedores de insumos* tanto para el manejo de los cultivos y la extracción del aceite de palma; los *productores* en los que se encuentra la Federación de Nacional de Productores de Palma de Aceite, empresas multinacionales y organizaciones de productores; los *transformadores* en donde se encuentran 69 plantas extractoras de palma de aceite y palmiste crudo de las cuales 9 están ubicas estratégicamente en la zona norte; en la parte de *comercialización* están los grupos empresariales de la industria de alimentos, grupos del sector biodiésel, empresarios exportadores y el *consumo* que se realiza a través de productos procesados y oleínas refinadas.

1.2. Participación histórica en el PIB

Figura N°1

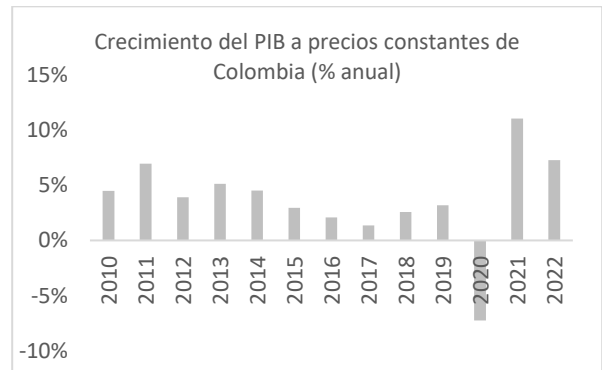
Aportes del sector palmicultor a la producción agrícola y agropecuaria de Colombia



Nota. Aporte de la palmicultura al PIB agrícola y agropecuario entre el 2010 – 2022. Fuente: FEDEPALMA.

Figura N°2

Crecimiento anual del PIB de Colombia a precios constantes



Nota. El gráfico muestra el crecimiento anual del PIB entre los años 2010 – 2022. Fuente: diseño propio con base en los datos del Banco Mundial.

Es importante aclarar que la industria del aceite de palma lidera la oferta mundial de aceites y grasas vegetales, experimentando un crecimiento significativo en Latinoamérica, donde representa el 5.77% de la producción global, según González (2016). Aunque su importancia económica es innegable, la región se enfrenta a desafíos importantes, como el aumento de la productividad, la adopción de prácticas sostenibles y la mejora en aspectos relacionados con la salud y la innovación en productos y procesos. Estos retos son fundamentales para poder plantear un modelo de agroindustria sostenible que impulse el desarrollo rural en los ámbitos social, ambiental y económico.

Estos desafíos han sido abordados por el sector y se reflejan en la productividad de los últimos tres años. Además, la composición organizacional de la cadena de valor del sector palmicultor ha permitido contribuciones significativas al Producto Interno Bruto (PIB, de ahora en adelante) en los últimos años, como se puede notar en la figura N°1. Considerando que el PIB del país está compuesto por trece sectores: comercio, administración pública y defensa, industrias manufactureras, impuestos menos subvenciones, actividades inmobiliarias, agricultura, actividades profesionales, minería, construcción, actividades financieras, suministro de energía, actividades artísticas, información y comunicaciones. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2023), en el boletín técnico del cuarto trimestre del año 2023, los sectores más dinámicos fueron: administración pública y defensa, actividades financieras y actividades artísticas. Sin embargo, en el cuarto trimestre, la agricultura fue el sector que más contribuyó a la variación anual, con 0.6 puntos porcentuales.

En los últimos doce años, como se observa en la figura N°1, el comportamiento ha sido fluctuante y creciente en cuanto a la productividad del sector palmicultor. Esto ha repercutido en los aportes porcentuales del PIB agrícola y agropecuario. El primero ha pasado de un 6.40% en el año 2010 a un 17.60% en el año 2022, presentando un aporte del 9.10% en el año 2020, a pesar de las restricciones ecológicas, sanitarias, sociales y económicas causadas por la COVID-19. En cuanto a la participación en el PIB agropecuario, es menor que la del agrícola; el pico más alto fue en 2018, con un 6.4%, y para el año 2020 estuvo en 4.90%. Es importante mencionar que el crecimiento porcentual en la participación del sector palmicultor en el PIB se debe a las alianzas estratégicas que, según Cooman (2023), han promovido un crecimiento inclusivo que ha resultado en un aumento significativo en el número de productores de pequeña escala, pasando de 431 hace 30 años a 5,200 en la actualidad. Además, señala que la remuneración y las condiciones laborales en la palmicultura superan considerablemente el promedio del sector agrícola nacional.

Por lo tanto, la participación de la palmicultura en la variación del PIB anual es considerable. De los años objeto de este estudio, solo del 2015 al 2022 el PIB agrícola y agropecuario ha estado por encima de la variación anual, a excepción del año 2020, debido a la crisis generada por la COVID-19. En promedio, en los últimos doce años, la variación ha sido del 3.70%, con aportes del PIB agrícola y agropecuario del 9.06% y 5.33%, respectivamente.

Por otro lado, existen algunos factores, como la producción del aceite de palma, que dependen de la variación de los precios de los insumos, las inversiones del gobierno, las variaciones meteorológicas, el número de hectáreas de tierra destinadas a la producción y las exportaciones. En este sentido, se hace necesario acudir al Índice de Percepción de la Corrupción (IPC) para entender la relación del factor institucional con la dinámica económica del sector palmicultor en la zona norte de Colombia.

De acuerdo con las afirmaciones de Transparencia Internacional (2022), clasifica a 180 países y territorios de todo el mundo según sus niveles observados de corrupción en el sector público, asignándoles una puntuación de 0 a 100 puntos. Este último es trascendental debido a los escándalos de corrupción que

involucran el pilar de infraestructura y la eficiencia del gobierno, específicamente en el proyecto Ruta del Sol III que se ejecuta “en la zona de influencia de los cultivos de palma de aceite y plantas de beneficio, ubicadas estratégicamente cerca de las plantaciones debido a la susceptibilidad del fruto.

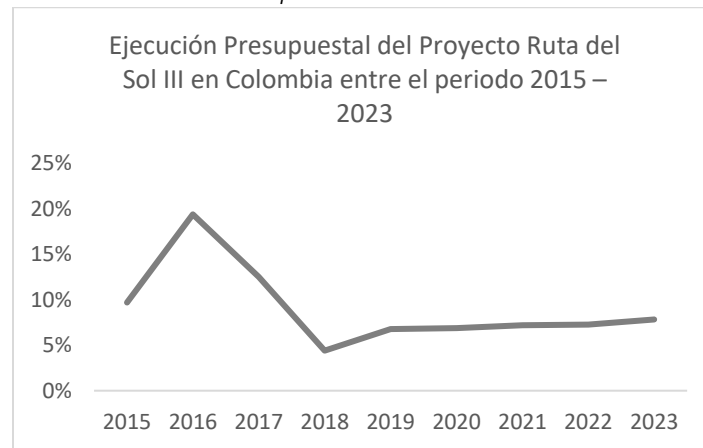
En este orden de ideas, es imprescindible conocer la ejecución presupuestal en infraestructura vial, la percepción histórica de la corrupción y la producción de RFF. Además, se deben considerar las exportaciones de productos de la palma de aceite, la variación de los precios de los insumos, el número de hectáreas en producción, las variaciones de temperatura y los niveles de precipitación en la zona norte.

1.3. Ejecución presupuestal en infraestructura vial del Proyecto Ruta del Sol III

La eficiencia del gobierno nacional en materia de inversiones en infraestructura vial ha estado rodeada de escándalos de corrupción sobre el contrato de concesión N° 007 – 2010 Ruta del Sol Sector III, que va desde El Carmen de Bolívar hasta Valledupar y de La Loma en el Cesar hasta Ciénaga en el departamento del Magdalena, zona norte que influye en el sector palmicultor. Ha presentado retrasos significativos, a pesar que la adjudicación del contrato a Yuma Concesionaria SA data del mes de julio y el contrato del mes de agosto de 2010 por la suma de \$2,74 billones de pesos. Solo hasta agosto de 2012 se suscribe el acta de inicio, y luego se generan una serie de incumplimientos por parte de la concesionaria, tanto que entre el año 2017 y 2020 se paralizó la obra. Es importante mencionar que hasta enero de 2023 solo se han entregado 396 kilómetros, de los cuales 234 kilómetros son de vía nueva y 161 kilómetros están mejorados. En este orden de ideas, de acuerdo con la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI, 2023), la ejecución presupuestal del proyecto es la siguiente.

Figura N°3

Ejecución Presupuestal Ruta del Sol III entre el periodo 2015 – 2023



Nota. El gráfico incorpora el peso porcentual del de ejecución sobre el valor inicial del proyecto Ruta del Sol III entre los años 2010 – 2023. Fuente: diseño propio con base en la ejecución presupuestal anual la Agencia Nacional de Infraestructura.

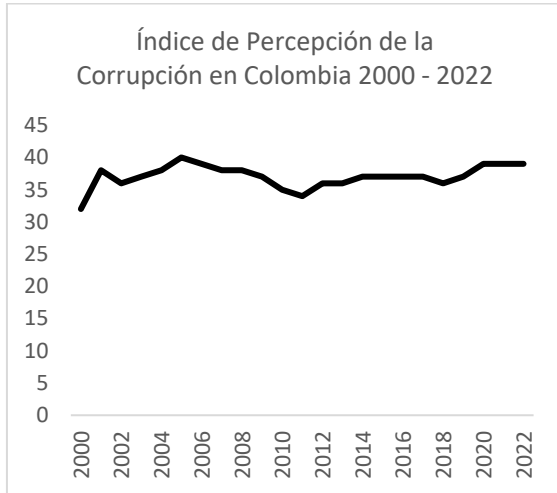
1.4. Histórico del Índice de Percepción de la Corrupción

El IPC en el país ha experimentado un crecimiento fluctuante. En el año 2000, tenía un índice de 32, ubicándose en el puesto 60 entre los países estudiados, mientras que para el año 2022, este índice ha aumentado a 39, colocando al país en el puesto 91 entre 180 países analizados, como se puede observar en las figuras N°4 y N°5.

El aumento del índice entre los años 2010 y 2015 coincide con los sucesos de corrupción acontecidos en el proyecto Ruta del Sol III, en cuanto a los retrasos en el inicio de la obra y el nivel de incumplimiento. De manera similar, entre los años 2016 y 2020, período durante el cual se suspendieron las actividades por un periodo de tres años.

