

**DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO QUE PERMITA EL MEJORAMIENTO
PROGRESIVO DEL PROCESO DE TRILLA DE ARROZ DE LA COOPERATIVA
COALCESAR LTDA. DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR. QUE
CONTRIBUYA A LA REACTIVACIÓN, LA EFICIENCIA OPERATIVA Y LA
CALIDAD DE SUS PRODUCTOS.**

Jesús Gutiérrez de Piñeres Orozco - COD 100239254

Dany Fierro Ovalle - COD 100182710

INGENIERIA TECNOLOGIA Y SOFTWARE, INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA

POLITECNICO GRANCOLOMBIANO

TRABAJO DE GRADO – MGP

GRUPO N01

ING. SEBASTIÁN ALBERTO PELÁEZ GÓMEZ

**DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO QUE PERMITA EL MEJORAMIENTO
PROGRESIVO DEL PROCESO DE TRILLA DE ARROZ DE LA COOPERATIVA
COALCESAR LTDA. DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR. QUE
CONTRIBUYA A LA REACTIVACIÓN, LA EFICIENCIA OPERATIVA Y LA
CALIDAD DE SUS PRODUCTOS.**

**TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:
MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS**

JESÚS GUTIÉRREZ DE PIÑERES OROZCO Y DANY FIERRO OVALLE

ING. SEBASTIÁN ALBERTO PELÁEZ GÓMEZ

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITECNICO GRANCOLOMBIANO
FACULTAD INGENIERIA TECNOLOGIA Y SOFTWARE**

2024

**DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO QUE PERMITA EL MEJORAMIENTO
PROGRESIVO DEL PROCESO DE TRILLA DE ARROZ DE LA COOPERATIVA
COALCESAR LTDA. DEL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR. QUE
CONTRIBUYA A LA REACTIVACIÓN, LA EFICIENCIA OPERATIVA Y LA
CALIDAD DE SUS PRODUCTOS.**

RESUMEN

Este documento se centra en el proceso de molinería de arroz como proceso fundamental en la reactivación de COALCESAR LTDA., una cooperativa en proceso de liquidación ubicada en Aguachica, Cesar. Fundada en 1970, la cual ha sido un pilar en la economía regional, especializándose en la producción de algodón, arroz y otros granos.

La iniciativa busca identificar los aspectos clave del proceso de trilla de arroz que afectan la eficiencia y calidad del producto, así como evaluar el desempeño actual del proceso utilizando indicadores clave de rendimiento (KPIs) para comprender su impacto en la rentabilidad y competitividad de la cooperativa. Además, desarrollar un plan estratégico de mejora para el proceso basado en los resultados obtenidos durante el proyecto, con el fin de garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

La reactivación de la cooperativa es crucial no solo para sus miembros, sino también para la economía regional. Mediante la implementación de mejoras en el proceso de trilla de arroz, se espera revitalizar la COALCESAR LTDA. y asegurar su contribución continua al desarrollo agrícola y económico de la región.

PALABRAS CLAVE

Trilla de arroz: El proceso de trilla de arroz consiste en la separación del arroz con cascara de la paja una vez realizada la cosecha, (Sosa et al., 2015). Según lo expuesto por Paredes et al., (2015) en su informe titulado “Producción de Arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA)”, el proceso de trillado es una fase fundamental que se entiende como el proceso de sacudir el grano de su cáscara, y mediante herramientas como las cosechadoras se puede lograr que más del 90% del grano se separe de la planta (p.68).

Molinera arroz: Instalación destinada a descascarar y limpiar el arroz, dejándolo listo para el consumo.

Lean Manufacturing: También llamado Lean Production, es un método de organización del trabajo que se centra en la continua mejora y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso.

Lean Startup: Metodología para desarrollar negocios y productos. La metodología apunta a acortar los ciclos de desarrollo de productos adoptando una combinación de experimentación impulsada por hipótesis para medir el progreso, lanzamientos de productos iterativos para ganar valiosa retroalimentación de los clientes y aprendizaje validado para medir cuánto se ha aprendido.

BI (Business Intelligence): La inteligencia de negocios combina análisis de negocios, minería de datos, visualización de datos, herramientas e infraestructura de datos, y las prácticas recomendadas para ayudar a las organizaciones a tomar decisiones más basadas en los datos.

ERP (Enterprise Resource Planning): Es un software o programa que las organizaciones utilizan para gestionar las actividades empresariales diarias, como la contabilidad, el aprovisionamiento, la gestión de proyectos, la gestión de riesgos, el cumplimiento y las operaciones de la cadena de suministro.

Indicadores: es la representación cuantitativa que sirve para medir el cambio de una variable comparada con otra. Sirve para valorar el resultado medido y para medir el logro de objetivos de políticas, programas y proyectos.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	13
3.1 GENERAL	13
3.2 ESPECIFICOS	13
4. MARCO REFERENCIAL.....	14
5. METODOLOGÍA.....	18
6. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO EDT	22
7. CRONOGRAMA.....	24
8. COSTOS	25
9. RESULTADOS.....	27
10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
11. CONCLUSIONES	57
12. REFERENCIAS	58
13. ANEXOS.....	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Costos asociados al recurso humano	25
Tabla 2. Costos por actividad.....	25
Tabla 3. Resultados de procesos de trilla por lote de la cooperativa COALCESAR LTDA 2020-2022.....	30
Tabla 4. Informe de producción del molino de arroz COALCESAR enero 2022	38
Tabla 5. Observaciones de paradas de producción del molino COALCESAR	38
Tabla 6. aspectos de seguimiento crítico del proceso de trilla coalcesar.....	41
Tabla 7. Indicador de eficiencia de producción.	41
Tabla 8. Interpretación de resultados de eficiencia de producción.	42
Tabla 9. Indicador de eficiencia operativa	43
Tabla 10. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE EFICIENCIA OPERATIVA.....	43
Tabla 11. INDICADOR DE EFICACIA PRODUCTIVA	44
Tabla 12. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE EFICACIA PRODUCTIVA	44
Tabla 13. Resultados de eficiencia de producción del molino coalcesar en enero 2022	45
Tabla 14. Resultado de eficiencia operativa del molino coalcesar en enero 2022	46
Tabla 15. Resultados de eficacia productiva de últimos lotes procesados por el molino coalcesar	47
Tabla 16. Costo para el empleador del personal	48
Tabla 17. Costo personal turno de operación.....	48
Tabla 18. Costo de Servicios (Energía)	49
Tabla 19. Costo de Servicios (Agua)	50
Tabla 20. Total Costos de Servicios	50
Tabla 21. Comparativa de empresas del sector arrocero	54
Tabla 22. Estimación de utilidad posterior a la implementación del plan estratégico.....	56
Tabla 23. Provisión anual estimada del molino coalcesar.	56

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. DIAGRAMA EDT.....	22
Ilustración 2. Curva de valor del proyecto.....	26
Ilustración 3. Diagrama de proceso de trilla	29
Ilustración 4 Máquina prelimpiadora de paddy verde.	31
Ilustración 5. Descascaradora 1 del molino de arroz COALCESAR	31
Ilustración 6. Ciclo aventador del molino COALCESAR	32
Ilustración 7. Turbina del molino de arroz COALCESAR.....	33
Ilustración 8. Mesas separadoras molino COALCESAR	33
Ilustración 9. Despepador del molino COALCESAR	34
Ilustración 10. BTA del molino de arroz COALCESAR	35
Ilustración 11. BVF del molino COALCESAR.....	35
Ilustración 12. Brillador del molino COALCESAR	36
Ilustración 13. Desgranzador del molino COALCESAR	37
Ilustración 14. Clasificador del molino COALCESAR.....	37
Ilustración 15. FLUJOGRAMA DE PROCESO DEL MOLINO COALCESAR.....	39
Ilustración 16. Matriz DOFA DEL MOLINO DE ARROZ COALCESAR	40
Ilustración 17. Gráfico de eficiencia de producción del molino coalcesar ene 2022	46
Ilustración 18.QUINTO CENSO NACIONAL ARROCERO 2023	52
Ilustración 19. SEGMENTACIÓN DE UPA´S DE ARROZ A NIVEL COLOMBIA	53

1. INTRODUCCIÓN

Cooperativa Multiactiva Algodonera del Departamento del Cesar, representa un legado de esfuerzo y colaboración entre agricultores, cuyo compromiso ha sido vital para el desarrollo económico y social de la región de Aguachica, Cesar. Fundada en 1970 como respuesta a las necesidades de la época, la cooperativa ha sido reconocida por su papel destacado en la producción de algodón, arroz y otros granos.

Actualmente la empresa Coalcesar LTDA se encuentra en proceso de liquidación por la superintendencia de economía solidaria. Sin embargo, aun cuenta con un complejo agroindustrial con capacidad de prestar servicios para diferentes productos del sector agrícola. A lo largo de los años, la COALCESAR LTDA. ha enfrentado desafíos significativos, especialmente en sus intentos de reactivación debido a que uno de sus pilares económicos como lo es el proceso de trilla de arroz ha impactado negativamente en la competitividad y rentabilidad de la cooperativa en el mercado actual ya que su maquinaria quedó obsoleta al paso del tiempo y sus procesos no cuentan con de métricas de eficiencia

Con el objetivo de revitalizar la cooperativa y asegurar su sostenibilidad futura, se presenta este proyecto de mejora del proceso de trilla de arroz. A través de un enfoque centrado en la innovación y la eficiencia, se busca identificar y aplicar soluciones efectivas que permitan optimizar el proceso de trilla, aumentar la calidad del producto final y mejorar la competitividad de la COALCESAR LTDA. Este proyecto no solo representa una oportunidad para mejorar la viabilidad económica de la cooperativa, sino también para fortalecer su compromiso con la comunidad y su contribución al desarrollo regional. A través de la colaboración y el trabajo

conjunto, esperamos alcanzar resultados positivos que beneficien tanto a la COALCESAR LTDA. como a la región de Aguachica, Cesar.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La COOPERATIVA MULTIACTIVA ALGODONERA DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR LTDA – COALCESAR-, identificada con Nit: 890.203.217-2 y con domicilio principal en la ciudad de Aguachica, Cesar, en la dirección Kilometro 1 Vía Ocaña, e inscrita en la Cámara de Comercio de Aguachica, es una organización de la economía solidaria que está en proceso de liquidación por parte del estado, y por ende, sujeta al régimen de vigilancia, inspección y control a cargo de la Superintendencia de la Economía Solidaria.

La Cooperativa Multiactiva Algodonera del Cesar es un patrimonio de Aguachiquenses, fruto del esfuerzo y criterios cooperados de un grupo de 58 agricultores, provenientes de diferentes regiones del país, en particular, emprendedores algodonereros del departamento del Tolima, quienes fundaron la cooperativa en 1970 como respuesta a las necesidades de la época. Inicialmente, se enfocaron en el cultivo de algodón, conocido como el "oro blanco", convirtiendo esta actividad en el primer renglón de la economía regional y nacional. En la década de 1990, COALCESAR se convirtió en una de las empresas más importantes del país. Con el tiempo, la cooperativa diversificó sus actividades y adquirió solidez agroindustrial a nivel nacional e internacional. Además del algodón, comenzó a comercializar productos y subproductos del arroz, maíz y sorgo, aprovechando la infraestructura y el potencial humano de la región.

Sin embargo, en 2017, la empresa entra en intervención debido a que, a causa de la desaparición gradual del cultivo de algodón, presentó pérdidas significativas en sus activos. Esta situación llevó a la cooperativa a entrar en proceso de liquidación forzosa en 2022 y detener sus operaciones. Según la presentación de estados de resultados a corte de 31 de diciembre del 2023,

COALCESAR cerró con un capital disponible de COP 300.000, lo que la imposibilita además de los limitantes de su proceso, a realizar inversiones de actualización de maquinaria. Este impacto negativo de su cierre afectó a todo el sur del departamento y otras zonas de influencia, ya que la actividad agropecuaria es el segundo renglón económico más importante del departamento del Cesar, representando un 30% del total de su actividad económica.

Desde hace algunos meses, COALCESAR ha estado recibiendo propuestas para la reactivación de sus operaciones; y desea volver a ofrecer a todos los asociados y clientes una variedad de productos y servicios. Esto tiene como objetivo seguir contribuyendo a la actividad agrícola y ganadera de la región. Teniendo en cuenta que el proceso que podría generar mayor impacto y flujo de caja a la reactivación de la cooperativa debido a su crecimiento en el mercado y los ciclos de operación, es el de trilla de arroz. Pero actualmente, la maquinaria con la que cuenta la empresa no realiza eficientemente los procesos debido a su obsolescencia. La ineficiencia en los procesos operativos resulta en una disminución de la rentabilidad y viabilidad económica de la organización. La falta de innovación y adaptación a las nuevas tecnologías ha contribuido al deterioro de la competitividad de la cooperativa en el mercado.

De lo anterior surge el siguiente reto para este proyecto:

¿Cómo crear un procedimiento de mejora continua del proceso de trilla de arroz de la cooperativa Coalcesar Ltda. del municipio de Aguachica, Cesar; considerando su falta de presupuesto, la obsolescencia de su maquinaria y la ineficiencia de sus procesos para contribuir a la reactivación de la misma de forma exitosa y sostenible en el tiempo?

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 GENERAL

Diseñar un plan estratégico de mejoramiento progresivo en el proceso de trilla de arroz de la cooperativa COALCESAR LTDA. mediante la eficiencia operativa y la calidad del producto para su reactivación.

3.2 ESPECIFICOS

- Identificar los principales aspectos del proceso de trilla de arroz de la cooperativa que impactan en la eficiencia del proceso y la calidad del producto.
- Evaluar mediante el uso de indicadores clave de rendimiento (KPIs) el desempeño del proceso actual de molinería de la cooperativa con base en factores de rentabilidad y competitividad.
- Elaborar un procedimiento operativo de mejoramiento continuo para el proceso de molinería de la cooperativa, apoyado en los resultados obtenidos durante el proyecto y enfocado en garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

4. MARCO REFERENCIAL

Antecedentes

La incidencia de la ineficiencia en el sector del arroz se relaciona con falencias en los procesos productivos, uno de ellos el trillado, según Allameh et al., (2020), la pérdida de granos de arroz es inevitable durante el proceso de la cosecha, por lo que es necesario identificar las deficiencias y tratar de minimizarlas. Los autores evaluaron el desempeño en campo de cinco métodos de cosecha diferentes mostrando como resultado que “la capacidad de campo efectiva máxima y mínima se relacionó con la cosechadora integral (0,361 ha h-1) y el corte manual (0,009 ha h-1), respectivamente” (p.94), donde el grano partido resultó ser una de las causas principales de pérdida de eficiencia y calidad del producto final.

