

TRABAJO DE GRADO
Opción Seminario-Diplomado.

**DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO BALANCED SCORECARD (BSC) MEDIANTE
POWER BI PARA EL ANÁLISIS, SEGUIMIENTO Y TOMA DE DECISIONES EN EL
PROCESO PRODUCTIVO DE ACEITES Y GRASAS DEL CATATUMBO S.A.S.**

Corporación Universitaria Remington.
Facultad de Ingeniería

Manuela Patiño Ospina
Nicolas García López
Sergio Ureña Beltran

Tutor: Juan Pablo Vélez Uribe
Seminario de Toma de Decisiones con Analítica Empresarial: Dominando Excel y Power BI
2026

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a las personas que han acompañado nuestro proceso de formación profesional y que han contribuido, con su apoyo y motivación, al desarrollo de nuestras capacidades para analizar información y tomar decisiones fundamentales.

Agradecimientos

Agradecemos a la Corporación Universitaria Remington y al docente del seminario por los conocimientos y herramientas proporcionados para comprender el valor de la analítica empresarial como apoyo a la gestión. También agradecemos a Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S., por permitirnos desarrollar este proyecto y brindarnos la información y colaboración necesarias para llevarlo a cabo.

Finalmente, agradecemos a quienes han acompañado nuestro proceso académico y profesional.

Tabla de Contenido

1. Resumen.....	9
Abstract	10
2. Introducción	11
3. Marco Conceptual y Contextual	13
3.1. Generalidades.....	13
3.2. Contexto.....	13
3.3. Proceso Agroindustrial.....	15
3.4. Planteamiento del problema.....	22
3.4.1. Diagnóstico	22
3.4.2. Situación deseada.....	24
3.4.3. Pregunta de investigación	24
4. Justificación	25
5. Objetivos	26
5.1. Objetivo General	26
5.2. Objetivos Específicos.....	26
6. Conceptos.....	27
6.1. Aceite de Palma	27
6.2. Almendra.....	27
6.3. Business Intelligence	28
6.4. Calidad de la materia prima	28
6.4. Datos	29
6.5. Efluente	29
6.6. Extracción de aceite	30
6.7. Información.....	30
6.8. Power BI	30
6.9. RFF procesado	31
6.10. Raquis	31
7. Desarrollo e Implementación.....	33
7.1. Diseño Metodológico.....	33
7.1.1. Establecimiento de Cronograma de Actividades	34
7.1.2. Primera Etapa: Etapa de Exploración	34
7.1.3. Segunda Etapa: Descriptiva y Extracción de Datos.....	54
7.1.4. Tercera Etapa: Construcción, Diseño y Funcionamiento del Balanced Scorecard.	
Diseño y construcción del modelo de análisis de datos en Microsoft Power BI	55
7.1.4.1. Construcción del modelo de datos	56
7.1.4.2. Implementación de indicadores en Power BI	57
7.1.4.3. Resultados de los indicadores de RFF	60
7.1.4.4. Resultados de los indicadores de producción y extracción de CPO	60
7.1.4.5. Resultados de los indicadores de pérdidas.....	61
7.1.4.6. Resultados de los indicadores de calidad.....	61
7.1.4.7. Resultados de los indicadores de PK o palmistería	61
7.1.4.8. Resultados generales de la implementación	62

	5
8. Conclusiones	63
Referencias.....	65

Índice de Tablas

Tabla 1. Indicadores RFF	36
Tabla 2. Indicadores CPO	40
Tabla 3. Indicadores de PK	48

Índice de Figuras

Figura 1. Proceso de extracción de aceite de palma y palmiste.....	15
Figura 2. Recepción del fruto.	16
Figura 3. Área de esterilización.	17
Figura 4. Área de desfrutación.....	18
Figura 5. Área de digestión y prensado.	18
Figura 6. Área de clarificación.	19
Figura 7. Área de clarificación.	20
Figura 8. Área de clarificación.	20
Figura 9. <i>Área de palmistería</i>	21
Figura 10. Área de palmistería.....	22
Figura 11. Diagrama de Ishikawa - Causas del problema.	23
Figura 12. Cronograma de actividades.	34
Figura 13. Base de Datos: Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. (Arquitectura de Datos)	35
Figura 14. RFF a proceso mensual.	36
Figura 15. RFF A proceso vs porcentaje de CPO.....	37
Figura 16. <i>Histórico de RFF a proceso mensual</i>	37
Figura 17. Acumulado anual RFF A proceso.	38
Figura 18. <i>Calidad de fruta vs Acidez</i>	38
Figura 19. Acumulado calidad de fruta vs Acidez acumulada	39
Figura 20. Panel de control y visualización de indicadores de RFF desde Excel.....	39
Figura 21. Producción de CPO.	41
Figura 22. Producción acumulada de CPO.....	41
Figura 23. Tasa de extracción de CPO.	42
Figura 24. Tasa de extracción de CPO acumulado.....	42
Figura 25. Porcentaje de CPO vs Tasa de extracción de CPO.	43
Figura 26. CPO producido acumulado vs Tasa de extracción acumulada.....	43
Figura 27. Histórico de producción de CPO.....	44
Figura 28. Histórico de tasa de extracción.....	44
Figura 29. Promedio de producción de CPO por mes.	45
Figura 30. Promedio de extracción de CPO de cada mes.....	45
Figura 31. Porcentaje de acidez.	46
Figura 32. Porcentaje de acidez acumulada.....	46
Figura 33. Porcentaje de pérdidas de CPO.	47
Figura 34. Porcentaje de pérdidas de CPO acumuladas.	47
Figura 35. Panel de control y visualización de indicadores de CPO desde Excel.....	48
Figura 36. Producción de almendra.	49
Figura 37. Producción anual de almendra.	49
Figura 38. Extracción de almendra.	50
Figura 39. Extracción anual de almendra.	50
Figura 40. Producción PK vs Rendimiento PK.	51
Figura 41. Producción anual de PK vs Rendimiento anual de PK.	51
Figura 42. Histórico de producción de almendra.....	52

	8
Figura 43. Histórico de extracción de almendra.	52
Figura 44. Impurezas de almendra.....	53
Figura 45. Acumulado de impurezas de almendra.	53
Figura 46. Panel de control y visualización de indicadores de PK desde Excel.....	54
Figura 47. Base de datos aceites y grasas del Catatumbo S.A.S. - Extracción de datos	55
Figura 48. Transformación de datos Power BI.	57
Figura 49. Construcción Balanced Scorecard Power BI.....	58
Figura 50. Indicadores de CPO.....	59
Figura 51. Indicadores de PK.	59
Figura 52. Indicadores de RFF.	60

1. Resumen

Este trabajo tiene como objetivo resaltar la importancia del Business Intelligence (BI) para tomar decisiones estratégicas, y cómo Power BI se convierte en una herramienta clave para crear dashboards que faciliten analizar, automatizar y hacer seguimiento a los datos e información. Para ello, se implementará un plan estratégico basado en el Balanced Scorecard (BSC), enfocándose en aspectos como producción, eficiencia, pérdidas y calidad en la empresa Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

La idea surge de la necesidad de contar con información clara, bien organizada y fácil de entender, que permita a los diferentes niveles de la organización conocer cómo se comportan variables importantes como: cantidad de RFF procesado, producción de aceite AGC, producción de almendra, porcentaje de extracción de aceite, pérdidas por efluentes, raquis, fibra, calidad del fruto y nivel de acidez del CPO.

Con la recopilación y transformación de los datos históricos, se busca desarrollar un plan estratégico con un Balanced Scorecard que ayude a analizar los resultados en diferentes períodos, detectar desviaciones, comparar resultados y facilitar la toma de decisiones acertadas.

La herramienta pretende convertir los datos operativos en información útil para la gestión, ayudando a identificar oportunidades de mejora, controlar la eficiencia del proceso productivo y apoyar en la toma de decisiones más informadas.

Palabras clave

Power BI, Indicadores, Aceite de Palma, Eficiencia, Análisis de Datos.

Abstract

This work aims to highlight the importance of Business Intelligence (BI) for strategic decision-making and how Power BI becomes a key tool for creating dashboards that facilitate the analysis, automation, and monitoring of data and information. To this end, a strategic plan based on the Balanced Scorecard (BSC) will be implemented, focusing on aspects such as production, efficiency, losses, and quality at Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

The idea stems from the need for clear, well-organized, and easy-to-understand information that allows different levels of the organization to understand the behavior of important variables such as: the amount of processed raw sugars (RSF), AGC oil production, almond production, oil extraction percentage, losses due to effluent, rachis, fiber, fruit quality, and CPO acidity level.

By collecting and transforming historical data, the goal is to develop a strategic plan with a Balanced Scorecard that helps analyze results over different periods, detect deviations, compare results, and facilitate sound decision-making. The tool aims to transform operational data into useful information for management, helping to identify opportunities for improvement, monitor the efficiency of the production process, and support more informed decision-making.

Keywords: Power BI, Indicators, Palm Oil, Efficiency, Data Analysis.

2. Introducción

Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. es una empresa colombiana que se dedica a extraer y transformar aceites. Su actividad principal es procesar racimos de fruta fresca (RFF) para obtener aceite de palma, almendra y otros subproductos. Durante este proceso, se generan muchos datos relacionados con la producción, eficiencia, perdidas en el proceso y calidad.

Aunque la organización dispone de información relevante para conocer el comportamiento del proceso productivo, se identifica una problemática relacionada con el seguimiento, consolidación, visualización y análisis oportuno de los datos para la toma de decisiones. La ausencia de herramientas que permita gestionar estratégicamente esta información dificulta la identificación rápida de tendencias y desviaciones, así como la comparación de resultados entre diferentes períodos. Esta situación genera mayores esfuerzos para la planeación y ejecución de actividades del proceso productivo, limitando la disponibilidad de información para la toma de decisiones oportunas.

Por lo anterior, es necesario gestionar los datos del proceso productivo con herramientas que permitan organizar los datos, crear indicadores y realizar un seguimiento claro del desempeño del proceso. El Balanced Scorecard (BSC) es una herramienta que permite estructurar y dar seguimiento al proceso usando indicadores, analizar datos e identificar comportamientos, desviaciones y oportunidades en el proceso productivo.

Para el desarrollo de esta propuesta, primero se identifican los datos del proceso productivo más importantes relacionados con la producción, la eficiencia, las pérdidas y

la calidad. También se recopila, organiza y transforma la información histórica disponible.

Así, el Business Intelligence (BI) es una opción para convertir los datos operativos en información útil para la gestión y la toma de decisiones. Usar la herramienta Power BI permite recopilar, transformar, analizar y visualizar la información con indicadores, gráficos y tableros de control que ayudan a analizar e interpretar el desempeño del proceso.

Por lo anterior, este trabajo propone diseñar un plan estratégico Balanced Scorecard (BSC) usando Power BI para mejorar el análisis, el seguimiento y la toma de decisiones del proceso productivo de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La idea es unificar toda la información disponible en un tablero de control gerencial que permita visualizar el desempeño del proceso y que convierta los datos en información visual, organizada y fácil de entender que permita el apoyo para la toma de decisiones.

3. Marco Conceptual y Contextual

3.1. Generalidades

El presente trabajo se desarrolla a partir de una base de datos estructurada para análisis obtenida de la empresa Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. empresa Colombiana dedicada a la extracción de aceites y grasas de origen vegetal y animal destacando la importancia del Business Intelligence (BI) para la toma de decisiones estratégicas en la organización y como Power BI toma importancia para analizar y visualizar los datos.

3.2. Contexto

El aceite de palma que es el más empleado en el mundo; en Colombia, ha sido uno de los productos de mayor crecimiento en la industria. El aceite de palma conforme con (C., 2009) “se extrae del mesocarpio del fruto de la semilla de la palma africana *Elaeis guineensis* jacq. a través de procedimientos mecánicos. Está constituido por una mezcla de ésteres de glicerol (triglicéridos) y es fuente natural de carotenos y vitamina E. Gracias a su versatilidad, dada por su composición de ácidos grasos saturados e insaturados y su aporte nutricional, el aceite de palma y las fracciones líquida (oleína) y sólida (estearina) son empleadas en la elaboración de mezclas de aceites y margarinas para mesa y cocina, grasas de repostería y confitería, entre otras.”; por su parte el aceite de palmiste se deriva de la semilla o nuez.

Se dispone de diversas aplicaciones en el ámbito de la alimentación, la farmacéutica, los cosméticos, los fertilizantes orgánicos y también como fuente renovable de energía.

Su cultivo tiene una vida útil comercial de más de 25 años y produce cinco veces más aceite que el cultivo de soya.

Asimismo, ayuda a la reforestación y al equilibrio ecológico en las áreas de producción proporcionando oxígeno al medio ambiente y absorbiendo CO₂.