Figura N°4

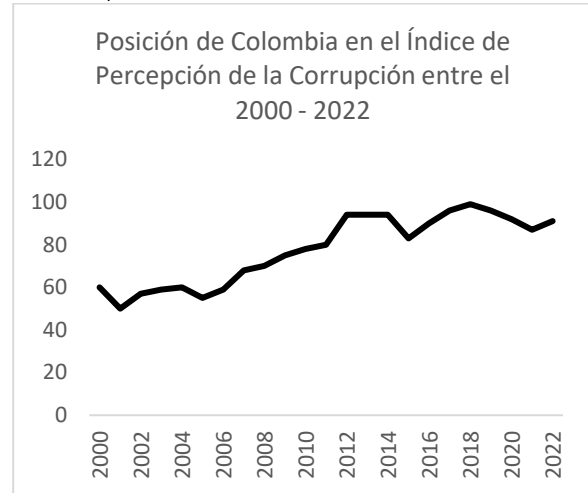
Índice de Percepción de la Corrupción en Colombia



Nota. El gráfico incorpora el índice de percepción de la corrupción en Colombia entre los años 2010 – 2023. Fuente: diseño propio con base en datos de Transparencia Internacional.

Figura N°5

Posición de Colombia dentro de los 180 países medido por el IPC



Nota. El gráfico muestra la posición de Colombia dentro de los 180 países medidos por el IPC entre los años 2010 – 2023. Fuente: diseño propio con base en datos de Transparencia Internacional.

El índice de percepción de la corrupción se incluye en el análisis debido a su relevancia en la comprensión de los factores que pueden influir en la producción de RFF. Es importante señalar que la corrupción es un fenómeno complejo y multifacético que puede afectar indirectamente diversos aspectos económicos y sociales. No existe una medida exacta que evalúe la corrupción de manera directa, ya que su naturaleza puede ser difícil de cuantificar. Por lo tanto, el índice de percepción de la corrupción se utiliza como una aproximación para comprender cómo la percepción pública y la transparencia en las instituciones pueden incidir en las condiciones económicas y empresariales en el sector palmicultor.

1.5. Producción histórica de RFF

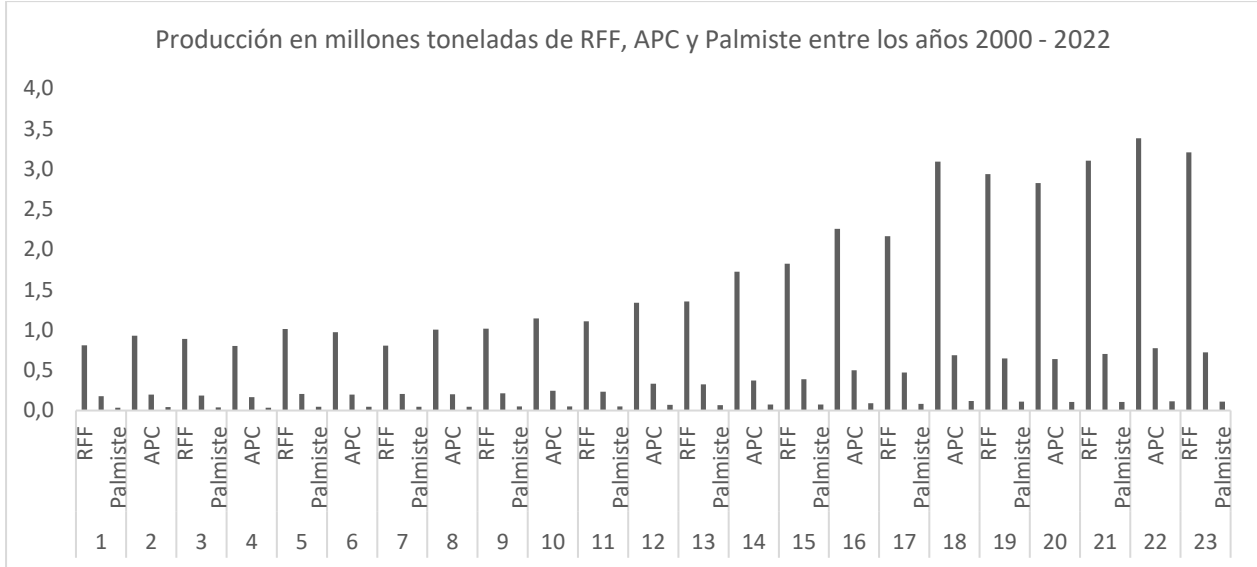
De acuerdo con el Sistema de Información Estadística del Sector Palmero (SISPA, 2023) en la zona norte, la producción de los RFF ha ido aumentando exponencialmente con el transcurso de los años, presentando algunas fluctuaciones entre los años 2000 y 2010, así como en los años 2016, 2019, 2020 y 2021. La producción de los RFF incide en la producción de Aceite de Palma Crudo (APC), ya que este se extrae de la pulpa que cubre la semilla, presentando variaciones en la producción en el año 2013 y en los años anteriormente mencionados. A su vez, la producción del aceite de palmiste, que se obtiene de la semilla "palmiste", decrece en el periodo de tiempo señalado, como se puede observar en la figura N°6.

Para el año 2010, la producción de RFF superaba los 1,23 millones de toneladas, el APC las 245 mil toneladas y el aceite de palmiste las 57,400 toneladas. Para el año 2022, se alcanzaron a producir 1,79 millones de toneladas de RFF, más de 372 mil toneladas de APC y más de 89,100 toneladas de aceite de

palmiste. Se dejaron de producir alrededor de 148 mil toneladas de RFF, 40 mil toneladas de APC y 4 mil toneladas de aceite de palmiste en cada uno de los años 2013, 2016 y 2019 a 2021.

Figura N°6

Producción en millones de toneladas de RFF, APC y Palmiste entre los años 2000 - 2022

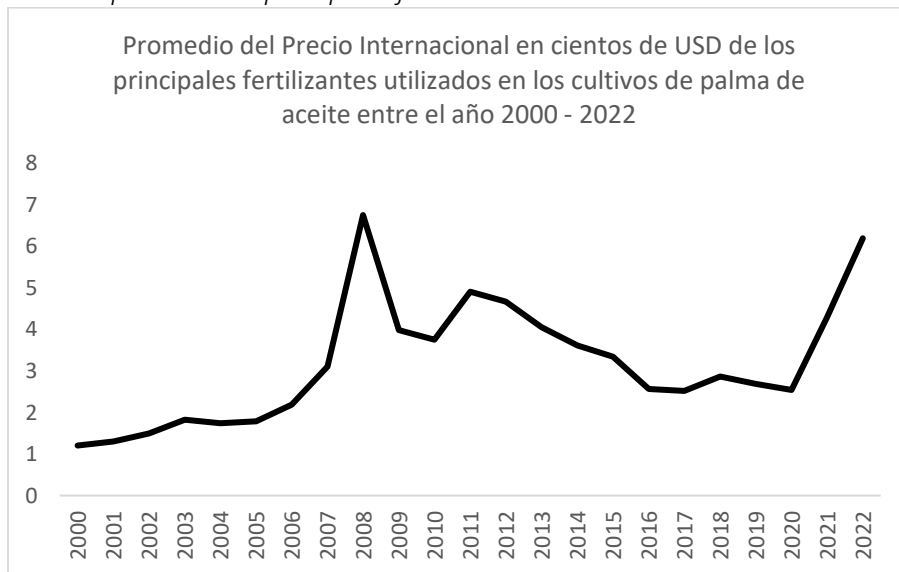


Nota. El gráfico muestra la producción en miles de toneladas de RFF, APC y Palmiste entre los años 2000 - 2022. Fuente: diseño propio con base en datos de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite a través del sistema de información estadística del sector palmero.

1.6. Variación histórica en el precio internacional de los insumos

Figura N°7

Variación promedio del precio de los principales fertilizantes entre los años 2010 – 2022



Nota. El gráfico muestra la variación del precio promedio de los principales fertilizantes entre los años 2000 - 2022. Fuente: diseño propio con base en datos de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite a través del sistema de información estadística del sector palmero.

En general, los precios internacionales de los principales fertilizantes han experimentado un comportamiento fluctuante y creciente desde el año 2000 hasta el año 2022, con un notable aumento en el año 2008. A partir del año siguiente, los precios tendieron a la baja hasta el 2017, y desde entonces han fluctuado crecientemente, alcanzando un promedio de \$600 USD. El aumento se debe al alza de los precios de la urea y el DAP para el año 2020, además de que el cloruro de potasio ha tendido al alza entre el 2021 y el 2022.

Este período de aumento considerable en los precios de los fertilizantes puede deberse a la crisis económica generada por la COVID-19, la cual también desencadenó una disrupción en el comercio mundial, como fue el caso de los contenedores. Es importante mencionar que, en el año 2010, el cloruro de potasio se encontraba en el mercado internacional a USD 331, el DAP a USD 501 y la urea a USD 292, pero para el año 2022, estos alcanzaron precios de USD 497, USD 712 y USD 648, respectivamente.

1.7. Histórico de exportaciones en toneladas de productos de palma de aceite

Colombia pasó de exportar más de ciento setenta y dos mil toneladas en el 2010 a más de doscientas treinta y dos mil toneladas en el año 2022, cifra por debajo de las toneladas exportadas entre el 2015 y el 2020, que en promedio exportaron alrededor de setecientos veinticinco mil toneladas en ese lapso. Es importante mencionar que, en el 2021, esta cifra disminuyó en un 76% respecto al año anterior.

En cuanto a las toneladas exportadas en 2022, que fueron un 36% menos que en el 2021, según información del Sistema de Información Estadística del Sector Palmero (SISPA, 2023), la distribución de las exportaciones de aceites y grasas de palma de aceite fue la siguiente: 13,7% de las toneladas exportadas se dirigieron a Brasil, 12,8% a Italia, 12,3% a Ecuador, 12% a España, 11,8% a México, 10,7% a Holanda, 6,9% a República Dominicana, 3,7% a Marruecos, y el resto de las toneladas a otros mercados internacionales.

Figura N°8

Evolución anual de las exportaciones de productos de palma de aceite en toneladas entre los años 2010 – 2022

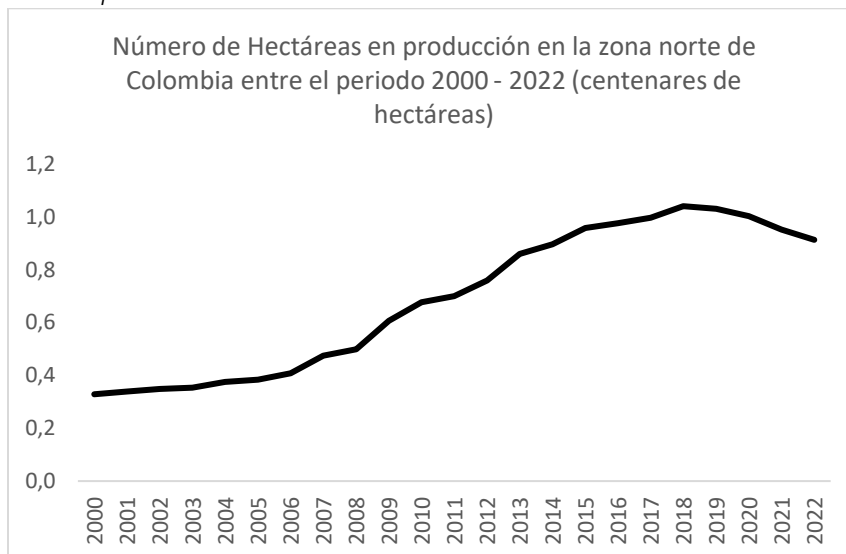


Nota. El gráfico muestra las toneladas de productos de aceites de palma exportadas entre los años 2010 – 2022 Fuente: diseño propio con base en datos de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite a través del sistema de información estadística del sector palmero.

