

CONSULTORÍA

**CONSULTORÍA EN EL ÁREA DE MERCADEO DEL INGENIO MAYAGÜEZ PARA EL
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO DE FRANJAS DE
PRECIOS APLICADO A SU PORTAFOLIO DE PRODUCTOS DE LA CATEGORÍA DE
AZÚCAR PARA LOS CANALES DE COMERCIALIZACIÓN**

ALFREDO JEFFERSON APONTE SEGURA

OSCAR EDUARDO HUERTAS GARCÍA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

SANTIAGO DE CALI

AÑO 2023

CONSULTORÍA

**CONSULTORÍA EN EL ÁREA DE MERCADEO DEL INGENIO MAYAGÜEZ PARA EL
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO DE FRANJAS DE
PRECIOS APLICADO A SU PORTAFOLIO DE PRODUCTOS DE LA CATEGORÍA DE
AZÚCAR PARA LOS CANALES DE COMERCIALIZACIÓN**

ALFREDO JEFFERSON APONTE SEGURA

OSCAR EDUARDO HUERTAS GARCÍA

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título
de Magíster en Administración de Empresas**

Director del trabajo de grado: David Arango Londoño

Magister en Economía Aplicada

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

SANTIAGO DE CALI

AÑO 2023

Santiago de Cali, 30 de mayo de 2023

Doctor (a)

Fabián Fernando Osorio Tinoco

Decano

Facultad De Ciencias Económicas y Administrativas

Pontificia Universidad Javeriana

La Ciudad

Por medio de la presente estamos entregando a usted el Trabajo de Grado cuyo título es “Consultoría en el área de mercadeo del Ingenio Mayagüez para el diseño e implementación de un modelo predictivo de franjas de precios aplicado a su portafolio de productos de la categoría de azúcar para los canales de comercialización”.

Esperamos que este Trabajo cumpla con los requisitos académicos exigidos y que alcance el propósito para el cual fue elaborado.

Atentamente



Alfredo Jefferson Aponte Segura
CC 1130245291



Oscar Eduardo Huertas García
CC 1143825735

Santiago de Cali, 30 de mayo de 2023

Doctor (a)

Fabián Fernando Osorio Tinoco

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Pontificia Universidad Javeriana

La Ciudad

Por medio de la presente me permito comunicarle, que en mi calidad de director de trabajo de grado he leído detenidamente el informe final del estudio titulado “Consultoría en el área de mercadeo del Ingenio Mayagüez para el diseño e implementación de un modelo predictivo de franjas de precios aplicado a su portafolio de productos de la categoría de azúcar para los canales de comercialización”, realizado por los estudiantes de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Javeriana nombres: Alfredo Jefferson Aponte Segura CC 1130245291 y Oscar Eduardo Huertas García CC 1143825735, y considero que cumple con todos los requisitos requeridos para ser presentada a evaluación.

Atentamente

David Arango Londoño

David Arango Londoño

Director del Trabajo de Grado

ARTÍCULO 23 de la resolución N° 13 de julio 6 de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de Tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque la Tesis no contenga ataques o polémicas puramente personales; antes bien, se vea en ellas al anhelo de buscar la Verdad y la Justicia”.

“CONSULTORÍA EN EL ÁREA DE MERCADEO DEL INGENIO MAYAGÜEZ PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO DE FRANJAS DE PRECIOS APLICADO A SU PORTAFOLIO DE PRODUCTOS DE LA CATEGORÍA DE AZÚCAR PARA LOS CANALES DE COMERCIALIZACIÓN” Aprobado por el Comité de Trabajos de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana para optar por el título de Magíster en Administración de Empresas”.

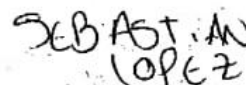


Fabian Fernando Osorio Tinoco
Decano

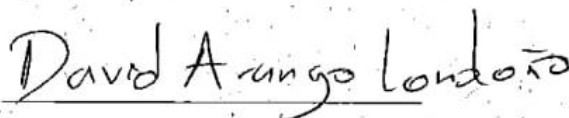
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas



Monica Cecilia Tobón Gordillo
Directora
Maestría en Administración de Empresas



Sebastian Lopez Estrada
Jurado



David Arango Londoño
Director del Trabajo de Grado

Santiago de Cali, fecha 19 de julio de 2023

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	12
1. INTRODUCCIÓN	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3. OBJETIVOS	18
3.1. Objetivo general.....	18
3.2. Objetivos específicos.....	18
4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	19
5. MARCO CONCEPTUAL.....	21
5.1. Ingenio Mayagüez.....	21
5.2. Estrategias de fijación de precios.....	22
5.3. Marco Teórico Estadístico	24
6. METODOLOGÍA.....	30
6.1. Área del estudio	30
6.2. Análisis estadístico	30
6.3. Toneladas de Caña de Azúcar	32
6.4. Molienda.....	32
6.5. Sacarosa	33
6.6. Nivel de Lluvia.....	34

6.7.	TRM.....	36
6.8.	Precio del azúcar en la Bolsa de Nueva York.....	38
6.9.	Referente Mercado Equivalente a 50 Kg	39
6.10.	Precio Venta Real Granel 50Kg.....	40
6.11.	Precio Proyectado P. Financiera 50Kg.....	41
6.12.	Cantidad de Sacos de 50Kg Producidos.....	42
6.13.	Cantidad de Sacos de 50Kg Vendidos.....	43
6.14.	Precio de venta al público x Gramo Cadenas	44
7.	RESULTADOS	46
8.	CONCLUSIONES.....	53
9.	BIBLIOGRAFÍA	55
	ANEXO. TABLAS DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DESCRIPTIVOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Funciones de enlace comúnmente utilizadas en modelos lineales generalizados</i>	28
<i>Tabla 2. Análisis univariado de las variables predictivas por mes</i>	30
<i>Tabla 3. Resultados del proceso de regresión lineal ejecutado en R para la definición del precio equivalente a 50kg de azúcar</i>	46
<i>Tabla 4. Nivel de importancia de las variables generadas en el modelo R para la definición del precio equivalente a 50kg de azúcar</i>	47

ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Figura 1. Toneladas de caña molida por mes, entre 2019 y 2022 en el Mayagüez S.A.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 2. Porcentaje de sacarosa por hectárea entre 2019-2022 en Mayagüez.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 3. Milímetros de lluvia mensuales en Colombia, entre 2019 y 2022</i>	<i>36</i>
<i>Figura 4. Tasa Representativa del Mercado del dólar de EE. UU. en Colombia, Promedio mensual, entre 2019 y 2022.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 5. Promedio mensual del precio del azúcar en la Bolsa de Nueva York entre 2019 y 2022 (en USD/Libra).....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 6. Promedio Mensual del Precio Referente de Mercado para el azúcar, entre 2019 y 2022</i>	<i>40</i>
<i>Figura 7. Precio real de comercialización del azúcar, entre 2019 y 2022, por 50 Kg</i>	<i>41</i>
<i>Figura 8. Precio proyectado de Planeación Financiera, entre 2019 y 2022, por 50 Kg</i>	<i>42</i>
<i>Figura 9. Producción de azúcar entre 2019 y 2022, en miles de sacos de 50 Kg.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 10. Sacos de azúcar de 50 Kg vendidos entre 2019 y 2022</i>	<i>44</i>
<i>Figura 11. Precio de Venta al Público en pesos en cadenas entre 2019 y 2022, por gr de azúcar.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 12. Precio proyectado con modelo, en pesos por saco de 50 Kg de azúcar entre 2019 y 2022</i>	<i>49</i>

<i>Figura 13. Precio proyectado por Planeación Financiera de Mayagüez para saco de azúcar de 50 Kg, entre 2019 y 2022</i>	<i>50</i>
<i>Figura 14. Precio real en mercado del saco de azúcar de 50 kg, entre 2019 y 2022</i>	<i>51</i>
Figura 15. Comparación de precios proyectados y precios reales de saco de azúcar de 50 Kg, entre 2019 y 2022	52

DEDICATORIA

Queremos dedicar esta tesis a todos aquellos que, de alguna manera, han contribuido a nuestra formación profesional y a la culminación de este proyecto.

A nuestros profesores, por su orientación y enseñanzas en el aula, las cuales hemos podido aplicar en este proyecto. Gracias por ser una fuente constante de inspiración y motivación en nuestra formación profesional.

Por último, a nuestras familias y amigos, por su amor y apoyo incondicional en todo momento. Gracias por creer en nosotros y por motivarnos a seguir adelante en la búsqueda de nuestras metas profesionales.

Esta tesis es el resultado de un esfuerzo conjunto y representa nuestro compromiso con el crecimiento profesional y la mejora continua. Esperamos que los resultados de esta consultoría sirvan para contribuir al desarrollo del departamento de mercadeo del Ingenio Mayagüez y, en última instancia, al éxito de la organización.

¡Gracias a todos por ser parte de este logro!

1. INTRODUCCIÓN

La agroindustria es uno de los sectores económicos más importantes en países en vías de desarrollo como Somalia, Afganistán, Haití, Albania (*World Bank Open Data*, n.d.). Los ingenios azucareros son uno de los sectores más representativos de la agroindustria al ser productores de un artículo básico y de alta demanda como es el azúcar (*Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets*, 2022). Sin embargo, como en cualquier industria, el mercado del azúcar es muy competitivo y está sujeto a cambios constantes en la oferta y la demanda, así como a la presión de factores externos como los precios de los insumos, las regulaciones gubernamentales y la evolución del mercado global (Kennedy & Harrison, 1999; Ndlangamandla et al., 2016; Sheetal et al., 2020).

El azúcar es esencial en la mayoría de los hogares y se utiliza en una amplia variedad de alimentos y bebidas (Mintz, 1996). Debido a la gran demanda de azúcar, el precio de este producto es un factor crítico para la industria alimentaria y el consumidor final (Jacomini & Burnquist, 2018). Por lo tanto, es importante tener una comprensión precisa y actualizada de las franjas de precios del azúcar para poder tomar decisiones informadas sobre la producción, el almacenamiento y la compra de azúcar.

En este contexto, el mercadeo se convierte en una herramienta fundamental para la supervivencia y el crecimiento de un ingenio azucarero (Morgan, 2012). La variable precio de las 4Ps (producto, precio, promoción y plaza) es una de las más importantes en el mercadeo y, por lo tanto, merece una atención especial por parte de los gerentes y los consultores del sector (Figuroa Soledispa et al., 2020).

Este trabajo de grado se enfoca en la consultoría en el área de mercadeo del Ingenio Mayagüez, con un enfoque particular en la variable precio de las 4Ps. El objetivo principal del trabajo de grado es ofrecer recomendaciones prácticas y efectivas para mejorar la

gestión del precio en el Ingenio, con el fin de incrementar la rentabilidad y la competitividad en el mercado.

La metodología utilizada en este trabajo de grado se basó en dos enfoques estratégicos fundamentales. En primer lugar, se realizó una exhaustiva revisión de la literatura existente, lo cual permitió establecer una base sólida de conocimiento en el análisis de variables externas e internas del mercado. Esta revisión estratégica nos proporcionó una visión amplia y actualizada del entorno en el que se desarrolla el problema planteado.

Proponemos un modelo predictivo de franja de precios construido a partir de variables críticas en la determinación del precio de los productos de la categoría de azúcar. Este modelo se basa en 12 variables, entre las que se encuentran: el histórico de precios del azúcar, la producción global, molienda y otros factores económicos relevantes.

Este trabajo es relevante para el Ingenio Mayagüez, debido a que proporciona una herramienta valiosa para la toma de decisiones en el área de mercadeo. Además, el modelo predictivo de franjas de precios del azúcar desarrollado en este trabajo podrá ser actualizado regularmente con los datos más recientes para asegurar su eficacia y precisión en la predicción de franjas de precios.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El área de Mercadeo en el Ingenio Mayagüez es responsable de diseñar las estrategias de precio de los diferentes productos del portafolio, durante los últimos años se ha evidenciado la necesidad de estimar de manera anticipada los cambios de precios que se presentan en la categoría de azúcar en Colombia, sin embargo, a la fecha no ha sido posible encontrar una metodología que permita hacer esa estimación de manera efectiva.