Conforme con (Alvarez, 2025) “La palma aceitera es una planta perenne, tropical, propia de climas cálidos que crece en tierras por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar, se utiliza comercialmente para la extracción del aceite y tiene tres variedades ancestrales: dura, pisifera y tenera (1). Desde el golfo de Guinea en el África occidental fue introducida a otras partes de África, sudeste de Asia y Latinoamérica, de ahí su denominación popular: palma africana de aceite; mientras que, su introducción a la América tropical se atribuye a los colonizadores y comerciantes de esclavos portugueses”; asimismo (Alvarez, 2025) afirma que “El aceite vegetal extraído de este cultivo, conocido como aceite de palma, es el más utilizado del mundo y se produce a partir de la pulpa del fruto, aunque también de la semilla o nuez se obtiene el llamado aceite de palmiste (3, 5). Cuando se le cultiva con propósitos comerciales, tiene un promedio de vida que oscila entre 24 y 28 años; mientras que, la producción de racimos inicia a partir de los 24 meses de sembrada la palma en el campo y este proceso productivo es continuo durante toda su vida útil, con producciones de alrededor de 10 toneladas de fruta por hectárea. Entre los 24 y los 36 primeros meses de edad, que pueden alcanzar hasta 28 toneladas, al llegar al sexto año de sembradas en el campo y se puede mantener durante los siguientes 20 -23 años, con niveles que se mueven en el rango de las 26 a las 32 toneladas de racimos anuales”.

3.3. Proceso Agroindustrial

El proceso de obtención del aceite de palma a nivel industrial incluye la recepción y almacenamiento de desfrutación, digestión, prensado, esterilización, refinación, clarificación, palmistería y producción de vapor, refinación de aceite y tratamiento de efluentes.

La recopilación de los racimos en las plantaciones debe cumplir con los criterios ideales, enfocados en obtener calidad y rendimiento del aceite.

La fruta verde tiene un porcentaje menor de aceite, y, la fruta madura produce aceite con alto contenido de acidez, por ello, el rendimiento y la calidad del producto son factores que se establecen en el terreno.

Figura 1. *Proceso de extracción de aceite de palma y palmiste.*



Nota: Tomado de <https://www.induagro.com.mx/> (induagro.com.mx, s.f.)

El proceso de extracción del aceite es un proceso físico en donde se obtienen los siguientes productos principales: Aceite crudo de palma, Aceite crudo de palmiste y Harina de palmiste.

Así como subproductos para el alimento de ganado y residuos orgánicos que se utilizan para fertilizar plantaciones o como combustible, siendo estos: Raquis, Lodos, Fibra, Cascarilla de nuez, Cernido.

3.3.1. Etapas del proceso

3.3.1.1. Recepción del Fruto:

Los racimos que llegan a las instalaciones de la planta extractora son pesados y, de acuerdo con los criterios de evaluación de la calidad del fruto se clasifican. Se descargan en una plataforma de recibo y, mediante un sistema de tolvas se alimentan las vagonetas. Una vez cargadas, éstas se trasladan por medio de rieles al área de esterilización. (induagro.com.mx, s.f.)

Figura 2. *Recepción del fruto.*



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

3.3.1.2. Esterilización:

Con la esterilización se busca detener el proceso de acidificación, acelerar el proceso natural de desprendimiento de los frutos y facilitar la extracción del aceite ablandando los tejidos de la pulpa, entre otros objetivos. (Azezoz)

La esterilización se realiza en esterilizadores cilíndricos horizontales llamados “autoclaves”, los cuales se fabrican según el diseño y tamaño de la planta.

Este proceso reduce el contenido de humedad del racimo y afloja las frutas. La esterilización también desactiva las enzimas y, por lo tanto, estabiliza la calidad del aceite en términos del desarrollo de ácido graso libre (FFA). Durante el proceso también se endurece el mucilago y se encogen los palmistes con lo cual se desprenden de la cáscara. (Beattle)

Figura 3. *Área de esterilización.*



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

3.3.1.3. Desfrutación

El desfrutador es un tambor que gira en un eje central. Los racimos pasan por su interior y golpean varias veces los barrotes, lo que causa el desprendimiento de los frutos.

Figura 4. *Área de desfrutación.*



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

3.3.1.4. Digestión

Los frutos sueltos se llevan a los digestores, que son unos cilindros verticales con agitación lenta. En este paso, la pulpa de las nueces y se rompen las celdas para liberar el aceite. El proceso ocurre en tanques cilíndricos verticales con paletas rotativas y vapor directo, donde el fruto se macera para extraer el aceite.

Figura 5. *Área de digestión y prensado.*



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

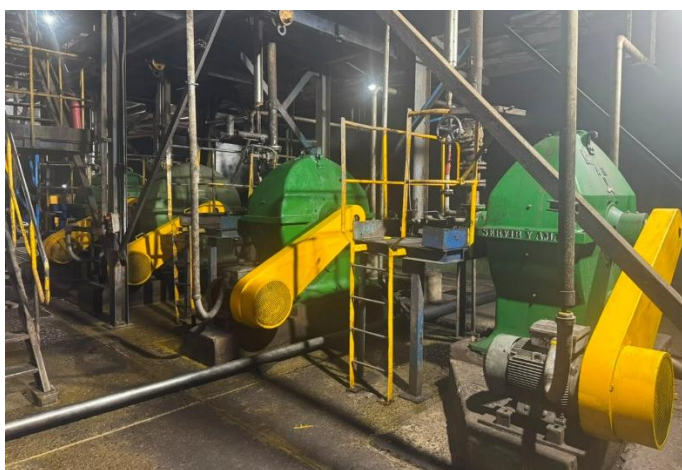
3.3.1.5. Prensado

En la actividad de prensado, se extrae la parte líquida de la masa de frutos que sale del digestor. Esta fracción contiene aceite de pulpa de palma, agua y sólidos que quedan suspendidos en el agua. El proceso se muestra en la *Figura 5. Área de digestión y prensado.*

3.3.1.6. Clarificación

La clarificación es un proceso de purificación que utiliza la decantación estática en tanques metálicos para eliminar impurezas como agua, arena, nuez y fibra del aceite extraído. Este proceso es responsable de la remoción de mugre y la humedad del aceite. (MA, 1998)

Figura 6. *Área de clarificación.*



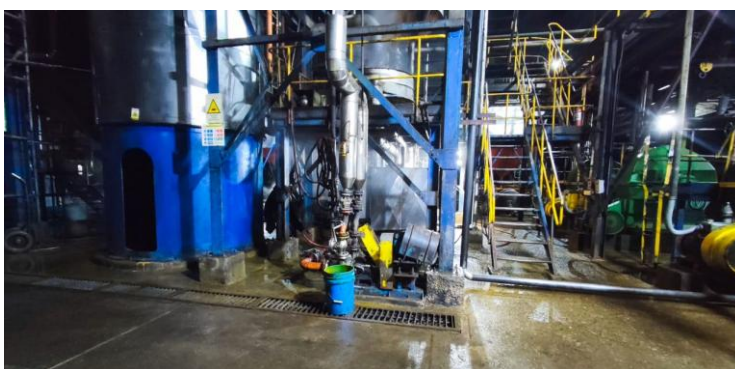
Nota: Tomado de *Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.*

Figura 7. *Área de clarificación.*



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

Figura 8. *Área de clarificación.*



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

3.3.1.7. Almacenamiento

Después de pasar los controles de calidad en el laboratorio, el aceite se almacena en tanques para ser despachado a las industrias procesadoras.

La pureza del aceite de palma crudo obtenido puede alcanzar hasta el 90%. El aceite de extracción contiene 45%-55% de humedad, lodo y otras impurezas. (Azezoz)

3.3.1.8. Palmistería (PK)

Las nueces secas provenientes de los silos de secado se envían a un clasificador de nueces y de ahí al triturador en donde se rompe la nuez y se obtiene el palmiste o almendras limpias. Una vez rota la nuez, la separación de la cascarilla de la almendra se realiza por un proceso neumático por diferencia de densidades. La cascarilla se envía a la caldera como combustible y la almendra al silo de secado. (induagro.com.mx, s.f.)

Figura 9. *Área de palmistería*



Nota: Tomado de *Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.*

Figura 10. *Área de palmistería.*



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

3.4. Planteamiento del problema

3.4.1. Diagnóstico

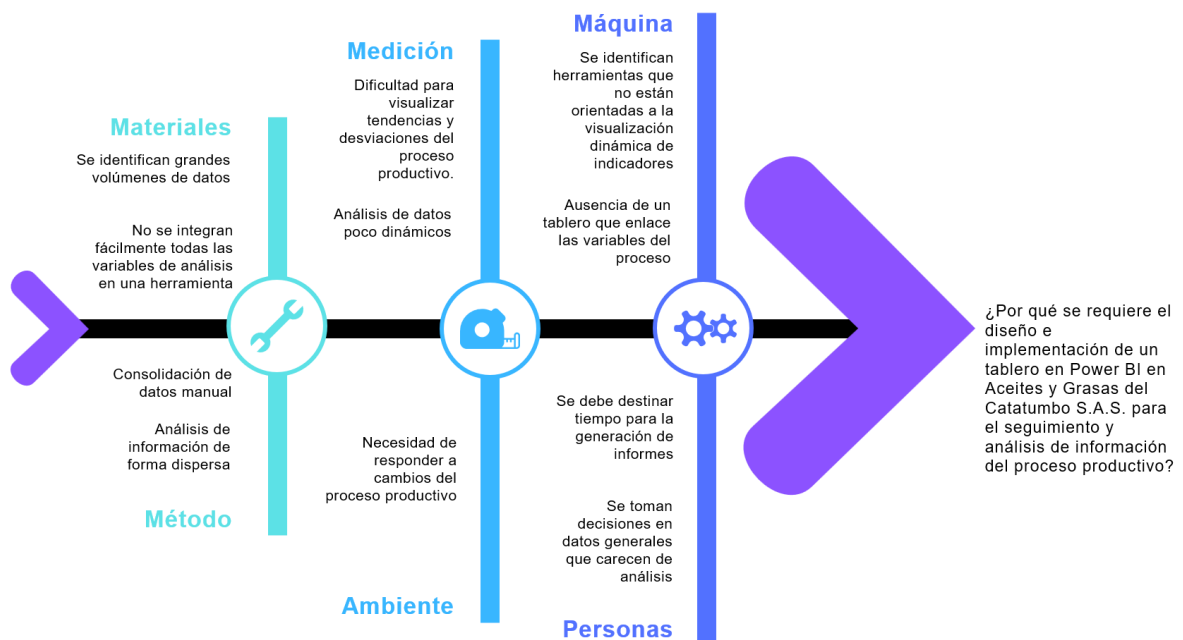
Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. maneja grandes volúmenes de datos sobre varias etapas de su proceso, como la cantidad de RFF llevado a proceso, la producción de aceite AGC y almendra, la extracción de aceite y almendra, las pérdidas por efluentes, raquis y fibra, las pérdidas totales, la calidad del fruto, la humedad e impurezas de la almendra y la acidez del CPO.

Aunque estos datos ayudan a entender cómo funciona el proceso, faltan herramientas para organizar, analizar y presentar la información de manera estratégica que apoye la toma de decisiones.

Esto hace que sea difícil identificar rápidamente tendencias y desviaciones, y también dificulta la toma de decisiones, sobre todo al comparar diferentes períodos. Como resultado, la organización debe hacer un mayor esfuerzo organizacional, prolongando los tiempos de planeación y ejecución.

Se identificaron las causas por las que es necesario diseñar e implementar un plan estratégico Balanced Scorecard (BSC) usando Power BI para el seguimiento y análisis de la información como se muestra a continuación:

Figura 11. *Diagrama de Ishikawa - Causas del problema.*



Nota: Adaptado de *plantilla de Infografía técnica de análisis de causa raíz con diagrama de Ishikawa*, por (Carnival, s.f.), (<https://www.slidescarnival.com/es/template/infografia-tecnica-de-analisis-de-causa-raiz-con-ishikawa/260981>)

Según la **Figura 11. Diagrama de Ishikawa - Causas del problema**, un manejo inadecuado de los datos e información puede llevar a que la organización tome decisiones basadas en datos generales y sin filtro lo que puede generar riesgos para la empresa.

Por tanto, Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. necesita una herramienta que ayude a sistematizar y mejorar la consolidación, visualización, análisis y uso de los datos para la toma de decisiones.

3.4.2. Situación deseada

El objetivo es crear un plan estratégico Balanced Scorecard (BSC) usando Power Bi para reunir y mostrar los datos clave de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. Esto permitirá ver rápidamente cuánto fruto se procesa, cuánto fruto se obtiene, la eficiencia de la extracción, las pérdidas y dónde ocurren, el estado de la materia prima, la calidad del producto, los mejores y peores períodos y los indicadores que muestran desviaciones.