Uno de los puntos clave para esta investigación es identificar los aspectos principales del proceso de trilla de arroz, según Yavari et al., (2021), estos aspectos tienden a variar según el tipo de arroz y el tipo de trillado que se realice. En esta investigación, los autores realizaron una serie de pruebas de tensión y presión empleando diferentes instrumentos que buscaban medir la fuerza de desprendimiento utilizando tres diferentes tipos de arroz con cascara (Hashemi, Khazar, Hybrid), asimismo, se usaron tres distintos niveles de humedad (12, 16, 23% wb), cuatro tipo de velocidades (5, 20, 35, 50 mm/min), tres diferentes direcciones de acuerdo a los tipos de fuerzas aplicadas sobre el grano de arroz (perpendicular al frente del grano, perpendicular al lado del grano y paralela al grano), y tres áreas de panículas: superior, media e inferior. Permitiendo de esta manera como se realiza el proceso de trillado teniendo en cuenta el tipo de arroz utilizado en la producción de COALCESAR.

Qu et al., (2021), mediante el estudio titulado “The losses in the rice harvest process: A review”, expone que las pérdidas de cosecha de arroz se generan desde del campo hasta la etapa de almacenamiento, eso incluye el proceso de trilla, en donde se identificaron aspectos como la falta de conocimiento en la utilización de las técnicas de recolección e inadecuada implementación, así como las prácticas ineficientes y carencia de infraestructura que permita un eficiente manejo de la producción. Los autores resaltan la importancia de comprender cada uno de estos puntos, dado que permiten visualizar de manera clara el trasfondo de los resultados de costos-beneficio de la empresa. Abordar cada uno de estos factores permitirá realizar una radiografía no solo de los elementos técnicos que conforman el proceso de la trilla de Arroz de

COALCESAR, sino también, los elementos económicos y sociales que terminan influyendo de manera negativa en la eficiencia de la empresa.

A nivel nacional, en Colombia se han realizado una serie de estudios que permiten referenciar ciertos procesos productivos del arroz como es el trillado, en donde se presentan ciertos comportamientos que terminan afectando la eficiencia y calidad del producto final, sobre todo por las pérdidas que se generan producto de los granos partidos y harina de arroz que queda una vez finalizada la operación.

El proceso de trillado de arroz es clave para el rendimiento de la producción. Sin embargo, un inadecuado tratamiento de las técnicas y equipos puede generar grandes pérdidas económicas. A partir de un proceso de reconocimiento de los diferentes subproductos que conforman el proceso de trilla, Salazar et al., (2015), encontró como resultado de su investigación que en la empresa Molino XYZ se estaba generando un exceso de granos partidos debido a que existían algunos equipos que estaban generando una anomalía, como eran los equipos de pulimento, en donde se logró de manera exitosa reducir la generación de granos partidos de 3 % a 1.5 % en el caso de los pulidores VBF, y de 1 % a un 0.5 % pulidores KB-40 (p. 39). Esta investigación se realizó empleando como herramienta de análisis de datos el software Minitab 16 y metodologías de mejoramiento como la matriz AMFE, siendo un elemento clave para utilizar en la empresa COALCESAR para hacer una verificación del proceso de trilla de arroz.

De la misma manera, Gaviria Buitrago (2018), señala que durante el proceso de trillado se presenta con mucha frecuencia un fenómeno de grano partido que genera pérdidas económicas representativas. Mediante su estudio titulado “Análisis de calidad y evaluación en el proceso de trilla del arroz para observar la producción de grano partido y harina de arroz evitando así pérdidas económicas” realiza un mapa de procesos mediante el cual busca determinar los procesos requeridos para mitigar la generación de ese fenómeno, y de esta manera construir un plan de mejora. Para esta investigación aplicó la metodología seis sigma, la cual permitió identificar los factores críticos que más estaban impactando a la empresa “Arroces y Cereales de la Costa” desde el punto de vista económico. Este trabajo es sumamente importante, dado que puede contribuir a la construcción de un mapa del proceso de trillado que permita identificar cada una de sus etapas, permitiendo evaluar su eficiencia económica.

Otro de los factores fundamentales de esta investigación son los Indicadores clave de rendimiento (KPIs), los cuales consisten en una métrica que permite medir de manera

cuantitativa el progreso de la empresa con respecto a sus objetivos más importantes. Porras et al., (2019), en su estudio “Indicadores clave de rendimiento (KPIs) sobre eficiencia energética en la industria agroalimentaria” presenta la metodología y forma de aplicación de este sistema de métrica, partiendo de una construcción de alrededor de 50 indicadores con valores medios y óptimos que permitieron medir la capacidad de la empresa para alcanzar sus objetivos empresariales con respecto al consumo energético. Éste método va a servir de base para poder establecer los parámetros de medición de acuerdo a los objetivos de COALCESAR con respecto a los rendimientos logrados en el proceso de trilla de arroz.

Por otro lado, para la selección y aplicación de la metodología correcta en busca de obtener resultados positivos, se toman como referentes:

Gómez Rojas (2022), en su investigación titulada “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa SENFU S.A.C., Puente Piedra, 2022, afirma que una correcta aplicación de Lean Manufacturing, logra optimizar los procesos productivos al máximo en el área de producción, lo cual genera un incremento en la productividad de la empresa. Lo que se puede complementar con la información suministrada por Avila Quispe et al., (2023), en su investigación que tenía como objetivo “Aplicar las herramientas Lean Manufacturing y evaluar en la productividad de la empresa molinera Piladora del Valle SRL.” La cual tomó como campo de aplicación los procesos productivos de la empresa molinera pertenecientes a la línea de arroz crudo y tuvo como conclusión que las herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad de la entidad en un 10.87%.

Marco Teórico

La trilla de arroz parte como un proceso tecnológico de producción que se ha convertido en parte elemental de la cosecha de este producto. Las primeras teorías a cerca de éste tema se centran principalmente en la producción agrícola con la teoría de los sistemas tecnológicos de producción de Wassily Leontief, en donde se resalta la importancia de la tecnificación de los procesos productivos para la potencialización y optimización de la cadena de valor, en especial del sistema tecnológico donde su variabilidad es esencial para lograr un tope de producción de manera eficiente y dinámica (Vilcapoma, 1995).

Todos los avances tecnológicos en el sector agrícola se soportan en la teoría del Enfoque de Sistemas planteado a mediados de la década de los 70, el cual consiste en la construcción de análisis integrales que permiten diagnosticar el comportamiento del sector agrícola, principalmente se centra en hallar los problemas y causas que originan la ineficiencia del sector, para posteriormente identificar las posibles soluciones contemplando diferentes elementos como el potencial del ambiente, los factores de producción (recursos del agricultor), así como las expectativas y anhelos del terrateniente (Malagón Manrique et al., 2001).

A partir del alcance de los procesos de investigación que han generado una innovación tecnológica en el sector agrícola, permitiendo potencializar la producción y aumentar la eficiencia económica, se han generado una serie de acciones que han impulsado el crecimiento de un movimiento proteccionista para el sector agrícola, dado que se ha demostrado que el crecimiento y desarrollo económico de los territorios depende de la eficiencia del sector agrícola, por lo que se busca que los avances tecnológicos en la cadena de valor de cada subsector, como es el caso del arroz, puedan optimarse con el objetivo de generar un producto de calidad a un mejor tiempo (Darku et al., 2013).

Para detallar la eficiencia agrícola es necesario mencionar la teoría de la frontera de la producción agrícola, dado que según Balezentis (2014), la frontera agrícola comprende el conjunto de área sembrada que se encuentran en descanso por problemas de fertilidad o migración, por lo que, es necesario que las economías tengan presente los avances tecnológicos para la conservación de los espacios de producción donde se puede vislumbrar un proceso continuo del sector agrícola que de manera dinámica presenta una transición entre diferentes formas de trabajo y organización de la producción de ese tipo de economía.

Además del modelo de la frontera agrícola se encuentran el modelo de conservación, el modelo de impacto urbano industrial, y el modelo de difusión. Sin embargo, el que más se ajusta al proceso de trilla de arroz y su influencia sobre la eficiencia en la calidad del producto final es el modelo de insumos de alto rendimiento, dado que no solo permite utilizar materia prima que pueda optimar la producción, sino que además, se pueden emplear herramientas y procesos que puedan facilitar el trillado del grano sin dañarlo, generando un producto final de mejor calidad (Udemezue et al., 2018).

En cuanto a los indicadores claves de rendimiento-KPIs son una métrica que permiten convertir los objetivos organizacionales en realidad, permitiendo que las empresas pueda

alcanzar sus objetivos estratégicos, de esta manera también evalúan si están alcanzando sus metas, su implementación busca mejorar la eficiencia operativa, la productividad y la rentabilidad de la organización, midiendo los aspectos de desempeño que son más críticos para el éxito actual y futuro de la firma (Domínguez et al., 2019).

Asih (2020), señala que los indicadores claves de rendimiento se clasifican de acuerdo al objeto misional de la organización y su proceso holístico de gestión de desempeño. Los autores explican que Los KPI se pueden implementar en múltiples sectores, en este caso, el sector agroindustrial requiere que se centre no solo en el aumento de productividad, sino en el indicador de eficiencia y calidad del grano de arroz durante el proceso de trillado.

5. METODOLOGÍA

Para la ejecución de este proyecto se utilizará como base la metodología **Lean Manufacturing** con un enfoque aplicado a **Lean Startup**; la cual es altamente recomendable porque se enfoca en la validación temprana de ideas y soluciones a través de experimentos rápidos y económicos. Esto permite a la cooperativa probar diferentes enfoques con un riesgo mínimo antes de comprometer recursos significativos en la implementación a gran escala. Al centrarse en la iteración rápida y el aprendizaje continuo, se plantea optimizar el uso de sus recursos; en lugar de invertir grandes cantidades de tiempo y dinero en soluciones no probadas, por lo que esta metodología fomenta un enfoque más ágil y flexible.

En resumen, ofrece un enfoque práctico y efectivo para abordar los desafíos de reactivación de la cooperativa, permitiendo una innovación ágil, una reducción del riesgo y una mayor alineación con las necesidades del mercado y los clientes. Por lo tanto, se desarrollará de la siguiente manera:

Tipo de investigación enfoque:

Para desarrollar un plan estratégico de mejoramiento para el proceso de trilla de arroz de la cooperativa COALCESAR LTDA., se empleará un tipo de investigación con enfoque mixto, el cuál según Hernández-Sampieri et al. (2020), consiste en la integración sistemática de procedimientos de recolección y análisis de bases de datos que requieren transformación

numérica e información de tipo narrativo y bibliográfica. Por lo que, en esta investigación se partirá inicialmente con una identificación de los principales aspectos del proceso de trilla de arroz de la cooperativa, lo que requiere análisis documental, observación y entrevista, lo que permite implementar técnicas de corte cualitativo.

En el segundo objetivo, se va a evaluar mediante el uso de indicadores clave de rendimiento (KPIs) el desempeño del proceso actual de molinería de la cooperativa, lo que requiere análisis de datos inferenciales, lo que representa la implementación de metodología cuantitativa. Y por último, se va a diseñar un plan de innovación estratégico para el proceso de molinería de la cooperativa, lo que permite una triangulación de los resultados de corte cualitativo y cuantitativo, ejemplificado a través de un plan estratégico de mejoramiento para el proceso de trilla de arroz de la empresa objeto de estudio.

Alcance

Desarrollar un plan estratégico de mejoramiento requiere tres procesos, inicialmente una identificación de las condiciones de la empresa, segundo una evaluación de rendimiento y por último el diseño del plan, para ello, se requiere un alcance de investigación exploratorio-descriptivo, dado que inicialmente se requiere crear un panorama general sobre la empresa, para posteriormente detallar el proceso productivo y realizar mejoras sobre las problemáticas identificadas a lo largo de la investigación (Hernández-Sampieri et al., 2020).

Diseño de Investigación

El proyecto se enfoca en identificar y evaluar aspectos específicos del proceso de trilla de arroz, lo que implica la recolección y análisis de datos numéricos (mediante KPIs), evaluación del desempeño, y la elaboración de un procedimiento operativo basado en resultados obtenidos durante el proyecto; lo que refuerza que el enfoque de la investigación es cuantitativo.

Tipo de diseño

No experimental: El proyecto no manipula variables de manera controlada, sino que observa y analiza el proceso tal como ocurre en la realidad.

Cuantitativo: La recolección de datos a través de indicadores clave de rendimiento (KPIs) y el análisis de rentabilidad y competitividad sugiere un enfoque cuantitativo.

Evaluativo: Se pretende evaluar el desempeño actual del proceso y proponer mejoras, lo cual se alinea con un diseño de investigación evaluativa.

Técnica e Instrumento

Para el diseño de un plan estratégico de mejoramiento para el proceso de trilla de arroz de la cooperativa COALCESAR LTDA, se van a emplear tres técnicas de recolección de datos, por un lado, una revisión documental, en donde se empleará una ficha de registro que permitirá recopilar información secundaria sobre el proceso de trilla de arroz de la empresa. Una segunda técnica es la observación, en este caso se utilizará como instrumento una ficha de observación mediante la cual se busca obtener información detallada sobre la parte operativa de este proceso. Finalmente, como ultima técnica se realizará una entrevista, con la cual se busca contrastar la información de expertos de este proceso productivo en la empresa con el observado inicialmente, en este caso el instrumento es un cuestionario de preguntas semiestructuradas.

- **Business Model Canvas**

Este sistema nos permite definir el modelo de negocio del proyecto. Identificar los segmentos de clientes clave, las propuestas de valor, los canales de distribución, las fuentes de ingresos y demás elementos necesarios para comprender la viabilidad del proyecto.

Por lo cual nos permitirá realizar un enfoque en aquellas tareas que generan desperdicio de recursos y que el aporte al proceso operativo es optimizable mediante la modificación de su ejecución u planificación.