1.8. Histórico de hectáreas en producción en la zona norte de Colombia

Figura N°9

Número de hectáreas en producción en la zona norte de Colombia



Nota. El gráfico muestra el número de hectáreas en producción en la zona norte de Colombia entre los años 2000 – 2022 Fuente: diseño propio con base en datos de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite a través del sistema de información estadística del sector palmero.

Para el período de tiempo del estudio, el número de hectáreas de tierras destinadas a los cultivos de palma de aceite presenta un crecimiento entre el año 2000 y el 2019 de más de setenta mil hectáreas. Sin embargo, este ritmo de crecimiento no se evidencia en los tres años siguientes. En la zona norte de Colombia, las áreas en producción decrecieron para el año 2022 en once mil seiscientos noventa y tres hectáreas.

1.9. Datos meteorológicos que inciden en la producción de RFF de palma de aceite

Los cultivos de palma de aceite se caracterizan por adaptarse a las condiciones climáticas de su ubicación geográfica, pero es importante que estos se encuentren en zonas aledañas a la línea ecuatorial. Por lo anterior, los palmicultores de la zona norte no se preocupan, dado que esta región se encuentra a 11° 15' de latitud norte, dentro del rango de los 15° de latitud tanto al norte como al sur, como lo afirma Bernal (2000).

Lo anterior garantiza condiciones climáticas estables a lo largo del año, incluidos los rangos de temperaturas y las precipitaciones. Sin embargo, es importante considerar estas variables para el estudio debido al inminente cambio climático, al cual la región objeto de investigación no es ajena. En este orden de ideas, Bernal (2000) señala los planteamientos de Hartley en su libro 'Palma de Aceite' que:

La temperatura es un factor fundamental en los cultivos de palma de aceite porque a los 15° C de inhibe el crecimiento, es decir, no se desarrolla la palma de aceite. Hartley hace mucho énfasis en que a 25° C el crecimiento es siete veces más rápido que cuando los cultivos experimentan temperaturas de 20° C y recomienda que la temperatura no debe ser menos de 28° C para el desarrollo óptimo de los cultivos.

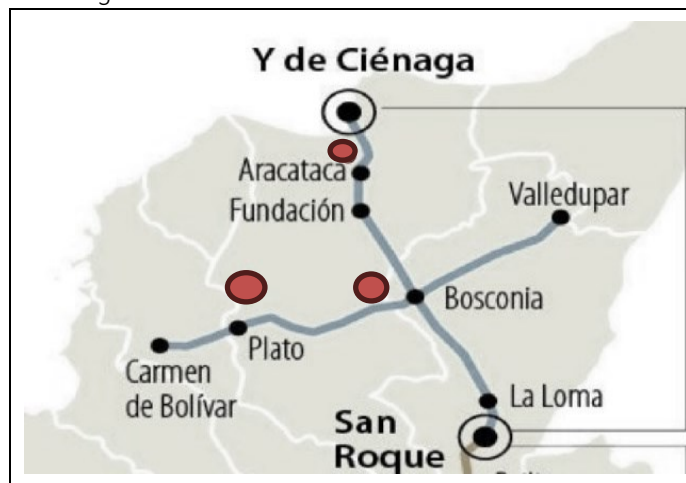
De igual manera, señala que las precipitaciones son un factor fundamental porque las plantaciones necesitan un suministro oportuno de agua, de lo contrario se produce un déficit, que afecta la producción alterando la fisiología de la planta. Se considera que precipitaciones de 1.800 a 2.200 mm anuales son suficientes para los cultivos (p. 261 – 262). Pero este dato es relativo pues depende de la distribución de las lluvias y la disponibilidad del agua para los sistemas de riegos en tiempo seco.

Teniendo en cuenta los planteamientos anteriores, se puede decir que los palmicultores de la zona norte deben tecnificar sus cultivos, abarcando la mayor cantidad de hectáreas en desarrollo con sistemas de riego para garantizar la producción de RFF en las temporadas secas. Es pertinente traer a colación el último censo nacional palmero realizado por la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma, 2011) de las mil seiscientas cincuenta y seis fincas, solo mil ciento cincuenta y siete cuentan con sistemas de riego, representando alrededor de veintinueve mil hectáreas regadas. Asimismo, el monitoreo de las condiciones climáticas, según el censo, registra bajos indicadores en pluviometría, humedad relativa, temperatura y luminosidad.

Debido a esto, se realiza un seguimiento de la información meteorológica en la región a través de los medios dispuestos por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), identificando diferentes puntos de monitoreo en la zona de influencia y concentración de los cultivos de palma de aceite, encontrándose la ruta del Sol III, como se muestra a continuación.

Imagen N°1

Puntos de monitoreo meteorológico



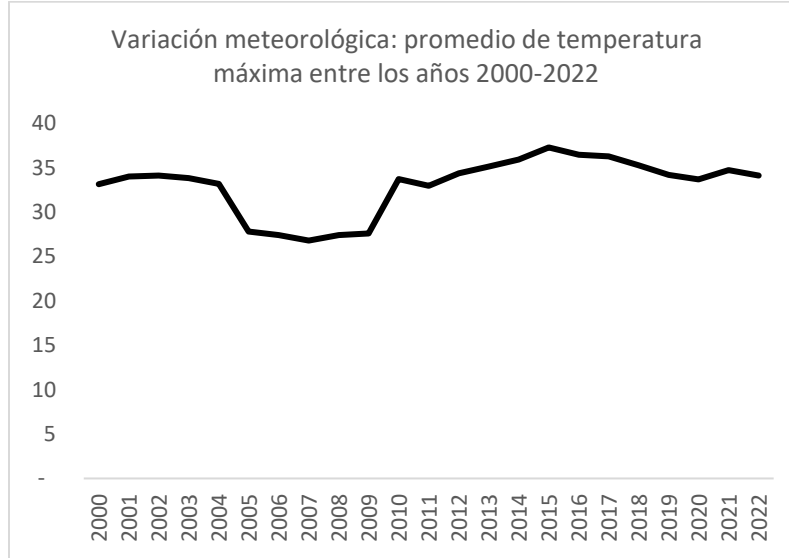
Nota. La imagen muestra la localización de los puntos rojos de monitoreo meteorológico en temperaturas máximas y pluviometría en la zona norte de Colombia. Fuente: diseño propio con base en mapa de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite – FEDEPALAMA.

1.9.1. Promedio anual de la variación de temperatura máxima en centígrados en la zona norte entre los años 2000-2022

Las variaciones de temperatura máxima en la zona objeto de estudio se registraron anualmente por encima de los 34°C, con excepción de los años 2005 a 2009 y el año 2011, que registraron temperaturas en promedio de 33°C. Estos registros están en consonancia con lo señalado por Bernal (2000) al localizarse la zona norte de Colombia en el rango de latitud norte.

Figura N°10

Variaciones anuales de la temperatura en la zona norte de Colombia para el periodo 2000 - 2022



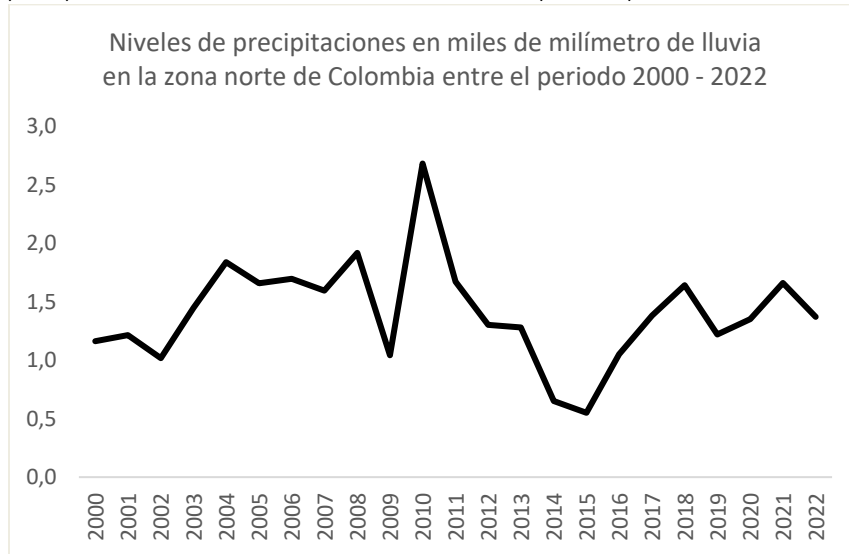
Nota. El gráfico muestra las variaciones anuales de la temperatura en la zona norte de Colombia para el periodo 2010-2022. Fuente: diseño propio con base en datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

1.9.2. Promedio anual de las precipitaciones entre el periodo 2000 – 2022

Los niveles de precipitaciones anuales durante el periodo de estudio fueron fluctuantemente constantes, encontrándose niveles de lluvia deficientes para el cultivo entre el 2000 y el 2022, por debajo del rango de 1800 a 2200 mm de lluvia recomendado por Bernal (2000), con excepción del año 2008 y 2010.

Figura N°11

Niveles anuales de precipitaciones en la zona norte de Colombia para el periodo 2010-2022



Nota. El gráfico muestra los niveles anuales de precipitaciones en la zona norte de Colombia para el periodo 2000-2022. Fuente: diseño propio con base en datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

1.10. Revisión de la literatura

En el ámbito del análisis del sector palmicultor, el Índice de Competitividad Global (ICG), surge como un instrumento útil para entender el ámbito competitivo del país, en el que intervienen las compañías y todas las figuras asociadas a este sector. Este índice, desarrollado por el Foro Económico Mundial, proporciona información relevante de pilares que inciden en el potencial de ciento cuarenta y un países, considerando variables como el comportamiento de las instituciones, la infraestructura, la adopción de TIC, el comportamiento macroeconómico, la salud, las capacidades, el mercado de bienes, el mercado laboral, el sistema financiero, el tamaño del mercado, el dinamismo de los negocios y la capacidad de innovación, las cuales están enmarcadas en unas temáticas principales. Esto corresponde al año 2019. El informe relaciona a Colombia en el puesto 57 de 141 países, mejorando su posición, puesto que para el año anterior se encontraba en el puesto 60. Es importante recalcar que al país le fue bien tanto en materia macroeconómica como en salud, destacándose con un puntaje de 90 y 95, respectivamente.