La fijación de precios es una parte fundamental de la estrategia de una empresa y tiene un impacto significativo en su rentabilidad y posicionamiento en el mercado (Córdoba Segovia & Moreno Moncayo, 2017). Una estrategia desacertada de fijación de precios puede tener consecuencias graves para una empresa, incluyendo:

- Pérdida de clientes: Si los precios son demasiado altos, los clientes pueden optar por productos y servicios más económicos ofrecidos por competidores. Por otro lado, si los precios son demasiado bajos, la empresa puede ser percibida como de baja calidad o no rentable, lo que también puede ahuyentar a los clientes.
- Pérdida de ingresos: Si los precios son demasiado bajos, la empresa puede no generar suficientes ingresos para cubrir sus costos operativos y generar ganancias. Si los precios son demasiado altos, los clientes pueden optar por productos y servicios más económicos, lo que también puede reducir los ingresos.
- Pérdida de rentabilidad: Si la empresa establece precios demasiado bajos, es posible que no pueda obtener una rentabilidad suficiente para cubrir sus costos operativos y reinvertir en el negocio. Si los precios son demasiado altos, es posible que la empresa no pueda competir con otros en el mercado y, por lo tanto, no pueda generar suficiente rentabilidad.

- Daño a la imagen de marca: Si los precios son percibidos como injustos o poco transparentes, la empresa puede dañar su imagen de marca y perder la confianza de los clientes.

Para el Ingenio Mayagüez, la data histórica ha mostrado que las variaciones en el precio de comercialización del producto se deben a los siguientes factores:

- El azúcar está contemplado dentro de los “Commodities”¹, por tal motivo su dinámica de precios se ajusta acorde a la oferta y demanda del producto. La oferta está sujeta a los desempeños de Toneladas de Caña por Hectárea (TCH) y Toneladas de Sacarosa por Hectárea (TSH) de los fabricantes.
- El mercado colombiano se divide en azúcar a granel (bultos/sacos) y azúcar empaquetado (presentaciones de retail).
- De acuerdo con el estudio realizado por la compañía Universal McCann para el Ingenio Mayagüez en el año 2019 titulado “Entendimiento del consumo de azúcar en Colombia”, el 95% del azúcar comercializado en Colombia no tiene un diferencial significativo en atributos de producto entre los diferentes fabricantes.
- No existe una relación entre el precio de venta al público y el precio de comercialización a los canales de distribución.
- La materia prima (caña de azúcar) es la fuente de elaboración de otros productos como alcohol, miel, energía, abonos, entre otros.

Acceder a un modelo que permita anticipar los precios simulando el comportamiento de variables críticas disponibles, representa para al Ingenio Mayagüez oportunidades, tales como:

¹ De acuerdo con el Diccionario de Cambridge un commodity es una sustancia o producto que puede ser comercializada, comprada o vendida (*Commodity*, 2023)

- Reducir la brecha en los precios de comercialización de los portafolios de azúcar del Ingenio Mayagüez la cual hoy en día deja una pérdida entre 10 mil y 15 mil millones de pesos mensuales.
- Estimar precios para el mediano plazo, permitiendo realizar proyecciones financieras donde se evalúe la rentabilidad de las marcas.
- Implementar las nuevas metodologías y tecnologías analíticas disponibles en el proceso de definición estratégica del precio de venta de la categoría de azúcar del Ingenio Mayagüez para la totalidad de su portafolio de productos en los diferentes canales de comercialización.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Implementar una consultoría en el área de mercadeo del Ingenio Mayagüez para identificar oportunidades de mejora en las estrategias de precios, con el propósito de incrementar la rentabilidad entre un 3% y 5% en los próximos 12 meses, a través de la definición de los precios base de comercialización del azúcar en el equivalente a quintal de azúcar.

3.2. Objetivos específicos

a. Evaluar la estrategia de precios actual de Ingenio Mayagüez y su impacto en la rentabilidad.

b. Identificar las oportunidades de mejora en la fijación de precios, teniendo en cuenta las variables predictoras utilizando un modelo de regresión lineal y validar el desempeño del modelo.

4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La implementación de una consultoría en el área de mercadeo del Ingenio Mayagüez, enfocada en la identificación de oportunidades de mejora en las estrategias de precios, es fundamental para la empresa. En un entorno altamente competitivo y cambiante, la fijación adecuada de precios es un factor crítico que puede impactar significativamente la rentabilidad y la posición competitiva de la organización (Córdoba Segovia & Moreno Moncayo, 2017). Por lo tanto, este trabajo de grado busca contribuir a la mejora de las estrategias de precios de Ingenio Mayagüez mediante la identificación de oportunidades de mejora en la fijación de precios y la optimización de los márgenes de beneficio.

Son varios los factores claves en los cuales se basa el estudio de consultoría en el área de mercadeo del Ingenio Mayagüez para el diseño e implementación de un modelo predictivo de franjas de precios aplicado a su portafolio de productos de la categoría de azúcar. Los factores más importantes son:

- **Competencia en el mercado:** El mercado del azúcar es altamente competitivo, por lo que es fundamental que el Ingenio Mayagüez cuente con una estrategia de precios efectiva para mantener su posición en el mercado y maximizar su rentabilidad.
- **Variabilidad de precios:** El precio del azúcar puede ser muy volátil debido a diversos factores, como las condiciones climáticas, la oferta y la demanda, entre otros. Por lo tanto, contar con un modelo predictivo de franjas de precios ayudará a la empresa a tomar decisiones informadas y a ajustar sus precios de manera oportuna y eficiente.
- **Diversidad de canales de comercialización:** El Ingenio Mayagüez cuenta con 2 macro canales de comercialización. Dentro del canal moderno están grandes superficies, supermercados independientes y hard discounts, en el canal tradicional están las plazas de mercado y los programas de distribución. Cada

canal de comercialización tiene diferentes requisitos de precios y demandas, por lo que es importante contar con un modelo que pueda adaptarse a cada uno de ellos.

- **Necesidad de innovación:** En un mercado tan competitivo, es fundamental para el Ingenio Mayagüez innovar y mantenerse a la vanguardia. La implementación de un modelo predictivo de franjas de precios es una forma de utilizar la tecnología y el análisis de datos para mejorar sus operaciones y ofrecer mejores soluciones a sus clientes.

El desarrollo de este trabajo de grado permitirá al Ingenio Mayagüez obtener una evaluación objetiva de su estrategia de precios actual y una identificación clara de las oportunidades de mejora. La implementación de las mejoras propuestas permitirá a la empresa incrementar la rentabilidad entre un 3% y 5% en los próximos 12 meses y fortalecer su posición en el mercado.

5. MARCO CONCEPTUAL

5.1. Ingenio Mayagüez

El ingenio Mayagüez es uno de los 12 ingenios más grandes ubicados en el valle geográfico del río Cauca, al sur occidente colombiano, creado en 1937 por Ana Julia Holguín de Hurtado, y su esposo el señor Nicanor Hurtado Pérez (Mayagüez S.A., 2020). Su primer producto fue la panela para después incursionar en la producción de azúcar, pasando de ser un trapiche panelero a empresa agroindustrial que es hoy en día (Mayagüez S.A., 2020).

Actualmente el ingenio produce, además de azúcar, alcohol carburante y compost. Adicionalmente posee una planta de cogeneración de energía eléctrica a partir de biomasa (bagazo). En 2020 Mayagüez tuvo una productividad en campo de 118.5 THC, 9.378 TCH y sacarosa de 13.14%. Se produjeron 6.507.453 QQ² de azúcar equivalente y se empacaron 4.187.022 QQ de azúcar (Mayagüez S.A., 2021).

La empresa maneja dos canales de ventas, canal moderno que en 2020 vendió 1.581.101 quintales de azúcar por valor de \$ 163.084.041.381 y el canal tradicional con ventas en 2020 de 862.196 quintales por valor de \$ 84.053.758.769 (Mayagüez S.A., 2021). Para 2022 los activos de la empresa aumentaron un 10.1% frente a 2021, mientras que el pasivo descendió en 1.3%. El patrimonio total de Mayagüez es de \$827.630 millones. Para 2022 la empresa contaba con 2083 empleados directos y 2.868 contratistas.

Mayagüez hace parte de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar (Asocaña), la asociación gremial encargada de representar al sector agroindustrial de la caña para promover su evolución y desarrollo sostenible (Ramirez, 2017).

Asocaña se compone de ingenios y productores de caña de azúcar. Los ingenios azucareros que forman parte de Asocaña son: Carmelita, Incauca, La Cabaña, Manuelita,

² Bulto o quintal equivalente a 50 kg

Maria Luisa, Mayagüez, Del Occidente, Pichichi, Providencia, Riopaila Castilla, Risaralda y Sancarlos. Además, también incluye a un número significativo de productores de caña de azúcar de la región. Su sede principal se encuentra en Cali y cuentan con una oficina en Bogotá. Los órganos de dirección y administración de Asocaña son la Asamblea General de Afiliados, la Junta Directiva y la Presidencia. (Ramirez, 2017).

Además de Asocaña, el Sector Agroindustrial de la Caña ha conformado otras instituciones dedicadas a labores especializadas en temas de investigación, capacitación y comercialización internacional de azúcar (Ramirez, 2017):

1. Cenicaña (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar): organismo científico creado en 1977 con aportes privados de ingenios y cultivadores, que se encarga específicamente de la investigación y divulgación de tecnología en el Sector Agroindustrial de la Caña con el objetivo de mejorar en el largo plazo sus condiciones de competitividad, aprovechando las ventajas de estar situada en una de las zonas más exclusivas del mundo para el cultivo de la caña de azúcar como es el valle geográfico del río Cauca.

2. Tecnicaña (Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar): responsable de la permanente capacitación y transferencia de tecnología hacia los técnicos del sector.

5.2. Estrategias de fijación de precios

El Ingenio Mayagüez establece una estrategia de fijación de precios en los que tienen en cuenta una combinación de factores asociados a situaciones internas y externas; estableciendo un peso a cada uno de estos factores y que pueden variar en el tiempo; periódicamente se realizan ajustes que permiten optimizar el proceso de fijación de precios del azúcar. Actualmente, los factores que se consideran son los siguientes:

- **Costos de producción:** Es fundamental tener un entendimiento claro de los costos de producción asociados a la producción de azúcar. Esto incluye los costos directos, como el costo de la caña de azúcar, los insumos agrícolas, el procesamiento y empaquetado, así como los costos indirectos, como los gastos administrativos y de distribución. El análisis detallado de los costos ayuda a determinar el punto de equilibrio y establecer un margen de beneficio adecuado.

- **Elasticidad de la demanda:** La elasticidad de la demanda es un concepto clave para comprender cómo los cambios en el precio afectan la cantidad demandada de azúcar. Si la demanda es inelástica, es decir, no responde significativamente a cambios en el precio, se puede considerar una estrategia de fijación de precios más agresiva. Por otro lado, si la demanda es elástica, es decir, responde de manera sensible a cambios en el precio, se deben tener en cuenta diferentes enfoques para maximizar los ingresos.

- **Objetivos financieros:** Las estrategias de fijación de precios deben estar alineadas con los objetivos financieros de la organización. Estos objetivos pueden incluir la maximización de los ingresos, el logro de un margen de beneficio específico, el mantenimiento de una cuota de mercado determinada o la maximización del valor para los accionistas. La comprensión clara de los objetivos financieros ayuda a diseñar estrategias de fijación de precios coherentes y efectivas.

- **Tasa de cambio:** Es un factor relevante por considerar, ya que las fluctuaciones en el valor de la moneda pueden tener un impacto directo en los costos de producción y en los precios de venta del azúcar. Si el peso colombiano se deprecia en relación con otras monedas, puede aumentar el costo de los insumos importados, lo que podría influir en los

precios de venta. Por otro lado, una apreciación del peso puede reducir los costos de producción y permitir ajustes favorables en los precios.

- **Aranceles:** Son impuestos o barreras comerciales que se aplican a las importaciones y exportaciones. En el caso del azúcar, los aranceles pueden influir en la competencia y en la oferta disponible en el mercado nacional. Un aumento en los aranceles puede limitar la entrada de azúcar importada, lo que puede tener un impacto en los precios internos y en las estrategias de fijación de precios de los productores colombianos.

- **Grandes productores internaciones:** su oferta puede tener un impacto en los precios a nivel global. Si estos productores aumentan su producción, puede generar un exceso de oferta y presionar a la baja los precios internacionales del azúcar. Esto puede influir en las estrategias de fijación de precios de los productores colombianos, ya sea para ajustar los precios en línea con el mercado global o para buscar diferenciación y nichos de mercado.