- **Customer Development**

Realizar investigaciones y entrevistas a los potenciales clientes nos ayudará a comprender sus necesidades y validar las hipótesis sobre los indicadores que se están desarrollando. Esta retroalimentación nos impulsará a ajustar y mejorar los indicadores según las necesidades reales del mercado. Según el modelo Lean lo que se busca es identificar los requerimientos mínimos

esperados por nuestros clientes para conservar la calidad de nuestros productos. Por lo tanto, se buscará obtener información acerca de las características específicas que para ellos marcan un factor diferencial en el producto y redirigir los esfuerzos al fortalecimiento de las mismas.

- **Agile Development**

Implementar un enfoque ágil para el desarrollo de los indicadores implica iterar rápidamente sobre las ideas, prototipos y pruebas de concepto, de modo que se pueda validar la efectividad de los indicadores de manera rápida y con el menor consumo de recursos posible.

Lo que se busca en esta etapa es identificar los puntos de control que permitan tomar decisiones oportunas en el proceso, conservando el resultado de un producto con calidad, pero optimizando los recursos necesarios para garantizar el resultado.

- **Interacción y aprendizaje continuo**

A medida que avanza el desarrollo de los indicadores, la recopilación de datos y la retroalimentación, debemos estar abiertos a cambiar de dirección si los datos indican que es necesario ajustar la estrategia.

Lo interesante de la aplicación de esta metodología es que nos permite explorar diferentes opciones de optimización sin impactar negativamente la organización, ya que al utilizar experimentos de bajo costo; los cambios de dirección son un factor importante para lograr identificar los puntos de inflexión específicos de mejora continua.

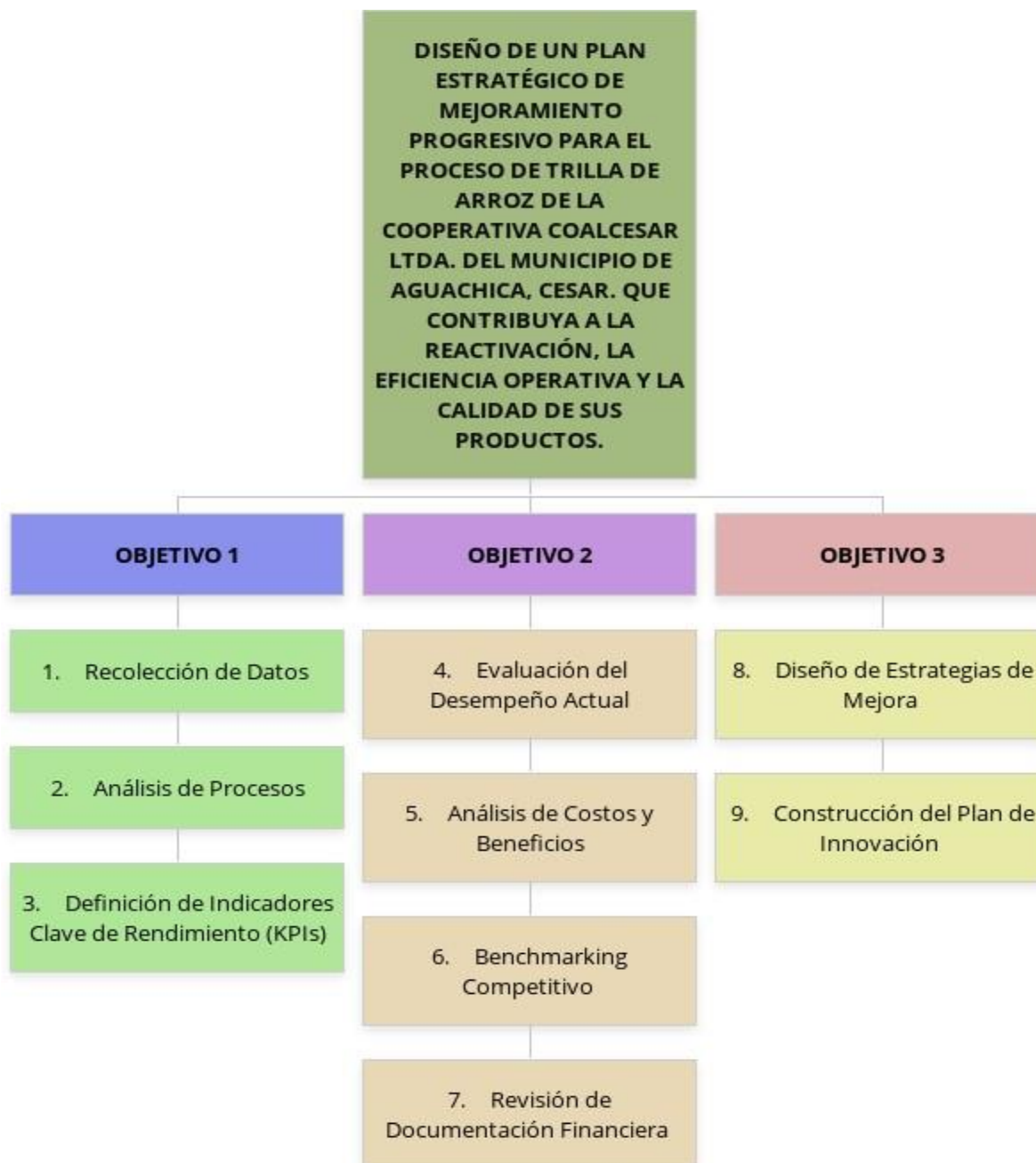
- **Inversión progresiva de recursos**

Para finalizar el plan estratégico, se especifica el plan de inversión el cual se debe ir incrementando a medida que el proyecto demuestra su valía y se acercan las probabilidades de éxito.

Lo que buscamos con esta actividad es que las inversiones posteriores a la terminación de este proyecto puedan ser ejecutadas acorde a las utilidades obtenidas de la operación, esto significa un plan de inversión que no genera asignación de recursos externos para el fortalecimiento del proceso, sino crear una autosuficiencia estratégica de reingeniería.

6. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO EDT

ILUSTRACIÓN 1. DIAGRAMA EDT



Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo de la metodología, se tienen establecidas actividades secuenciales que permitan alcanzar cada uno de los objetivos específicos, estas actividades y las tareas correspondientes a las mismas se describen a continuación.

Objetivo Específico 1: Identificar los principales aspectos del proceso de trilla de arroz de la cooperativa que impactan en la eficiencia del proceso y la calidad del producto.

1. Recolección de Datos

- Recolectar datos históricos sobre el rendimiento y la calidad del producto.
- Realizar inspecciones en el lugar para observar el proceso de trilla en acción y tomar notas detalladas.

2. Análisis de Procesos

- Analizar los datos recopilados para identificar áreas de mejora y posibles cuellos de botella en el proceso de trilla.
- Utilizar herramientas como diagramas de flujo y análisis FODA para visualizar y comprender mejor el proceso.

3. Definición de Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs)

- Identificar los KPIs más relevantes para evaluar la eficiencia y la calidad del proceso de trilla.
- Definir métricas específicas y establecer objetivos claros para cada KPI.

Objetivo Específico 2: Evaluar mediante el uso de indicadores clave de rendimiento (KPIs) el desempeño del proceso actual de molinería de la cooperativa con base en factores de rentabilidad y competitividad.

4. Evaluación del Desempeño Actual

- Utilizar los KPIs definidos para evaluar el desempeño actual del proceso de trilla de arroz de la cooperativa.
- Comparar los resultados obtenidos con los estándares de la industria y las mejores prácticas.

5. Análisis de Costos y Beneficios

- Evaluar los costos asociados con el proceso actual de trilla de arroz y compararlos con los beneficios obtenidos para determinar la rentabilidad del proceso.

6. Benchmarking Competitivo

- Realizar un análisis comparativo con otras cooperativas o empresas del sector para evaluar la competitividad del proceso de trilla en términos de eficiencia, costos y calidad del producto final.

7. Revisión de Documentación Financiera

- Analizar los estados financieros y otros documentos contables relevantes para obtener una perspectiva más amplia sobre la rentabilidad del proceso de trilla y su contribución a los resultados globales de la cooperativa.

Objetivo Específico 3: Elaborar un procedimiento operativo de mejoramiento continuo para el proceso de molinería de la cooperativa, apoyado en los resultados obtenidos durante el proyecto y enfocado en garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

8. Diseño de Estrategias de Mejora

- Desarrollar estrategias específicas para abordar las áreas de mejora identificadas durante la recolección de datos y el análisis del proceso de trilla.
- Priorizar las acciones según su impacto potencial y la viabilidad de implementación.

9. Construcción del Plan de Innovación

- Diseñar un plan detallado que incluya todas las acciones necesarias para implementar las estrategias de mejora identificadas durante el proceso.
- Establecer un calendario de implementación y asignar responsabilidades específicas a los miembros del equipo.

7. CRONOGRAMA

La ruta de desarrollo de actividades y la ruta crítica del proyecto se pueden observar en el **anexo 1 (Diagrama CPM)**; el cronograma de actividades y planificación de ejecución se pueden observar en el **anexo 2. (Cronograma y diagrama de Gantt).**

8. COSTOS

Para el presupuesto del proyecto, se toma en consideración el recurso humano requerido tanto interno como externo, se tomaron los valores del costo del trabajador por mes y teniendo en cuenta esta información se calculó el estimado en costo mensual y semanal, como se observa en la siguiente tabla:

TABLA 1. COSTOS ASOCIADOS AL RECURSO HUMANO

RECURSO HUMANO	MENSUAL	SEMANAL
INVESTIGADOR	\$ 5.000.000	\$ 1.250.000
FINANCIERO	\$ 4.000.000	\$ 1.000.000
MERCADERISTA	\$ 2.500.000	\$ 625.000
OPERADOR	\$ 2.000.000	\$ 500.000
AUXILIAR DE PROCESO	\$ 1.700.000	\$ 425.000

Fuente: Elaboración propia

También se valoran los costos por actividad contemplando los costos por recursos humanos asignados a las actividades y otros costos que contemplan recursos energéticos, servicios públicos, consumibles entre otros estimados para cada actividad. Basado en eso, se consolida un presupuesto en la siguiente tabla:

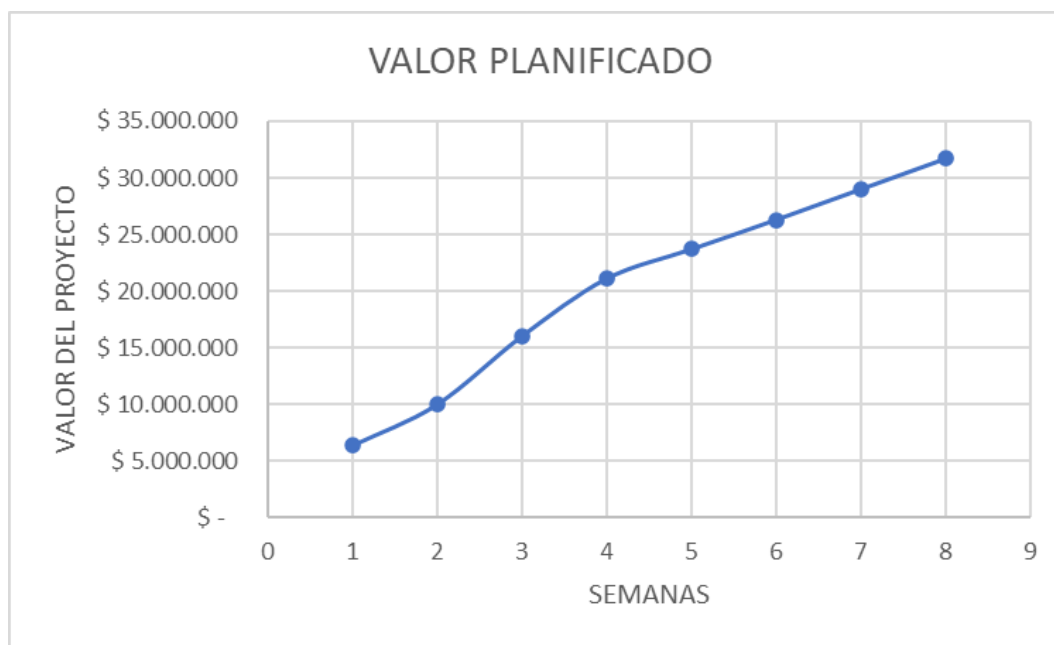
TABLA 2. COSTOS POR ACTIVIDAD

ACTIVIDAD	RECURSOS HUMANOS	COSTO RECURSO HUMANO POR SEMANA	OTROS COSTOS DE PROCESOS SEMANALES	COSTO DE ACTIVIDAD POR SEMANA	DURACIÓN (SEM)	COSTO DE LA ACTIVIDAD
1. Recolección de Datos	1 INVESTIGADOR, 1 OPERADOR, 2 AUXILIARES DE PROCESO	\$ 2.600.000	\$ 1.250.000	\$ 3.850.000	1	\$ 3.850.000
2. Análisis de Procesos	1 INVESTIGADOR	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000	\$ 2.500.000	1	\$ 2.500.000
3. Definición de Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs)	1 INVESTIGADOR	\$ 1.250.000	\$ 200.000	\$ 1.450.000	1	\$ 1.450.000
4. Evaluación del Desempeño Actual	1 INVESTIGADOR, 1 OPERADOR, 2 AUXILIARES DE PROCESO	\$ 2.600.000	\$ 1.250.000	\$ 3.850.000	1	\$ 3.850.000
5. Análisis de Costos y Beneficios	2 INVESTIGADORES	\$ 2.500.000	\$ 200.000	\$ 2.700.000	1	\$ 2.700.000
6. Benchmarking Competitivo	1 MERCADERISTA, 1 INVESTIGADOR	\$ 1.875.000	\$ 300.000	\$ 2.175.000	2	\$ 4.350.000
7. Revisión de Documentación Financiera	1 FINANCIERO, 1 INVESTIGADOR	\$ 2.250.000	\$ 150.000	\$ 2.400.000	1	\$ 2.400.000
8. Diseño de Estrategias de Mejora	2 INVESTIGADORES	\$ 2.500.000	\$ 100.000	\$ 2.600.000	2	\$ 5.200.000
9. Construcción del Plan de Innovación	2 INVESTIGADORES	\$ 2.500.000	\$ 200.000	\$ 2.700.000	2	\$ 5.400.000
				TOTAL DEL PROYECTO		\$ 31.700.000

Fuente: Elaboración propia

De la información anterior, se muestra gráficamente a continuación la proyección de inversión del proyecto con respecto a la línea de tiempo, que se tomará como línea base en su ejecución para la medición del costo real y valor ganado.