Tabla N°1

Índice de competitividad global edición 2019 para Colombia

Colombia				57/141
Temáticas	Pilar	Puntaje (1-100)	Rank/141	Mejores Países X Pilares
Entorno	1. Instituciones	49.3	92	Finlandia
	2. Infraestructura	64.3	81	Singapur
	3. Adopción ICT	49.9	87	República de Corea
	4. Macroeconomía	90	43	múltiple (33) países
Capital Humano	5. Salud	95	16	múltiple (4) países
	6. Capacidades	60.5	80	Suiza
Mercados	7. Mercado De Bienes	52.7	90	Hong Kong
	8. Mercado Laboral	52.9	73	Singapur
	9. Sistema Financiero	64.6	54	Hong Kong
	10. Tamaño Del Mercado	66.7	37	China
Ecosistema de innovación	11. Dinamismo De Los Negocios	64.2	49	EE. UU.
	12. Capacidad De Innovación	36.4	77	Alemania

Nota. La tabla muestra la posición de Colombia el índice de competitividad global en la edición 2019. Fuente: diseño propio con base en datos del reporte de competitividad mundial del Foro Económico Mundial (2019).

En este punto recobra importancia el International Institute for Management Development (IMD), un centro internacional fundado en el año 1989, dedicado al estudio y medición de la competitividad. Este realiza la publicación del Anuario Mundial de Competitividad, el cual incluyen resultados que se pueden considerar como un punto de referencia para líderes económicos y políticos a nivel mundial en la toma de decisiones tanto de inversión como el planteamiento de estrategias direccionadas al mejoramiento de la productividad, así como el progreso en el dialogo al respecto de los factores que constituyen la viabilidad del crecimiento sostenido en las economías, según afirmaciones de Rivera (2023).

Para analizar la competitividad, este centro de estudios tiene en cuenta factores como el desempeño económico, la eficiencia del gobierno, la eficiencia empresarial y la infraestructura, lo cual concuerda con los componentes mencionados por Marquina et al. (2022) quienes afirman que el Anuario Mundial de Competitividad mide la competitividad de 63 países, dando paso a identificar los temas claves

para promover estrategias que potencien el sector, como lo afirma Rivera (2023). Los resultados para Colombia en los últimos tres años son los siguientes:

Tabla N°2

Anuario de Mundial de Competitividad – AMC para Colombia

AMC	2023	2022	2021
COLOMBIA	58/64	57/63	56/64
Factores	2023	2022	2021
1. Desempeño Económico	37	45	56
2. Eficiencia del Gobierno	61	59	58
3. Eficiencia Empresarial	59	60	51
4. Infraestructura	57	56	63

Nota. La tabla muestra la posición Anuario de Mundial de Competitividad en la edición 2023, 2022 y 2021. Fuente: diseño propio con base en datos del Anuario de Mundial de Competitividad – AMC para Colombia.

Teniendo en cuenta las temáticas, los pilares y los factores analizados en cada aspecto del índice y del anuario global de competitividad, su pertinencia para el análisis y la toma de decisiones en el sector palmicultor de la zona norte de Colombia es considerable. Esto se fundamenta en la revisión y relación de diversos ángulos de autores y estudios a nivel nacional e internacional. Se exponen cuatro categorías principales: *el crecimiento económico, la productividad, la competitividad y la inversión pública en infraestructura vial*. La perspectiva se sostiene en la articulación de estas categorías, lo que permite un fundamento teórico firme para comprender las variables que impactan en el sector palmicultor en la zona norte de Colombia, especialmente en lo relacionado con los retrasos en el proyecto de Ruta del Sol III y todas las consecuencias sociales y económicas asociadas. La unión de teorías y referencias contribuye a enmarcar y potenciar el marco conceptual de la investigación, proporcionando fundamentos para el estudio y la explicación de los resultados.

1.10.1. Crecimiento y dinamismo de la economía en la agroindustria

En cuanto a investigaciones antecesoras desde la óptica de la dinámica económica, se hace necesario explicar la relación entre el desarrollo y el crecimiento económico de un país. En este sentido, Márquez et al. (2020) refieren que el desarrollo requiere de transformar las estrategias económicas para revertir la situación actual donde satisfacer las necesidades de la población y el crecimiento se relacione con el aumento de la renta, los bienes y servicios, es decir que estas variables guardan una correlación en la dinámica económica.

En esa búsqueda de relaciones entre las diferentes variables de la dinámica económica de los países Urdaneta et al. (2021) afirman que el índice de libertad económica y el PIB per cápita se relacionan mutuamente demostrando un grado de cointegración y causalidad que propician la competitividad, y la libertad con el crecimiento económico. Es decir, la productividad se ve influenciada por una serie de factores, entre ellos las políticas dispuestas por el gobierno para moderar la libertad económica, en este orden de ideas, Sobrino (2021) en consonancia con Urdaneta y otros autores establece que el crecimiento económico de las naciones es resultado de la evolución de los territorios, en especial las ciudades. Debido a lo citado anteriormente, existen diferencias en el desempeño económico de las ciudades y éstas obedecen a factores internos a condicionantes del país y al contexto global.

En este orden de ideas, el sector palmicultor en el país es uno de los más dinámicos e importantes en la agroindustria. De acuerdo con Mendoza et al. (2020), la región más eficiente tanto técnica como a

escala de producción es la zona norte del mapa palmicultor en los departamentos de Cesar, Bolívar y Magdalena, además de Santander que pertenece a la zona centro, los cuales han aportado significativamente en la disminución de la brecha en eficiencia y productividad frente a los productores líderes. Es importante recalcar que, este sector desafía una competencia dura en el orden mundial, por lo que la eficiencia en la productividad debe estar sujeta a mejoras constantes que permitan al sector contrarrestar los riesgos frente al precio internacional.

Teniendo en cuenta lo anterior, según Paniagua y Solórzano (2020) en su investigación determinaron que las empresas de los pequeños productores de aceite de palma de Centro América las cuales se encontraban poco diversificadas presentaron una alta exposición a los cambios en el precio internacional que, asociado con los altos niveles de deuda para inversiones en activos fijos con amplios periodos de recuperación, afectaron su flujo de caja, el valor de la empresa y su patrimonio.

Por lo tanto, se pueden contemplar las razones por las cuales el sector palmicultor y especialmente las empresas exportadoras de aceite de palma de la zona norte trabajan para robustecer tanto la producción como la competitividad, a fin de enfrentar las dinámicas de los mercados globales y desafiar los factores externos como el estado de la malla vial.

1.10.2. Estado de las políticas públicas encaminadas al desarrollo de las regiones

La productividad y la competitividad están alineadas en la economía para determinar el crecimiento económico de los territorios, por lo que emergen una serie de estrategias para el desarrollo de las regiones como por ejemplo la asociatividad en el sector agropecuario de acuerdo con Buenhombre et al. (2022) ha tenido un impacto significativo en la productividad, pero existe carencia de conocimientos necesarios para las gestiones de negocio y del apoyo de entidades gubernamentales para generar dinámicas económicas en el corto y largo plazo lo que obstaculiza avanzar en términos de competitividad, lo anterior se evidencia en el departamento del Magdalena según Lugo et al. (2018) para que la producción magdalenense sea más competitiva en el mercado internacional se debe aumentar la producción por hectáreas protegiendo el medio ambiente. De ahí que, es necesario formular mejores estrategias y políticas orientadas a promover la asociatividad como ejes fundamentales en el desarrollo sostenible de los territorios.

Por consiguiente, la creación de las políticas públicas necesita estar orientada a impulsar la competitividad y productividad del territorio, Flores et al. (2022) precisa que los factores estimulantes de estas políticas son las capacidades humanas, el ambiente político y económico, el capital financiero, social, institucional, empresario y el de infraestructura, para construir un crecimiento regional sostenible.

En este orden de ideas, el desarrollo de las regiones se genera por las inversiones de capital en infraestructura. Guerrero y Kato (2022) asevera que la conectividad entre los territorios aumenta la productividad dinamizando la economía donde los nuevos negocios favorecen la oferta laboral presentándose niveles considerables de competitividad de algunos sectores, por lo tanto, Galván et al. (2023) afirman que evidencian mejoras en el desarrollo social y económico cuando existe una relación positiva entre la deuda pública que se destina a proyectos de inversión.

En consecuencia, la competitividad de la producción en el mercado internacional de aceites de palma depende de la calidad de la cosecha y de las acciones encaminadas a generar el desarrollo sostenible del sector, sin olvidar la brecha político-social que aqueja a los grupos de interés.

1.10.3. Retrasos en infraestructura vial y su incidencia en la productividad y competitividad de las empresas exportadoras de aceite de palma.

El estado de la infraestructura vial es de trascendental importancia para el desarrollo económico de los territorios de acuerdo con los planteamientos de Quiroga (2019) la infraestructura vial en Colombia presenta deficiencias debido a varias razones, entre las cuales se destacan las desafiantes condiciones estructurales y topográficas del país, agravadas por la presencia de tres cordilleras que dificultan la conectividad en el territorio.

Es indispensable mencionar que la finalidad de la infraestructura vial está sujeta por la manera en que se hace uso de esta y toda la repercusión depende de las particularidades aprovechadas por los encargados de ejecutar el proceso de producción. Según indica Brida et al. (2020) en este ámbito, la infraestructura, se constituye como un componente decisivo para el crecimiento económico y social, destacando la necesidad de entender la conexión que existe ente la adaptación e insuficiencias en las vías que impactan negativamente la movilidad y conectividad entre las regiones del país.

Respecto al cultivo de palma de aceite, se comprenden más de 150 municipios en 20 departamentos de Colombia. Desde una perspectiva administrativa y logística dentro de la industria de la palma, se han definido áreas palmicultoras que incluyen el norte, el centro, el oriente y el suroeste, como se detalla en el informe de gestión Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (FEDEPALMA, 2022) de hecho, del total de la producción de hectáreas de palma de aceite en Colombia, que asciende al 84.4%, la zona norte ocupa el tercer lugar, contribuyendo con un 17.3%. Esto destaca el significativo aporte de esta zona al cultivo de palma de aceite en el país.