3.4.3. Pregunta de investigación

¿Cómo puede el diseño de un plan estratégico Balanced Scorecard (BSC) mediante la implementación de la herramienta Power BI contribuir al análisis, seguimiento y toma de decisiones en Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. para la generación de indicadores de producción, eficiencia, pérdidas y calidad?

4. Justificación

Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. es una empresa que produce grandes volúmenes de datos en su proceso productivo. Aunque estos datos ayudan a entender cómo funciona el proceso, actualmente faltan herramientas para organizar, presentar y analizar la información de manera estratégica, así como para apoyar la toma de decisiones.

Utilizar herramientas para organizar y analizar datos, así como para tomar decisiones sobre el proceso productivo, es clave estratégica para el desarrollo de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

Cuando los procesos se encuentran organizados y planificados, los recursos son utilizados de una forma más eficiente y hay mayor participación en todos los niveles de la empresa.

Por lo anterior, este trabajo busca implementar un plan estratégico Balanced Scorecard (BSC) usando Power BI. Esto permitirá convertir los datos en información visual y fácil de entender para todos en la organización, ayudando en el análisis y toma de decisiones oportuna. Entre los beneficios están la centralización de la información, reducción del tiempo de análisis, comparación de datos en diferentes períodos, identificación de tendencias y desviaciones, detección de puntos de pérdida, evaluación de la eficiencia del proceso, facilidad para tomar decisiones y generación de información útil para mejorar.

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Analizar y diseñar un plan estratégico Balanced Scorecard (BSC) a través de la herramienta Power BI para el seguimiento y análisis de indicadores de producción, eficiencia, pérdidas y calidad del proceso productivo de la empresa Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

5.2. Objetivos Específicos

- Identificar los principales indicadores relacionados con producción, eficiencia, pérdidas y calidad que permitan evaluar el comportamiento del proceso productivo
- Recopilar y organizar la información histórica necesaria para la construcción de indicadores.
- Diseñar un modelo de datos que permita integrar y relacionar la información utilizada en el análisis
- Desarrollar un tablero gerencial a través de la herramienta Power BI que presente los principales indicadores de manera visual e interactiva
- Analizar el comportamiento de los indicadores para identificar tendencias, desviaciones y oportunidades de mejora en el proceso.
- Proponer recomendaciones orientadas al mejoramiento del seguimiento y control del proceso productivo basados en la toma de decisiones

6. Conceptos

A continuación, relacionamos los conceptos que detallan y permiten comprender con mayor claridad el alcance del presente trabajo:

6.1. Aceite de Palma

El aceite de palma se extrae del mesocarpio del fruto de la palma de aceite, *Elaeis guineensis*, nativa de África Occidental. En Malasia, la variedad *tenera* de alto rendimiento de *E. guineensis* es la palma de aceite más comúnmente cultivada. *Tenera* es un híbrido entre *dura* y *pisifera*. A partir del fruto de la palma se producen dos tipos de aceite: aceite de palma del mesocarpio (la capa externa fibrosa y anaranjada del fruto) y el aceite de palmiste, de la almendra blanca que se encuentra en el interior de la cáscara del fruto de la palma. De estos dos se pueden producir muchas fracciones de aceite de palma y de palmiste para una variedad de usos alimentarios. (Johari, 2021)

Se utiliza principalmente en la elaboración de alimentos, aceites comestibles, margarinas, productos de panadería, cosméticos, jabones y biocombustibles.

Se obtiene mediante diferentes etapas industriales como esterilización, desfrutación, digestión, prensado y clarificación de los racimos de fruta fresca (RFF).

6.2. Almendra

La almendra o palmiste es la semilla que se encuentra en el interior del fruto de la palma, protegida por una cáscara.

El palmiste o almendra representa aproximadamente entre el 5 y el 12% del peso del racimo, por consiguiente, constituye un subproducto importante del proceso de extracción del fruto de palma. (Sue, 1992)

Se utiliza principalmente para producir aceite de palmiste, empleado en la industria alimentaria, cosmética y oleoquímica.

Se obtiene durante el procesamiento del fruto, después de separar la fibra y la cáscara. Posteriormente, la almendra puede ser procesada para extraer el aceite de palmiste.

6.3. Business Intelligence

Los procesos, tecnologías y herramientas necesarias para convertir los datos en información, la información en conocimiento, y el conocimiento en planes de acción que impulsan la rentabilidad empresarial. Business Intelligence abarca el almacenamiento de datos, los negocios, herramientas analíticas de negocios y gestión de conocimiento. (ROJAS, 2023) Como se citó en (Eckerson, 2002).

6.4. Calidad de la materia prima

La calidad de la materia prima corresponde a las condiciones en que llegan los racimos de fruta fresca (RFF) a la planta extractora. Se evalúan características como fruto verde, maduro, sobremaduro, podrido y fruto suelto.

Permite determinar si la fruta tiene las condiciones adecuadas para ser procesada y ayuda a controlar el rendimiento y la calidad del aceite obtenido.

Se determina mediante inspecciones y muestreos realizados a los RFF durante su recepción en la planta.

6.4. Datos

Colección de elementos de valor sin procesar utilizados para calcular, razonar o medir. Los datos pueden ser recopilados, guardados o procesados, pero no pueden ponerse en un contexto en el que cualquier significado pueda inferirse. (Loshin, 2012)

Permiten realizar cálculos, análisis e indicadores para conocer el comportamiento de un proceso y apoyar la toma de decisiones.

Se obtienen mediante registros, sistemas de información, equipos de medición, formatos, bases de datos y otras fuentes de información.

6.5. Efluente

El efluente es un subproducto líquido generado durante el proceso de extracción de aceite de palma, principalmente por las aguas provenientes de la esterilización y clarificación. (Botrán, 2023).

Aunque no es un producto principal, debe ser tratado adecuadamente para disminuir su impacto ambiental. También puede ser aprovechado en procesos como la generación de biogás.

Se produce durante las diferentes etapas del proceso industrial y es conducido posteriormente a sistemas de tratamiento de aguas residuales.

6.6. Extracción de aceite

Conjunto de procesos físico-mecánicos que se realizan en plantas industriales para separar y obtener el aceite crudo de palma y el aceite de palmiste a partir de racimos de fruta fresca de palma.

Su objetivo principal es recuperar la mayor cantidad posible de aceite de los RFF, reduciendo las pérdidas y manteniendo una adecuada calidad del producto.

Incluye etapas como recepción, esterilización, desfrutación, digestión, prensado, clarificación y almacenamiento del aceite.

6.7. Información

Es el resultado de recopilar y organizar datos de manera que se establezcan relaciones entre los elementos, lo cual proporciona un contexto y un significado. (Loshin, 2012)

Permite comprender los resultados de un proceso, identificar tendencias, detectar problemas y facilitar la toma de decisiones.

Se obtiene al recopilar, organizar, procesar y analizar datos provenientes de diferentes fuentes.

6.8. Power BI

Power BI representa una herramienta de Microsoft de notable relevancia, desempeñando una función primordial en el procesamiento y visualización de datos. (Bermeo, 2020), como se citó en (Paola, 2023). Esta plataforma, concebida por Microsoft, dota a las organizaciones con la capacidad de recopilar, transformar y analizar

volúmenes significativos de datos de forma eficaz y eficiente. Adicionalmente, permite la evaluación de Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs), tendencias y patrones, elementos esenciales para la toma de acciones estratégicas y la identificación de áreas de mejora. (Paola, 2023).

Permite crear indicadores, gráficos y tableros de control para analizar el desempeño de los procesos y facilitar la toma de decisiones.

Power BI puede conectarse a Excel, bases de datos, archivos CSV y otros sistemas para transformar los datos y convertirlos en información visual.

6.9. RFF procesado

Racimos de fruta fresca de la palma de aceite. (Shariff, 2017). Son los racimos cosechados de la palma de aceite que contienen los frutos utilizados para obtener aceite.

Constituyen la principal materia prima de la planta extractora y permiten obtener aceite de palma, almendra y otros subproductos.

Se obtienen mediante la cosecha de los racimos maduros en las plantaciones. Luego son transportados, pesados, evaluados y procesados en la planta extractora.

6.10. Raquis

El raquis corresponde a los racimos vacíos de fruta, producto del proceso de extracción del aceite. Estos residuos son fibrosos, de gran volumen y altos en celulosa.

Se obtiene durante la extracción del aceite crudo de palma y se puede utilizar, principalmente, de dos maneras: mediante su aplicación directa al suelo o en la

elaboración de compost. Ambas tienen la finalidad de realizar aportes de materia orgánica y nutrientes al suelo, mejorando la estructura y composición química del mismo. (Botrán, 2023)

Puede utilizarse como fuente de materia orgánica y nutrientes para el suelo, principalmente mediante aplicación directa o elaboración de compost.

Se obtiene como subproducto durante la desfrutación de los RFF, cuando los frutos son separados del racimo.

7. Desarrollo e Implementación

7.1. Diseño Metodológico

A través del presente trabajo se diseñó e implementó una solución de inteligencia de negocios (BI) para resolver el problema que presenta la organización Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. El proceso incluyó la extracción y transformación de datos, así como la creación de un tablero interactivo con indicadores de RFF, CPO y PK.

Este desarrollo del trabajo se dividió en tres fases. Primero se identificó la información del proceso. Luego se depuró la información según los indicadores del proceso productivo, y, finalmente, se diseñó y construyó el modelo de análisis de datos en Microsoft Power BI como propuesta de solución del problema planteado al inicio de este trabajo.

7.1.1. Establecimiento de Cronograma de Actividades

Figura 12. *Cronograma de actividades.*

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES						
MES	Julio			Agosto		
DÍAS DEL PROYECTO	21	27	3	10	17	21
SEMANAS DEL PROYECTO	1	2	3	4	5	
Etapas 1						
Etapas de Exploración	Sesiones de seminario para la obtención de información relacionada con la implementación de Power BI.					
	Revisión de fuentes confiables sobre métodos e implementación de Power BI.					
	Selección de base de datos para la generación de información e implementación de tablero de control de Power BI.					
			Revisión de información de causas y problemáticas en la empresa Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. y toma de decisiones para la determinación de parámetros			
			Obtención de información con personal de la empresa Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. para el desarrollo de un tablero de control en Power BI.			
Etapas 2						
Etapas Descriptiva y Extracción de Datos			Análisis de la base de datos del proceso productivo de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.			
			Recopilación e identificación de indicadores del proceso proceso productivo de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.			
			Depuración de información de la base de datos del proceso productivo contemplando la necesario para la implementación de Power BI.			
Etapas 3						
Etapas de Construcción, Diseño y Funcionamiento del Modelo			Definición de metodología de migración de la información actual a Power BI.			
			Construcción de modelo de análisis en Power BI, a partir de la información cargada.			
				Diseño e implementación de tablero de control de indicadores para el proceso productivo de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.		
				Modelado y funcionamiento del tablero de control de indicadores en el proceso productivo de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.		
				Indentificación de oportunidades en el proceso productivo de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. a partir del tablero de control de indicadores.		

Nota. La anterior tabla describe las etapas de desarrollo del trabajo.