ILUSTRACIÓN 2. CURVA DE VALOR DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia

9. RESULTADOS

9.1. Identificar los principales aspectos del proceso de trilla de arroz de la cooperativa que impactan en la eficiencia del proceso y la calidad del producto.

En el marco de desarrollo de este proyecto de innovación, se ha iniciado una exploración detallada sobre el proceso de trilla de arroz de COALCESAR LTDA. Este primer objetivo se centra en descubrir los principales aspectos que inciden en la eficiencia del proceso y la calidad del producto. La trilla de arroz, siendo un eslabón crítico en la cadena de producción, requiere un análisis estratégico para identificar oportunidades de mejora y optimización. En esta etapa, hemos comenzado a desglosar estos elementos clave para comprender mejor cómo afectan a la eficiencia y calidad en la cooperativa. Este conocimiento inicial sienta las bases para futuras estrategias innovadoras destinadas a mejorar tanto la productividad como la calidad del arroz producido.

Para comprender mejor los resultados de este objetivo, es necesario iniciar la descripción general de cada una de las etapas del proceso:

Proceso Industrial

El proceso industrial del arroz comienza con la recepción del arroz paddy verde en el molino. Una vez el paddy verde entra al molino este se somete a procesos de limpieza, secado, trilla, pulimento, y empaque a lo largo de su transformación (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

Recepción: Una vez cosechado, el arroz paddy es llevado al molino en camiones, a granel o en bultos, allí se descarga en tolvas para ser pesado en una báscula. Se toma una muestra representativa para tomar pruebas de porcentaje de humedad y de impurezas con el fin de determinar la calidad del grano (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015). De acuerdo con los resultados de las pruebas de laboratorio se determina el rendimiento de paddy verde y del valor que pagan los molinos a los productores agrícolas.

Prelimpieza: En este proceso se retiran las impurezas de gran tamaño que trae el arroz como producto del proceso de cosecha como: Palos, tallos, hojas, piedras, tierra, etc. mediante diferentes máquinas de limpieza que separan el paddy verde de las impurezas (Saavedra Forero et al., 2016; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

Secamiento: Para el secado del arroz Paddy se le somete a un flujo de aire caliente transformándose en Paddy seco, se cuenta con dos fases, una de flujo continuo (torres de secamiento) y otra de secamiento estacionario (albercas o piscinas). Dichas fases se hacen con el fin de eliminar la humedad del grano que en promedio es del 27%, este grano cuenta con un grado de humedad del 12.5% (Saavedra Forero et al., 2016; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

Almacenamiento: Posteriormente el paddy seco se almacena en silos ya sea de concreto o metálicos, o en bodegas con diferente capacidad de almacenamiento con el fin de conservarlo y dosificarlo de acuerdo con las necesidades del molino. Según datos de INDUARROZ la industria

molinera tiene la capacidad de almacenar 473.080 toneladas de arroz en paddy seco, lo que equivale a 2.2 meses de consumo nacional (Saavedra Forero et al., 2016).

Limpieza: Dependiendo de la pre-limpieza y con el fin de eliminar todo material extraño se realiza una limpieza antes de descascarar el grano de paddy seco. Esta operación se hace con el fin de aumentar la capacidad y la eficiencia de las maquinas en las operaciones posteriores (Saavedra Forero et al., 2016; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

Trillado: “Este proceso consiste en el descascarillado del arroz paddy seco mediante maquinas descascaradoras de rodillo que extrae la cascara del grano por medio de dos efectos, presión y velocidad de rodillos” (Saavedra Forero et al., 2016). De esta operación se obtienen dos productos de la molinería: Arroz integral y la cascarilla/afrecho de arroz. Esta última usualmente es aprovechada como combustible en el proceso de secamiento del arroz. Según informes de INDUARROZ la capacidad instalada de trilla equivale al 180% de las necesidades de trilla diaria nacional (Induarroz, 2016).

Pulimiento: “Consiste en un pulimiento de las capas externas del grano (salvado), esto es, mediante varias fases en donde se da brillo y blancura al grano utilizando procesos de fricción y abrasión” (Saavedra Forero et al., 2016). Con esto es removida la capa de aleurona del grano. Si se solamente el grano a solo una fase de pulimiento se obtiene el arroz semi-blanqueado, mientras que, si se somete varias veces a este proceso se obtiene el arroz blanqueado-excelso (pulido o blanco). De este proceso se deriva la harina de pulimento que usualmente es vendida a la industria que hace concentrados para animales (Saavedra Forero et al., 2016; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

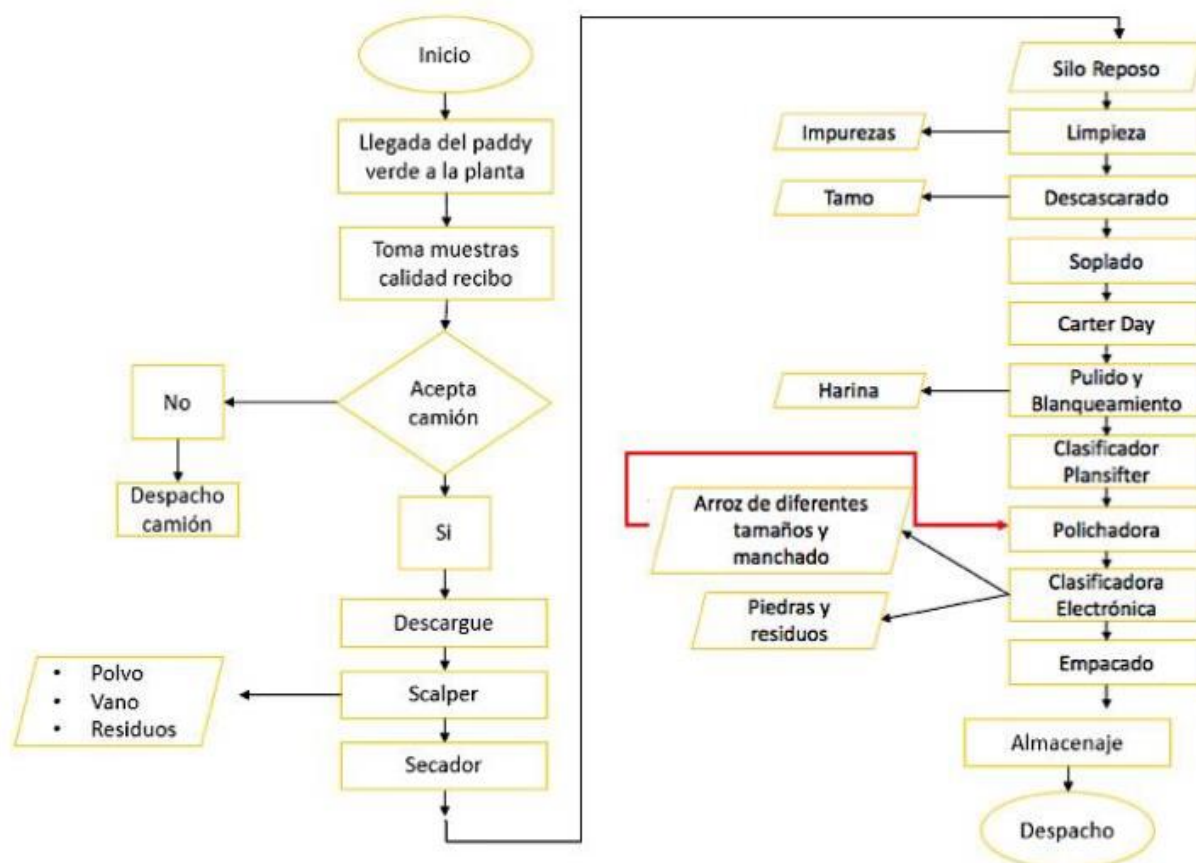
La Norma Técnica Colombiana NTC 519 y NTC 671 del ICONTEC definen el arroz blanco de la siguiente manera: “Arroz elaborado (blanco): arroz descascarado al cual se le ha eliminado parcial o totalmente por elaboración el germen y las capas de la aleurona” (Icontec, 2001a).

Clasificación: Dado que de los procesos anteriores el grano de arroz no termina de manera uniforme, es por ello que en este proceso el grano es clasificado según color y tamaño. Primero, se clasifica según su tamaño por medio de zarandas se separa el arroz entero del partido cuando el porcentaje de arroz partido es menos del 8% se dice que es arroz blanco de primera de lo contrario es arroz blanco de segunda (Saavedra Forero et al., 2016). Este arroz se denomina también arroz excelso.

El arroz de segunda, es decir, el arroz partido se sub-clasifica en granza o arroz cristal dependiendo del porcentaje de arroces partidos. Menos del 50%, y entre 50% y 75% respectivamente.

Empaquetado: El arroz es empaquetado en diferentes formatos ya sea en bulto o arrobas de libras, kilos, o diferentes pesos mediante máquinas automáticas. En Colombia los molinos de arroz han venido incursionando en los mercados mediante el impulso de sus propias marcas que por lo general llevan el mismo nombre de los molinos (Saavedra Forero et al., 2016; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

ILUSTRACIÓN 3. DIAGRAMA DE PROCESO DE TRILLA



Nota: Diagrama de flujo de procesamiento de arroz desde la recepción de la materia prima proveniente del campo, tomado de: Gaviria Buitrago, M. F. (2018). Análisis de calidad y evaluación en el proceso de trilla del arroz para observar la producción de grano partido y harina de arroz evitando así pérdidas económicas.

9.1.1. Análisis de procesos del molino COALCESAR

Para la recolección de datos históricos, se trabajó con la información disponible de la cooperativa después de la intervención. Se asume de la relevancia de esta información debido a que muestran los resultados de las operaciones más recientes del molino, los cuales nos dan una visión aterrizada de las capacidades y eficiencias del proceso, así como los rendimientos promedio de la operación con el estado de la maquinaria actual. El consolidado de esta información se resume en la siguiente tabla:

TABLA 3. RESULTADOS DE PROCESOS DE TRILLA POR LOTE DE LA COOPERATIVA COALCESAR LTDA 2020-2022

FECHA	LOTE	CLIENTE/PROVEEDOR	VARIEDAD	KG PADDY SECO	KG ARROZ BLANCO	% REND. ARROZ BLANCO	KG CRISTAL	KG GRANZA	% SUBPROD	TOTAL MASA BLANCA	KG HARINA	% REND. HARINA	KG MERMA (Estim)	% MERMA
1/11/2020	1	COALCESAR	FA 70	25.310	14.850	58,7%	550	350	3,6%	62,2%	2.400	9,5%	7.160	28,3%
13/11/2020	2	COALCESAR	FA 70	21.130	11.800	55,8%	550	300	4,0%	59,9%	2.240	10,6%	6.240	29,5%
30/12/2020	MQ 01	CARLOS GARCIA	FA 70	2.045	1.100	53,8%	100	50	7,3%	61,1%	200	9,8%	595	29,1%
1/02/2021	MQ 02	SAID LOPEZ PATIÑO	FA 67	54.504	35.305	64,8%	2.350	900	6,0%	70,7%	5.080	9,3%	10.869	19,9%
15/02/2021	MQ 03	SAID LOPEZ PATIÑO	FA 2000	47.860	30.980	64,7%	0	750	1,6%	66,3%	4.370	9,1%	11.760	24,6%
17/02/2021	MQ 04	SAID LOPEZ PATIÑO	FA 70	5.040	3.718	73,8%	0	95	1,9%	75,7%	420	8,3%	807	16,0%
30/03/2021	3	COALCESAR	FA 67	86.513	58.223	67,3%	4.150	800	5,7%	73,0%	12.823	14,8%	10.518	12,2%
10/05/2021	MQ 05	SAID LOPEZ PATIÑO	N/D	714.374	498.092	69,7%	0	4.905	0,7%	70,4%	67.950	9,5%	143.427	20,1%
				PROMEDIOS		63,6%			3,8%	67,4%		10,1%		22,5%

MQ: Maquila

FA: Fedearroz

N/D: No determinada

Estim: Estimada

KG: Kilogramos

Nota: Información extraída de COALCESAR (2022)

Cabe destacar que según información suministrada por las personas asociadas al proceso de molinería y que fueron consultadas, el estimado histórico de procesamiento del molino antes de la intervención se encontraba en un rango entre 28 a 32 toneladas de paddy seco por turno de 8 horas. En las inspecciones del proceso, se logra revisar cada una de las máquinas con las que cuenta el molino de la cooperativa, e identificar las funciones de cada una de estas para el análisis del proceso, como se describen a continuación:

• Prelimpiadora

Uso de la maquina: Pre limpieza del arroz. En este proceso se busca remover todo el material extraño (Pajas, polvo, piedras, metal, vidrio, y vida animal) o semillas objetables (cualquier otra semilla diferente al arroz como, grano rojo, frijolillos, maíz, soya etc.) que se encuentren en el grano que se recibe del campo.

Consta de tres zarandas:

- Desbrozadora: primera malla con perforaciones redondas para separar los objetos que sean notoriamente más largos que el arroz.
- Clasificadora: malla con perforaciones oblongas o rectangulares para separar objetos que sean notoriamente más anchos que el arroz (arroz en espigas, maíz, soya).
- Cernidora: segunda malla con perforaciones redondas para remover objetos que sean notoriamente más cortos que el arroz.

ILUSTRACIÓN 4 MÁQUINA PRELIMPIADORA DE PADDY VERDE.



Nota: Máquina prelimpiadora del molino de arroz ubicado en el complejo agroindustrial Coalcesar Ltda.

• Descascaradoras

Uso de la maquina: Descascarado de arroz por medio de la combinación de fricción-abrasión entre dos superficies circulares. Un disco superior perforado en el centro y recubierto de caucho hace girar los granos contra un disco inferior fijo y recubierto con lija gruesa. El movimiento relativo desprende la cáscara y limpia el grano. Esto es impulsado por un motor eléctrico para mayor eficiencia y rendimiento. El molino actualmente cuenta con dos que trabajan en paralelo.

ILUSTRACIÓN 5. DESCASCARADORA 1 DEL MOLINO DE ARROZ COALCESAR



Nota: Descascaradora 1 del molino de arroz ubicado en el complejo agroindustrial Coalcesar Ltda.