De esta manera, la tipificación detallada de los cultivos de palma de aceite en cada región palmicultora es gracias a sus particularidades físicas distintivas. Por ellos, el crecimiento de la palma de aceite en estos territorios se encontraba vinculado con el entorno de cada zona. Por ende, subzonas como Sur de Bolívar, Cesar sur, Acacías o Fundación, han alcanzado a fortalecer con triunfo su componente agronómico debido a la inserción y dinámica contribución del clúster palmero de estos territorios tal como lo afirma Rincón et al. (2022).

La infraestructura vial consta de componentes que deben ser estudiados a fondo, ya que esta contribuye a la circulación de la población y de los productos, debido a que integra distintas zonas en una superficie específica. Así como lo afirma López et al. (2019) en Latinoamérica el transporte es vital para el progreso y el crecimiento económico pues, permite el tráfico de mercancías y personas de esta forma se entiende que su rol es fundamental para que la logística sea más eficiente y proporcione una mayor incorporación en el comercio internacional.

1.10.4. Pequeños productores de palma de aceite y sus niveles de ingresos en relación con la inversión pública en infraestructura vial

Los niveles de inversión están relacionados de forma directa con el desarrollo económico de las regiones donde los pequeños productores desempeñan un papel fundamental por ello, Galván et al. (2023) destaca que la inversión pública ocupa un papel decisivo porque da paso a alcanzar un avance económico y social que permite elevar la calidad de vida de la población. El poder público en las empresas y en la población se ve reflejado principalmente en la inversión de infraestructura, ya que influye de manera positiva a la población, y favorece la calidad de vida, así como la creación de empleo lo que da paso a reducir la brecha social, tal como lo subraya Jaramillo y Alcázar (2022).

Un ejemplo relevante de este contexto es que aproximadamente el 40% de la producción mundial de palma de aceite proviene de alrededor de tres millones de pequeños agricultores, cuyas plantaciones cubren menos de 50 hectáreas, en su mayoría, individuos de origen campesino e indígena (RSPO, 2020, citado en Márquez, Sánchez, 2022) el cultivo de palma de aceite se ha convertido en una fuente rentable de ingresos y empleo en estas comunidades.

La inversión en la mejora de la infraestructura vial es un componente esencial para el desarrollo de poblaciones y regiones que enfrentan brechas sociales. Sin embargo, Peralta, (2023) advierte que la limitada inversión pública en proyectos de infraestructura y servicios obstaculiza el crecimiento social, económico e institucional de los ciudadanos, así como el desarrollo de las empresas que buscan avanzar en medio de las circunstancias.

En ese sentido, la ventaja primordial del cultivo de palma de aceite es la remuneración económica, sin embargo, se identificó que esta remuneración no logra un efecto considerable en la situación socioeconómica de los hogares, tal como lo menciona Linares et al. (2021)

De igual manera, se menciona que la mejora y el sostenimiento de la infraestructura vial influye en la competitividad y productividad, ya que las vías son fundamentales para la movilidad de las personas, productos y mercancías, que de igual manera favorece al desarrollo de las empresas y brinda una ventaja competitiva en el mercado. La relevancia de la infraestructura vial se demuestra en la evolución del mercado de la palma de aceite en una industria rentable, potenciada por dos componentes fundamentales, el apoyo del gobierno en Colombia por medio de las excepciones tributarias y el fomento de crecimiento en las zonas periféricas del país, tal como lo afirma Otalora (2021).

Los criterios previamente mencionados son esenciales, debido a que ayudan a identificar un conjunto de variables de un estudio correlacional y de regresión lineal múltiple en un grupo como una revisión documental detallada que logre estimar el activo de la industria palmicultora en conexión con la inversión de la infraestructura vial, el desarrollo económico, la competitividad y la productividad de la zona norte de Colombia.

METODOLOGÍA

La presente investigación se enmarca en el paradigma realista, el cual, según Ballina (2004), ‘se centra en la descripción y comprensión del fenómeno, cuestiona la existencia de una realidad externa y valiosa para ser analizada. Además, se centra en comprender la realidad desde diversos ángulos, desde una perspectiva dinámica, múltiple y holística’ (p. 3). De cierto modo, en este importa avanzar al conocimiento científico conociendo las causas y llegando a las últimas explicaciones de la problemática, dejando a un lado la predicción, por lo tanto, este estudio presenta un diseño correlacional y explicativo de acuerdo con los planteamientos de Hernández et al. (2014) pretenden determinar cómo se vinculan o no diversas variables entre sí encontrando las razones que inducen a ciertos fenómenos.

En este sentido, la investigación es cuantitativa y para resolver el paradigma de investigación se hace necesario realizar un análisis documental mediante el empleo de métodos matemáticos, estadísticos y económicos. Lo anterior conlleva a que se defina la población involucrada en el estudio que según López y Fachelli (2015) son expresiones equivalentes para referirse al conjunto total de elementos que constituyen el ámbito de interés analítico y sobre la inferencia de las conclusiones del análisis. En la zona norte que comprende los departamentos de Magdalena, Atlántico, Bolívar, La Guajira, Córdoba, Cesar, Sucre, y Antioquia con 2.903 productores y las empresas exportadoras de aceites de palma son las siguientes:

Aceites S.A., C.I. Tequendama S.A.S., Extractora el Roble S.A.S., Extractora Frupalma S.A., Grasas y Derivados S.A., Palmaceite S.A, y Palmas Oleaginosas del Magdalena Ltda.

Teniendo en cuenta lo anterior, se aplicará la técnica de revisión documental que según Hurtado (2008) es la recolección de información al respecto de un tema en específico, con el propósito principal de establecer variables que se relacionen de forma directa o indirecta con el tema seleccionado vinculando relaciones entre la producción de RFF (variable dependiente) a partir de la variación de los precios de los insumos, las exportaciones, el índice de percepción de la corrupción, el número de hectáreas en producción, temperatura y precipitaciones (variables independientes) en el periodo 2000 - 2022, en el que se logre analizar la situación actual sobre el conocimiento que se posee sobre ese fenómeno o problemática.

Por otro lado, se llevará a cabo un análisis correlacional en donde se evalúe la relación existente entre dos o más variables, según Hernández et al. (2014). Así mismo, se utilizará la regresión lineal múltiple que según Montgomery et al. (2005), estos métodos estudian la construcción de modelos para explicar o representar la dependencia entre una variable respuesta o dependiente (Y) y la (s) variable (s) explicativa (s) o dependiente (s), (X) que para el estudio la producción de RFF sería la variable dependiente (Y) y la ejecución presupuestal en infraestructura, temperatura máxima, precipitaciones, exportaciones, el precio internacional de los fertilizantes y el número de hectáreas de tierra en producción serán las variables (s) explicativas (x). Una vez aplicadas las técnicas e instrumentos pertinentes entonces se procede con la fase de procesamiento de la información para continuar con la validación de las hipótesis planteadas.

RESULTADOS

Partiendo de los datos obtenidos por cada una de las variables se diseñó un modelo econométrico de regresión lineal múltiple; para ello fue necesario estructurar los datos en una misma escala como se muestra a continuación (ver tabla N°3), es importante mencionar que se excluye la variable X₇: inversión en infraestructura debido a las dificultades en el acceso a datos históricos en las ejecuciones presupuestales de proyectos de infraestructura vial en la zona objeto de estudio en el portal web de la Agencia Nacional de Infraestructura en entre el año 2000 al 2014.

Tabla N°3

Modelo de regresión lineal múltiple

Años	Y: Producción RFF (millones de ton)	X ₁ : Promedio precio insumos Cientos de USD	X ₂ : Exportaciones (Cien miles de Ton)	X ₃ : Corrupción (Escala de 0-1)	X ₄ : Centenares de hectáreas	X ₅ : Temperatura en °C (en escala de 0 - 1)	X ₆ : Precipitación (en miles de mm)
2000	0,81	1,21	1,67	0,60	0,33	0,33	1,16
2001	0,93	1,30	1,64	0,50	0,34	0,34	1,22
2002	0,89	1,49	1,30	0,57	0,35	0,34	1,02
2003	0,80	1,83	1,76	0,59	0,35	0,34	1,44
2004	1,01	1,74	2,84	0,60	0,38	0,33	1,84
2005	0,97	1,79	2,96	0,55	0,38	0,28	1,66
2006	0,81	2,19	2,93	0,59	0,41	0,27	1,70
2007	1,01	3,11	4,01	0,68	0,47	0,27	1,59
2008	1,02	6,76	3,78	0,70	0,50	0,27	1,92

2009	1,14	3,98	2,97	0,75	0,61	0,28	1,04
2010	1,11	3,75	1,72	0,35	0,68	0,34	2,68
2011	1,34	4,91	2,36	0,34	0,70	0,33	1,67
2012	1,35	4,67	2,63	0,36	0,76	0,34	1,30
2013	1,73	4,06	2,86	0,36	0,86	0,35	1,28
2014	1,82	3,61	3,66	0,37	0,90	0,36	0,65
2015	2,26	3,34	5,45	0,37	0,96	0,37	0,55
2016	2,17	2,57	5,02	0,37	0,98	0,36	1,05
2017	3,09	2,52	7,19	0,37	1,00	0,36	1,38
2018	2,94	2,86	8,85	0,36	1,04	0,35	1,64
2019	2,83	2,69	8,58	0,37	1,03	0,34	1,22
2020	3,10	2,54	8,44	0,39	1,00	0,34	1,35
2021	3,38	4,29	6,42	0,39	0,95	0,35	1,66
2022	3,21	6,20	2,32	0,39	0,91	0,34	1,37

Nota. La tabla muestra la variable Y; y cada una de las variables explicativas X del modelo Fuente: diseño propio.

Teniendo en cuenta la tabla N° 3 donde se establece el modelo de regresión lineal múltiple, se procede a analizar los datos por medio de la herramienta análisis de datos de regresión integrada en Microsoft Excel; obteniendo lo siguiente.

Tabla N°4

Resumen de la estadística de regresión

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,918375849
Coefficiente de determinación R ²	0,8434142
R ² ajustado	0,784694525
Error típico	0,429549766
Observaciones	23

Nota. Resumen del análisis estadístico de regresión según análisis de datos contenidos en la tabla N°3. Fuente: diseño propio.

Tabla N°5

Análisis de la varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	6	15,90140467	2,650234111	14,36340034	1,20557E-05
Residuos	16	2,952208028	0,184513002		
Total	22	18,8536127			

Nota. Análisis de la varianza del modelo de regresión según análisis de datos contenidos en la tabla N°3. Fuente: diseño propio.