7.1.2. Primera Etapa: Etapa de Exploración

A través del seminario de Toma de Decisiones con Analítica Empresarial: Dominando Excel y Power BI, se compartieron y generaron las bases conceptuales para la recopilación, análisis, estructura, visualización y comunicación de datos que generaran un

impacto en la toma de decisiones estratégicas en la organización Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

Se realizó el diagnóstico inicial del estado de los datos del proceso productivo de la organización aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. conforme a la información suministrada para conocer la arquitectura de datos que actualmente presenta la información y la visualización de los datos para el análisis e interpretación para la toma de decisiones en el proceso productivo, como se muestra a continuación:

Figura 13. Base de Datos: Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

(Arquitectura de Datos)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	ANO	VARIABLES	ACUMULAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
115	2025	IFF A PROCESO	231.218.618	18.844.337	18.554.486	18.626.864	17.971.502	18.656.235	16.956.745	21.020.190	19.236.605	22.287.866	23.123.027	21.618.532	16.322.329
116	2025	% VERDE	6,48%	14,41%	8,83%	9,88%	7,63%	5,53%	4,81%	3,31%	4,25%	3,41%	4,10%	6,02%	5,99%
117	2025	% SOBREMADURA	5,86%	11,80%	7,57%	6,11%	8,71%	5,39%	2,72%	3,02%	3,43%	4,15%	3,86%	2,93%	4,67%
118	2025	% PODRIDA	1,73%	4,02%	2,83%	2,08%	1,79%	1,96%	1,54%	0,99%	3,31%	1,44%	0,87%	0,51%	1,43%
119	2025	PRODUCCION ACEITE AGC	53.992.691	3.878.745	4.215.681	4.253.217	4.119.457	4.402.704	4.021.739	5.086.776	4.552.978	5.297.251	5.314.202	5.057.615	3.792.328
120	2025	% EXTRACCION ACEITE DE PALMA	23,34%	23,03%	22,72%	22,83%	22,92%	23,60%	23,72%	24,20%	23,67%	23,77%	22,98%	23,39%	23,23%
121	2025	PERDIDAS POR EFLUENTES	0,35%	0,41%	0,40%	0,30%	0,33%	0,38%	0,34%	0,36%	0,30%	0,32%	0,31%	0,35%	0,38%
122	2025	PERDIDAS POR RAGUIS	0,66%	0,54%	0,87%	0,76%	0,61%	0,63%	0,69%	0,55%	0,57%	0,60%	0,52%	0,55%	0,38%
123	2025	PERDIDAS POR FIBRA	0,53%	0,56%	0,50%	0,53%	0,53%	0,52%	0,51%	0,52%	0,53%	0,56%	0,55%	0,55%	0,54%
124	2025	TOTAL PERDIDAS	1,48%	1,52%	1,76%	1,58%	1,46%	1,53%	1,49%	1,43%	1,39%	1,49%	1,38%	1,45%	1,30%
125	2025	PRODUCCION ALMENDRA	11.441.258	828.822	812.434	944.115	937.257	913.055	808.750	1.015.584	968.400	1.151.151	1.089.077	1.101.398	871.205
126	2025	EXTRACCION DE ALMENDRA	4,91%	4,92%	4,38%	5,07%	5,22%	4,89%	4,77%	4,85%	5,03%	5,16%	4,72%	4,61%	5,34%
127	2025	% HUMEDAD EN ALMENDRA	4,70%	4,94%	4,52%	4,93%	4,82%	4,89%	3,48%	4,29%	4,37%	4,71%	6,18%	4,87%	4,42%
128	2025	% IMPUREZAS EN ALMENDRA	8,54%	7,48%	7,67%	7,99%	8,09%	8,45%	8,91%	8,75%	9,02%	8,79%	8,79%	8,62%	9,87%
129	2025	% HUMEDAD + IMPUREZAS EN ALMENDRA	13,24%	12,43%	12,19%	12,92%	12,90%	13,33%	12,39%	13,04%	13,40%	13,50%	14,96%	13,49%	14,29%
130	2025	% ACEITE PROCESO CPO	3,47%	3,99%	3,70%	3,65%	3,94%	3,11%	3,27%	2,77%	3,15%	3,07%	3,50%	3,45%	3,58%
131	2026	IFF A PROCESO	127.129.930	20.059.550	19.758.518	21.017.084	20.672.276	19.698.037	19.917.606	6.046.659					
132	2026	% VERDE	3,17%	4,28%	3,22%	2,17%	2,00%	3,12%	3,42%	3,95%					
133	2026	% SOBREMADURA	3,22%	2,93%	4,05%	3,78%	4,59%	2,61%	2,53%	2,08%					
134	2026	% PODRIDA	0,63%	0,68%	0,83%	0,43%	0,49%	0,55%	0,79%	0,60%					
135	2026	PRODUCCION ACEITE AGC	29.636.752	4.564.321	4.511.212	5.054.343	4.796.350	4.721.035	4.602.411	1.387.070					
136	2026	% EXTRACCION ACEITE DE PALMA	23,27%	23,75%	22,83%	24,05%	23,20%	24,02%	23,11%	23,94%					
137	2026	PERDIDAS POR EFLUENTES	0,35%	0,38%	0,35%	0,36%	0,34%	0,40%	0,33%	0,30%					
138	2026	PERDIDAS POR RAGUIS	0,66%	0,58%	0,60%	0,73%	0,84%	0,65%	0,73%	0,77%					
139	2026	PERDIDAS POR FIBRA	0,53%	0,49%	0,55%	0,52%	0,54%	0,53%	0,53%	0,53%					
140	2026	TOTAL PERDIDAS	1,54%	1,49%	1,49%	1,63%	1,72%	1,58%	1,59%	1,30%					
141	2026	PRODUCCION ALMENDRA	5.893.483	951.621	847.683	885.173	810.230	1.038.531	1.018.121	282.124					
142	2026	EXTRACCION DE ALMENDRA	4,69%	4,74%	4,29%	4,21%	3,92%	5,28%	5,11%	4,67%					
143	2026	% HUMEDAD EN ALMENDRA	4,15%	4,30%	3,80%	3,66%	3,33%	4,17%	4,82%	4,68%					
144	2026	% IMPUREZAS EN ALMENDRA	9,30%	8,34%	8,16%	8,54%	8,84%	10,60%	10,84%	9,78%					
145	2026	% HUMEDAD + IMPUREZAS EN ALMENDRA	13,49%	12,64%	11,96%	12,20%	12,17%	15,36%	15,66%	14,45%					
146	2026	% ACEITE PROCESO CPO	3,69%	3,32%	3,39%	3,01%	3,43%	2,87%	2,95%	2,69%					

Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

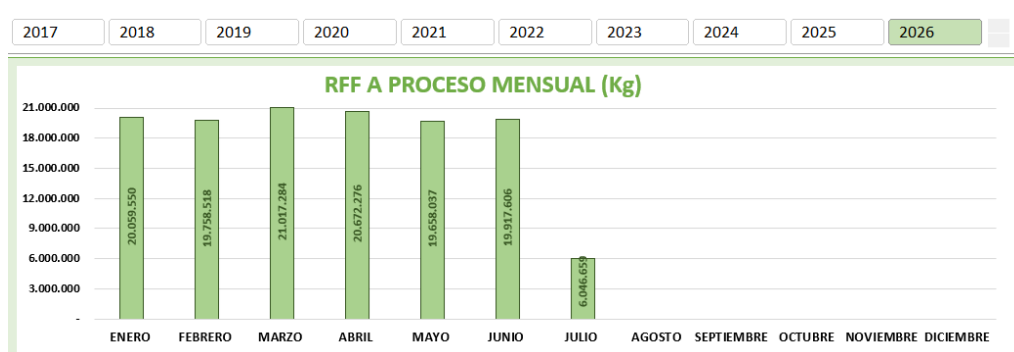
Se presenta a continuación el dashboard interactivo que actualmente gestiona Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. para el proceso productivo a través de la herramienta Excel:

A. Indicadores RFF:

Tabla 1. Indicadores RFF

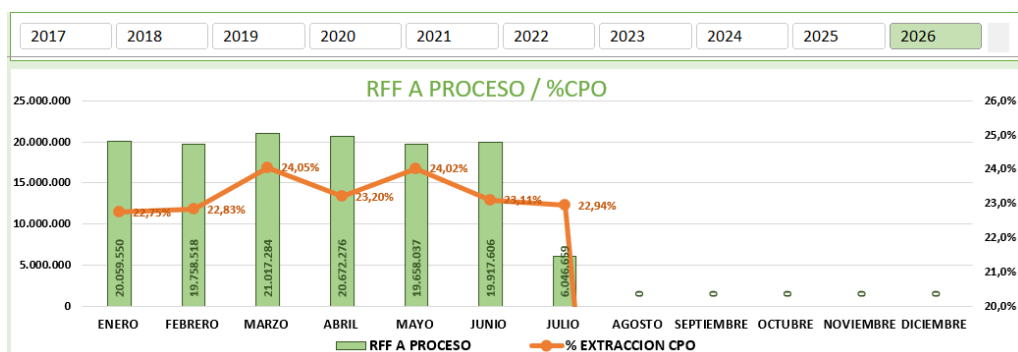
<i>Indicador</i>	<i>Descripción</i>
RFF a proceso	Cantidad de racimos de fruta fresca que ingresa al proceso de extracción durante un período determinado
% Verde	Porcentaje de fruta verde presente en los RFF. Fruta que no tiene el nivel adecuado de madurez.
% Sobremadura	Porcentaje de fruta sobremadura presente en los RFF.
% Podrida	Porcentaje de fruta podrida respecto a los RFF.

Figura 14. RFF a proceso mensual.



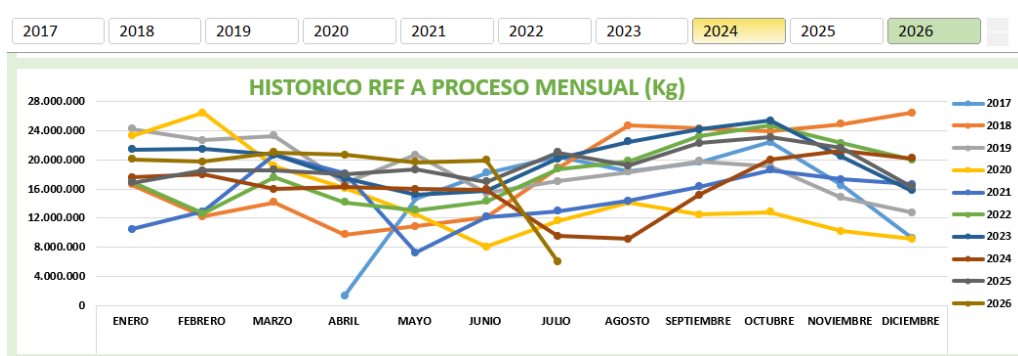
Nota: Tomado de *Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.* La gráfica muestra cuántos kilogramos de RFF ingresan al proceso productivo cada mes.

Figura 15. RFF A proceso vs porcentaje de CPO



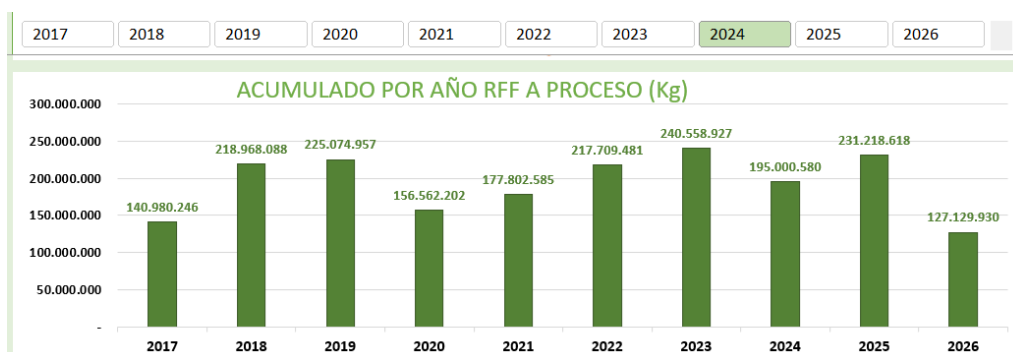
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica relaciona la cantidad de materia prima que ingresa al proceso y porcentaje de aceite de palma obtenido respecto al RFF procesado cada mes.

Figura 16. Histórico de RFF a proceso mensual.



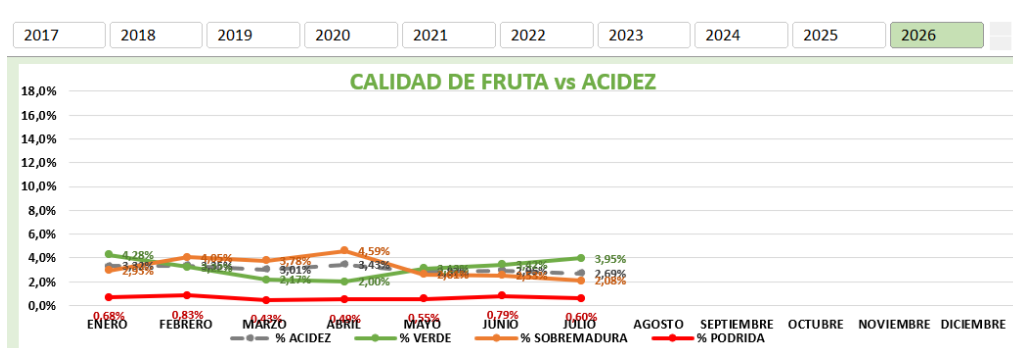
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra la comparación del RFF procesado cada mes entre diferentes años.