- **Ciclo aventador**

Uso de la maquina: Cuando el arroz Paddy pasa por el descascarador, este es enviado hasta el ciclo aventador mediante un elevador doble, el ciclo aventador separa o divide el arroz pelado por el descascarador de la cascarilla, esta es expulsada por una turbina y el arroz pelado lo conduce a un transportador sinfín que alimenta las dos mesas separadoras.

ILUSTRACIÓN 6. CICLO AVENTADOR DEL MOLINO COALCESAR



Nota: Ciclo aventador del molino de arroz ubicado en el complejo agroindustrial Coalcesar Ltda.

- **Turbinas**

Uso de la maquina: Esta se utiliza en todo el proceso para expulsar la cascarilla o tamo del arroz y también para expulsar el polvo producido por el procedimiento realizado con el producto (arroz). Esta se encuentra presente en todo el proceso mediante conductos o tuberías instaladas de manera estratégica.

ILUSTRACIÓN 7. TURBINA DEL MOLINO DE ARROZ COALCESAR.



Nota: Turbinas del molino de arroz ubicado en el complejo agroindustrial Coalcesar Ltda.

- **Mesas separadoras.**

Uso de la maquina: Estas como su nombre lo indica, separan el arroz pelado del arroz sin pelar (arroz Paddy) y conduce el arroz pelado al elevador doble (transmisión).

ILUSTRACIÓN 8. MESAS SEPARADORAS MOLINO COALCESAR



Nota: Mesas separadoras de arroz del molino de arroz ubicado en el complejo agroindustrial Coalcesar Ltda.

- **Despepador.**

Uso de la maquina: Este separa las impurezas y arroz Paddy del arroz pelado, estas impurezas y arroz sin pelar son almacenados y el arroz pelado es conducido nuevamente al elevador doble (transmisión). El elevador manda doble manda o conduce el arroz pelado a una tolva de almacenamiento que alimenta al BTA.

ILUSTRACIÓN 9. DESPEPADOR DEL MOLINO COALCESAR



Nota: Despepador del molino de arroz ubicado en el complejo agroindustrial Coalcesar Ltda.

- **BTA (pulidor de arroz).**

Uso de la maquina: Este funciona con un esmeril y se encarga como su nombre lo indica de pulir el arroz pelado, luego lo conduce a un transportador sinfín para llegar a otro pulidor llamado BVF. La harina que produce este pulimiento es absorbida por una turbina.

ILUSTRACIÓN 10. BTA DEL MOLINO DE ARROZ COALCESAR



Nota: BTA del molino de arroz ubicado en el complejo agroindustrial Coalcesar Ltda.

• **BVF (pulidor de arroz).**

Uso de la maquina: Este funciona con agua y aire y se encarga de pulir el arroz, este pulidor refresca el grano con aire. La harina que se produce por el pulimiento también es absorbida por los conductos de la turbina y el arroz pulido es conducido al polichador o brillador.

ILUSTRACIÓN 11. BVF DEL MOLINO COALCESAR



Nota: BVF del molino de arroz ubicado en el complejo agroindustrial Coalcesar Ltda.

- **Brillador o polichador.**

Uso de la maquina: Este se encarga de brillar el arroz como su nombre lo indica mediante pulimiento, luego lo conduce al elevador sencillo (transmisión) para que este conduzca el arroz pulido al desgranzador.

ILUSTRACIÓN 12. BRILLADOR DEL MOLINO COALCESAR



Nota: Brillador del molino de arroz ubicado en el complejo agroindustrial Coalcesar Ltda.

- **Desgranzador.**

Uso de la maquina: Este se encarga de separar el arroz entero de la granza. El BTA, el BVF y la polichadora trabajan con un sistema de extracción de harina (ciclón). El cual se encarga de absorber la harina producida por el proceso de trillado del arroz. El rechazo de la desgranzadora lo recibe un planchister el cual recupera granos enteros de arroz entre la granza producida. La salida de arroz entero que separa la desgranzadora se envía al clasificador o triur el cual fue actualizado para mejorar la operación del proceso.

ILUSTRACIÓN 13. DESGRANZADOR DEL MOLINO COALCESAR



Nota: Desgranador del molino de arroz ubicado en el complejo agroindustrial Coalcesar Ltda.

• Clasificador o TRIUR.

Uso de la maquina: Este se encarga de clasificar el grano de arroz según el porcentaje de arroz partido que se requiera o por exigencias del cliente. Este se gradúa de forma manual. Luego el arroz pasa por un elevador doble el cual alimenta a un transportador de banda y alimenta una tolva de almacenamiento y así transportar el arroz progresivamente hasta la empacadora.

ILUSTRACIÓN 14. CLASIFICADOR DEL MOLINO COALCESAR



Nota: Desgranador del molino de arroz ubicado en el complejo agroindustrial Coalcesar Ltda.

9.1.2. Análisis de procesos

Para el análisis del proceso de trilla de la cooperativa, debido a la cantidad y esparcimiento de la información; para el desarrollo de este proyecto nos enfocamos en el último mes de

operación del lote MQ05, el cual fue el último procesado por la cooperativa y finalizó el mes de enero del año 2022 antes de iniciar el proceso de liquidación de la misma.

De la revisión de la información contenida en las bitácoras de operaciones, se resalta la siguiente información:

TABLA 4. INFORME DE PRODUCCIÓN DEL MOLINO DE ARROZ COALCESAR ENERO 2022

FECHA	Horas de PROCESO	Total masa blanca producida (Kg)	Total Harina (Kg)	Hrs paradas intermedias	Estimación paddy seco procesado (Kg)
6/01/2022	7	12.450	1.500	1	18.043
11/01/2022	7	16.900	2.130	1	24.493
12/01/2022	7	17.850	2.370	1	25.870
13/01/2022	6	16.700	2.130	2	24.203
14/01/2022	8	15.900	2.160	0	23.043
15/01/2022	4	6.900	810	0	10.000
17/01/2022	6	14.550	2.310	2	21.087
18/01/2022	7	14.400	1.680	2	20.870
19/01/2022	5	10.600	1.470	3	15.362
20/01/2022	8	18.050	2.400	0	26.159
21/01/2022	5	11.100	1.590	3	16.087
22/01/2022	2	2.350	300	0	3.406
24/01/2022	7	14.700	1.980	2	21.304
25/01/2022	7	13.600	1.890	2	19.710
26/01/2022	7	13.350	2.100	2	19.348
27/01/2022	7	15.350	2.100	2	22.246
28/01/2022	7	12.700	1.800	2	18.406
PROMEDIOS:		13.379	1.807		19.390

Tomando como referencia la información suministrada de capacidad histórica de producción del molino, se logra identificar que durante el último mes de operación no se alcanzó en ningún día el rango mínimo de operación histórica. Adicional, se debe resaltar que durante las operaciones del último mes, hay una constante de paradas intermedias en el proceso; las cuales algunas se deben a los siguientes inconvenientes:

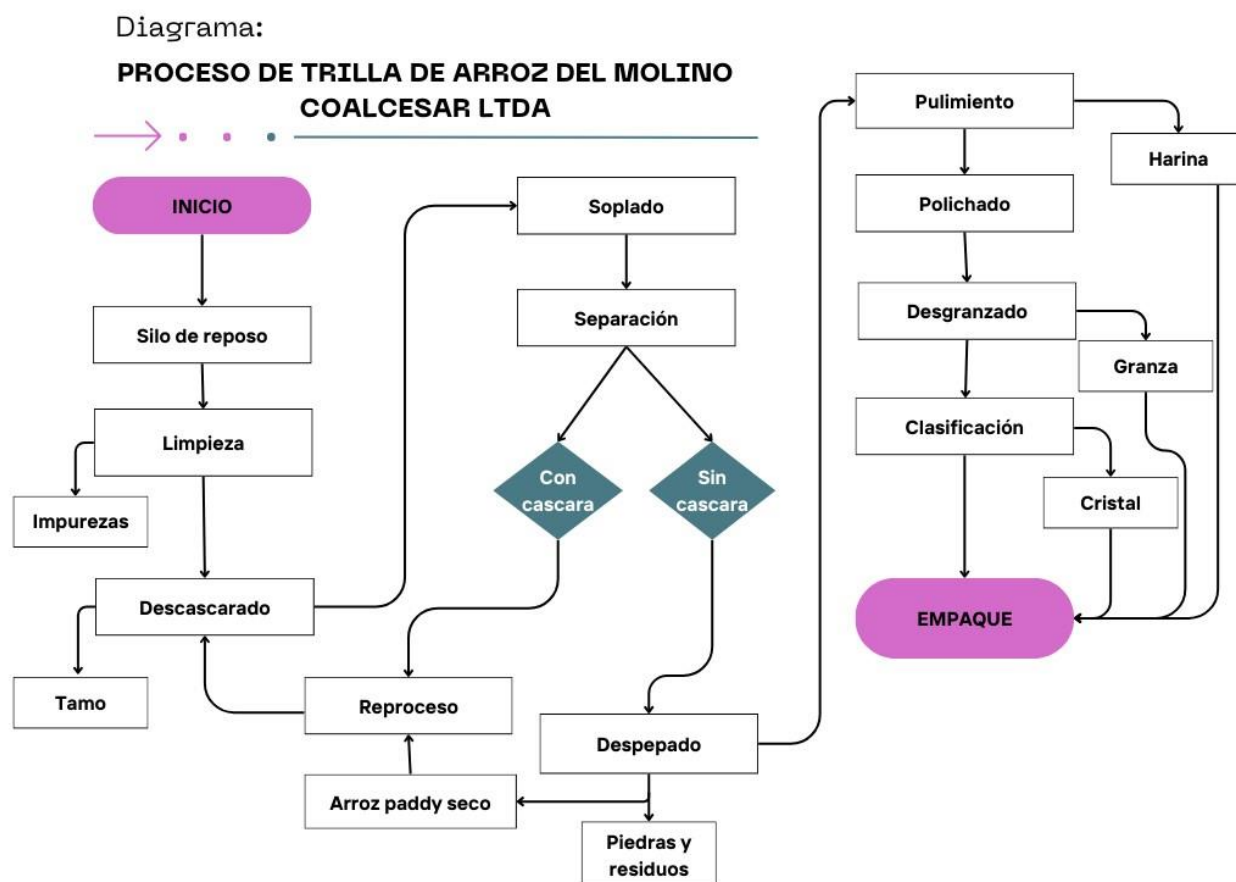
TABLA 5. OBSERVACIONES DE PARADAS DE PRODUCCIÓN DEL MOLINO COALCESAR

FECHA	OBSERVACIÓN
21-ene-22	Se realiza destaponamiento de tubería de tamo en la primera hora de la mañana; de 10 a 11 am se presentó taponamiento de la cicloaventadora; elevador de arroz blanco se bloqueó.
22-ene-22	Se presenta corte de energía eléctrica a las 9:20 am, a las 11 am cuando termina turno aún no había luz en el complejo.
24-ene-22	Se demora 1 el arranque debido al problema con el Tamo en la tubería de expulsión. Varada intermedia por daño en transportador inferior bodega de granos
1-feb-22	Los días 25,26,27 y 28 de enero se retrasa el proceso de trilla debido a la cantidad de tamo que tapa las salidas de la tubería. Se realiza el lunes 31 ampliación del tramo de tubería para minimizar estas paradas

Nota: Observaciones copiadas textualmente de la bitácora de enero 2022 del proceso de trilla 2022 del Molino Coalcesar.

Para obtener una comprensión más completa del funcionamiento del molino en el complejo COALCESAR, se ha creado un diagrama de flujo detallado. Este diagrama proporciona una representación visual del recorrido de la materia prima a lo largo del proceso, lo que nos permite identificar con precisión los puntos críticos que afectan tanto la calidad del producto final como la eficiencia del molino. Esta herramienta es fundamental para tomar decisiones estratégicas orientadas a optimizar cada aspecto del funcionamiento del molino y mejorar los resultados.

ILUSTRACIÓN 15. FLUJOGRAMA DE PROCESO DEL MOLINO COALCESAR.



Nota: Diagrama que expresa gráficamente el flujo de proceso del molino COALCESAR. Elaboración propia

Para complementar la herramienta visual, se realiza un análisis DOFA de la situación actual de esta unidad de negocio de la cooperativa, para iniciar nuestro proceso de mejora continua partiendo de unas bases establecidas en cuanto a los retos que debe enfrentar COALCESAR para su reactivación.

ILUSTRACIÓN 16. MATRIZ DOFA DEL MOLINO DE ARROZ COALCESAR



Este análisis es de gran importancia para nuestros objetivos y para el desarrollo del objetivo específico 3, específicamente en el diseño de estrategias de mejora, que se desarrollarán más adelante.

9.1.3. Puntos críticos de seguimiento

Para el seguimiento de procesos de la cooperativa, es necesario implementar unos indicadores que permitan analizar la información en tiempo real de la eficiencia de la operación. Basado en esto se podrán tomar decisiones inmediatas que optimicen los procesos y aseguren la calidad del producto terminado. Para la creación de estos indicadores, se toman como punto de partida los aspectos claves del proceso como características mínimas necesarias para la correcta operación y el sostenimiento de la calidad en los parámetros mínimos requeridos.

Dentro de estos puntos se destacan los siguientes:

TABLA 6. ASPECTOS DE SEGUIMIENTO CRÍTICO DEL PROCESO DE TRILLA COALCESAR.

CARACTERÍSTICA	ASPECTO CLAVE	META	SENSIBILIDAD
IMPUREZAS	El índice de impureza del lote en grano después del secamiento afecta la eficiencia del proceso de trilla	El índice de impureza del grano no debe ser superior al 1% después de la etapa de secamiento	Un índice de impureza superior crea sobrecostos en el proceso de trilla debido a que los equipos deben realizar mayor reproceso en separación
HUMEDAD	El porcentaje de humedad del grano después del proceso de secamiento puede influir en la calidad del producto final	La humedad del paddy después del proceso de secamiento y reposo debe oscilar entre el 11% y el 13%	Una humedad inferior o superior a este rango puede generar mayor grano partido dentro del proceso u afectación por calentamiento del grano
TRAZABILIDAD SECAMIENTO-REPOSO	La temperatura y la secuencia del proceso de secamiento afectan la calidad del grano, así como el tiempo de reposo del lote	El secamiento debe realizarse a una temperatura máxima de 40° C en 2 etapas con un reposo intermedio de mínimo 48 horas; el reposo después de seco debe ser de mínimo 10 días	Un secamiento que sobre pase la temperatura y las condiciones aquí descrita, ocasiona granos con mayor grado de partido debido a la exposición de condiciones constantes de calor y poco reposo
GRANO PARTIDO	El porcentaje de grano partido en el molino a escala es un diagnóstico clave del resultado de la calidad del producto en el proceso.	El porcentaje de grano partido en el molino a escala no debe superar el 8%	Un porcentaje superior de grano partido en el molino a escalada, representa una alta probabilidad de que el producto final no califique como arroz excelso y baje a categoría de segunda, por lo cual disminuye su valor comercial

Nota: Información tomada del análisis de los resultados de laboratorio del molino COALCESAR.