5.3. Marco Teórico Estadístico

Un modelo analítico es una representación matemática de un sistema o proceso que se utiliza para hacer predicciones, comprender relaciones e identificar patrones en los datos. El término "modelo analítico" se usa a menudo para referirse a una amplia variedad de modelos, incluidos modelos estadísticos, modelos de aprendizaje automático y modelos de simulación (Brito-Vallina et al., 2011).

Algunos ejemplos de modelos analíticos incluyen:

- Modelos de regresión lineal, que se utilizan para predecir una variable objetivo-continua en función de una o más variables de entrada.
- Modelos de series temporales, que se utilizan para analizar y hacer predicciones sobre datos que cambian con el tiempo.

- Modelos de árboles de decisión, que se utilizan para hacer predicciones mediante la partición recursiva de los datos en subconjuntos en función de los valores de las variables de entrada.
- Modelos de redes neuronales, que se utilizan para modelar relaciones no lineales complejas entre entradas y salidas.

Los modelos analíticos se pueden aplicar en varios campos, como finanzas, atención médica, marketing y operaciones. Se utilizan para obtener información y tomar decisiones basadas en datos. También se utilizan para identificar patrones y tendencias en los datos que pueden informar el desarrollo de nuevos productos o servicios, o la optimización de los existentes.

El marco teórico estadístico está compuesto por los posibles modelos a implementar desde un enfoque estadístico y automático.

Modelación Estadística

Modelo de regresión lineal:

Los modelos de regresión lineal tienen como objetivo explicar la relación de dependencia entre una variable de respuesta (Variable dependiente) y un conjunto de variables predictoras (Variables independientes) (Novales, 2010).

Una de las premisas más importantes bajo la que se soporta la aplicación de este tipo de modelos, es que la variable de respuesta Y , puede ser modelada por la sumatoria del conjunto de variables independientes X debidamente ponderadas según su contribución y una componente del error, la cual es aleatoria y está constituida por todos los factores no controlables, como lo son los errores (Novales, 2010).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon_i \quad (1)$$

Donde Y_i es la variable de respuesta, X_p son las variables independientes, β_p son las ponderaciones de cada variable independiente y ε_i es un componente del error.

Los supuestos que debe cumplir el modelo lineal para presentar estimaciones insesgadas son (Novales, 2010):

- Correcta Especificación: $E(\varepsilon_{ij}) = 0 \quad \forall_{ij}$
- Homogeneidad: $Var(\varepsilon_{ij}) = \sigma^2 \quad \forall_{ij}$
- Normalidad: $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$
- Independencia: $Cov(\varepsilon_{ij}, \varepsilon_{i'j'}) = 0 \quad \forall_{ij} \quad i \neq j$

Modelos lineales Generalizados

La primera idea del GLM de las siglas en inglés Generalized Linear Models fue introducida por Nelder y Wedderburn (1972), el modelo es una herramienta metodológica que permite codificar situaciones de análisis dentro de un mismo esquema general (Nelder & Wedderburn, 1972). El GLM se puede definir en términos de un conjunto de variables aleatorias independientes $Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_n$ y de una componente sistemática, en la cual la parte aleatoria proviene de distribuciones de familia exponencial y cumplen las siguientes propiedades según Barnett, (2018):

1. la distribución de cada variable Y_i tiene una forma canónica y depende de un solo parámetro θ

$$f(y_i, \theta_i) = \exp[y_i b_i(\theta_i) + c_i(\theta_i) + d_i(y_i)] \quad (2)$$

Donde, $c_i(\theta_i)$ y $d_i(y_i)$ son funciones conocidas, $b_i(\theta_i)$ el parámetro natural de la distribución o función canónica.

2. La distribución de todo y_i es de la misma distribución, de modo que no son necesarios los subíndices en b, c y d. Por lo tanto, la función de densidad de probabilidad conjunta de $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$ está definida como:

$$f(y_1, y_2, \dots, y_n; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n) = \prod_{i=1}^n \exp[y_i b(\theta_i) c(\theta_i) + d(y_i)] = \exp[\sum_{i=1}^n y_i b(\theta_i) + \sum_{i=1}^n c(\theta_i) + \sum_{i=1}^n d(y_i)] \quad (3)$$

En este caso los parámetros θ_i no son de interés directo, ya que hay uno para cada observación. La especificación del modelo por lo tanto es de interés en un conjunto más pequeño de parámetros $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ donde $p < n$. El segundo componente que representa la parte sistémica del modelo $f(\cdot)$, también conocida como función de enlace o vínculo, la cual es la encargada de linealizar la relación entre la variable dependiente y las variables independientes, mediante la transformación de la variable de respuesta $E(y_i) = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki}$ (Cayuela, Guillen, y Bolance, 2016).

Se supone que $E(Y_i) = \mu_i$, donde μ_i es alguna función de θ_i : Por lo tanto, para un modelo lineal generalizado se plantea la siguiente transformación para μ_i , la cual tiene la siguiente forma según Dobson y Barnett (2008):

$$g(\mu_i) = x_i^T \beta$$

Donde $g(\cdot)$ es una función monótona y diferenciable, también conocida como función de enlace; X_i^T es el vector de variables explicativas (puede contener covariables o niveles de un factor), es de dimensión $p \times 1$. Finalmente, el vector de parámetros β de dimensión $p \times 1$.

Según McCullagh & Nelder, (1989) el modelo lineal general tiene tres componentes:

- **Componente Aleatoria:** Corresponde a la variable de respuesta o dependiente, esta variable sigue una distribución de la familia exponencial.
- **Componente Sistemática:** Es llamado predictor lineal, se denota por g y corresponde $g(\mu_i) = x_i^T \beta$. Por lo tanto, esta ecuación pertenece a la función de enlace.

• **Función de Enlace:** Es una función denotada por $g(\cdot)$ relacionada con la esperanza matemática de la variable de respuesta con el predictor lineal. Esta función es la encargada de linealizar la relación de la variable de respuesta con la(s) variable(S) independiente(s), mediante la transformación de la variable de respuesta.

Lo que realiza la función de enlace es transformar la variable de respuesta, similar a como se realiza en una regresión cuando se presentan problemas de linealidad, pero tomando los valores estimados por el modelo mediante la transformación inversa de la función de vínculo (Cayuela, 2010).

Por lo tanto, el conjunto de variables aleatoria independientes $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$ proviene de distribuciones relacionadas con la familia exponencial, esta variación depende del valor que toma la variable de respuesta, por ejemplo: los datos de conteo pueden sugerir una distribución (Poisson o Binomial Negativa), los datos de respuesta binaria pueden sugerir una distribución (Binomial), las respuestas continuas estrictamente positivas pueden sugerir una distribución (Gamma), etc.

Por lo tanto, cada distribución sugiere una función de enlace diferente, algunas de ellas se muestran a continuación:

Tabla 1. Funciones de enlace comúnmente utilizadas en modelos lineales generalizados

Nombre	Función de Enlace	Uso
Idéntica	μ	Datos continuos con errores normales
Logarítmica	$\log(\mu)$	Conteos con errores tipo Poisson
Logic	$\log\left(\frac{\mu}{n - \mu}\right)$	Proporciones entre 0 y 1, con errores binomiales
Recíproca	$\frac{1}{\mu}$	Datos continuos con errores Gamma

Raíz Cuadrada	$\sqrt{\mu}$	Conteos
Exponencial	μ^n	Función potencia

Fuente: *Cayuela, (2010)*

Una parte fundamental del trabajo de construcción y evaluación de un modelo es seleccionar cual de estos explica la mayor proporción de varianza, teniendo en cuenta la restricción de que todos los parámetros del modelo deberían ser significativos (Cayuela, 2010).

6. METODOLOGÍA

6.1. Área del estudio

Esta consultoría se realizó para el Ingenio Mayagüez específicamente en el área de Mercadeo con el objetivo de encontrar oportunidades de mejora en la definición de las estrategias de precio del portafolio de azúcar para la comercialización en Colombia.

6.2. Análisis estadístico

La base de datos que se conformó contiene variables que fueron obtenidas de diferentes fuentes, datos públicos como: el nivel de lluvia, la Tasa Representativa del Mercado (TRM), el precio del azúcar en la bolsa de Nueva York, e información suministrada por el Ingenio, como toneladas de azúcar, molienda y sacarosa, entre otros.

Teniendo en cuenta que las variables se obtuvieron de diferentes fuentes, fue necesario normalizar y estandarizarlas en la misma medida de tiempo para poder usarlas en el modelo y observar su comportamiento. Luego de realizar un análisis predictivo, se seleccionan las 12 variables que se consideran que tienen mayor relevancia e impacto para la definición de precios.

El período de tiempo analizado comprende desde enero 2019 a diciembre 2022, con lo cual se incluyeron 48 datos con periodicidad mensual.

Tabla 2. Análisis univariado de las variables predictivas por mes

Variable	Unidad	Media	Desv. Est	Mínimo	Máximo
Molienda	Toneladas	221,053	59,660	0	300,502
Sacarosa	Porcentual	12.54%	1.97%	0.00%	15.58%
Nivel de Lluvia	Milímetros	82.46	79.20	5.90	376.08

TRM	COP	3,743.78	421.37	3,115.15	4,922.30
Precio de azúcar en bolsa de Nueva York	USD	15.49	3.01	10.37	20.55
Referente Mercado Equivalente a 50 Kg	COP	118,456.90	33,853.88	80,504.50	195,999.00
Precio Venta Real Granel 50 Kg	COP	120,700.81	34,301.74	81,923.42	200,186.00
Precio Proyectado Planeación Financiera	COP	96,333.77	13,059.58	82,616.94	121,024.62
Cantidad de Sacos de 50 kg Producidos	UN	95,212	45,368	-	196,038
Cantidad de Sacos de 50 Kg Vendidos	UN	90,575	30,102	40,903	200,844

\$PVP x Gramo	COP	3.30	0.70	2.70	4.95
Cadenas					

Fuente: Elaboración propia con base de datos construida a partir de diferentes fuentes

A continuación, se hace una descripción de las variables incluidas en el análisis:

6.3. Toneladas de Caña de Azúcar

La cantidad de caña de azúcar (medida en toneladas) es importante en término de las cantidades de azúcar a producir. La caña de azúcar es la principal fuente de sacarosa, el principal componente del azúcar de mesa, por tanto, uno de los factores que determinan la producción de azúcar es la concentración de sacarosa en la caña de azúcar. Otros determinantes de la producción son la eficiencia del proceso de molienda y el rendimiento de la cristalización de la sacarosa en azúcar cristalino.

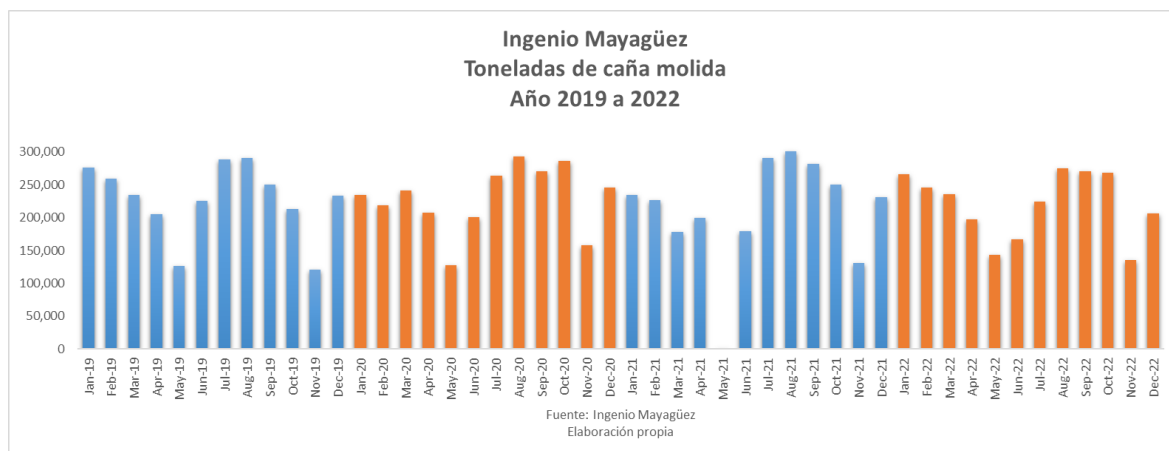
6.4. Molienda

La molienda es el proceso de reducción del tamaño de las partículas de caña de azúcar, mediante la aplicación de fuerza mecánica, para obtener el jugo de la caña que será utilizado en la producción de azúcar (Díaz & Iglesias, 2012).