Tabla N°5
Coefficientes de regresión lineal múltiple

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Y: Producción RFF (millones de ton)	-2,9649	2,8239	-1,0499	0,3094	-8,9514	3,0216	-8,9514	3,0216
X₁: Promedio precio insumos Cientos de USD	0,0515**	0,1084	0,4750	0,6412	-0,1783	0,2812	-0,1783	0,2812"
X₂: Exportaciones (Cien miles de Ton)	0,1397**	0,0939	1,4887	0,1560	-0,0592	0,3387	-0,0592	0,3387
X₃: Corrupción (Escala de 0-1)	0,7582**	1,7876	0,4242	0,6771	-3,0312	4,5477	-3,0312	4,5477
X₄: Centenares de hectáreas	1,8918**	1,3620	1,3889	0,1839	-0,9956	4,7792	-0,9956	4,7792
X₅: Temperatura en °C (en escala de 0 - 1)	6,5279**	5,7299	1,1393	0,2714	-5,6190	18,6749	-5,6190	18,6749
X₆: Precipitación (en miles de mm)	0,1068**	0,2760	0,3870	0,7039	-0,4783	0,6919	-0,4783	0,6919

Nota. Coeficientes de regresión lineal múltiple del modelo de regresión según análisis de datos contenidos en la tabla N°3. Fuente: diseño propio.

DISCUSIÓN

De los resultados anteriormente planteados se puede afirmar que; al presentarse un coeficiente de correlación múltiple de 91% indica una fuerte y positiva dirección de la relación lineal entre la variable Y = producción y las variables explicativas X; ahora bien, el modelo muestra en el coeficiente de determinación que el 84% los datos observados se ajustan. Es decir que, las variaciones de la producción se explican en el 84% por las variables incluidas en el modelo de regresión lineal. Sin embargo, se hace necesario ajustar el coeficiente de determinación por el número de variables independientes que para el modelo arrojó un 78% mostrando un buen ajuste de los datos con un nivel de confianza del 95%. Lo anterior con un error típico de 0,4 y 23 observaciones que hacen referencia a los datos del periodo de tiempo. Este modelo de regresión lineal múltiple permite analizar las relaciones entre la variable dependiente (Y) y las variables independientes (X₁, X₂, X₃, X₄, X₅ y X₆). Estas relaciones se generaron a partir de la siguiente ecuación:

$$Y = -2,9649 + 0,0515 X_1 + 0,1397 X_2 + 0,7582 X_3 + 1,8918 X_4 + 6,5279 X_5 + 0,1068 X_6 + 0,4295$$

Donde:

- Y = es la variable dependiente (Producción de RFF)
- $\beta_0 = -2,9649$ es el término de intersección o constante β_0
- $\beta_1 = 0,0515$ es el coeficientes de regresión de X₁ (promedio del precio de los insumos)
- $\beta_2 = 0,1397$ es el coeficientes de regresión de X₂ (exportaciones)
- $\beta_3 = 0,7582$ es el coeficientes de regresión de X₃ (índice de corrupción)
- $\beta_4 = 1,8918$ es el coeficientes de regresión de X₄ (número de hectáreas en producción)
- $\beta_5 = 6,5279$ es el coeficientes de regresión de X₅ (temperatura)
- $\beta_6 = 0,1068$ es el coeficientes de regresión de X₆ (Precipitación)
- $\varepsilon = 0,4295$ es el error típico
- X₁, X₂ ... X₆ = son las variables independientes

Por otra parte, seis son los grados de libertad en relación con la regresión que señalan que el modelo contiene las seis variables explicativas X que son: precio internacional de los fertilizantes, exportaciones, índice de corrupción, hectáreas en producción, temperatura y precipitaciones en la zona norte de Colombia más una variable Y relacionado a la producción de RFF. En cuanto a los 16 grados de libertad en el residuo representan la cantidad de información adicional en los datos que no ha sido capturada por el modelo y se les atribuye a otros factores no explicados. En cuanto al valor 15,9 correspondiente a la suma de los cuadrados en la regresión e indica la variabilidad en la variable dependiente $Y =$ producción que puede ser explicada por las variables predictoras incluidas en el modelo; en este sentido la suma de los cuadrados en los residuos indica que 2,9 son las variaciones no explicadas por el modelo.

En cuanto al valor del promedio de los cuadrados en la regresión con 2,6 variaciones; representa la contribución de cada una de las variables que explican el modelo y las 0,18 variaciones en residuos son las variables que no se pueden explicar mediante las variables incluidas. Además, en cuanto al valor estadístico de F , el valor crítico del mismo y teniendo en cuenta los grados de libertad se puede afirmar que las variables utilizadas en el modelo tienen un efecto significativo y que los datos explicados anteriormente proporcionan una visión general de la calidad y el ajuste del modelo de regresión lineal múltiple indicando que este tiene una alta correlación con las variables independientes y explica gran parte de la variación en la producción de RFF.

Para garantizar la validez de las estimaciones y una interpretación adecuada del modelo, se calculó el Factor de Inflación de la Varianza (VIF). Este factor es útil para evaluar la multicolinealidad entre las variables independientes. Según Greene (2020), la multicolinealidad puede distorsionar los resultados de la regresión, lo que dificulta la interpretación de los coeficientes y reduce la precisión de las estimaciones. Los niveles de VIF en las variables X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 y X_6 permitieron identificar que no existe problema de multicolinealidad, como se puede observar en la tabla N° 6 (ver anexos). Esto a su vez permite explicar la correlación positiva de cada una de las variables explicativas con la producción de RFF, tal como se muestra en los coeficientes correspondientes a las variables X en la tabla N° 5.

En cuanto a X_1 : promedio del precio de los insumos se presenta un coeficiente de regresión de 0,0515 esto indica que, aunque hay una relación positiva entre el precio promedio de los insumos agrícolas como la urea, el DAP y el cloruro, que fueron los fertilizantes utilizados en periodo y la producción de RFF, esta relación es bastante débil. En otras palabras, la producción de RFF no dependió significativamente un aumento en el precio de los fertilizantes.

$$X_1 = 0,0515 **$$

Una situación similar con la variable X_2 : referente a las exportaciones se denota que, por cada incremento de cien mil toneladas, la producción aumenta en 0,1397 millones de toneladas, manteniendo constantes todas las demás variables en el modelo. Es importante traer a colación la teoría de Márquez et Al. (2020) que establece que en la dinámica económica la producción y las exportaciones tienen una correlación directamente proporcional. En otras palabras, un coeficiente de 0,1397 indica que un aumento en las exportaciones está asociado con un aumento en la producción, pero la magnitud del efecto es débil, ya que el coeficiente es bajo.

$$X_2 = 0,1397 **$$

Por el contrario, cuando se observó la variable explicativa X_3 se evidenció una correlación positiva sustancial con un aumento de un punto en la escala de corrupción en las instituciones gubernamentales se relaciona con un aumento de 0,7582 millones de toneladas en la producción. Esto sugiere que, a pesar de

los escándalos de corrupción que rodean los proyectos de inversión en infraestructura vial y en el fomento de los agronegocios, los recursos que alcanzaron a invertir contribuyeron significativamente al aumento de la producción de RFF.

$$X_3 = 0,7582 **$$

En este contexto, el índice de percepción de la corrupción evalúa los niveles de corrupción en las instituciones gubernamentales de los países y toma en consideración los escándalos de corrupción relacionados con las inversiones en diversos sectores productivos de los países y cómo estos afectan las inversiones, tal como lo señala Peralta (2023) al afirmar que la corrupción puede restringir la inversión pública en proyectos de infraestructura y servicios, lo que obstaculiza el crecimiento social, económico e institucional, así como el desarrollo de las empresas que buscan progresar en tales circunstancias.

En relación a lo anterior, una de las limitaciones de la investigación fue la transparencia y el acceso a la información pública de la ejecución presupuestal completa para el periodo del estudio; no fue posible identificar los datos para determinar los niveles de inversión en infraestructura vial en la zona de influencia de los cultivos de palma de aceite en la zona norte entre los años 2000 – 2009 debido a la mala calidad y visibilidad de los archivos contenidos en el portal web de la Agencia Nacional de Infraestructura; razón por la cual se excluye la variable X_7 = inversión en infraestructura vial del modelo de regresión. Sin embargo, se resalta la importancia del desarrollo de las obras viales para óptimos resultados del sector.

Por otro lado, en cuanto a la variable X_4 que contempla el número de hectáreas en producción sugiere una relación medianamente significativa al presentar un coeficiente de 1,8918 el cual indica que el aumento en la superficie de producción está asociado con un aumento significativo en la producción total. Esto se debe a los esfuerzos de los productores que según la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma, 2022) han ejecutado acciones para reponer mayores hectáreas de cultivos para obtener mejores rendimientos.

$$X_4 = 1,8918 **$$

Por el contrario, la variable explicativa X_5 al contemplar los cambios de temperatura indica que a medida que los niveles de temperatura superaron el rango de rango de 25-30°C durante el día y alrededor de 20-25°C durante la noche en el periodo antes mencionado como lo plantea Bernal (2000) señalando los planteamientos de Hartley en su libro "Palma de Aceite" hay afectaciones en la producción no obstante la palma de aceite puede tolerar temperaturas más altas, pero temperaturas extremadamente altas pueden afectar negativamente su crecimiento y rendimiento; en este caso la correlación es bastante fuerte al presentar un coeficiente de 6,5279; lo anterior indica que en este periodo de tiempo, los cultivo no se adaptaron a las temperaturas superiores del rango, a pesar de encontrarse inmerso en las condiciones climáticas de la zona norte afectando las dinámicas de producción en alrededor de 6,5 millones de toneladas anuales.

$$X_5 = 6,5279 ** \quad x_5^2 = 24.66353 **$$

Considerando la importancia de la variable temperatura para el modelo y partiendo de las ideas planteadas por Fox (2015), quien señala que la inclusión de variables al cuadrado en un modelo de regresión permite capturar de manera más precisa efectos no lineales, se realizó la regresión incluyendo esta variable al cuadrado. Los resultados se presentan en la tabla N° 13 y N° 14, así como en la figura N°12 (ver anexo). Esto permitió capturar de manera más precisa el efecto no lineal de la temperatura en la producción de

RFF. Se observó que debido a las temperaturas presentadas en el período 2000-2022, se dejaron de producir 24,6353 toneladas anuales en la zona norte, como se expresa en la siguiente ecuación.

$$Y = -0,9833 + 24,6353 x_5^2 + 0,7969$$

Donde:

- Y = es la variable dependiente (Producción de RFF)
- $\beta_0 = -2,9649$ es el término de intersección o constante β_0
- $\beta_6 = 24,6353$ es el coeficientes de regresión de X_6 (temperatura)
- $\varepsilon = 0,7969$ es el error típico
- X_5 = es las variables independientes

Por otro lado, la variable X_6 presenta una correlación de 0,1068 con respecto a la producción de RFF, pues los niveles de lluvia según Bernal (2000) deben estar en un rango de 1800 – 2000 mm de lluvia y se encuentran por debajo para el periodo de tiempo a excepción de los años 2004, 2008 y 2010; el coeficiente de regresión de 0,1068 lo que indica que hay una relación débil entre la cantidad de lluvia y la producción de RFF. En otras palabras, los niveles de precipitaciones en la zona norte de Colombia no son relevantes debido al incremento de los sistemas de riegos y el seguimiento estricto de las condiciones ideales por la sensibilidad en los cultivos frente a los niveles de las precipitaciones y las temperaturas acorde a planteamientos de Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma, 2022). Lo anterior vislumbra implicaciones importantes para la gestión y planificación de la producción en relación con el inminente cambio climático.

$$X_6 = 0,1068 **$$

En suma, los resultados proporcionan una visión general de la calidad y el ajuste del modelo de regresión lineal múltiple, indicando una alta correlación con las variables independientes y una explicación significativa de la variabilidad en la producción de RFF. Estos hallazgos fueron fundamentales para comprender las dinámicas de producción que permiten a las partes interesadas planificar estrategias de gestión en respuesta al cambio climático y otros desafíos del sector palmicultor.