Indicadores de eficiencia

Para el establecimiento de metas de los siguientes indicadores, se toman como 100% la capacidad real actual del proceso y la maquinaria; lo que se busca con esto es lograr proyectar las metas futuras a la capacidad instalada haciendo los ajustes cada vez que se vean resultados favorables frecuentes para cada indicador. A continuación, se describen cada uno de ellos:

Eficiencia de producción: Se trata de un indicador que permite medir la eficiencia en cuanto al procesamiento de materia prima por producción; se toma como punto de referencia el rango mínimo histórico de producción y se establece como meta de evaluación.

Como la cooperativa no cuenta con un medidor de flujo para determinar la cantidad de materia prima procesada, se toman los valores de resultados promedio de la tabla 3 para calcular este volumen.

TABLA 7. INDICADOR DE EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN.

INDICADOR	OBJETIVO	ECUACIÓN	PERIODICIDAD
% Eficiencia de producción	Utilizar el máximo de la capacidad real del molino Coalcesar.	$\%Ef_{Prod} = \frac{\left(\frac{P_{tos}}{C_{rend}}\right)}{(M_{Prod} \times t)} \times 100$	Diaria

Ptos: Suma de los Kg de masa blanca + Kg de harina resultantes del proceso.

C_{rend} : 0,775 (Constante de rendimiento, equivalente a la suma de % promedios de producto y subproductos)

M_{Prod} : 3.800 Kg (Meta de producción por hora de proceso)

t: Tiempo del proceso expresado en horas.

Para el cálculo de este indicador, se deben tener presentes los resultados diarios del proceso y los valores establecidos según los rendimientos históricos reales del molino. Es importante aclarar que en el tiempo del proceso se deben considerar las paradas intermedias que se realizan en este debido a fallas de mantenimiento o cualquier otro imprevisto; ya que los costos fijos de mano de obra se provisionan por turnos.

Para el establecimiento de las metas se toma como holgura el 10% de la capacidad real como parámetro de operacional y por debajo de este rango se considera que la operación no está generando valor a la cooperativa.

Interpretación de resultados:

TABLA 8. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN.

Línea base	Interpretación	Estrategia
100%	Cuando se tiene un % de eficiencia = o > al 100% se considera una producción óptima	Se analizan los factores que permitieron alcanzar el nivel de eficiencia para replicarlos.
90%	Cuando se tiene un % de eficiencia entre el 90 y 99% se considera una producción aceptable.	Producción sujeta a revisión para identificar oportunidades de mejora.
75%	Cuando se tiene un % de eficiencia entre el 75 y 89% se considera una producción con pérdida.	Se debe realizar un seguimiento riguroso y adoptar las medidas pertinentes.
<75%	Cuando se tiene un % de eficiencia < al 75% se considera pérdida crítica.	Se debe intervenir el proceso e implementar las acciones correctivas correspondientes.

Eficiencia operativa: Se trata de un indicador que permite medir la eficiencia en cuanto a la continuidad en el procesamiento. Para este análisis se tiene como premisa que los mantenimientos preventivos y correctivos deben garantizar la continuidad de las operaciones programadas.

TABLA 9. INDICADOR DE EFICIENCIA OPERATIVA

INDICADOR	OBJETIVO	ECUACIÓN	PERIODICIDAD
% Eficiencia operativa	Uso eficiente del tiempo programado para los procesos molino Coalcesar.	$\%Ef_{op} = \frac{(T_{op} - Tr_{mtto})}{T_{op}} \times 100$	Diaria
T_{op}: Equivale al tiempo en horas del proceso (operación + mantenimiento) Tr_{mtto}: Tiempo de retrasos por mantenimiento expresado en horas.			

En este indicador se deben llevar a horas cada uno de los tiempos y sucesos ocurridos durante el proceso. Para lo cual los minutos de un suceso deben dividirse entre 60 para obtener su equivalente en horas y sumarse a la final del proceso. Para el establecimiento de las metas se considera que las paradas por mantenimiento requieren el apagado de ciertos equipos y al volver a encenderlos estos generan sobrecostos de energía reactiva. Por lo tanto, se espera que un proceso demora de manera continua las horas para las que fue programado.

Interpretación de resultados:

TABLA 10. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE EFICIENCIA OPERATIVA.

Línea base	Interpretación	Estrategia
100%	Cuando se tiene un % de eficiencia = o > al 100% se considera una operación eficiente	Se analizan los factores que permitieron alcanzar el nivel de eficiencia para replicarlos.
90%	Cuando se tiene un % de eficiencia entre el 90 y 99% se considera una operación con interrupciones menores.	Se realizan los ajustes correspondientes para mitigar el riesgo de repetición.
75%	Cuando se tiene un % de eficiencia entre el 75 y 89% se considera una operación con alertas.	Se deben realizar las medidas correctivas e incrementar el seguimiento
<75%	Cuando se tiene un % de eficiencia < al 75% se considera operación ineficiente.	Se debe intervenir el proceso.

Eficacia productiva: Se trata de un indicador que permite medir la eficacia del proceso en la producción de arroz excelso (Menor o igual al 8% de grano partido). Para este indicador se toman los resultados diarios de producción de productos excelso y subproductos (cristal, granza y harina).

Para la elección de la meta, se toman de referencia el rendimiento más alto, el promedio y el más bajos de los lotes procesados desde el año 2021.

TABLA 11. INDICADOR DE EFICACIA PRODUCTIVA

INDICADOR	OBJETIVO	ECUACIÓN	PERIODICIDAD
% Eficacia productiva	Realizar producciones que garanticen la mayor cantidad de arroz excelso como producto final.	$\%Ef_Q = \frac{A_{ex}}{A_{ex} + S_{Cri} + S_{Gra} + S_{Har}} \times 100$	Diaria
A_{ex}: Cantidad en Kg de arroz blanco excelso producido. S_{Cri}: Cantidad en Kg de subproducto cristal producido. S_{Gra}: Cantidad en Kg de subproducto granza producido. S_{Har}: Cantidad en Kg de subproducto harina producido.			

Los resultados de este indicador nos indica la proporción del producto final meta obtenido en cada proceso. Para este análisis se toman los productos tangibles resultantes ya que las mermas por tamo e impurezas no se cuantifican en la operación.

Interpretación de resultados:

TABLA 12. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE EFICACIA PRODUCTIVA

Línea base	Interpretación	Estrategia
88%	Cuando se tiene un % de eficacia = o > al 88% se considera una producción excelente	Se toman de referencia los datos de trazabilidad de la materia prima para futuras compras y operaciones.
85%	Cuando se tiene un % de eficacia entre el 85 y 87% se considera una producción aceptable.	No requiere intervención debido a que se encuentra dentro de los parámetros aceptables.
80%	Cuando se tiene un % de eficacia entre el 80 y 84%	Se deben realizar las mezclas correspondientes

	se considera producción con ajustes.	para ajustar la calidad de la producción.
<80%	Cuando se tiene un % de eficacia < al 80% se considera producción tipo B o de segunda.	Se debe intervenir el lote según remuestreo de calidad para realizar las mezclas de la materia prima.

Una vez establecidos los indicadores claves de producción y las métricas con sus respectivas estrategias, se cuenta con las herramientas para el análisis de la eficiencia productiva, operativa y la eficacia del proceso de trilla del molino.

9.2. Evaluar mediante el uso de indicadores clave de rendimiento (KPIs) el desempeño del proceso actual de molinería de la cooperativa con base en factores de rentabilidad y competitividad.

9.2.1. Evaluación de desempeño

Para la evaluación de desempeño del proceso actual, se deben tomar una serie de datos producciones continuas y medir mediante el uso de los kpis diseñados. Ya que aún no se ha iniciado la reactivación de la cooperativa, las operaciones siguen pausadas por el proceso de liquidación. Debido a esto, se realiza el análisis con los datos del ultimo mes de producción del molino. El cual fue enero del 2022 y que debido a que no se han hecho modificaciones o ajustes a la maquinaria o proceso; se toma como referente actual de la operación.

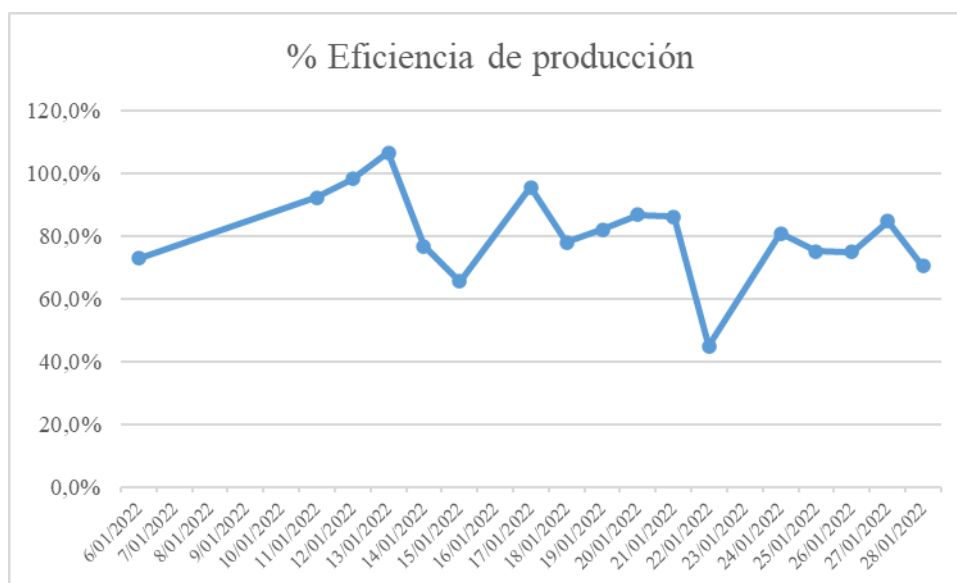
Lo resultados de cada indicador se observan a continuación:

TABLA 13. RESULTADOS DE EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN DEL MOLINO COALCESAR EN ENERO 2022

Fecha	Horas de proceso	Total, masa blanca producida (Kg)	Total, Harina (Kg)	% Eficiencia de producción
6/01/2022	7	12.450	1.500	72,9%
11/01/2022	7	16.900	2.130	92,3%
12/01/2022	7	17.850	2.370	98,1%
13/01/2022	6	16.700	2.130	106,6%
14/01/2022	8	15.900	2.160	76,7%
15/01/2022	4	6.900	810	65,4%
17/01/2022	6	14.550	2.310	95,4%
18/01/2022	7	14.400	1.680	78,0%
19/01/2022	5	10.600	1.470	82,0%
20/01/2022	8	18.050	2.400	86,8%
21/01/2022	5	11.100	1.590	86,2%
22/01/2022	2	2.350	300	45,0%

24/01/2022	7	14.700	1.980	80,9%
25/01/2022	7	13.600	1.890	75,1%
26/01/2022	7	13.350	2.100	74,9%
27/01/2022	7	15.350	2.100	84,6%
28/01/2022	7	12.700	1.800	70,3%
Promedio:				80,7%

ILUSTRACIÓN 17. GRÁFICO DE EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN DEL MOLINO COALCESAR ENE 2022



De los resultados del primer indicador podemos destacar que el molino si tiene la capacidad de alcanzar el máximo de producción por hora ya que en un proceso corto superó la meta de procesamiento establecida para este proyecto; aunque el promedio de eficiencia del último mes arroja que se encuentra en el 80,7% y esto se considera operación con pérdidas. La gráfica nos indica que 3 de las operaciones clasifican dentro de aceptable y una como operación optima. Lo que permite interpretar que con los ajustes necesarios a la operación se puede explotar la capacidad real del molino y promediarlo a operaciones aceptables inicialmente.

Los resultados del cálculo de eficiencia operativa del molino se ilustran en la siguiente tabla:

TABLA 14. RESULTADO DE EFICIENCIA OPERATIVA DEL MOLINO COALCESAR EN ENERO 2022

FECHA	Horas de PROCESO	Horas paradas intermedias por mantenimiento	% Eficiencia operativa	Gráfica
6/01/2022	7	1	87%	
11/01/2022	7	1	88%	

12/01/2022	7	1	88%	
13/01/2022	6	2	75%	
14/01/2022	8	0	100%	
15/01/2022	4	0	91%	
17/01/2022	6	2	75%	
18/01/2022	7	2	78%	
19/01/2022	5	3	63%	
20/01/2022	8	0	100%	
21/01/2022	5	3	63%	
22/01/2022	2	0	100%	
24/01/2022	7	2	82%	
25/01/2022	7	2	78%	
26/01/2022	7	2	78%	
27/01/2022	7	2	78%	
28/01/2022	7	2	78%	
PROMEDIO			82%	

La tabla anterior nos representa la interpretación de los resultados obtenidos del indicador operativo. De esta información se destaca el hecho de que el molino en 3 ocasiones realizó operaciones sin interrupciones según la programación del proceso; además una 4 ocasión su eficiencia operativa fue aceptable y solo 2 de las 17 operaciones fueron clasificadas como ineficientes. Por lo cual se considera un panorama alentador debido a que sus operaciones en condiciones normales pueden ser optimas y se podría entrar a revisar los eventos puntuales que hacen que esta eficiencia disminuya e incluir las acciones correctivas dentro de las estrategias del plan de innovación.