La molienda es un paso crítico en la producción de azúcar porque es en este proceso donde se extrae el jugo de la caña, que contiene los azúcares necesarios para producir el azúcar. El jugo de la caña contiene una mezcla de azúcares, agua y otras impurezas, por lo que se debe someter a procesos adicionales para separar los azúcares de los otros componentes (Díaz & Iglesias, 2012).

El jugo de la caña se somete a una serie de procesos de clarificación y evaporación para concentrar los azúcares y eliminar las impurezas. Finalmente, se cristaliza y se separa el azúcar cristalino del líquido restante para obtener el producto final: el azúcar (Larrahondo, 1995).

Figura 1. Toneladas de caña molida por mes, entre 2019 y 2022 en el Mayagüez S.A.



Fuente: Proceso productivo Ingenio Mayagüez

Para la base de datos se obtuvieron los datos generados del proceso productivo. La información corresponde a la cantidad total de toneladas de caña molida mensualmente. Para esta variable se obtuvieron 47 datos, se observa la estacionalidad de la variable, salvo en mayo de 2021 que no se tiene el dato debido al estallido social vivido en Colombia y que se prolongó en el valle del cauca por 2 meses. Se observa un comportamiento cíclico de la cantidad de caña molida que probablemente se debe a la productividad en campo.

6.5. Sacarosa

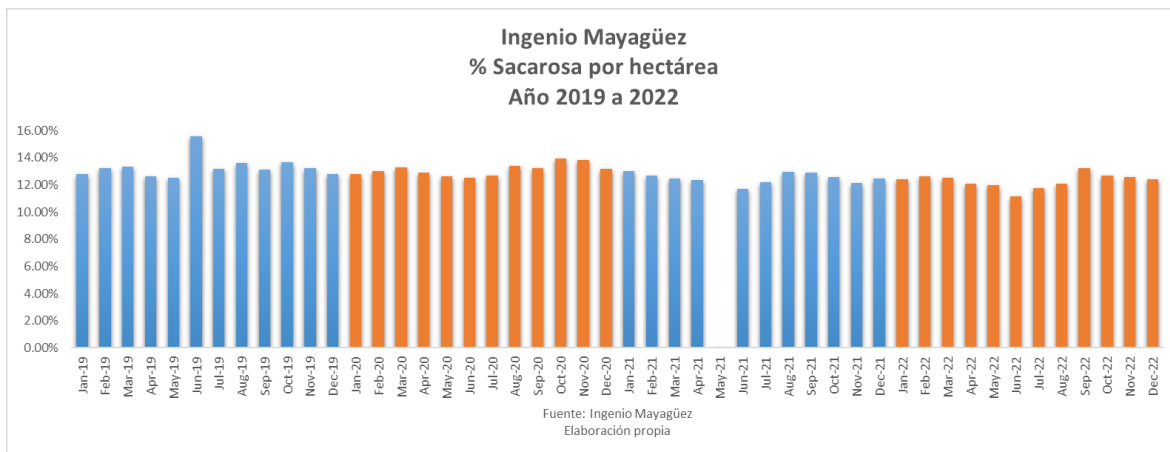
La sacarosa es un disacárido que se encuentra naturalmente en muchos vegetales, incluyendo la caña de azúcar y la remolacha. Es el principal componente del azúcar de mesa común (Plaza-Díaz et al., 2013).

La sacarosa es importante para la obtención de azúcar porque es el compuesto que se encuentra en mayor proporción en la caña de azúcar y la remolacha, y es el compuesto que se desea extraer para producir azúcar y es el objetivo principal de la molienda y los procesos posteriores de clarificación, evaporación y cristalización (Larrahondo, 1995).

Durante el proceso de producción de azúcar, la sacarosa se separa de otros componentes del jugo de la caña, como agua, ácidos orgánicos, proteínas, sales y otros

azúcares, mediante una serie de procesos químicos y físicos. Luego se cristaliza y se separa del líquido restante para obtener el producto final: el azúcar cristalino (Larrahondo, 1995).

Figura 2. Porcentaje de sacarosa por hectárea entre 2019-2022 en Mayagüez



Fuente: Proceso productivo Ingenio Mayagüez

Para la base de datos se obtuvieron los datos generados del proceso productivo. La información corresponde promedio de sacarosa obtenida por hectárea (TSH). Para esta variable se obtuvieron 47 datos, el dato de mayo de 2021 no se tiene debido al estallido social vivido en Colombia y que se prolongó en el valle del Cauca por 2 meses, sin embargo, se logra visualizar una estacionalidad en la variable.

La productividad de sacarosa mantiene un comportamiento estable entre 12 y 13% mensual.

6.6. Nivel de Lluvia

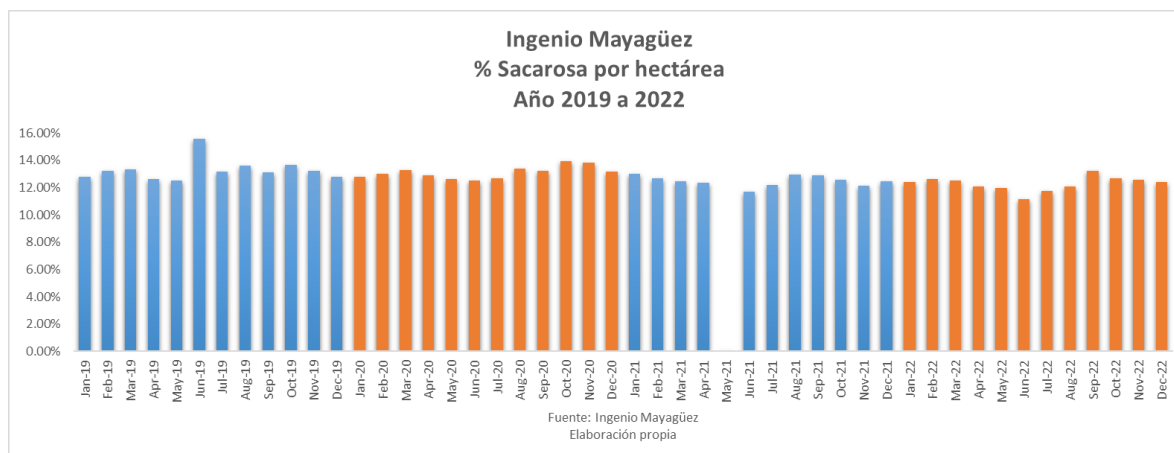
El nivel de lluvia afecta directamente el crecimiento y la producción de la caña de azúcar, que es la materia prima utilizada para producir el azúcar. La caña de azúcar requiere una cantidad adecuada de agua para crecer y desarrollarse correctamente (Chica Ramírez et al., 2021; Larrahondo & Villegas, 1995).

La falta de lluvia puede reducir la cantidad de caña de azúcar producida en una temporada, y en consecuencia la cantidad de azúcar producida. La caña de azúcar necesita agua para fotosintetizar, lo que significa que necesita agua para producir los carbohidratos necesarios para su crecimiento. Además, la falta de agua puede hacer que la caña de azúcar sea más susceptible a enfermedades y plagas, lo que también puede reducir su rendimiento (Larrahondo & Villegas, 1995).

Por otro lado, el exceso de lluvia también puede ser perjudicial para la producción de azúcar. Las lluvias intensas pueden provocar inundaciones, erosionar los suelos lo que dificulta el proceso de extracción debido a que las maquinarias no pueden ingresar a los cultivos y reducir la calidad de la caña de azúcar. El exceso de agua puede diluir los azúcares de la caña de azúcar y reducir la concentración de sacarosa en la materia prima, lo que puede afectar la calidad y cantidad de azúcar producido (Larrahondo & Villegas, 1995).

Por lo tanto, para obtener una producción óptima de azúcar, es necesario un equilibrio adecuado de lluvia. Un nivel adecuado de lluvia ayuda a garantizar un crecimiento saludable de la caña de azúcar y, en consecuencia, una producción adecuada de azúcar. Es por eso por lo que los agricultores y la industria azucarera monitorean cuidadosamente los niveles de lluvia y toman medidas para garantizar que la caña de azúcar reciba la cantidad adecuada de agua para crecer y desarrollarse (Larrahondo & Villegas, 1995).

Figura 3. Milímetros de lluvia mensuales en Colombia, entre 2019 y 2022



Fuentes: IDEAM

Para la base de datos se obtuvieron los datos de la página del IDEAM, se tomaron las mediciones correspondientes a puntos de medición cercanos a las ubicaciones de los cultivos de caña que proveen al Ingenio Mayagüez. La información corresponde a la suma de milímetros de lluvia acumulado durante un mes por estación cercana al ingenio que se promedia entre todas estaciones de medición. Para esta variable se obtuvieron 47 datos, el dato de mayo de 2021 no se tiene debido al estallido social vivido en Colombia y que se prolongó en el valle del cauca por 2 meses. Se observa un comportamiento cíclico de la cantidad de caña molida que probablemente se debe a la productividad en campo. Para mayo y abril del año 2022 se observa un comportamiento mucho más alto que el resto de los períodos observados.

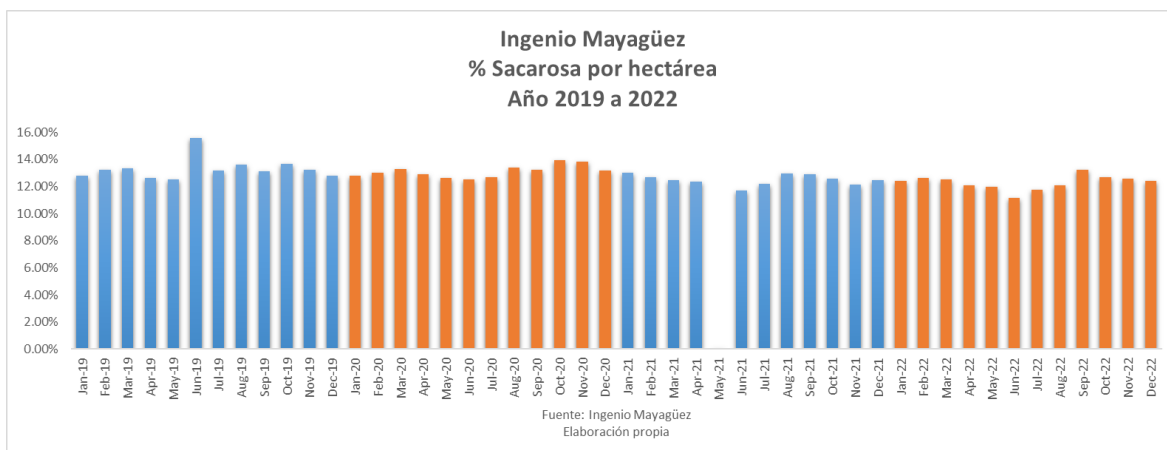
6.7. TRM

La TRM (Tasa Representativa del Mercado) es la tasa de cambio oficial entre el dólar estadounidense (USD) y el peso colombiano (COP). Es la tasa de cambio que establece el Banco de la República de Colombia diariamente y se utiliza como referencia para realizar transacciones comerciales y financieras entre el USD y el COP (*Tasa Representativa Del Mercado (TRM - Peso por dólar) | Banco de La República, n.d.*).

La TRM se determina en función de las condiciones del mercado de divisas y puede fluctuar diariamente. Es importante destacar que esta tasa puede diferir de la tasa de cambio que se puede encontrar en casas de cambio o en bancos, ya que estos establecimientos pueden aplicar un margen de ganancia a la tasa de cambio.

La TRM se utiliza en Colombia para realizar transacciones internacionales, como el pago de importaciones o el envío de remesas a familiares en el extranjero. También es utilizada por empresas que realizan transacciones en dólares y que necesitan convertir el valor de sus transacciones a pesos colombianos para llevar a cabo sus operaciones en el país.

Figura 4. Tasa Representativa del Mercado del dólar de EE. UU. en Colombia, Promedio mensual, entre 2019 y 2022



Fuente: Banco de la República

Para la base de datos se obtuvieron los datos generados del Banco de la República. La información corresponde a la tasa de cambio promedio mensual de pesos con respecto al dólar. Para esta variable se obtuvieron 48 datos, la TRM se ve un incremento leve durante el 2019, 2020 y 2021, a partir de enero 2022 el incremento fue mayor.