Figura 17. *Acumulado anual RFF A proceso.*



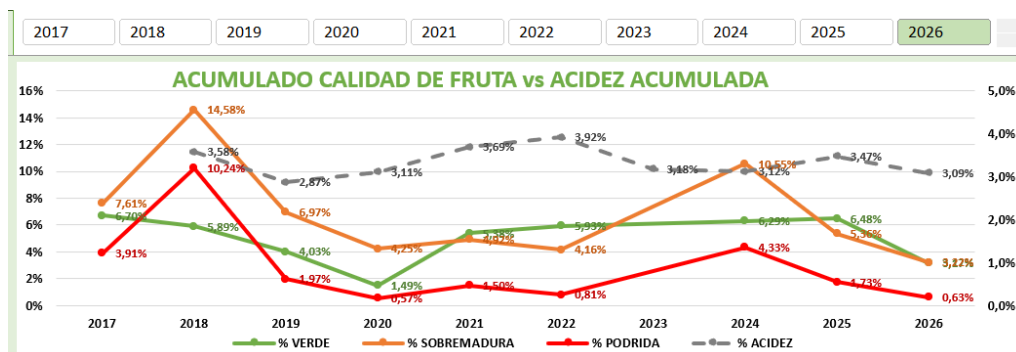
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra el total acumulado de RFF procesado por año.

Figura 18. *Calidad de fruta vs Acidez*



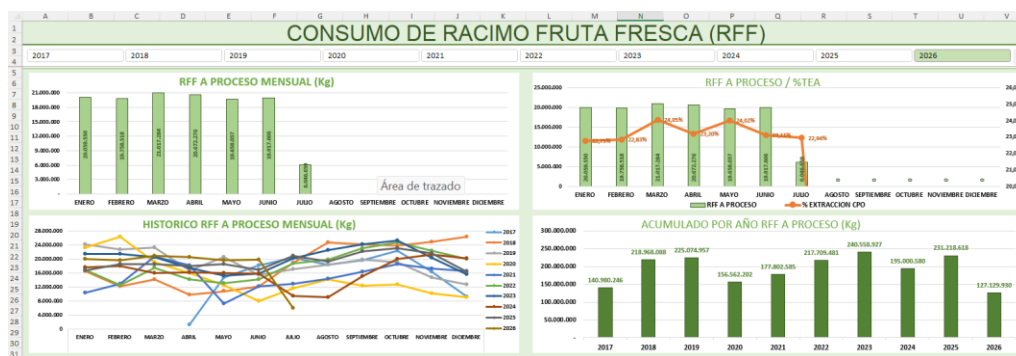
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica relaciona el análisis mensual de la calidad de los RFF recibidos con la acidez presentando cuatro indicadores: % verde, % sobremadura, % podrida, % acidez.

Figura 19. *Acumulado calidad de fruta vs Acidez acumulada*



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica relaciona el análisis histórico anual de la calidad de los RFF recibidos con la acidez presentando cuatro indicadores: % verde, % sobremadura, % podrida, % acidez.

Figura 20. *Panel de control y visualización de indicadores de RFF desde Excel.*



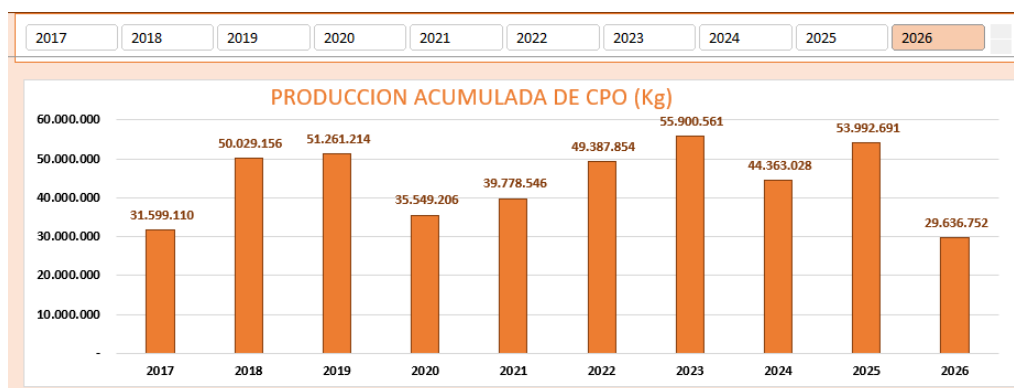
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La figura 20, muestra el panel de control visual para indicadores de RFF actualmente generados por la empresa Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

B. Indicadores CPO:**Tabla 2.** *Indicadores CPO*

<i>Indicador</i>	<i>Descripción</i>
Producción de aceite AGC	Cantidad de aceite AGC producido a partir del procesamiento de RFF.
% Extracción de aceite de palma	Porcentaje de aceite obtenido con relación a la cantidad de RFF procesado.
Pérdida por efluentes	Porcentaje de pérdidas asociadas a los efluentes generados.
Perdida por raquis	Porcentaje de pérdidas asociadas a los racimos vacíos después del proceso de desfrutación.
Perdida por fibra	Porcentaje de pérdidas asociadas a la fibra generada durante el proceso de extracción.
Total, pérdidas	Resultado consolidado de las pérdidas generadas por efluentes, raquis y fibras.
% Acidez proceso CPO	Porcentaje de acidez registrado en el aceite crudo de palma durante el proceso.

Figura 21. *Producción de CPO.*

Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra la cantidad de CPO producido durante cada mes.

Figura 22. *Producción acumulada de CPO.*

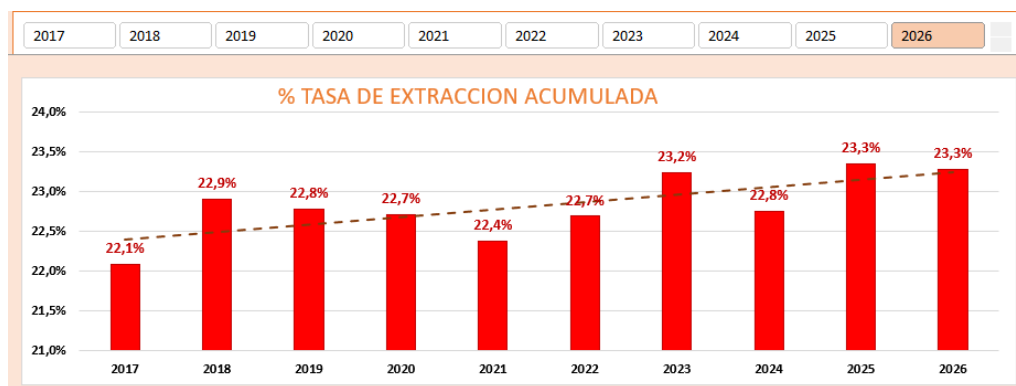
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra la producción total de CPO acumulada por año.

Figura 23. Tasa de extracción de CPO.



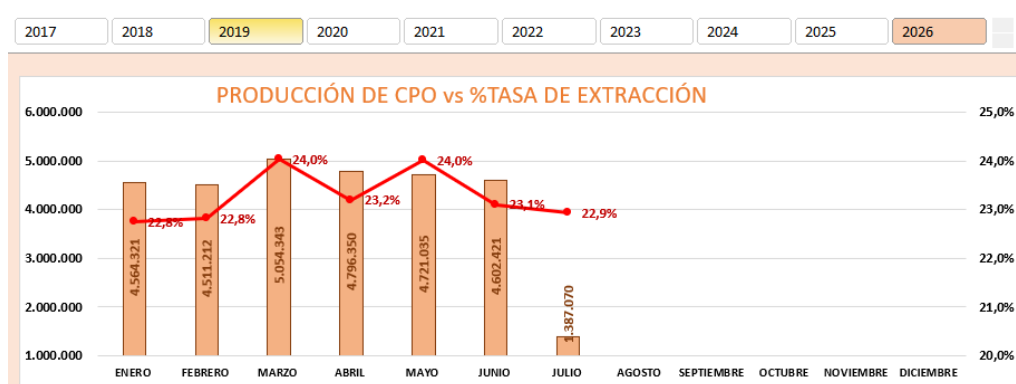
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra la tasa de extracción de CPO por mes.

Figura 24. Tasa de extracción de CPO acumulado.



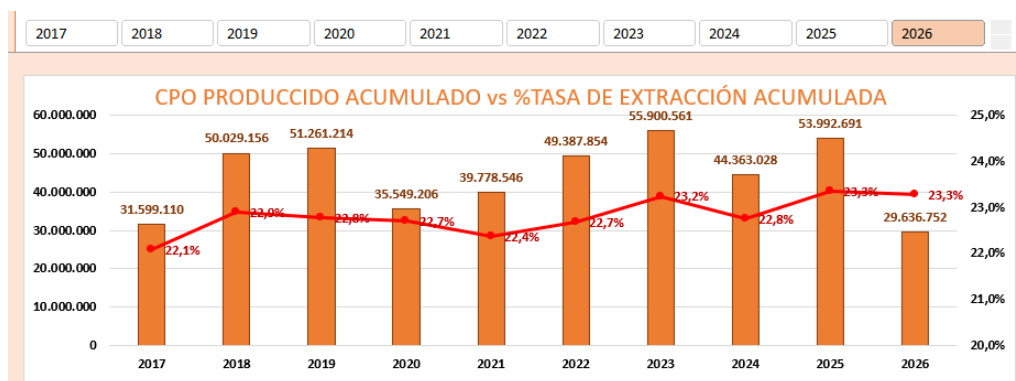
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica compara la tasa de extracción de CPO entre diferentes años.

Figura 25. Porcentaje de CPO vs Tasa de extracción de CPO.



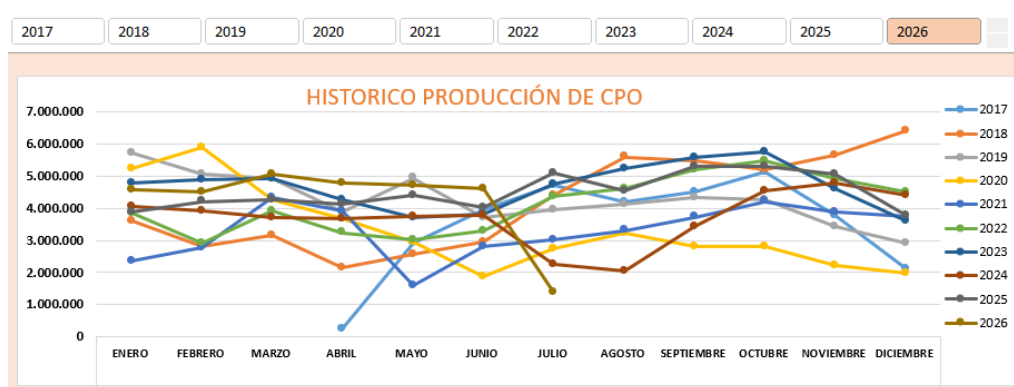
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica relaciona las variables de producción de CPO (Kg) y el porcentaje de tasa de extracción entre diferentes meses.

Figura 26. CPO producido acumulado vs Tasa de extracción acumulada



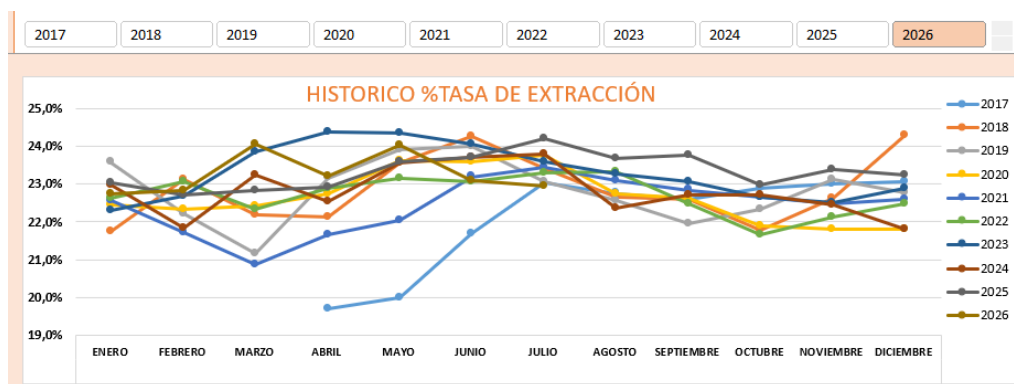
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica compara las variables de producción de CPO (Kg) y el porcentaje de tasa de extracción entre diferentes años.