Para la medición del indicador de eficacia productiva, se toman los valores consolidados de la tabla 3 de los procesados, ya que estos son la sumatoria de los procesos diarios realizados por la cooperativa. Los resultados obtenidos fueron:

TABLA 15. RESULTADOS DE EFICACIA PRODUCTIVA DE ÚLTIMOS LOTES PROCESADOS POR EL MOLINO COALCESAR

LOTE	CLIENTE/PROVEEDOR	KG ARROZ BLANCO	KG CRISTAL	KG GRANZA	KG HARINA	% Eficacia productiva
1	COALCESAR	14.850	550	350	2.400	82%
2	COALCESAR	11.800	550	300	2.240	79%
MQ 01	CARLOS GARCIA	1.100	100	50	200	76%
MQ 02	SAID LOPEZ PATIÑO	35.305	2.350	900	5.080	81%
MQ 03	SAID LOPEZ PATIÑO	30.980	0	750	4.370	86%
MQ 04	SAID LOPEZ PATIÑO	3.718	0	95	420	88%

3	COALCESAR	58.223	4.150	800	12.823	77%
MQ 05	SAID LOPEZ PATIÑO	498.092	0	4.905	67.950	87%

De los anteriores datos se puede identificar que hay un lote con producción excelente, y que los lotes más grandes son considerados aceptables. Por lo tanto, el molino demuestra su capacidad competitiva en cuanto a la producción de arroz excelso.

9.2.2. Análisis de costos y beneficios

COSTOS

A continuación, se establece el costo de operación de un turno de operación diurno que tiene una duración de 8 horas:

Costo Personal

Para la operación de un turno se requiere del siguiente personal

1. Un (1) Molinero
2. Un (1) Asegurador de calidad

Cuatro (4) Auxiliares molinería y subproductos A continuación, se presenta el costeo completo del equipo mencionado:

TABLA 16. COSTO PARA EL EMPLEADOR DEL PERSONAL

Rol	Basico	Auxilio de Transporte	Prima	cesantías	intereses cesantías	vacaciones	salud	pension	ARL	Parafiscales (Sena, ICBF, caja compensación)	TOTAL
Molinero	\$ 2.000.000	\$ 162.000	\$ 180.167	\$ 180.167	\$ 21.620	\$ 83.333	\$ 170.000	\$ 240.000	\$ 48.720	\$ 180.000	\$ 3.266.007
Aseguramiento de calidad	\$ 2.500.000	\$ 162.001	\$ 221.833	\$ 221.833	\$ 26.620	\$ 104.167	\$ 212.500	\$ 300.000	\$ 60.900	\$ 225.000	\$ 4.034.855
Auxiliares molinería y subproductos	\$ 1.500.000	\$ 162.002	\$ 138.500	\$ 138.500	\$ 16.620	\$ 62.500	\$ 127.500	\$ 180.000	\$ 36.540	\$ 135.000	\$ 2.497.162

TABLA 17. COSTO PERSONAL TURNO DE OPERACIÓN

Rol	Cantidad	Costo mensual Total	Días del mes	días x semana	semanas por mes	horas trabajadas por semana	horas trabajadas por mes	Valor hora	Valor por persona turno 8 horas	Valor Total Turno 8 horas
Molinero	1	\$ 3.266.007	30	7	4,29	44	188,57143	\$ 17.319,73	\$ 138.557,86	\$ 138.557,86

Aseguramiento de calidad	1	\$ 4.034.855	30	7	4,29	44	188,57143	\$ 21.396,96	\$ 171.175,65	\$ 171.175,65
Auxiliares molineria y subproductos	4	\$ 2.497.162	30	7	4,29	44	188,57143	\$ 13.242,53	\$ 105.940,22	\$ 423.760,88
TOTAL PERSONAL									\$ 733.494,39	

Costo de Servicios y Maquinaria

TABLA 18.COSTO DE SERVICIOS (ENERGÍA)

DESCRIPCION	CONSUMO KV/H	Horas uso	CONSUMO KV/TURNO	valor Kv	Valor Total Turno	Valor promedio por hora
TRANS BGA GRAN-ALIMENT MOLINO	7,36	4	29,44	\$ 810,15	\$ 23.850,82	\$ 2.981,35
ELEVADOR RECIBO EN BASCULA	3,53	4	14,13	\$ 810,15	\$ 11.448,39	\$ 1.431,05
ELEVADOR TOLV MOLIN	3,68	4	14,72	\$ 810,15	\$ 11.925,41	\$ 1.490,68
SINFÍN ABAJO ARROZ PADDY	4,86	6	29,15	\$ 810,15	\$ 23.612,31	\$ 2.951,54
TURBINA DE POLVO (BODEGRANO/TRILLA ARROZ)	2,94	8	23,55	\$ 810,15	\$ 19.080,65	\$ 2.385,08
PRELIMPIADORAS	7,36	8	58,88	\$ 810,15	\$ 47.701,63	\$ 5.962,70
DESCASCARADOR 1	7,36	8	58,88	\$ 810,15	\$ 47.701,63	\$ 5.962,70
DESCASCARADOR 2	7,36	8	58,88	\$ 810,15	\$ 47.701,63	\$ 5.962,70
CICLOAVENTADORAS	5,52	8	44,16	\$ 810,15	\$ 35.776,22	\$ 4.472,03
MESA SEPARADORA N° 1	2,65	8	21,20	\$ 810,15	\$ 17.172,59	\$ 2.146,57
MESA SEPARADORA N° 2	3,68	8	29,44	\$ 810,15	\$ 23.850,82	\$ 2.981,35
SINFÍN DE LA MESA	1,32	8	10,60	\$ 810,15	\$ 8.586,29	\$ 1.073,29
DESPEPADOR N°1	1,10	8	8,83	\$ 810,15	\$ 7.155,24	\$ 894,41
DESPEPADOR N° 2	1,32	8	10,60	\$ 810,15	\$ 8.586,29	\$ 1.073,29
PLANSISTER	1,77	8	14,13	\$ 810,15	\$ 11.448,39	\$ 1.431,05
PULIDOR N° 1	44,16	8	353,28	\$ 810,15	\$ 286.209,79	\$ 35.776,22
BTA	55,20	8	441,60	\$ 810,15	\$ 357.762,24	\$ 44.720,28
BRILLADOR N° 1	22,08	8	176,64	\$ 810,15	\$ 143.104,90	\$ 17.888,11
BVF	44,16	8	353,28	\$ 810,15	\$ 286.209,79	\$ 35.776,22
EXTRACTOR DE POLVO	5,45	8	43,57	\$ 810,15	\$ 35.299,21	\$ 4.412,40
TRIUR	2,65	8	21,20	\$ 810,15	\$ 17.172,59	\$ 2.146,57
SEPARADOR GRANO ENTERO	1,10	8	8,83	\$ 810,15	\$ 7.155,24	\$ 894,41
DESGRANZADOR	1,77	8	14,13	\$ 810,15	\$ 11.448,39	\$ 1.431,05
ELEVADOR ARROZ BLANCO	1,77	8	14,13	\$ 810,15	\$ 11.448,39	\$ 1.431,05
ELEVADOR PORTATIL	2,65	4	10,60	\$ 810,15	\$ 8.586,29	\$ 1.073,29
ELEVADOR MOTOREDUCTOR (MUV 2 ELEVADORES)	3,53	8	28,26	\$ 810,15	\$ 22.896,78	\$ 2.862,10
ELEVADOR MOTOREDUCTOR (MUV 2 ELEVADORES)	2,65	8	21,20	\$ 810,15	\$ 17.172,59	\$ 2.146,57
COMPRESOR N° 1	3,68	8	29,44	\$ 810,15	\$ 23.850,82	\$ 2.981,35
COMPRESOR N° 2	4,86	8	38,86	\$ 810,15	\$ 31.483,08	\$ 3.935,38
BANDA TRANSPORTADORA ARROZ BLANCO	1,77	8	14,13	\$ 810,15	\$ 11.448,39	\$ 1.431,05

DESCRIPCION	CONSUMO KV/H	Horas uso	CONSUMO KV/TURNO	valor Kv	Valor Total Turno	Valor promedio por hora
CICLOAVENT DE HARINA	18,40	8	147,20	\$ 810,15	\$ 119.254,08	\$ 14.906,76
ESCLUSA DE LA HARINA (Motorreductor)	1,32	8	10,60	\$ 810,15	\$ 8.586,29	\$ 1.073,29
TURBINA EXPULS CASACARILLA	18,40	8	147,20	\$ 810,15	\$ 119.254,08	\$ 14.906,76
TOTAL CONSUMO ENERGIA	297,42		2300,74	Subtotal Energía	\$ 1.863.941,27	\$ 232.992,66

TABLA 19. COSTO DE SERVICIOS (AGUA)

DESCRIPCION	Cantidad Litros	Tiempo operación / horas	Litros por Hora	Valor por hora	Valor total
Consumo de agua turno 8 horas	200	8	25	\$ 0	\$ 0
Subtotal Agua					\$ 0

Nota: el agua no tiene costo debido a que la empresa cuenta con un sistema de captación que, complementado con su nivel freático, hace que esta fluya hasta los tanques de distribución sin necesidad de bombeo. Y la empresa debido a esto no cuenta con servicio público de agua.

TABLA 20. TOTAL COSTOS DE SERVICIOS

Subtotal Energía	\$ 1.863.941,27
Subtotal Agua	\$ 0,00
TOTAL SERVICIOS	\$ 1.863.941,27

Costo Maquinaria

Como política y según la experiencia, el costo de mantenimiento y costos varios de maquinaria se establece en un porcentaje del 10% del valor del turno de producción resultante de los otros costos calculados anteriormente, esto es:

RUBRO	VALOR
Costos Mano de Obra	\$ 733.494,39
Costos Servicios	\$ 1.863.941,27
Subtotal Costos de Operación	\$ 2.597.435,66
Costo Mantenimiento Maquinaria y equipo (10%)	\$ 259.743,57

Ahora bien, sumados los 3 costos de operación en un turno de operación de 8 horas tenemos el siguiente total:

RUBRO	VALOR
-------	-------

Costos Mano de Obra	\$ 733.494,39
Costos servicios	\$ 1.863.941,27
Costo Mantenimiento Maquinaria y equipo (10%)	\$ 259.743,57
Total Costos de Operación	\$ 2.857.179,22

INGRESOS

Para calcular los ingresos tomaremos una producción objetivo de 28.500 kg por turno de producción. Igualmente, teniendo en cuenta el precio del servicio por kg en los últimos años y aumentando el valor del IPC, el precio por kg del servicio se establece en \$92 pesos. Con las estimaciones anteriores, se proyecta los ingresos que generaría un turno de producción:

DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Producción estimada en KG	28.500
Valor por KG	\$ 92,00
Ingresos totales por turno	\$ 2.622.000,00

ESTADO DE RESULTADOS (UTILIDAD/PERDIDA) TURNO DE PRODUCCION

A continuación, se realiza operación de costo beneficio generada en la operación de un turno de producción y de la cual partimos para crear un plan de mejora y medir y comparar los resultados obtenidos. Por lo tanto, mostramos el resultado de perdidas o ganancias:

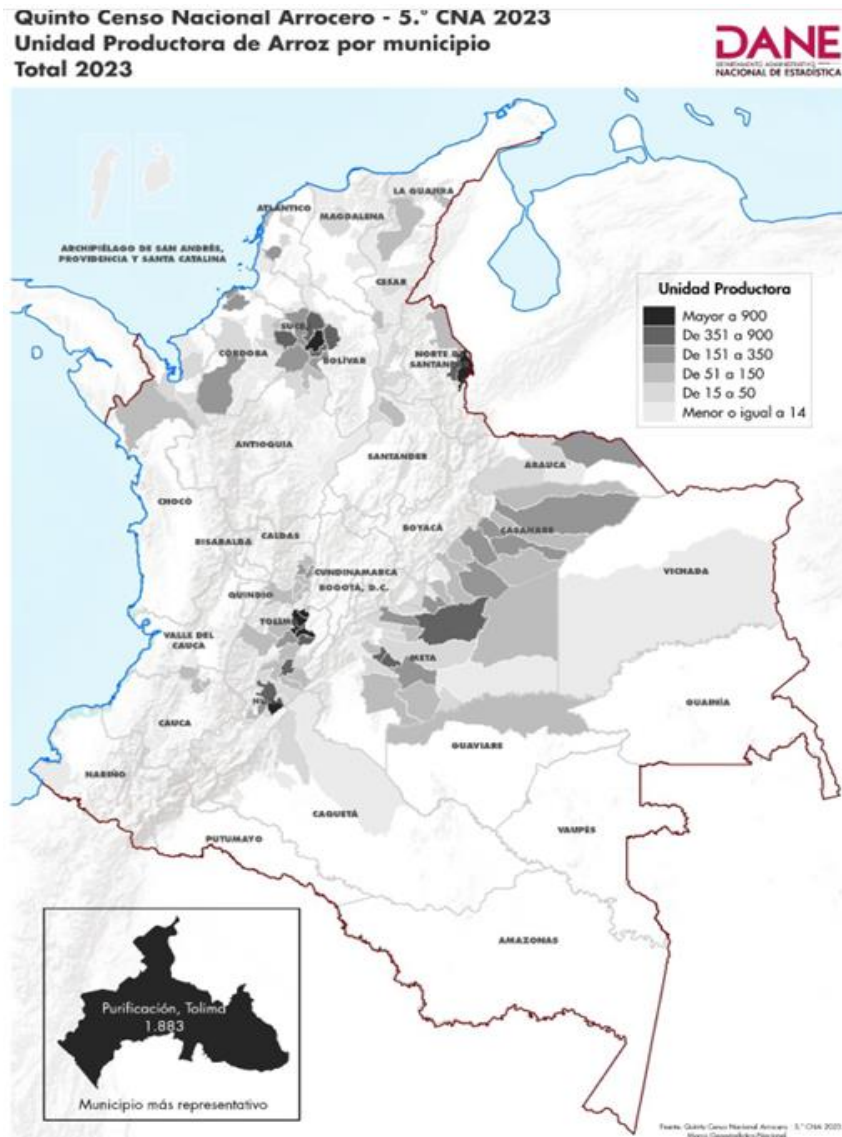
Ingresos totales producción por turno	\$ 2.622.000,00
Total, Costos de Operación por turno	\$ 2.857.179,22
Utilidad o perdida por turno	-\$ 235.179,22

El resultado nos indica evidentemente una pérdida económica de \$235.179,22 por cada turno laborado, con lo cual se confirma la necesidad de estrategias y desarrollo de herramientas que mejores la producción.