6.8. Precio del azúcar en la Bolsa de Nueva York

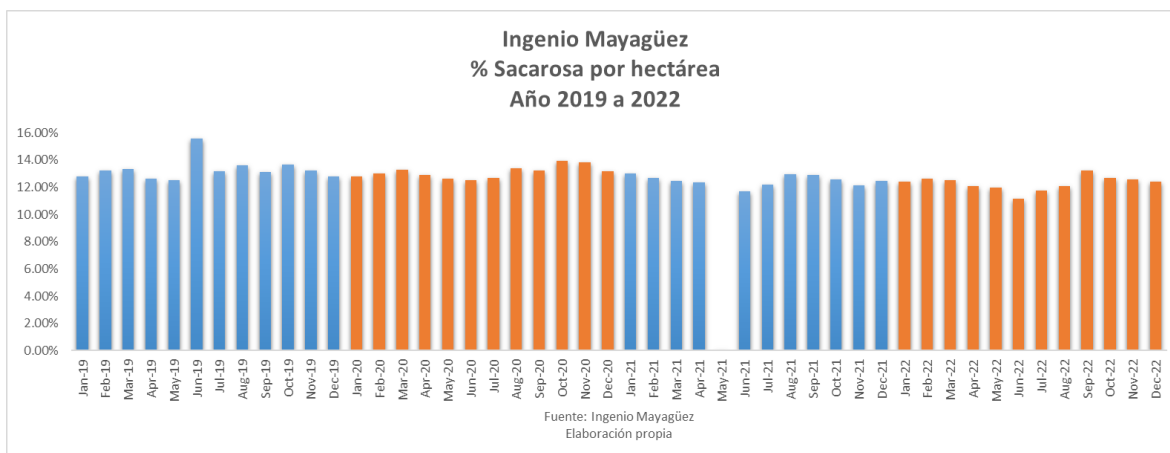
El precio del azúcar en la bolsa de Nueva York se calcula a través de contratos de futuros de azúcar crudo que se negocian en la Intercontinental Exchange (ICE), una plataforma de negociación en línea.

Los contratos de futuros de azúcar crudo son acuerdos entre compradores y vendedores para comprar o vender una cantidad determinada de azúcar en una fecha futura, a un precio acordado previamente. El precio del contrato de futuros de azúcar crudo se basa en la oferta y la demanda del mercado en ese momento.

El precio del contrato de futuros de azúcar crudo en la bolsa de Nueva York se cotiza en centavos por libra, y cada contrato representa 112,000 libras de azúcar crudo. El precio se determina en función de varios factores, como la oferta y la demanda de azúcar, los cambios en el clima que afectan la producción de caña de azúcar y remolacha, y los cambios en el mercado mundial de azúcar.

Los participantes en el mercado, como productores, comerciantes y usuarios finales de azúcar utilizan los contratos de futuros de azúcar crudo para gestionar el riesgo de fluctuaciones de precios en el mercado de azúcar. Al comprar o vender contratos de futuros, pueden asegurar un precio determinado para su compra o venta de azúcar en una fecha futura, lo que les permite planificar y gestionar su negocio de manera más efectiva.

Figura 5. Promedio mensual del precio del azúcar en la Bolsa de Nueva York entre 2019 y 2022 (en USD/Libra)



Fuente: Investing.com

Para la base de datos se obtuvieron los datos desde investing.com. La información corresponde a la tasa de cierre de la cotización de la libra de azúcar en la bolsa de Nueva York expresado en centavos de dólar. Para esta variable se obtuvieron 48 datos, Se ve un incremento significativo en el precio debido a que los países referentes de producción han destinado el uso de sus tierras a un uso diferente a la producción de azúcar, por otra parte, en los países asiáticos los gobiernos disminuyeron los subsidios que daban a los productores, impactando esto en el costo de producción y de comercialización.

6.9. Referente Mercado Equivalente a 50 Kg

El Referente de Mercado para el azúcar en presentación de 50kg en el mercado colombiano, se refiere al precio promedio de venta de los productos ofrecidos por los competidores que venden este mismo tipo de azúcar en dicha presentación. Esta información es valiosa para los productores y distribuidores de azúcar, ya que les permite determinar el precio adecuado que deben cobrar por su producto para mantenerse competitivos en el mercado. Al conocer el Referente de Mercado, los productores y distribuidores de azúcar pueden tomar decisiones informadas sobre la fijación de precios,

para así mantener su posición en el mercado colombiano de azúcar en presentación de 50kg.

Figura 6. Promedio Mensual del Precio Referente de Mercado para el azúcar, entre 2019 y 2022



Fuente: Procaña

Para la base de datos se obtuvieron los datos desde un área interna del Ingenio quienes se alimentan de Procaña. La información corresponde a la tasa promedio de comercialización de los referentes de 50 kg de azúcar expresado en pesos colombianos. Para esta variable se obtuvieron 48 datos, Se ve un incremento significativo en el precio a partir de abril de 2021 estabilizándose a finales de año, en abril 2022 inicia un nuevo ciclo de incremento del precio.

6.10. Precio Venta Real Granel 50Kg

El "precio real de venta" para la presentación de azúcar de 50 kg en el mercado colombiano, se refiere al precio final que el consumidor paga después de aplicar descuentos, impuestos y otros costos asociados a la comercialización del producto. Es un indicador importante para evaluar la rentabilidad y la posición de los productores y distribuidores en el mercado de azúcar de 50kg en Colombia.

Figura 7. Precio real de comercialización del azúcar, entre 2019 y 2022, por 50 Kg



Fuente: Sistema de Gestión Empresarial del Ingenio Mayagüez

Para la base de datos se obtuvieron los datos del sistema de gestión empresarial. La información corresponde a la tasa promedio de comercialización para la referencia de 50 kg de azúcar expresado en pesos colombianos. Para esta variable se obtuvieron 48 datos, Se ve un incremento significativo en el precio a partir de abril de 2021 estabilizándose a finales de año, en abril 2022 inicia un nuevo ciclo de incremento del precio. El comportamiento va muy alineado a lo que es la referencia de mercado.

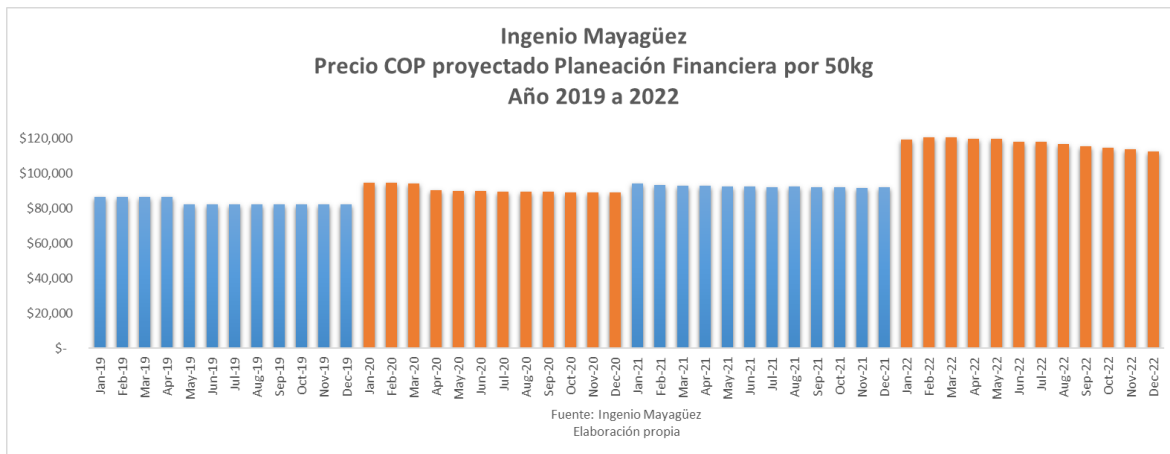
6.11. Precio Proyectado P. Financiera 50Kg

El Precio Proyectado para la presentación de azúcar de 50 kg es el precio estimado que se espera que el producto se venda en el futuro, basado en un análisis realizado por el área de Planeación Financiera. Este análisis considera factores como la oferta y demanda, la competencia, los costos de producción y otros factores relevantes para el mercado colombiano de azúcar de 50 kg.

El precio proyectado es utilizado por la compañía para establecer sus objetivos financieros y para planificar sus operaciones a largo plazo, incluyendo la fijación de precios y la gestión de la producción. Es importante tener en cuenta que el precio proyectado es

una estimación y puede variar en función de factores externos o internos a la compañía que puedan afectar el mercado de la azúcar de 50kg en Colombia.

Figura 8. Precio proyectado de Planeación Financiera, entre 2019 y 2022, por 50 Kg



Fuente: Sistema de Gestión Empresarial del Ingenio Mayagüez

Para la base de datos se obtuvieron los datos del sistema de gestión empresarial. Se evidencian precios proyectados sin estacionalidad. Se pretende fijar un comportamiento base del precio esperado de comercialización. Incrementando al comienzo de cada año.

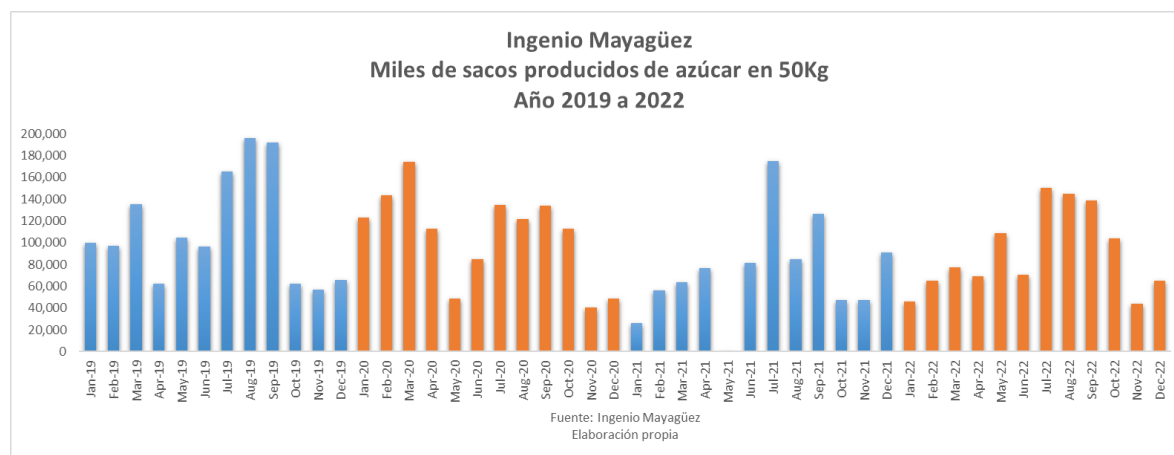
6.12. Cantidad de Sacos de 50Kg Producidos

La producción y la cantidad producida son factores fundamentales en la definición del precio de un producto como el azúcar en el mercado colombiano. La producción se refiere al proceso de fabricación del producto, y los costos de producción están directamente relacionados con el precio final de venta de este. Si los costos de producción son elevados, es probable que el precio de venta del azúcar sea alto para garantizar la rentabilidad del negocio. En cambio, si los costos de producción son bajos, es posible ofrecer un precio más competitivo para los consumidores.

Por otro lado, la cantidad producida se refiere a la cantidad de producto que se produce en un período de tiempo determinado, como mensual o anual. La cantidad

producida puede afectar tanto la oferta como la demanda del producto, lo que influye en el precio final de venta. Si la cantidad producida es baja y la demanda es alta, puede generar escasez en el mercado y aumentar el precio del producto. En cambio, si la cantidad producida es alta y la demanda es baja, puede haber sobreoferta en el mercado y disminuir el precio del producto.