Figura 27. *Histórico de producción de CPO*



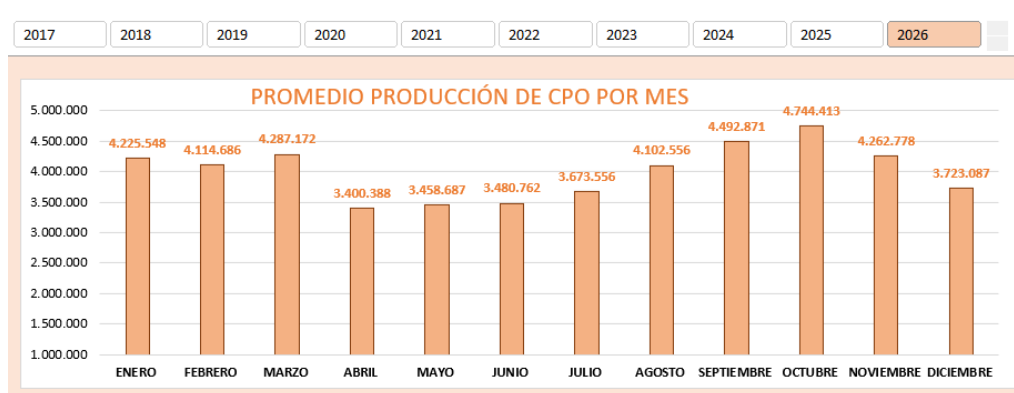
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra la evolución de la producción mensual de CPO.

Figura 28. *Histórico de tasa de extracción.*



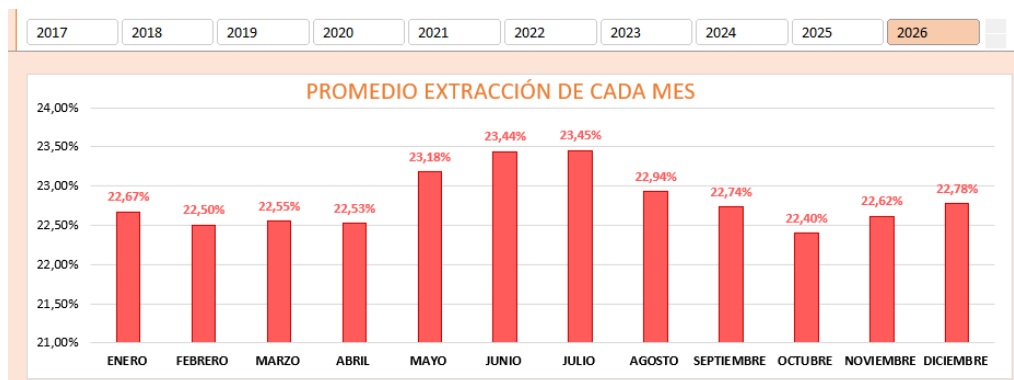
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra la evolución de la extracción mensual de CPO.

Figura 29. Promedio de producción de CPO por mes.



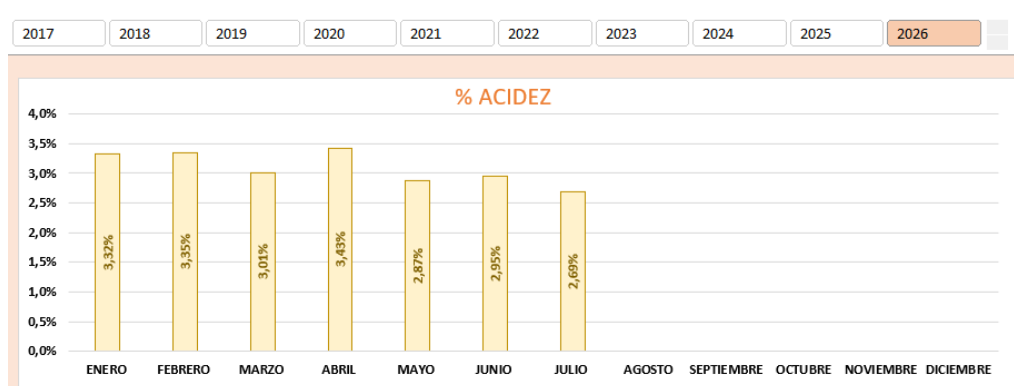
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra el promedio histórico de producción de CPO para cada mes.

Figura 30. Promedio de extracción de CPO de cada mes.



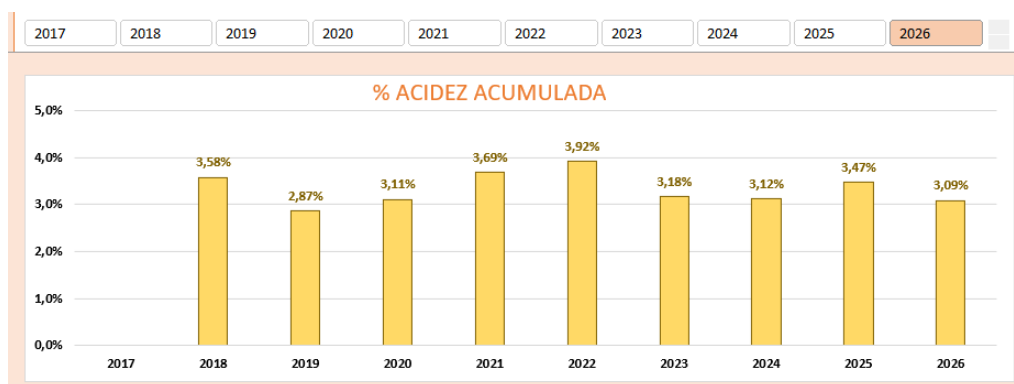
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra el promedio histórico de extracción de CPO para cada mes.

Figura 31. Porcentaje de acidez.



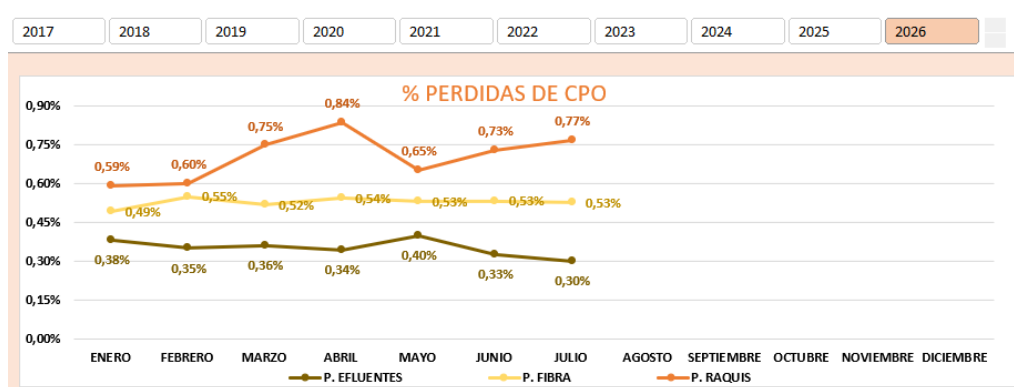
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra el comportamiento mensual de la acidez del CPO.

Figura 32. Porcentaje de acidez acumulada.



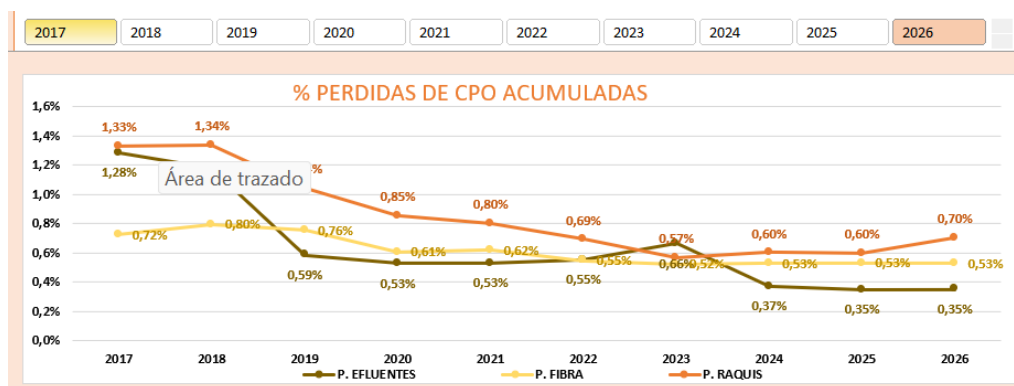
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra el comportamiento anual de la acidez del CPO.

Figura 33. Porcentaje de pérdidas de CPO.



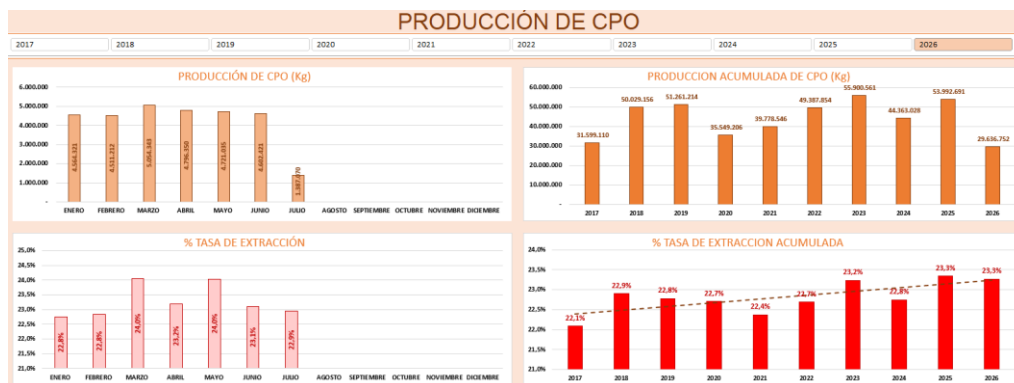
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra el porcentaje de pérdidas de CPO.

Figura 34. Porcentaje de pérdidas de CPO acumuladas.



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra el comportamiento anual de la acidez del CPO.

Figura 35. Panel de control y visualización de indicadores de CPO desde Excel.



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La figura 35, muestra el panel de control visual para indicadores de CPO actualmente generados por la empresa Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

C. INDICADORES DE PK (PALMISTERÍA)

Tabla 3. Indicadores de PK

<i>Indicador</i>	<i>Descripción</i>
Producción de almendra	Cantidad de almendra obtenida durante el procesamiento de los RFF.
Extracción de almendra	Porcentaje de almendra obtenida en relación con los RFF. procesados.
% Humedad en almendra	Porcentaje de humedad presente en la almendra.
% Impurezas en almendra	Porcentaje de material no deseado presente en la almendra.

% Humedad + impurezas en almendra	Resultado conjunto de los porcentajes de humedad e impurezas presentes en la almendra.
-----------------------------------	--

Figura 36. *Producción de almendra.*



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra el comportamiento mensual de la producción de almendra.

Figura 37. *Producción anual de almendra.*



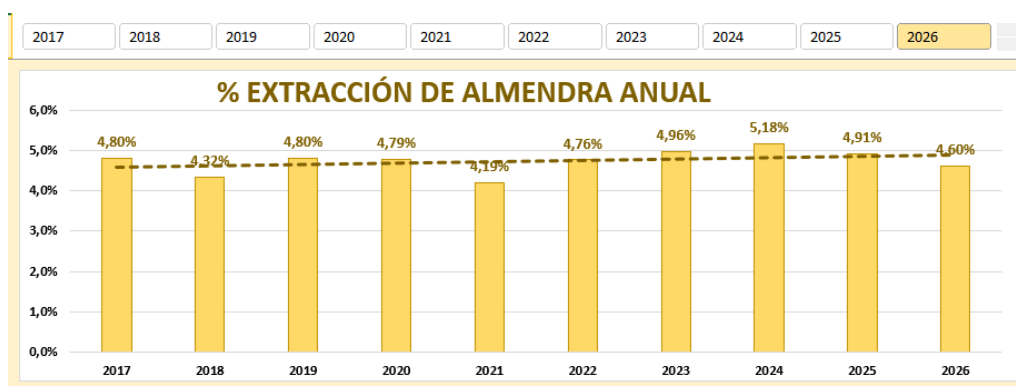
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica muestra el comportamiento anual de producción de la almendra.

Figura 38. *Extracción de almendra.*



Nota: Tomado de *Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.* La gráfica muestra el porcentaje mensual de extracción de almendra.

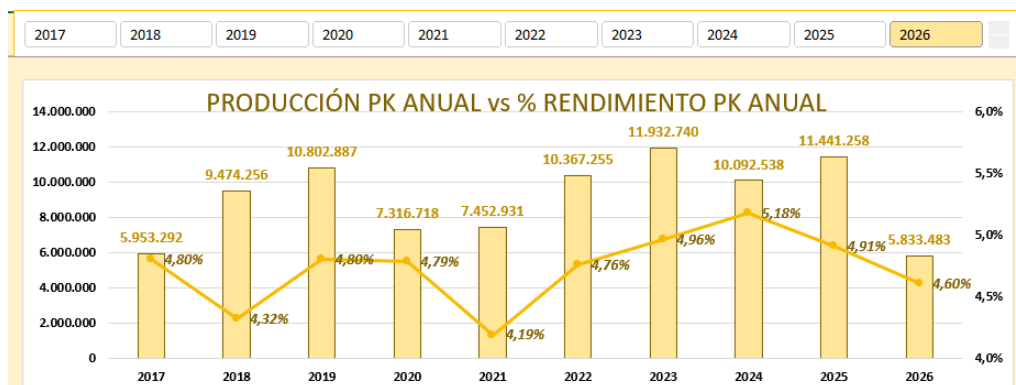
Figura 39. *Extracción anual de almendra.*



Nota: Tomado de *Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.* La gráfica muestra el porcentaje anual de extracción de almendra.