CONCLUSIONES

Partiendo de los pilares del índice de competitividad global, se identificaron las variables necesarias para analizar el sector palmicultor en la zona norte de Colombia mediante el diseño e interpretación de un modelo de regresión lineal múltiple. Los datos obtenidos a partir de este análisis proporcionaron una visión detallada y fundamentada sobre la dinámica del sector, permitiendo validar las hipótesis planteadas y responder de manera precisa a los objetivos e interrogantes de la investigación.

Durante el periodo 2000 - 2022, el sector palmicultor en la zona norte de Colombia enfrentó considerables desafíos, particularmente relacionados con el cambio climático. Las temperaturas superiores a los 30°C representaron una amenaza para los cultivos de palma de aceite, a pesar de encontrarse a 11° 15' de latitud norte, por esta razón es necesario realizar seguimientos continuos y ejecutar acciones en casos específicos donde los niveles de temperatura puedan afectar a los cultivos. Esta situación evidencia la vulnerabilidad del sector agrícola ante los impactos del cambio climático y subraya la urgencia de implementar medidas de adaptación y mitigación.

A pesar, de encontrarse los niveles de precipitaciones la mayor parte de tiempo por debajo del rango se presentó una relación débil frente a la producción de RFF, a razón de los sistemas de riesgos implementados por los productores, los seguimientos estrictos de las condiciones meteorológicas; estos cultivos fueron susceptible a las altas en trece de los veintitrés años de estudio.

Además, se identificó la influencia de las instituciones gubernamentales que propician el crecimiento económico del sector palmicultor al encontrarse envueltas en escenarios de corrupción, por lo que al limitar la inversión y la efectividad de las políticas públicas agrícolas, ha contribuido a agravar los desafíos enfrentados por los productores de palma de aceite en la región que de acuerdo con Buenhombre et al. (2022) quien valida los desafíos de los productores; también afirma que las políticas públicas agrícolas son fundamentales generar dinámicas económicas en el corto y largo plazo; lo que obstaculiza avanzar en términos de competitividad, por lo que es crucial abordar estos problemas estructurales para promover un desarrollo sostenible y equitativo en la palmicultura y en todo el sector agrícola en la zona norte de Colombia.

En resumen, los hallazgos de esta investigación destacan la importancia de comprender y abordar los factores ambientales relacionados a los económicos y políticos que influyen en los niveles de ingresos de los pequeños productores del sector palmicultor como una tendencia a nuevas investigaciones que en concordancia con Lugo et al. (2018) establecen que para aumentar la competitividad de la producción en el mercado internacional se debe aumentar la producción de RFF por hectáreas protegiendo el medio ambiente de aquí que la implementación de políticas y estrategias efectivas, basadas en evidencia científica y enfoques multidisciplinarios, es esencial para fortalecer la resiliencia y la competitividad de la industria palmicultora en la zona norte de Colombia, garantizando su contribución al desarrollo económico y social del país.

REFERENCIAS

- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI, 2023). *Informe de Ejecución Presupuestal por años*. ANI. <https://www.ani.gov.co/transparencia-y-acceso-informacion-publica/presupuesto-y-ejecucion-presupuestal>
- Ballinas Ríos, F. (2004). Paradigmas y perspectivas teórico-metodológicas en el estudio de la administración. *Universidad Veracruzana*. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/paradigmas2004-2.pdf>
- Banco Mundial (2007). *Informe sobre el Desarrollo mundial 2008: Agricultura para el desarrollo*. Banco Mundial. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/747041468315832028/pdf/414550SPANISH0101OFFICIAL0USE0ONLY1.pdf>
- Barrantes, R. (2014). *Investigación, Un camino al conocimiento, Un Enfoque Cualitativo, Cuantitativo y Mixto*. San José, Costa Rica, Editorial EUNED.
- Bernal, F. (2000). Aspectos para considerar en el establecimiento de nuevas plantaciones de palma de aceite. *Palmas*, 21(especial), 259–264. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/838>

- Brida, J. Carve, V. y Lanzilotta, B. (2020). La relación entre la inversión pública en infraestructura vial y el crecimiento económico de Uruguay. [The impact of investment in transport infrastructure on Uruguay's economic growth] *Revista De Estudios Regionales*, (118), 177-211. <http://ezproxy.unbosque.edu.co:2048/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/la-relación-entre-inversión-pública-en/docview/2486551855/se-2>
- Buenhombre, M. Mariño, G. (2022). Asociatividad como estrategia de productividad y competitividad del sector agrícola. *Produccioncientificaluz*. Vol. 28 Núm. 9 (2023) <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/40676/46417>
- Cooman, A. (2023) El sector palmicultor ha respondido al esfuerzo:10 años de avances. *Palmasana y Productiva*. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/ppp/issue/view/1667/204>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2022). *Producto Interno Bruto - PIB. Histórico*. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/historicos-producto-interno-bruto-pib>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2023). *Boletín Técnico del Producto Interno Bruto – PIB cuarto trimestre del año 2023*. DANE. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PIB/bol-PIB-IVtrim2023.pdf>
- Devarajan, S. y Zou, H. (1994), “Does public Investment Promote Economic Growth?”. The Hong Kong University of Science and Technology, mimeografiado.
- Dobles, C. Zúñiga, M. y García, J. (1998). Investigación en educación: procesos, interacciones y construcciones. San José: EUNED.
- Eriksson, D. (2022). *Índice de Percepción de la Corrupción*. Transparency International. <https://www.transparency.org/en/cpi/2022/index/col>
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma, 2022). *Informes de Gestión*. FEDEPALMA. <https://fedepalma.org/informes-de-gestion/>
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma, 2011). *Censo Nacional de Palmero. Infraestructura de Plantaciones*. SISPA. <https://sispa.fedepalma.org/sispaweb/default.aspx?Control=Pages/censo2011>
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma, 2011). *Sistema de Información Estadística del Sector Palmero - SISPA. Infraestructura de Plantaciones: áreas de tierras en desarrollo y producción de la zona norte de Colombia*. SISPA. <https://sispa.fedepalma.org/sispaweb/default.aspx?Control=Pages/areas>
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma (2022). *Informe de Gestión Fedepalma 2022*. FEDEPALMA. https://fedepalma.org/fede_content/uploads/2023/06/6D26-Informe-Fedepalma-2022.pdf

- Flores Tapia, C. Pérez González, M. Maza, F. y Flores, K. (2022) The determining factors of productivity and competitiveness from the perspective of territorial and sustainable development
- Foro Económico Mundial (2019). *Global Competitiveness Index 4.0. Perfiles Económicos. Reporte y Datos Interactivos*. FEM.
https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
- Fox, J. (2015). *Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models* (3rd ed.). Sage Publications.
- Galván, A. Delgado, J. y Ruiz, E. (2023). Deuda Pública en el Desarrollo de las Regiones: Un enfoque de inversión para la competitividad. *Revista De Ciencias Sociales*, XXIX (2), 123-138. <https://www-scopus-com.ezproxy.unbosque.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85156221391&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=f8a0ae347700d416e558156d904fa7e9&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Deuda+P%C3%BAblica+en+el+Desarrollo+de+las+Regiones%3A+Un+enfoque+de+inversi%C3%B3n+para+la+competitividad%29&sl=109&sessionSearchId=f8a0ae347700d416e558156d904fa7e9>
- Greene, W. H. (2020). *Econometric analysis* (8th ed.). Pearson.
- González, A. (2016). La agroindustria de la palma de aceite en América. *Palmas*, 37(Especial Tomo II), pp. 215-228 <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11938/11931>
- Guerrero Fernández, J. y Kato, E. (2022). Esperando el tren: productividad territorial y el proyecto de alta velocidad ferroviaria en México. *Economía, sociedad y territorio*, 22(68), 147-176. Epub 02 de mayo de 2022. <https://doi.org/10.22136/est20221676>
- Guerrero, R. Prado, M. Lenice, D. y Ojeda-Vargas, M. (2016). Reflexión crítica epistemológica sobre métodos mixtos en investigación de enfermería. *Enfermería universitaria*, 13(4), 246-252. <https://doi.org/10.1016/j.reu.2016.09.001>
- Hernández, S. Fernández, C. Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta Edición. Mc Graw Hill Education. [chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf](https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf)
- Hurtado, J. (2008). Guía para la comprensión Holística de la ciencia, Unidad III, Capítulo 3, PP. 45 a 65. <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0092769/cap03.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2024). *Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos*. IDEAM. <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>
- Jaramillo, C. F. (2002). "Crisis y transformación de la agricultura colombiana: 1990-2000". *Banco de la República*, Bogotá, D.C