Figura 9. Producción de azúcar entre 2019 y 2022, en miles de sacos de 50 Kg



Fuente: Sistema de Gestión Empresarial del Ingenio Mayagüez

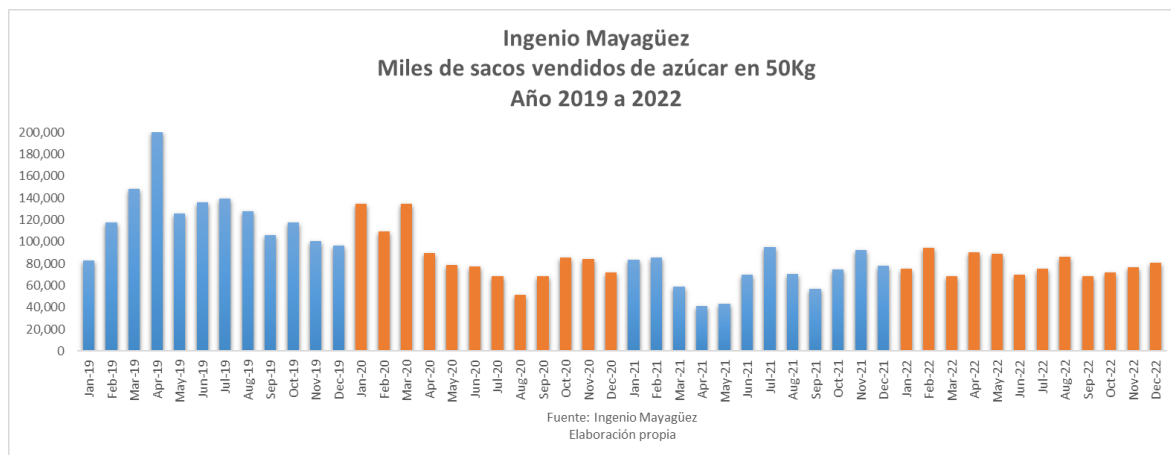
Para la base de datos se obtuvieron los datos del sistema de gestión empresarial. Se evidencian precios proyectados sin estacionalidad. Se evidencia un decrecimiento en la cantidad de sacos producidos en los meses de mayo y noviembre de todos los años debido al período de mantenimiento de la compañía y en mayo 2021 una para total de la operación como resultado del bloqueo presentado por el estallido social que se agudizó y prolongó en el valle del cauca.

6.13. Cantidad de Sacos de 50Kg Vendidos

La cantidad vendida se refiere a la cantidad de producto que se ha vendido durante un período de tiempo determinado, y puede influir tanto en la oferta como en la demanda del producto.

Si la cantidad vendida es alta, es probable que haya una mayor demanda por el producto, lo que puede generar una tendencia al alza en los precios. Por otro lado, si la cantidad vendida es baja, puede haber una sobreoferta en el mercado, lo que puede llevar a una disminución en los precios.

Figura 10. Sacos de azúcar de 50 Kg vendidos entre 2019 y 2022



Fuente: Sistema de Gestión Empresarial del Ingenio Mayagüez

Para la base de datos se obtuvieron los datos del sistema de gestión empresarial. Se evidencian precios proyectados sin estacionalidad. Se evidencia que no hay un comportamiento cíclico y se comporta de acuerdo con los objetivos de venta establecidos por la compañía para cada periodo.

6.14. Precio de venta al público x Gramo Cadenas

El Precio por Gramo de un producto, de cara al consumidor final, es el valor monetario que se asigna a cada unidad de peso del producto al momento de su compra. Es una medida que permite al consumidor final comparar el precio de diferentes presentaciones y marcas de azúcar, y elegir la opción que se ajuste mejor a sus necesidades y presupuesto.

El precio por gramo puede variar según diversos factores, como la calidad del producto, la marca, la presentación, el punto de venta y la oferta y demanda en el mercado.

En general, los consumidores buscan opciones de azúcar que ofrezcan una buena relación calidad-precio, es decir, que el precio por gramo sea justo y refleje la calidad del producto.

Figura 11. Precio de Venta al Público en pesos en cadenas entre 2019 y 2022, por gr de azúcar



Fuente: Sistema de Gestión Empresarial del Ingenio Mayagüez

Para la base de datos se obtuvieron los datos del sistema de gestión empresarial. Se evidencian precios proyectados sin estacionalidad. Se evidencia un crecimiento en el PVP durante los últimos 12 meses, esto principalmente apalancado por la valorización de la categoría de azúcar en Colombia.

7. RESULTADOS

Para conocer los determinantes del precio del quintal de azúcar, se utilizaron modelos econométricos de precios a través del método de regresión lineal múltiple de mínimos cuadrados ordinarios procesado en el software R Studio.

Este modelo utilizó la base de datos recopilada y estandarizada en períodos, se utilizó el criterio de validación cruzada en la cual se dejó el 80% de la data para entrenar y el 20% para validar la información.

A continuación, se detalla el modelo encontrado con las variables determinantes en el precio y que dan resultado a nuestro estudio:

Tabla 3. Resultados del proceso de regresión lineal ejecutado en R para la definición del precio equivalente a 50kg de azúcar

Variable	Coefficiente	Desviación Estándar	Valor t	Valor p
Sacarosa	$4.24 * 10^4$	$1.64 * 10^5$	0.26	0.8
Toneladas de caña molida	$1.59 * 10^{-1}$	$6.22 * 10^{-2}$	-2.56	0.01*
Precio Cierre NY	$5.93 * 10^3$	$1.14 * 10^3$	5.21	$6.80 * 10^{-6***}$
TRM Cierre	45.61	9.05	5.04	$1.17 * 10^{-5***}$
Lluvia Valle	33.85	33.18	1.02	0.31
Sacos Producción	$1.83 * 10^{-1}$	$7.12 * 10^{-2}$	2.57	0.01*

* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

*** $p < 0.001$

- Residual standard error: 15980 on 38 degrees of freedom

- Multiple R-squared: 0.7902,
- Adjusted R-squared: 0.7571
- F-statistic: 23.85 on 6 and 38 DF, p-value: 1.752e-11

Fuente: Elaboración Propia a partir de resultados de la corrida del modelo en R.

Este modelo nos está indicando la relevancia de las variables para el modelo, donde el Precio de Cierre en la Bolsa de NY y la TRM de Cierre tienen un mayor peso, seguido de la Molienda y de los sacos producidos, por último, los que para el modelo tienen un menor impacto son la lluvia y la sacarosa. El modelo arroja un R^2 de 0,7902, puede concluirse que con estas seis características se está explicando el 79,02% de la variación del precio promedio de la azúcar en la presentación de 50kg. Un valor de R^2 más cercano a 1 indica que el modelo de regresión lineal es capaz de explicar una mayor proporción de la variabilidad en la variable dependiente.

Tabla 4. Nivel de importancia de las variables generadas en el modelo R para la definición del precio equivalente a 50kg de azúcar

Variable	Importancia
Precio de cierre del azúcar en la bolsa de NY	100.00
TRM de cierre	96.49
Sacos producidos	46.76
Toneladas de caña molida	46.54
Lluvia	15.37
% de sacarosa por hectárea	0.00

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de importancia en R

Tomando como referencia la ecuación de regresión lineal:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon_i \quad (1)$$

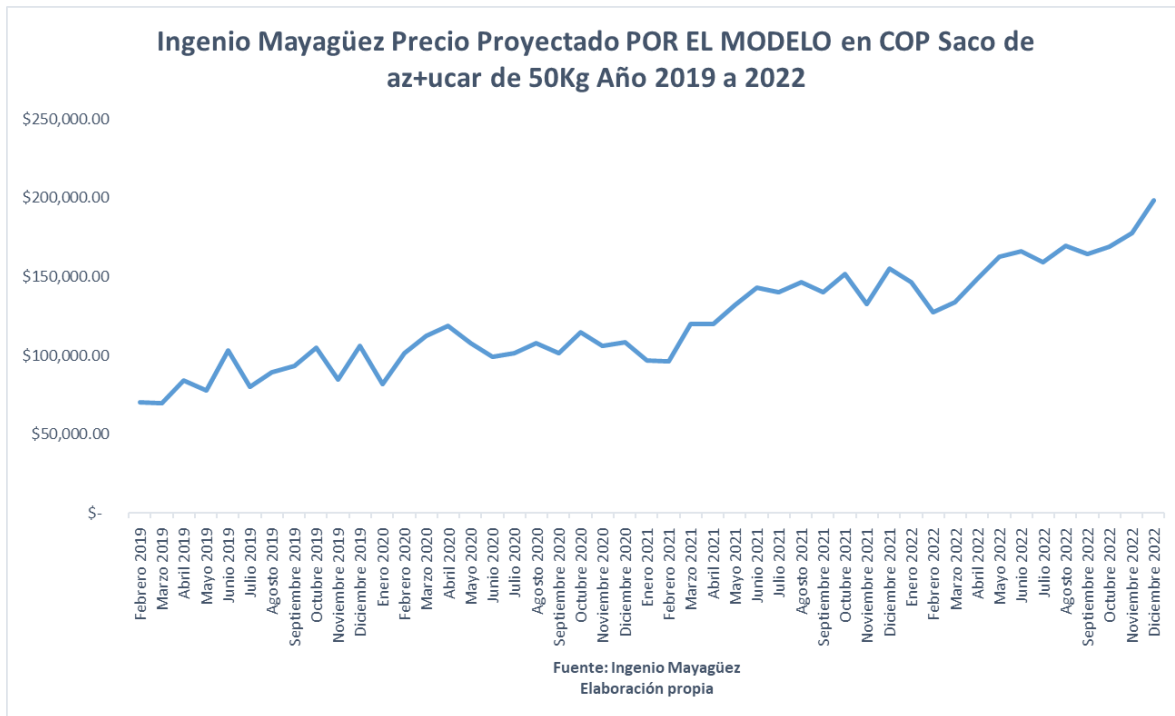
Podemos reemplazar los valores del modelo para generar una ecuación que describa el precio del saco de azúcar de 50Kg, donde β_0 corresponde al Intercept, β_n representa el factor para cada una de las variables X_n el valor que toma en cada período esta variable.

Se realizó un análisis con rezagos de un período para las variables, esto quiere decir, que, para calcular el mes de febrero, tomamos la información de enero, para calcular marzo tomamos la información de febrero y así sucesivamente.

$$\begin{aligned} SacoAzucar50Kg_{(mes)} = & -1.310E^{+05} + [4.238E^{+04} Sacarosa_{(mes-1)}] - \\ & [1.594E^{-01} Molienda_{(mes-1)}] + [5.925E^{+03} BolsaNY_{(mes-1)}] + [3.385E^{+01} Lluvia_{(mes-1)}] + \\ & [1.835E^{-01} SacosProducidos_{(mes-1)}] \end{aligned}$$

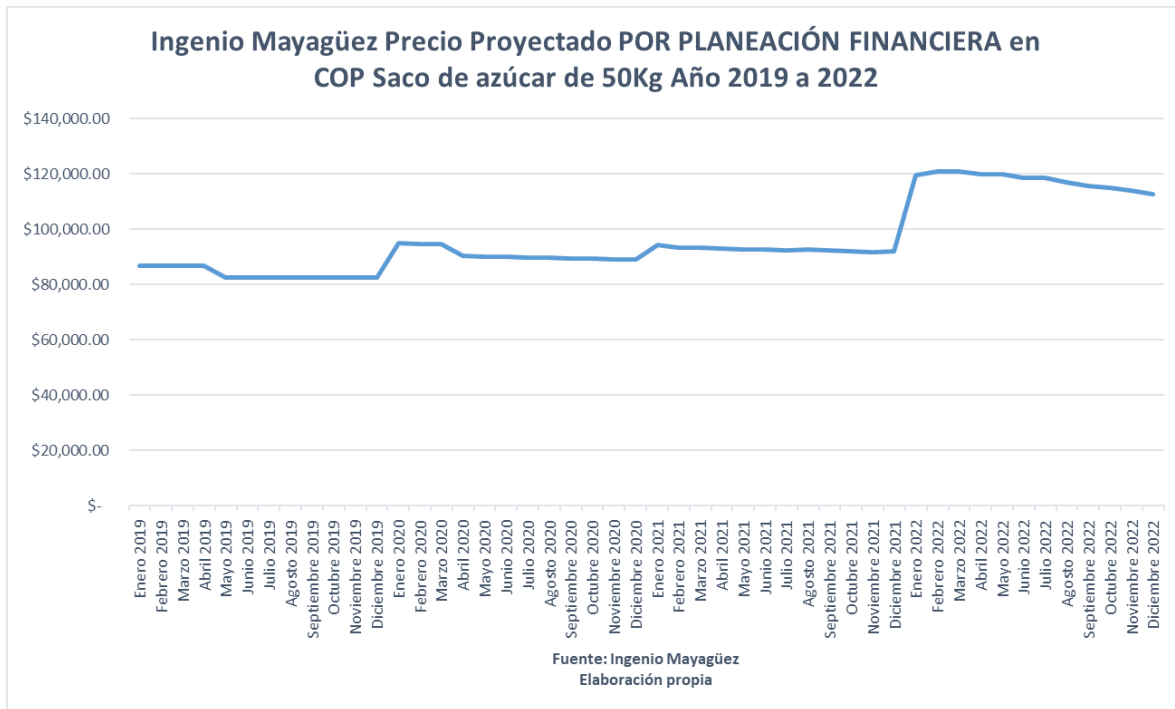
Tomando en cuenta los valores para cada período, al ejecutar el proceso se puede observar cómo para cada mes nos arroja un precio proyectado.