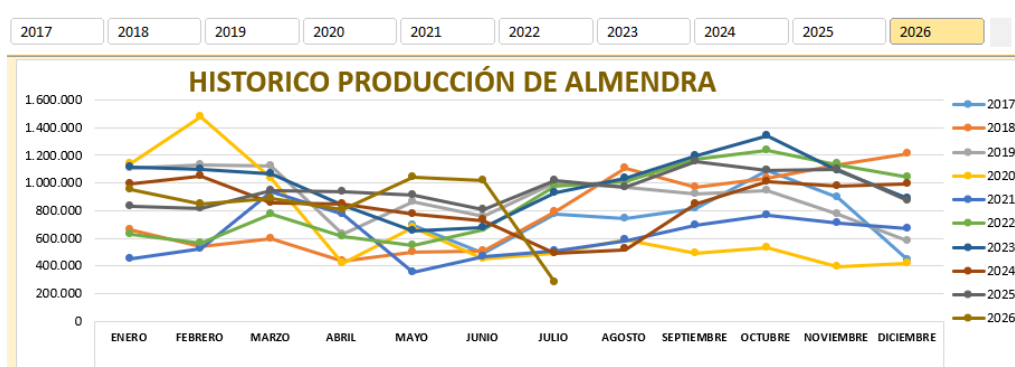
Figura 40. *Producción PK vs Rendimiento PK.*

Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica relaciona la cantidad producida de PK más la eficiencia de extracción de cada mes.

Figura 41. *Producción anual de PK vs Rendimiento anual de PK.*

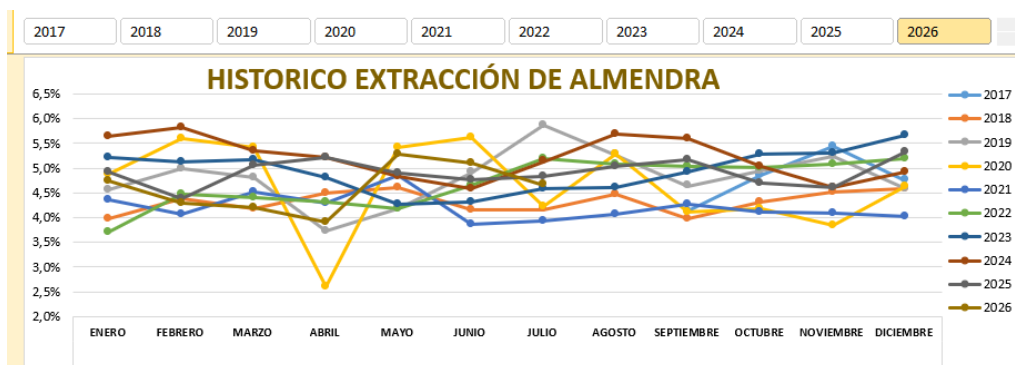
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica relaciona la cantidad producida de PK más la eficiencia de extracción de cada año.

Figura 42. *Histórico de producción de almendra.*



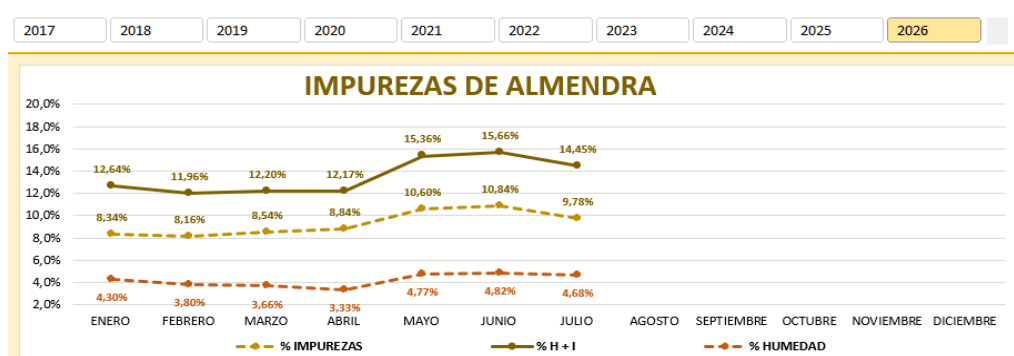
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica relaciona la cantidad producida de almendra en cada mes en diferentes años.

Figura 43. *Histórico de extracción de almendra.*



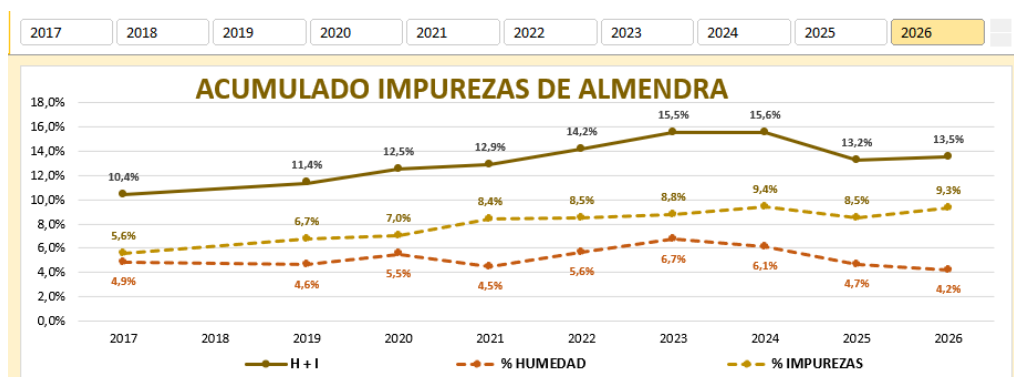
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La gráfica relaciona la extracción de almendra en cada mes en diferentes años.

Figura 44. *Impurezas de almendra.*



Nota: Tomado de *Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.* La gráfica muestra de forma mensual la variación y parámetros de los indicadores de calidad de la almendra relacionados con: porcentaje de impurezas, porcentaje de H+I y porcentaje de humedad.

Figura 45. *Acumulado de impurezas de almendra.*



Nota: Tomado de *Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.* La gráfica muestra de forma anual la variación y parámetros de los indicadores de calidad de la almendra relacionados con: porcentaje de impurezas, porcentaje de H+I y porcentaje de humedad.

Figura 46. Panel de control y visualización de indicadores de PK desde Excel.



Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La figura 46, muestra el panel de control visual para indicadores de PK actualmente generados por la empresa Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

7.1.3. Segunda Etapa: Descriptiva y Extracción de Datos

Actualmente Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. manejan grandes volúmenes de datos en el proceso productivo.

En la extracción de datos, se recopilaron todos los datos que se originan en el proceso productivo asociados a: RFF a proceso, Producción de aceite AGC, Producción de almendra, % Extracción de aceite de palma, % Extracción de almendra, % Pérdidas por efluentes, % Pérdidas por raquis, % Pérdidas por fibra, % Total pérdidas, % Verde, % Sobremadura, % Podrida, % Humedad en almendra, % Impurezas en almendra, % Humedad + impurezas, % Acidez proceso CPO, Variación mensual, Variación anual, mejor y peor período; para transformarlos a un formato que pueda ser utilizado para su

análisis, como se muestra a continuación en la *Figura 47. Base de Datos Aceites y*

Grasas del Catatumbo S.A.S. - Extracción de Datos:

Figura 47. Base de datos aceites y grasas del Catatumbo S.A.S. -

Extracción de datos

1	A	B	C	D	E	F	G	H
	Fecha	Año	MesN	Mes	TipoPeriodo	Variable	Unidad	Valor
1754	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	% EXTRACCION ACEITE DE PALMA	%		23,11%
1755	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	% HUMEDAD + IMPUREZAS EN ALMENDR	%		15,66%
1756	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	% HUMEDAD EN ALMENDRA	%		4,82%
1757	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	% IMPUREZAS EN ALMENDRA	%		10,84%
1758	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	% PODRIDA	%		0,79%
1759	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	% SOBREMADURA	%		2,53%
1760	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	% VERDE	%		3,42%
1761	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	EXTRACCIÓN DE ALMENDRA	%		5,11%
1762	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	PERDIDAS POR EFLUENTES	%		0,33%
1763	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	PERDIDAS POR FIBRA	%		0,53%
1764	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	PERDIDAS POR RAQUIS	%		0,73%
1765	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	PRODUCCION ACEITE AGC	Valor		4.602.421
1766	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	PRODUCCIÓN ALMENDRA	Valor		1.018.121
1767	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	RFF A PROCESO	Valor		19.917.606
1768	2026-06-01	2026	6 JUNIO	Mensual	TOTAL PERDIDAS	%		1,59%

Nota: Tomado de *Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.*

Se generó la depuración de la información aplicando procesos de transformación de datos, limpieza de los datos, eliminación de duplicados, normalización de valores y segmentación.

7.1.4. Tercera Etapa: Construcción, Diseño y Funcionamiento del Balanced Scorecard. Diseño y construcción del modelo de análisis de datos en Microsoft Power BI

Implementación de Power BI:

La integración de Power BI en el diseño y la operación del plan estratégico Balanced Scorecard, usando indicadores como RFF, CPO y PK, tiene como objetivo mejorar la gestión y apoyar la toma de decisiones.

Con Power BI, Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. pudo reunir diferentes fuentes de datos y métricas en un entorno interactivo y fácil de usar. Esto hizo que la toma de decisiones fuera más simple y basada en análisis oportunos de datos e información.

En la tercera etapa se crea y se pone en marcha un modelo en Microsoft Power BI para analizar los datos. Se utiliza la información ya recopilada, limpia y organizada. El objetivo es transformar los datos históricos del proceso de producción de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. en información visual y clara que permita seguir los indicadores clave y tomar mejores decisiones.

El Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) se enfocó en cuatro áreas clave del proceso productivo: producción, eficiencia, pérdidas y calidad. Para esto, se usaron indicadores ya definidos y priorizados, como el rendimiento del proceso, la cantidad de aceite producido, el porcentaje de extracción de aceite, el porcentaje de pérdidas totales, las pérdidas por efluentes, residuos y fibra, la calidad de la materia prima, el porcentaje de extracción de almendra y el nivel de acidez del aceite crudo.

Con estos indicadores, se diseñó una estructura que permite consultar la información en diferentes períodos y comparar las variables de producción. Así, Power BI se utilizó para integrar los datos, hacer cálculos, crear gráficos y mostrar los resultados en un panel de control visual, fácil de entender y usar.

7.1.4.1. Construcción del modelo de datos

Para crear el modelo de análisis, se utilizó la información histórica recopilada en la segunda fase del proyecto. Primero los datos se limpiaron, se eliminaron los duplicados,

se normalizaron y se segmentaron para asegurar su correcto uso. El modelo se consideró las principales variables del proceso productivo, como el RFF procesado, la producción de aceite de palma y almendra, las pérdidas y la calidad de la materia prima y del CPO. Esta organización permitió relacionar las variables y crear indicadores, como resultados acumulados, porcentajes, promedios y comparaciones entre distintos periodos.

Figura 48. Transformación de datos Power BI.