- Jaramillo, M. y Alcázar, L. (2022). Inversión pública y desigualdad en América Latina. *Federal Reserve Bank of St Louis*
<https://www.proquest.com/pq1academic/docview/2730174686/21E2D43077464948PQ/1>
- Linares, B. Zapata, E. Nazar, A. Suarez, B. (2018). Reconversión productiva a palma de aceite en el valle del Tulijá, Chiapas, México: Impacto diferenciado por género. Productive reconversion to oil palm in the Tulijá valley, Chiapas, Mexico: Impact differentiated by gender. SCIELO.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v15n4/1870-5472-asd-15-04-487-en.pdf>
- López, P. Fachelli, S. (2015). Metodología de la investigación social cualitativa. Primera Edición. *Creative Commons*.
[extension://efaidnbmnnnibpccajpcglclefindmkaj/https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/met_invsocua_cap2-4a2017.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/met_invsocua_cap2-4a2017.pdf)
- López, E. Parra, M. Montañez, A. (2019). Comparative analysis of road infrastructure between Colombia and Ecuador in the 21st century [Análisis comparativo de la infraestructura vial entre Colombia y Ecuador en el siglo XXI] *Revista Espacios*, Vol.40 (N°42) 2019 pag 19.
<https://www.revistaespacios.com/a19v40n42/a19v40n42p17.pdf>
- Lugo, E. Sáenz, J. y Lugo, J. (2018). La productividad como determinante de la competitividad de las exportaciones de aceite de palma del departamento del Magdalena Colombia, 2007-2015. *Revista saber, ciencia y libertar*, Vol. 13, No. 1, Págs. 145-163.
- Márquez, L. Cuétara, L. Cartay, R. Labarca, N. (2020). Desarrollo y crecimiento económico: Análisis teórico desde un enfoque cuantitativo. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, vol. XXVI, núm. 1, pp. 233-253.
<https://www.redalyc.org/journal/280/28063104020/html/>
- Marquina, Avolio, Carpio y Fajardo (2022) Resultados del Ranking de Competitividad Mundial 2022. *CENTRUM PUCP – Escuela de Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú*.
[https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/185975/Resultados%20del%20Ranking%20de%20Competitividad%20Mundial%202022.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Esta%20medición%20se%20realiza%20sobre,de%20Negocios%2C%20e%20d\)%20Infraestructur.](https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/185975/Resultados%20del%20Ranking%20de%20Competitividad%20Mundial%202022.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Esta%20medición%20se%20realiza%20sobre,de%20Negocios%2C%20e%20d)%20Infraestructur.)
- Mendoza, M. Oliveros, D. Guzmán, A. (2020). La eficiencia de las empresas del sector palmicultor en Colombia. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (88), 33-48. DOI:
<https://doi.org/10.21158/01208160.n88.2020.2695>
- Ministerio de Agricultura y de Desarrollo Rural (2020). Cadena de Palma de Aceite: Indicadores e Instrumentos. MINIAGRICULTURA. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Palma/Documentos/2021-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Montgomery, Douglas C., Elizabeth A. Peck, y G. Geoffrey Vining. (2005). Introducción al análisis de regresión lineal. 1a ed., 2a reimp. México D.F: Compañía Editorial Continental. Print.

- Moreira, L. (2022). Infraestructura y dotación de servicio del transporte público urbano de la ciudad de Portoviejo. [Infrastructure and provision of the urban public transport service in the city of Portoviejo] *Revista De Arquitectura*, 24(2), 10-16. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2022.24.3950>
- Muñoz, C. (2013). Métodos mixtos: Una aproximación a sus ventajas y limitaciones en la investigación de sistemas y servicios de salud. Mixes Methods: A review of their advantages and limitations in health systems and services research. *Revista Chil Salud Pública* 2013; Vol 17 (3): 218-233
- Mosquera, M., & López, D. (2017). Aceite de palma certificado sostenible: análisis de la cadena de valor. *Palmas*, 38(1), 11-25. Recuperado a partir de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12042>
- Otálora, J. (2021). La palma de aceite en Tumaco (Colombia) como cuestión geopolítica. Geopolítica(s). *Revista de estudios sobre espacio y poder*, 12(2), 231-253. <https://dx.doi.org/10.5209/geop.6874>
- Paniagua, J. y Solórzano, J. (2020). Improving strategic management through risk análisis small palm (*Elaeis guineensis*) oil industrializers, Central America. *Revista Universidad de Costa Rica*, Vol. 31, Nº. 3, 2020, págs. 619-633. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7568511>
- Peralta, L. (2023). Posiciones e imposiciones del Estado y la ciudadanía sobre la CIS. Transcrip Ed. Distopía del desarrollo vial: La carretera interoceánica y sus voces (pp. 144-218). Editorial transcript. <https://www.proquest.com/docview/2799583728/bookReader?accountid=41311>
- Perfetti, J. J., Balcázar, Á., Hernández, A., & Leibovich, J. (2013). Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia. Fedesarrollo, Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC). FEDESARROLLO. <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/61/?sequence=1>
- Rincon, V., Molina, V., Zabala, A., Barrera, O., Torres, J. (2022) The oil palm cadastre in Colombia. Catastro de la palma de aceite en Colombia. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v40n2.98801>.
- Rivera, S. (2023). Anuario Mundial de Competitividad (AMC) informe para Colombia. *Departamento de Planeación Nacional*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/Anuario-Mundial-Competitividad_IMD2023-Informe-Colombia.pdf
- Sistema de Información Estadística del Sector Palmero (SISPA, 2023). Datos sobre producción, exportaciones e importaciones, precios, áreas sembradas, censo 97, censo 2011 y REDATAM. FEDEPALMA. <https://sispa.fedepalma.org/sispaweb/default.aspx>
- Sobrino, L. (2021). Crecimiento económico y dinámica demográfica en ciudades de México, 1993-2013. *Papeles De Población*, 26(104), 11-50. Consultado de <https://rppoblacion.uaemex.mx/article/view/13447>
- Transparency International (2022). *Índice de Corrupción*. Transparency International. <https://www.transparency.org/en/cpi/2022>

Transparency International (2023). *Índice de Corrupción*. Transparency International.
<https://www.transparency.org/en/cpi/2023>

Urdaneta, A. Borgucci, E. y Jaramillo, B. (2021). Crecimiento económico y la teoría de la eficiencia dinámica. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 11(21), 93-116.
<https://doi.org/10.17163/ret.n21.2021.06>

ANEXOS

Tabla N°6

Factor de Inflación de la Varianza

VARIABLE	R2	VIF
X₁	0,06769968	1,07261574
X₂	0,62156681	2,64247434
X₃	0,42030273	1,72503831
X₄	0,79731711	4,93381562
X₅	0,28541341	1,39941053
X₆	0,03079862	1,03177731

Nota. Factor de Inflación de la Varianza (VIF): No existen problemas de multicolinealidad. Es decir, $X_1 - X_6 < 10$. Fuente: diseño propio.

Tabla N°7

Resumen estadístico de regresión X₁

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,26019162
Coeficiente de determinación R ²	0,06769968
R ² ajustado	0,02330443
Error típico	1,47390097
Observaciones	23

Nota. Resumen estadístico de regresión X₁ realizado para calcular VIF. Fuente: diseño propio.

Tabla N°8

Resumen estadístico de regresión X₂

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,78839508
Coeficiente de determinación R ²	0,62156681
R ² ajustado	0,60354618
Error típico	1,5031055
Observaciones	23

Nota. Resumen estadístico de regresión X₂ realizado para calcular VIF. Fuente: diseño propio.

Tabla N°9

Resumen estadístico de regresión X₃

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,64830759
Coeficiente de determinación R ²	0,42030273
R ² ajustado	0,3926981
Error típico	0,10396756
Observaciones	23

Nota. Resumen estadístico de regresión X₃ realizado para calcular VIF. Fuente: diseño propio.

Tabla N°10

Resumen estadístico de regresión X_4

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,89292615
Coeficiente de determinación R^2	0,79731711
R^2 ajustado	0,78766555
Error típico	0,12530057
Observaciones	23

Nota. Resumen estadístico de regresión X_4 realizado para calcular VIF. Fuente: diseño propio.

Tabla N°11

Resumen estadístico de regresión X_5

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,53424097
Coeficiente de determinación R^2	0,28541341
R^2 ajustado	0,25138548
Error típico	0,02787448
Observaciones	23

Nota. Resumen estadístico de regresión X_5 realizado para calcular VIF. Fuente: diseño propio.

Tabla N°12

Resumen estadístico de regresión X_6

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,17549534
Coeficiente de determinación R^2	0,0307986
R^2 ajustado	-0,0153538
Error típico	0,4463764
Observaciones	23

Nota. Resumen estadístico de regresión X_6 realizado para calcular VIF. Fuente: diseño propio.

Tabla N°13

Variable x_5^2

Año	Y: Producción RFF (millones de ton)	X_5 : Temperatura en °C (0-1)	X_5 : Temperatura en °C (0-1) x_5^2
2000	0,811	0,331	0,110
2001	0,929	0,340	0,116
2002	0,890	0,341	0,116
2003	0,801	0,339	0,115
2004	1,013	0,332	0,110
2005	0,973	0,278	0,077
2006	0,805	0,274	0,075
2007	1,005	0,268	0,072
2008	1,017	0,274	0,075
2009	1,143	0,276	0,076
2010	1,109	0,337	0,114
2011	1,339	0,330	0,109
2012	1,353	0,344	0,118
2013	1,726	0,351	0,123
2014	1,823	0,359	0,129
2015	2,259	0,373	0,139
2016	2,167	0,365	0,133
2017	3,092	0,363	0,132
2018	2,937	0,353	0,124
2019	2,827	0,342	0,117
2020	3,103	0,337	0,113
2021	3,382	0,347	0,121
2022	3,210	0,341	0,116

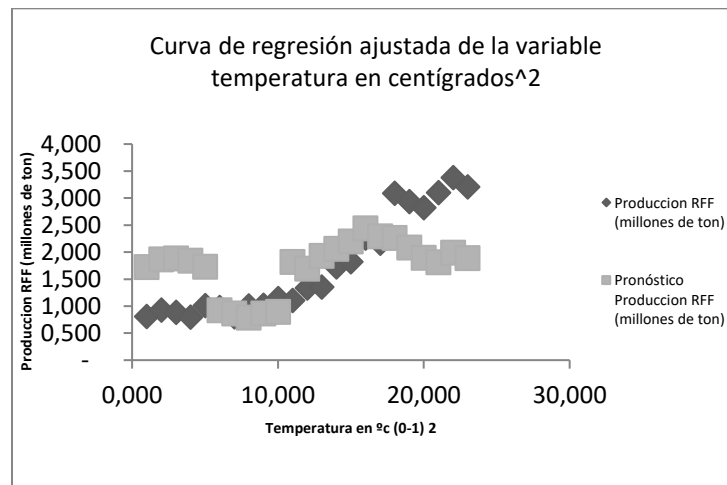
Nota. Variable x_5^2 expresión cuadrática. Fuente: diseño propio.

Tabla N°14
Coeficientes de regresión x_5^2

	Coeficiente	Estadístico t	Error típico	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	-0,983342	-1,052430	0,93435	-2,92643	0,95975	-2,926	0,9597
Temperatura en °C (0-1) 2	24,635365	2,947481	8,35810	7,25372	42,017	7,2537	42,017

Nota. Coeficientes de regresión x_5^2 . Fuente: diseño propio.

Figura N°12
Curva de regresión ajustada de la variable temperatura en centígrados x_5^2



Nota. El gráfico muestra la Curva de regresión ajustada de la variable temperatura en centígrados x_5^2 . Fuente: diseño propio.