Figura 12. Precio proyectado con modelo, en pesos por saco de 50 Kg de azúcar entre 2019 y 2022



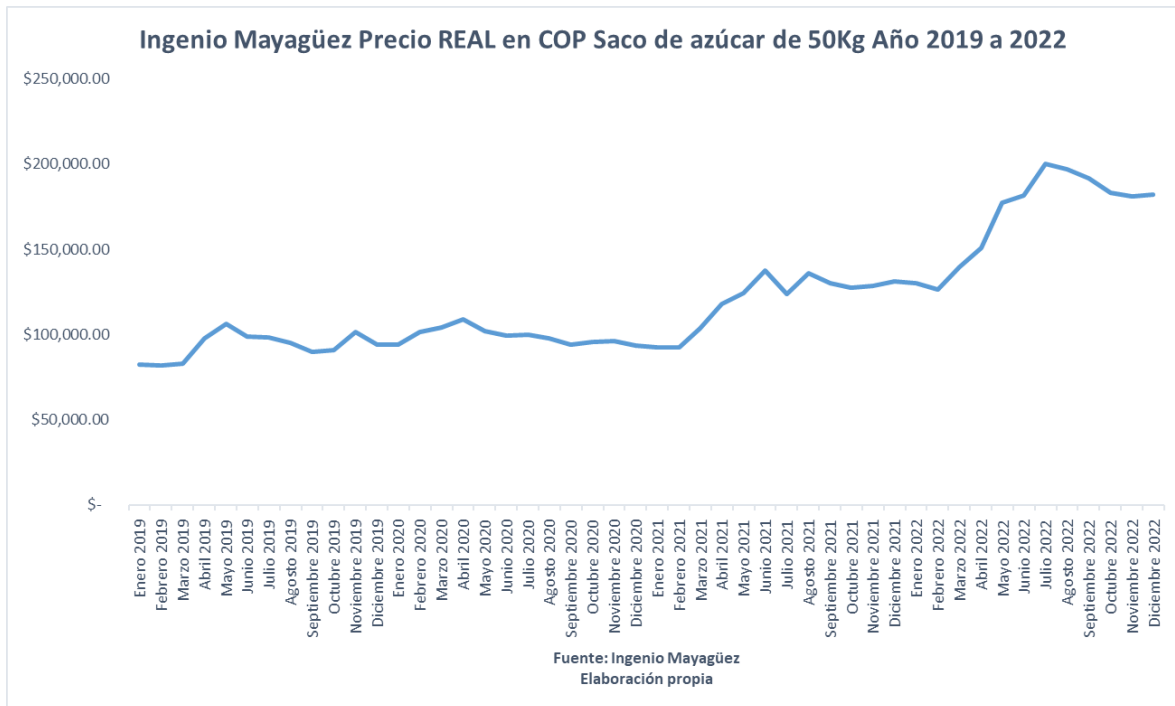
Actualmente el Ingenio establece sus objetivos financieros y planifica sus operaciones a largo plazo teniendo en cuenta el Precio Proyectado por el área Planeación Financiera.

Figura 13. Precio proyectado por Planeación Financiera de Mayagüez para saco de azúcar de 50 Kg, entre 2019 y 2022



El precio real de comercialización en promedio por mes nos muestra lo que realmente recibió el Ingenio por cada saco de 50Kg de azúcar comercializada en el período.

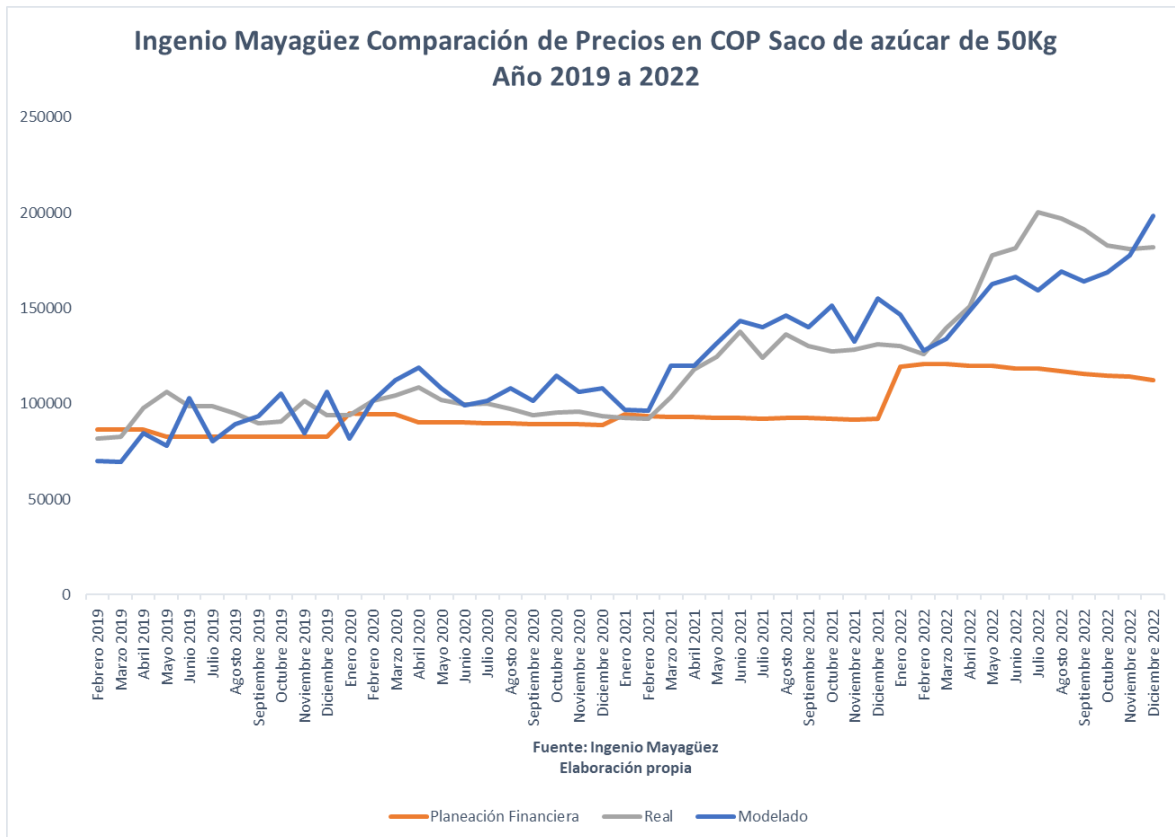
Figura 14. Precio real en mercado del saco de azúcar de 50 kg, entre 2019 y 2022



La historia de los últimos 4 años nos muestra que hay una desviación promedio de +\$24.897 entre el precio de comercialización y el proyectado por planificación financiera.

Si analizamos estas 3 proyecciones, para confirmar cual es que más se acerca a la realidad encontramos lo siguiente:

Figura 15. Comparación de precios proyectados y precios reales de saco de azúcar de 50 Kg, entre 2019 y 2022



El modelado nos está generando una desviación promedio de +\$11.834 con respecto al histórico de comercialización, lo que en términos financieros presenta una mejora en un 52% con respecto al precio de Planificación Financiera.

8. CONCLUSIONES

En este trabajo de grado se presenta un diseño e implementación de un modelo predictivo de franjas de precios basado en técnicas de modelación estadística y análisis de datos. Se demostró que este modelo puede proporcionar una estimación precisa y confiable de las franjas de precios para diferentes productos y mercados.

En el marco de esta investigación, se utilizó un enfoque analítico que incluyó la implementación de un modelo de regresión lineal. El modelo fue entrenado utilizando datos relevantes recopilados y procesados en el estudio. Este enfoque permitió obtener resultados significativos que respaldan las conclusiones y recomendaciones presentadas en este trabajo.

Se pudo identificar la importancia de un modelo predictivo de franjas de precios en la toma de decisiones empresariales, como la optimización de la planificación financiera y definición de los objetivos financieros, en nuestro caso, la brecha se estaría cerrando en un 52% con respecto a la planificación actual, donde el ingenio estaría planificando cerca de \$13.062 por saco de 50kg.

En el futuro, se podría ampliar la investigación en este ámbito mediante la incorporación de nuevas técnicas y algoritmos de inteligencia artificial, así como la exploración de nuevas fuentes de datos y segmentaciones de las variables por unidades de tiempo día, semana.

La implementación de este modelo se convierte en una herramienta valiosa para el Ingenio Mayagüez que cada día busca mejorar su eficiencia en la gestión de precios y tomar decisiones informadas. Sin embargo, es importante destacar que el éxito de este tipo de modelos depende en gran medida de la calidad y cantidad de los datos disponibles para su entrenamiento, así como de la capacidad de la técnica utilizada para generalizar situaciones futuras.

Es importante destacar que la implementación de un modelo predictivo de franjas de precios no es una solución única y universal para todos los casos. Cada empresa y cada mercado pueden tener requisitos y desafíos únicos que requieren un enfoque personalizado y adaptado. Por lo tanto, es importante realizar un análisis detallado de las necesidades y requisitos específicos de cada caso antes de implementar un modelo predictivo, es importante mencionar que los modelos predictivos no son perfectos y pueden presentar incertidumbre en sus predicciones, por lo que es necesario tener en cuenta otros factores y consideraciones adicionales en la toma de decisiones.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Barnett, A. J. D., Adrian G. (2018). *An Introduction to Generalized Linear Models* (4th ed.). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781315182780>
- Brito-Vallina, M. L., Alemán-Romero, I., Fraga-Guerra, E., Para-García, J. L., & Arias-de Tapia, R. I. (2011). Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros. *Ingeniería Mecánica*, 14(2), 129–139.
- Cayuela, L. (2010). *Modelos lineales generalizados (GLM)*.
- Cayuela, L., Guillen, M., y Bolance, C. (2016). Introducción glms - función vinculo. Universidad de Valencia, Notas de Clase, 1-24.
- Chica Ramírez, H. A., Bravo Bastidas, J. J., & Peña Quiñones, A. J. (2021). Análisis de rachas de lluvia para el manejo de cultivos de caña, *Saccharum officinarum*, en el valle del río Cauca, Colombia. *Acta Agronómica*, 70(2), 119–132. <https://doi.org/10.15446/acag.v70n2.91757>
- Commodity*. (2023, May 10). <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/commodity>
- Córdoba Segovia, C. M., & Moreno Moncayo, D. F. (2017). LA IMPORTANCIA DE UNA BUENA ESTRATEGIA DE FIJACIÓN DE PRECIOS COMO HERRAMIENTA DE PENETRACIÓN DE MERCADOS. *Tendencias*, 18(2), 58–68. <https://doi.org/10.22267/rtend.171802.73>
- Díaz, A., & Iglesias, C. E. (2012). Bases teóricas para la fundamentación del proceso de extracción de jugo de caña de azúcar para la producción de panela. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1), 53–57.
- Dobson, A. J., y Barnett, A. G. (2008). *An introduction to generalized linear models*. CRC/Taylor Francis.

- Figueroa Soledispa, M. L., Toala Bozada, S. P., & Quiñones Cercado, M. del P. (2020). El Marketing Mix y su incidencia en el posicionamiento comercial de las Pymes. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 5(12), 309–324.
- Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets*. (2022). FAO. <https://doi.org/10.4060/cc2864en>
- Investing. Precio del azúcar en la bolsa de NY. Acceso: 10 de enero de 2023.
Disponible: <https://www.investing.com/commodities/us-sugar-no11>
- Jacomini, R. L., & Burnquist, H. L. (2018). Asymmetric price transmission in the brazilian refined sugar market. *Italian Review of Agricultural Economics*, 73(1), Article 1. <https://doi.org/10.13128/REA-23576>
- Kennedy, P. L., & Harrison, R. W. (1999). *COMPETITIVENESS IN THE WORLD SUGAR INDUSTRY: A COMPARISON OF THE EU AND U.S. SUGAR SECTORS* (1999 Annual Meeting, August 8-11, Nashville, TN No. 21649). American Agricultural Economics Association (New Name 2008: Agricultural and Applied Economics Association). <https://econpapers.repec.org/paper/agsaaea99/21649.htm>
- Larrahondo, J. E. (1995). *Calidad de la caña de azúcar*. 337–354.
- Larrahondo, J. E., & Villegas, F. (1995). Control y características de maduración. In *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia* (pp. 297–313). CENICAÑA.
- Mayagüez S.A. (2021). *Reporte de Sostenibilidad 2020*. Mayagüez.
- Mayagüez S.A. (2020). Reseña Histórica. *Ingenio Mayagüez*. <https://ingeniomayaguez.com/corporativo/resena-historica/>
- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Models*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-3242-6>
- Mintz, S. W. (1996). Comida, Socialidad y Azúcar. In *Dulzura y Poder. El lugar del azúcar en la historia moderna* (pp. 29–46). Siglo Veintiuno Editores.