Año	RFF_Procesado.t	Fruta_Verde	Fruta_Sobremadura	Fruta_Podrida	CPO_Produccion.t	Extraccion_CPO	Perdidas_Efluentes	Perdidas_Raquis	Perdidas_Fibra	Pe
2017	140980246	0.0669684237453685	0.0761221382581194	0.0390856208949833	31599110	0.220849934481529	1.28 %	1.33 %	0.72 %	
2018	218968088	0.0588609718027786	0.145802556082813	0.10236315575985	50029156	0.229	1.18 %	1.34 %	0.80 %	
2019	225074957	0.0402590385323729	0.0696576271446907	0.0197481855815962	51261214	0.227751744055648	0.59 %	1.04 %	0.76 %	
2020	156562202	0.0148592067651598	0.0424754103753378	0.00568656789722383	35549206	0.22706122899319	0.53 %	0.85 %	0.61 %	
2021	177802585	0.0537825178451302	0.0492175544826634	0.0150026516815388	39778546	0.22372310278841	0.53 %	0.80 %	0.62 %	
2022	217709481	0.0593491650609189	0.0415760136365812	0.00810959146902517	49387854	0.226852104801077	0.55 %	0.69 %	0.55 %	
2023	240558927				55900561	0.232377628156841	0.66 %	0.57 %	0.52 %	
2024	195000580	0.0629241421526296	0.105474898307973	0.0432610793577983	44363028	0.2275020310196	0.37 %	0.60 %	0.53 %	
2025	231218618	0.0648089088224842	0.0536330687804654	0.0173465364593647	53992691	0.233382951557168	0.35 %	0.60 %	0.53 %	
2026	127129930	0.0316522684349938	0.0322470239587207	0.00625016998073659	29636752	0.232713010306991	0.35 %	0.70 %	0.53 %	

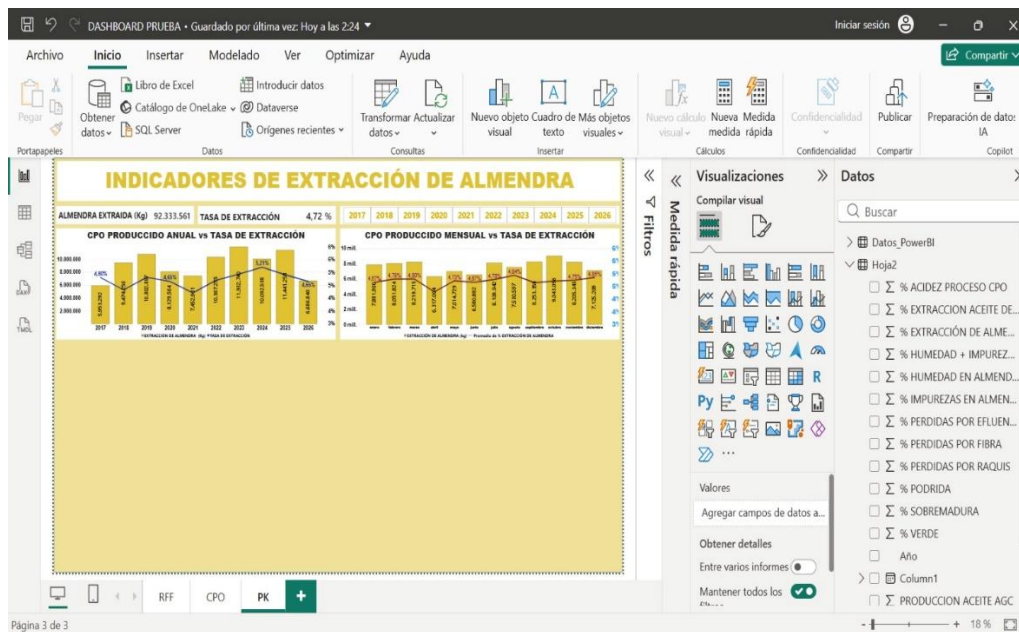
Nota: Tomado de Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.

7.1.4.2. Implementación de indicadores en Power BI

Una vez generado el modelo de datos, se procedió a implementar los indicadores priorizados en Power BI. Los KPI fueron organizados de acuerdo con las principales

variables del proceso productivo, permitiendo realizar un seguimiento integral del comportamiento de la planta extractora.

Figura 49. Construcción *Balanced Scorecard Power BI*.



Nota: Tomado de *Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S.*

Los indicadores implementados fueron los siguientes:

Figura 50. Indicadores de CPO.



Nota: La figura 48, muestra los indicadores de CPO optimizados en Power

BI.

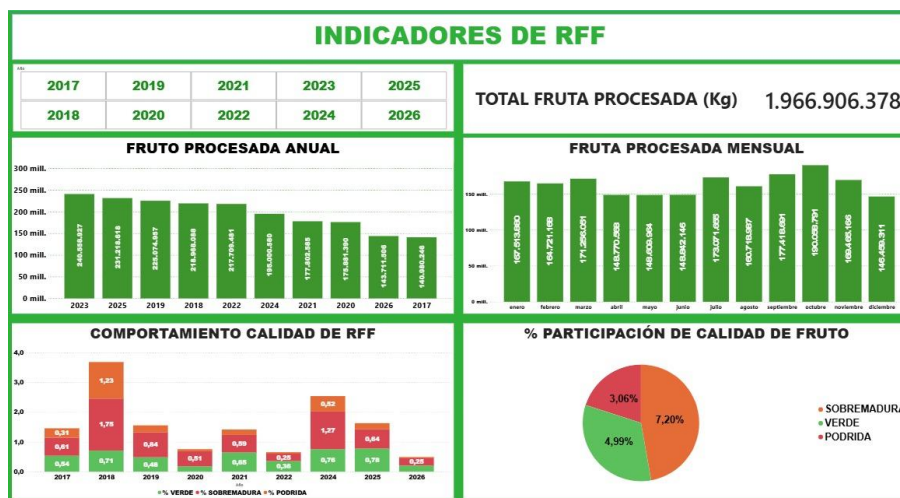
Figura 51. Indicadores de PK.



Nota: La figura 49, muestra los indicadores de PK optimizados en Power

BI.

Figura 52. Indicadores de RFF.



Nota: La figura 50, muestra los indicadores de RFF optimizados en Power

BI.

7.1.4.3. Resultados de los indicadores de RFF

Se diseñó un indicador para medir cuánto racimo de fruta fresca entra al proceso cada mes. Usando Power BI, se puede ver cómo cambia mes a mes y en total, comparando diferentes periodos. Esto ayuda a detectar si hay más o menos materia prima procesada y entender su historia. También se puede analizar junto con la calidad de la fruta, como fruta verde, sobremadura o podrida, para entender cómo afecta la calidad al proceso y al aceite.

7.1.4.4. Resultados de los indicadores de producción y extracción de CPO

Se usaron indicadores para ver cuánto aceite se produce, la eficiencia del proceso, el total acumulado y cómo ha sido la tendencia. Las gráficas muestran los meses con más o

menos producción y comparan diferentes años. La tasa de extracción indica qué tan eficiente fue el proceso en relación con la fruta procesada. Analizando ambas, se puede entender mejor el rendimiento. Las gráficas ayudan a detectar tendencias y periodos que necesitan atención.

7.1.4.5. Resultados de los indicadores de pérdidas

Se monitorizaron las pérdidas en el proceso, con indicadores como porcentaje de pérdidas totales, por efluentes, raquis y fibra. Esto permite identificar qué parte del proceso genera más pérdidas y en qué periodos. Las gráficas muestran la evolución mensual y acumulada, ayudando a detectar problemas y a planear mejoras.

7.1.4.6. Resultados de los indicadores de calidad

Se analizaron las condiciones de la fruta (porcentaje de fruta verde, sobremadura y podrida) y la calidad del aceite (porcentaje de acidez). Estas variables se comparan para entender cómo la fruta afecta al aceite. Las gráficas muestran estos datos mes a mes y en total, ayudando a detectar cambios importantes. Esto ayuda a mejorar la calidad y tomar decisiones informadas.

7.1.4.7. Resultados de los indicadores de PK o palmistería

Se controlaron indicadores sobre la producción y calidad de la almendra, como cantidad producida, eficiencia, impurezas y humedad. Estos datos se analizan en

diferentes periodos para entender mejor el rendimiento y la calidad del producto. Se usan gráficas para visualizar estos resultados mes a mes, anualmente y en la historia completa.

7.1.4.8. Resultados generales de la implementación

La implementación de Power BI en Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. ayudó a mejorar la forma en que se presentan y analizan los datos del proceso productivo. Gracias a esta herramienta, se centralizaron los indicadores clave (como producción, eficiencia, pérdidas y calidad) en un solo tablero interactivo, facilitando su consulta y comparación en diferentes períodos (mensuales y anuales). Esto permite detectar tendencias, desviaciones y áreas que necesitan atención, apoyando así la toma de decisiones basada en información clara y visual.

Además, la herramienta hace más fácil comunicar los resultados a todos los niveles de la organización y ayuda a transformar datos operativos en información útil para gestionar mejor el proceso. Se logró consolidar una propuesta de seguimiento con un modelo que integra los principales indicadores, facilitando el análisis histórico y comparativo.

Se identificaron oportunidades de mejora, como mantener actualizados los datos, definir metas y rangos de referencia con base en el comportamiento pasado, e incorporar alertas y análisis de variaciones para detectar rápidamente problemas o áreas de oportunidad.

En resumen, Power BI se convirtió en una herramienta clave para organizar, analizar y visualizar la información, facilitando un seguimiento más efectivo del proceso productivo y apoyando decisiones más informadas y oportunas.

8. Conclusiones

Este trabajo nos ayudó a entender lo importante que es organizar y transformar los datos que genera la producción en Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. La empresa recopila información sobre cuánto produce, qué tan eficiente es, las pérdidas y la calidad. Sin embargo, no contar con una herramienta que permita ver y analizar estos datos fácilmente puede dificultar detectar a tiempo tendencias, problemas o áreas donde se puede mejorar.

Recoger, ordenar y limpiar los datos históricos ayudó a crear una estructura adecuada para analizar los principales indicadores del proceso, como la cantidad de aceite procesado, la producción de almendra, los porcentajes de extracción, las pérdidas y aspectos relacionados con la calidad de la materia prima y del producto final. Esto hace que la información sea más útil y fácil de usar para la organización.

Una opción para hacerlo es usar Power BI, que permite convertir los datos en gráficos y visualizaciones claras y fáciles de entender. Con esta herramienta, se pueden seguir los indicadores, comparar diferentes periodos, detectar patrones y notar desviaciones que necesitan atención.

También, al integrar Power BI con el Balanced Scorecard (cuadro de mando integral), se puede enfocar el seguimiento de los indicadores hacia los objetivos de la empresa, facilitando el análisis del desempeño del proceso productivo. Esto ayuda a tener información más rápida y confiable para identificar oportunidades de mejora y tomar decisiones basadas en datos.

En resumen, usar herramientas de inteligencia de negocios, como Power BI, puede mejorar mucho la gestión de la información en Aceites y Grasas del Catatumbo S.A.S. Permite centralizar los datos, reducir el tiempo que se tarda en analizarlos, facilitar la comparación de resultados y hacer un seguimiento más efectivo de la producción,

eficiencia, pérdidas y calidad. Así, la información se convierte en un recurso clave para decidir mejor y mejorar continuamente el proceso de producción.

Referencias

- Alvarez, R. C. (2025). La palma aceitera africana (*Elaeis guineensis* Jacq) una. *Redalyc*, 1-2.
- Azezoz, K. (s.f.). *Scribd*. Obtenido de Scribd:
<https://es.scribd.com/document/380815395/Operaciones-Unitarias-Produccion-de-Aceite-de-Palma>
- Beattle, B. W. (s.f.). Procesamiento y Mercadeo del Aceite de Palma Africana. *PALMAS*, 16.
- Bermeo, S. &. (2020). Implementación de inteligencia de negocios, en el inventario de la Cooperativa GranSol, con la herramienta Power BI. . *Revista FIPCAEC*, 16(5), 240-266.
- Botrán, H. M. (07 de 09 de 2023). *hugomolinabotran.com*. Obtenido de hugomolinabotran.com: <https://hugomolinabotran.com/uso-y-aplicacion-de-raquis-en-plantaciones-de-palma-de-aceite/>
- C., S. M. (2009). Análisis de las propiedades del aceite de palma en el desarrollo de su industria. *PALMAS*.
- Carnival, S. (s.f.). *Slides Carnival*. Obtenido de Slides Carnival:
<https://www.slidescarnival.com/es/template/infografia-tecnica-de-analisis-de-causa-raiz-con-ishikawa/260981>
- Eckerson, W. (2002). *The Rise of Analytic Applications: Build or Buy. TDWI report series*.
- induagro.com.mx. (s.f.). *induagro.com.mx*. Obtenido de induagro.com.mx:
<https://www.induagro.com.mx/HOMEAP/ProcProductAP/ProcProductAP.html>
- Johari, M. (2021). Características del aceite de palma/oleína de palma como aceite de fritura. *PALMAS*, 70-71.
- Loshin, D. (2012). *Business intelligence. Morgan Kaufmann*. Morgan Kaufmann Publishers.
- MA, A. N. (1998). La planta extractora de aceite de palma. Control del proceso. *PALMAS*, 276.
- Paola, U. O. (2023). Power BI como herramienta de aplicación para el Análisis Financiero de la COAC “Ichubamba” Ltda., período 2022. . *Repositorio Digital UNACH*, 33-34.
- ROJAS, J. A. (2023). *ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR EL USO DE POWER BI EN LA EMPRESA COMMAND ALKON COLOMBIA SAS*. BOGOTÁ, D.C: UNIVERSIDAD EAN .
- Shariff, A. R. (2017). Clasificación de racimos de fruta fresca en la planta de beneficio de aceite de palma utilizando técnicas y tecnologías avanzadas. *PALMAS*, 11.
- Sue, T. T. (1992). Calidad actual del palmiste y del aceite de palmiste. *PALMAS*, 55.