- Morgan, N. A. (2012). Marketing and business performance. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(1), 102–119. <https://doi.org/10.1007/s11747-011-0279-9>
- Ndlangamandla, K., Kibirige, D., & Rugambisa, J. I. (2016). Determinants of Competitiveness of the Swaziland Sugar Industry. *Journal of Agricultural Studies*, 4(3), Article 3. <https://doi.org/10.5296/jas.v4i3.9925>
- Nelder, J. A., & Wedderburn, R. W. M. (1972). Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 135(3), 370–384. <https://doi.org/10.2307/2344614>
- Novales, A. (2010). Análisis de regresión. *Universidad Complutense de Madrid: Madrid, Spain*, 116.
- Plaza-Díaz, J., Martínez, O., & Gil, A. (2013). Los alimentos como fuente de mono y disacáridos: Aspectos bioquímicos y metabólicos. *Nutrición Hospitalaria*, 28(4). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013001000002
- Ramírez, C. A. M. (2017). *Sector Agroindustrial de la Caña*. Asocaña - Sector Agroindustrial de La Caña. <https://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=2>
- Sheetal, Singh, R., Shashi, & Kumar, R. (2020). A case-based analysis of the competitiveness of the North Indian sugar industry. *Global Business and Organizational Excellence*, 40(1), 6–18. <https://doi.org/10.1002/joe.22060>
- Tasa Representativa del Mercado (TRM - Peso por dólar) | Banco de la República*. (n.d.). Retrieved May 18, 2023, from <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>
- World Bank Open Data*. (n.d.). World Bank Open Data. Retrieved May 16, 2023, from <https://data.worldbank.org>

ANEXO. TABLAS DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DESCRIPTIVOS

	2019	2020	2021	2022
Enero	276,000	234,600	234,216	266,332
Febrero	259,667	218,664	226,288	246,114
Marzo	234,600	240,992	177,794	235,813
Abril	205,333	207,975	199,470	197,477
Mayo	126,750	127,239	0	143,629
Junio	225,467	200,520	179,389	166,664
Julio	288,167	263,868	290,862	223,965
Agosto	291,333	292,771	300,502	275,424
Septiembre	250,750	270,057	282,173	270,068
Octubre	213,500	286,419	249,759	268,546
Noviembre	120,250	158,453	131,319	135,477
Diciembre	233,067	245,384	231,153	206,296

Tabla 1. Total de Caña de azúcar molida mensualmente expresado en toneladas.

	2019	2020	2021	2022
Enero	12.80%	12.78%	12.98%	12.39%
Febrero	13.23%	13.01%	12.70%	12.64%
Marzo	13.31%	13.30%	12.48%	12.51%
Abril	12.63%	12.91%	12.35%	12.08%
Mayo	12.49%	12.64%	0.00%	11.98%
Junio	15.58%	12.50%	11.70%	11.15%
Julio	13.20%	12.66%	12.19%	11.73%
Agosto	13.59%	13.38%	12.93%	12.08%
Septiembre	13.10%	13.25%	12.90%	13.21%
Octubre	13.68%	13.95%	12.56%	12.68%
Noviembre	13.22%	13.83%	12.16%	12.55%
Diciembre	12.78%	13.17%	12.44%	12.43%

Tabla 2. Promedio de sacarosa para la caña molida expresado en %

	2019	2020	2021	2022
Enero	31.6	30.2	71.6	5.9
Febrero	78.8	29.9	243.2	101.9
Marzo	75.4	86.3	129.0	361.2
Abril	104.9	85.1	157.3	376.1
Mayo	86.9	50.5	51.0	21.6
Junio	60.9	33.3	73.6	42.0
Julio	49.4	65.1	24.0	75.2
Agosto	7.0	31.5	75.2	39.7
Septiembre	73.1	45.9	99.0	10.2
Octubre	101.0	26.3	128.2	22.2
Noviembre	84.5	132.3	50.4	50.4
Diciembre	81.4	252.9	22.5	22.5

Tabla 3. Promedio de Nivel de lluvia mensual de las estaciones cerca a los cultivos del ingenio Mayagüez, expresado en mm de lluvia

	2019	2020	2021	2022
Enero	3,161.91	3,317.37	3,494.53	4,000.72
Febrero	3,115.15	3,408.24	3,552.43	3,938.36
Marzo	3,125.34	3,870.01	3,617.00	3,805.52
Abril	3,155.22	3,986.56	3,651.85	3,796.39
Mayo	3,310.49	3,863.34	3,741.96	4,027.60
Junio	3,256.02	3,693.00	3,693.00	3,922.50
Julio	3,208.11	3,660.60	3,832.24	4,394.01
Agosto	3,412.65	3,788.10	3,887.68	4,326.77
Septiembre	3,399.62	3,749.86	3,820.28	4,437.31
Octubre	3,437.73	3,833.06	3,771.68	4,714.96
Noviembre	3,411.42	3,680.67	3,900.51	4,922.30
Diciembre	3,383.00	3,468.50	3,967.77	4,787.89

Tabla 4. TRM promedio mensual en pesos colombianos con respecto al dólar

	2019	2020	2021	2022
Enero	12.81	14.35	15.08	17.80
Febrero	12.78	14.14	16.45	17.70
Marzo	12.65	10.50	14.77	19.32
Abril	12.34	10.37	16.98	19.15
Mayo	12.43	10.97	17.39	19.57
Junio	12.62	11.96	17.89	18.50
Julio	13.20	13.20	18.43	17.69
Agosto	12.23	13.28	20.55	17.77
Septiembre	12.65	13.51	20.34	17.68
Octubre	12.58	13.39	18.95	17.97
Noviembre	12.98	13.82	18.28	19.63
Diciembre	13.54	14.68	18.60	20.04

Tabla 5. Precio de comercialización promedio mensual de la libra de azúcar en la Bolsa de NY expresado en centavos de dólar

	2019	2020	2021	2022
Enero	80,748.44	89,541.44	92,280.00	129,962.00
Febrero	80,504.50	98,811.38	91,855.00	127,268.63
Marzo	82,588.13	100,694.50	101,638.00	134,449.75
Abril	93,672.75	103,206.75	109,604.00	145,619.63
Mayo	102,567.25	99,852.50	121,621.86	172,404.00
Junio	97,327.88	97,847.50	131,195.00	174,718.00
Julio	96,421.88	98,068.11	126,808.00	190,614.00
Agosto	93,995.00	95,085.25	132,288.00	195,999.00
Septiembre	88,796.00	93,322.44	129,732.00	189,385.00
Octubre	89,917.75	94,299.00	127,444.00	183,451.00
Noviembre	97,815.88	94,167.00	127,997.50	182,321.00
Diciembre	92,162.88	92,858.00	130,701.63	182,302.00

Tabla 6. Precio promedio mensual referente mercado, equivalente al saco de 50Kg expresado en pesos colombianos

	2019	2020	2021	2022
Enero	82,366.98	93,952.24	92,390.00	130,163.00
Febrero	81,923.42	101,547.57	92,295.00	126,207.00
Marzo	82,669.61	104,303.24	103,371.00	139,693.00
Abril	97,761.37	108,754.00	117,790.00	150,972.00
Mayo	106,245.59	102,229.00	124,582.00	177,533.00
Junio	98,734.09	99,584.00	137,795.00	181,637.00
Julio	98,553.74	99,960.00	123,918.00	200,186.00
Agosto	95,142.43	97,542.00	136,233.00	197,100.00
Septiembre	89,616.83	94,176.00	130,316.00	191,514.00
Octubre	90,666.09	95,434.00	127,428.00	183,152.00
Noviembre	101,581.49	96,074.00	128,441.00	181,127.00
Diciembre	93,890.19	93,516.00	131,357.00	182,215.00

Tabla 7. Precio promedio mensual de venta real, a granel saco equivalente 50Kg expresado en pesos colombianos

	2019	2020	2021	2022
Enero	82,366.98	93,952.24	92,390.00	130,163.00
Febrero	81,923.42	101,547.57	92,295.00	126,207.00
Marzo	82,669.61	104,303.24	103,371.00	139,693.00
Abril	97,761.37	108,754.00	117,790.00	150,972.00
Mayo	106,245.59	102,229.00	124,582.00	177,533.00
Junio	98,734.09	99,584.00	137,795.00	181,637.00
Julio	98,553.74	99,960.00	123,918.00	200,186.00
Agosto	95,142.43	97,542.00	136,233.00	197,100.00
Septiembre	89,616.83	94,176.00	130,316.00	191,514.00
Octubre	90,666.09	95,434.00	127,428.00	183,152.00
Noviembre	101,581.49	96,074.00	128,441.00	181,127.00
Diciembre	93,890.19	93,516.00	131,357.00	182,215.00

Tabla 8. Precio proyectado mensual para el saco de 50kg establecido por el área de planeación Financiera expresado en pesos colombianos

	2019	2020	2021	2022
Enero	99,676	122,962	26,408	46,123
Febrero	97,253	143,482	56,323	64,691
Marzo	135,283	173,861	63,653	77,223
Abril	62,133	112,601	76,365	69,321
Mayo	104,779	48,414	0	108,556
Junio	96,092	85,071	81,433	70,426
Julio	165,621	134,347	174,894	150,437
Agosto	196,038	121,511	84,913	144,720
Septiembre	191,684	134,227	126,285	138,566
Octubre	62,008	112,467	47,478	103,664
Noviembre	56,902	40,533	47,369	43,981
Diciembre	65,597	48,871	91,029	64,896

Tabla 9. Cantidad de sacos de 50Kg producidos mensualmente

	2019	2020	2021	2022
Enero	83,011	134,315	83,199	75,033
Febrero	117,307	109,657	85,580	94,544
Marzo	147,977	134,570	58,594	68,428
Abril	200,844	89,421	40,903	90,041
Mayo	126,081	78,896	43,341	89,067
Junio	136,137	77,386	70,033	70,057
Julio	139,163	68,707	95,321	75,115
Agosto	127,926	51,460	70,639	86,394
Septiembre	105,782	68,330	57,101	68,520
Octubre	117,310	85,451	74,347	72,085
Noviembre	100,234	83,886	92,643	76,435
Diciembre	96,137	71,883	77,824	80,471

Tabla 10. Cantidad sacos de 50Kg vendidos mensualmente

	2019	2020	2021	2022
Enero	2.78	2.93	2.70	3.35
Febrero	2.71	2.93	2.82	3.61
Marzo	2.78	2.93	2.99	4.04
Abril	2.79	2.99	2.99	4.04
Mayo	2.79	3.05	2.95	4.25
Junio	3.20	2.96	2.99	4.26
Julio	2.80	2.80	2.95	4.59
Agosto	2.80	2.85	3.10	4.89
Septiembre	2.79	3.02	3.08	4.78
Octubre	2.81	2.87	3.10	4.95
Noviembre	2.95	2.98	3.35	4.89
Diciembre	2.93	2.85	3.35	4.89

Tabla 11. PVP x gramo promedio mensual en cadenas expresado en pesos colombianos

	2019	2020	2021	2022
Enero		81,843.90	96,623.20	146,785.30
Febrero	70,063.18	101,319.61	96,229.00	127,674.39
Marzo	69,653.88	112,324.33	119,755.07	133,786.04
Abril	84,464.44	118,732.80	120,041.15	148,642.90
Mayo	77,906.16	108,059.68	131,829.11	162,565.25
Junio	103,144.90	99,361.62	143,317.26	166,338.47
Julio	80,427.63	101,463.25	140,241.84	159,475.24
Agosto	89,390.82	108,017.25	146,425.28	169,474.08
Septiembre	93,399.07	101,650.68	140,208.33	164,195.90
Octubre	105,170.90	114,806.11	151,539.54	168,885.78
Noviembre	84,801.90	106,197.79	132,558.82	177,727.49
Diciembre	106,391.17	108,214.20	154,972.11	198,276.54

Tabla 12. Precio mensual proyectado por el Modelo para el saco de 50kg expresado en pesos colombianos