9.2.3. Benchmarking competitivo

Analizar empresas trilladoras de arroz en Colombia nos permite comparar la posición actual de nuestra empresa de análisis, con base a criterios relevantes para el sector. Para comprender un poco regionalmente la distribución del sector arrocero presentamos la siguiente información según el DANE y FEDEARROZ:

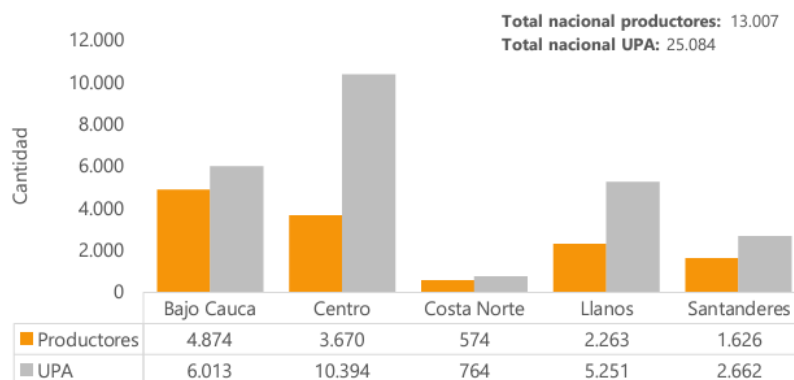
ILUSTRACIÓN 18. QUINTO CENSO NACIONAL ARROCERO 2023



Fuente: DANE

ILUSTRACIÓN 19. SEGMENTACIÓN DE UPA'S DE ARROZ A NIVEL COLOMBIA

Gráfico 2. Cantidad de Unidades Productoras de Arroz (UPA) y productores según zona arroceras y total nacional 2023



FUENTE: DANE

Se identificaron 10 empresas trilladoras de arroz de referencia donde se quiere llegar a competir, ya que aunque existen grandes arroceras como lo son ROA, FLORHUILA, INDUCOLMA, COAGRICSA y Procearroz, pero la posición de estas en el mercado no nos permiten tener objetividad en una comparación directa. Adicionalmente también existen gran cantidad de empresas y cooperativas pequeñas, pero tomaremos aquellas que se encuentran en un tamaño e importancia intermedia con base a su capacidad de procesamiento y presencia geográfica, las cuales son las siguientes:

- Molinos Arroceros La Esmeralda
- Arroceras San Francisco
- Arroceras La Sabana
- Molinos Arroceros El Dorado
- Arroceras La Joya
- Molinos Arroceros El Palmar
- Arroceras La Fortuna
- Molinos Arroceros El Cóndor
- Arroceras La Esperanza
- Molinos Arroceros El Progreso

Se han analizado las siguientes variables para cada empresa:

Capacidad de procesamiento: Volumen de arroz procesado por año (toneladas).

Capacidad de producción (toneladas/día): Se refiere a la cantidad de toneladas de arroz que la empresa puede procesar por día.

Ubicación: Departamento y municipio donde se encuentra la planta trilladora.

Infraestructura: Se refiere a la calidad y tecnología de las instalaciones y equipos de la empresa.

Calidad del producto: Se refiere a la calidad del arroz que la empresa produce, en términos de grano, sabor y textura.

Portafolio de productos: Variedades de arroz que procesa y comercializa la empresa.

Mercados atendidos: Destinos a los que la empresa vende su arroz (mercado nacional, exportación).

Certificaciones: Certificaciones de calidad y sostenibilidad obtenidas por la empresa.

Precios: Se refiere al nivel de precios del arroz que la empresa ofrece a sus clientes.

TABLA 21. COMPARATIVA DE EMPRESAS DEL SECTOR ARROCERO

Empresa	Capacidad de procesamiento (Toneladas/año)	Capacidad de producción (toneladas/día)	Ubicación	Infraestructura	Calidad del Producto	Portafolio de productos	Mercados atendidos	Certificaciones	Precios
Molinos Arroceros La Esmeralda	500.000	1.370	Meta, Villavicencio	Alta	Alta	Arroz blanco, integral, aromático	Nacional, exportación	ISO 9001, HACCP	Competitivos
Arrocera San Francisco	450.000	1.233	Casanare, Yopal	Baja	Media	Arroz blanco, fortachuela	Nacional	ISO 9001, Buenas Prácticas Agrícolas	Bajos
Arrocera La Sabana	400.000	1.096	Huila, Neiva	Media	Media	Arroz blanco, agroecológico	Nacional	ISO 9001, Fairtrade	Competitivos
Molinos Arroceros El Dorado	350.000	959	Tolima, Ibagué	Media	Media	Arroz blanco, precocido	Nacional, exportación	ISO 9001, HACCP	Competitivos
Arrocera La Joya	300.000	822	Valle del Cauca, Cali	Media	Media	Arroz blanco, integral, orgánico	Nacional, exportación	ISO 9001, USDA Organic	Competitivos
Molinos Arroceros El Palmar	250.000	685	Antioquia, Medellín	Media	Media	Arroz blanco, instantáneo	Nacional	ISO 9001	Competitivos
Arrocera La Fortuna	200.000	548	Santander, Bucaramanga	Alta	Alta	Arroz blanco, fortificado	Nacional	ISO 9001	Competitivos
Molinos Arroceros El Cóndor	150.000	411	Córdoba, Montería	Alta	Alta	Arroz blanco, aromático	Nacional, exportación	ISO 9001, HACCP	Competitivos
Arrocera La Esperanza	100.000	274	Bolívar, Cartagena	Media	Media	Arroz blanco, integral	Nacional	ISO 9001	Competitivos
Molinos Arroceros El Progreso	50.000	137	La Guajira, Riohacha	Media	Media	Arroz blanco, precocido	Nacional	ISO 9001	bajos

Empresa	Capacidad de procesamiento (Toneladas/año)	Capacidad de producción (toneladas/día)	Ubicación	Infraestructura	Calidad del Producto	Portafolio de productos	Mercados atendidos	Certificaciones	Precios
COALCESAR	6.750	23	Cesar	Baja	Media	Arroz Blanco	Regional	-	bajos
COALCESAR*	16.815	57	Cesar	Media	Media	Arroz Blanco	Regional	-	Competitivos

***Proyección en un estado ideal después de aplicado nuestro proyecto**

El sector trillado de arroz en Colombia es altamente competitivo, con empresas que ofrecen productos y servicios de alta calidad, con una amplia capacidad de procesamiento y una diversificación en sus productos y mercados atendidos, hay varias con altos estándares de calidad, producción alta. Aunque COALCESAR se ve pequeña con estas empresas, podemos ver los dos estados de la misma, en uno su estado final en 2022 con una producción muy baja lo que la lleva a tener precios bajos, pero en una segunda con una producción mas importante y con posibles precios competitivos.

9.3. Elaborar un procedimiento operativo de mejoramiento continuo para el proceso de molinería de la cooperativa, apoyado en los resultados obtenidos durante el proyecto y enfocado en garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

- **Ver anexo técnico.**

10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La implementación del procedimiento operativo en la cooperativa sería el paso inicial para la recuperación de sus procesos industriales y un aporte para la reactivación, los resultados esperados se pueden observar en la siguiente tabla:

TABLA 22. ESTIMACIÓN DE UTILIDAD POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO

RUBRO	VALOR
Costos Mano de Obra	\$ 733.494,39
Costos Servicios	\$ 1.505.702,01
Costo Mantenimiento Maquinaria y equipo (10%)	\$ 223.919,64
Total Costos de Operación por turno	\$ 2.463.116,04
DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Producción estimada	28.500
Valor por KG	\$ 92,00
Ingresos totales producción por turno	\$ 2.622.000,00
Ingresos totales producción por turno	\$ 2.622.000,00
Total Costos de Operación por turno	\$ 2.463.116,04
Utilidad o pérdida por turno	\$ 158.883,96

En la tabla anterior se puede observar el cambio en el estado de resultados en comparación con el inicial con la reducción de los costos de servicios al evitar la duplicación de funciones de la maquinaria instalada. Basado en estos resultados se realiza una proyección de provisión anual para el apalancamiento y sostenibilidad del proyecto y las inversiones futuras que se requieran para optimizar en mayor medida la unidad de negocio.

TABLA 23. PROVISIÓN ANUAL ESTIMADA DEL MOLINO COALCESAR.

Descripción	Valor	Turnos diarios	Programación mensual (días)	Total
Provisión de mantenimiento	\$ 223.920	2	20	\$ 8.956.800
Utilidad por turno	\$ 158.884	2	20	\$ 6.355.360
Total mensual				\$ 15.312.160
Proyección anual				\$ 183.745.920

En resumen, estos datos indican que las mejoras propuestas tienen el potencial de no solo disminuir los costos operativos, sino también de proporcionar beneficios concretos a la cooperativa. Esto impulsaría una reactivación más robusta y eficaz, reforzando la confianza de los miembros de la cooperativa en la viabilidad y sostenibilidad del proceso de trilla, lo cual es crucial para su crecimiento futuro.

11. CONCLUSIONES

La implementación del procedimiento operativo de mejoramiento continuo se proyecta como una forma efectiva para incrementar la eficiencia del proceso de trilla de arroz en COALCESAR. La adopción de prácticas sistemáticas de trazabilidad y mantenimiento preventivo permiten optimizar el uso de recursos y minimizar tiempos de inactividad, resultando en una producción más ágil y confiable. El manejo adecuado de la materia prima es pilar fundamentales para asegurar la calidad del arroz producido. Al implementar controles rigurosos desde la recepción de la materia prima hasta el producto final, se ha garantiza que los estándares de calidad sean consistentes y que los productos cumplan con las expectativas del mercado.

El enfoque de la sostenibilidad a largo plazo es clave para reactivar COALCESAR y recuperar su posición competitiva en el mercado. La eliminación de redundancias en la maquinaria reduce los costos operativos, fortaleciendo la viabilidad económica de la cooperativa. El monitoreo mediante el uso de KPIs ha permite evaluar de manera objetiva y continua el desempeño del proceso de trilla. Estos indicadores facilitan la identificación de áreas de mejora y la implementación de acciones correctivas oportunas, promoviendo una cultura de mejora continua dentro de la cooperativa.

En conclusión, este proyecto logra establecer un marco sólido para la optimización del proceso de trilla de arroz en COALCESAR, garantizando la mejora de la eficiencia operativa, la calidad del producto y la sostenibilidad a largo plazo. Estos avances permiten a la cooperativa no solo reactivar sus operaciones, sino también contribuir significativamente al desarrollo económico de la región, consolidando su posición como un actor clave en el sector agroindustrial.

12. REFERENCIAS

- Allameh, A., & Alizadeh, M. R. (2020). Rice losses characteristics in various harvesting methods. *AGROFOR*, 5(1).
- Asih, I., Purba, H. H., & Sitorus, T. M. (2020). Key performance indicators: A systematic literature review. *Journal of Strategy and Performance Management*, 8(4), 142-155.
- Avila Quispe, C. A., & Romero Chingay, D. A. (2023). Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad en la empresa Piladora del Valle SRL–San José 2022.
- Balezentis, T. (2014). ON MEASURES OF THE AGRICULTURAL EFFICIENCY--A REVIEW. *Transformations in Business & Economics*, 13(3).
- DANE - Censo Nacional Arrocero. (s/f). Gov.co. Recuperado el 6 de julio de 2024, de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-arrocero>
- Darku, A. B., Malla, S., & Tran, K. C. (2013). Historical review of agricultural efficiency studies. *CAIRN Research Network*, 33(1), 1-78.
- Domínguez, E., Pérez, B., Rubio, Á. L., & Zapata, M. A. (2019). A taxonomy for key performance indicators management. *Computer Standards & Interfaces*, 64, 24-40.
- Gaviria Buitrago, M. F. (2018). Análisis de calidad y evaluación en el proceso de trilla del arroz para observar la producción de grano partido y harina de arroz evitando así pérdidas económicas.
- Gomez Rojas, B. S. (2022). Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa SENFU SAC, Puente Piedra, 2022.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.
- Malagón Manrique, R., & Prager Mosquera, M. (2001). El enfoque de sistemas: Una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola. *Departamento de Ingeniería*.
- Megaterios S.A.S. (s/f). Estadísticas arroceras. Fedearroz. Recuperado el 6 de julio de 2024, de <https://fedearroz.com.co/es/fondo-nacional-del-arroz/investigaciones-economicas/estadisticas-arroceras/>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). Informe de gestión 2015: (ley 1474 de 2011, artículo 74). Minagricultura. <https://www.minagricultura.gov.co/planeacion-control-gestion/gestin/plan%20de%20acci%c3%b3n/informe%20gesti%c3%93n%20madr%202015%20.pdf>
- Paredes, M., Alfaro, M., & Becerra, V. (2015). Producción de Arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA).
- Porras Prieto, C. J., Fuentes-Pila Estrada, J., Ruiz Mazarrón, F., & García Fernández, J. L. (2019). *Indicadores clave de rendimiento (KPIs) sobre eficiencia energética en la industria agroalimentaria* (No. COMPON-2019-agri-3304).
- Qu, X., Kojima, D., Wu, L., & Ando, M. (2021). The losses in the rice harvest process: A review. *Sustainability*, 13(17), 9627.
- Saavedra Forero, K. L., & Delgado Ramírez, D. A. (2016). Industria molinera de arroz en Colombia: Análisis cuantitativo de la competencia en el mercado colombiano de arroz blanco.

- Salazar, A. L. P., Ardila, D. L., & Peñate, T. C. (2015). Mejora en el proceso de trilla para reducción del exceso de arroz partido en la empresa Molino XYZ. *El hombre y la máquina*, (46), 33-41.
- Sosa, N., & Pognante, F. (2015). Arroz agroecológico en San Javier. In V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La Plata).
- Udemezue, J. C., & Osegbue, E. G. (2018). Theories and models of agricultural development. *Annals of Reviews and Research*, 1(5), 555574.
- Vilcapoma, L. (1995). *Teoría de la producción y costos: una exposición didáctica* (Vol. 123). Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Economía, Centro de Investigaciones Sociales, Económicas, Políticas y Antropológicas.
- Yavari, S., Ardeh, E. A., & Khoursandi, F. (2021). Measuring Threshing Force of Three Common Rice Varieties under Dynamic Conditions. In 2021 ASABE Annual International Virtual Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

13. ANEXOS

Anexo técnico 1. Plan estratégico (Ver desde la siguiente página).

Politécnico Grancolombiano

PLAN ESTRATÉGICO

Procedimiento operativo de mejoramiento continuo para el proceso de molinería de arroz en la cooperativa COALCESAR LTDA.

2024



TRABAJO DE GRADO

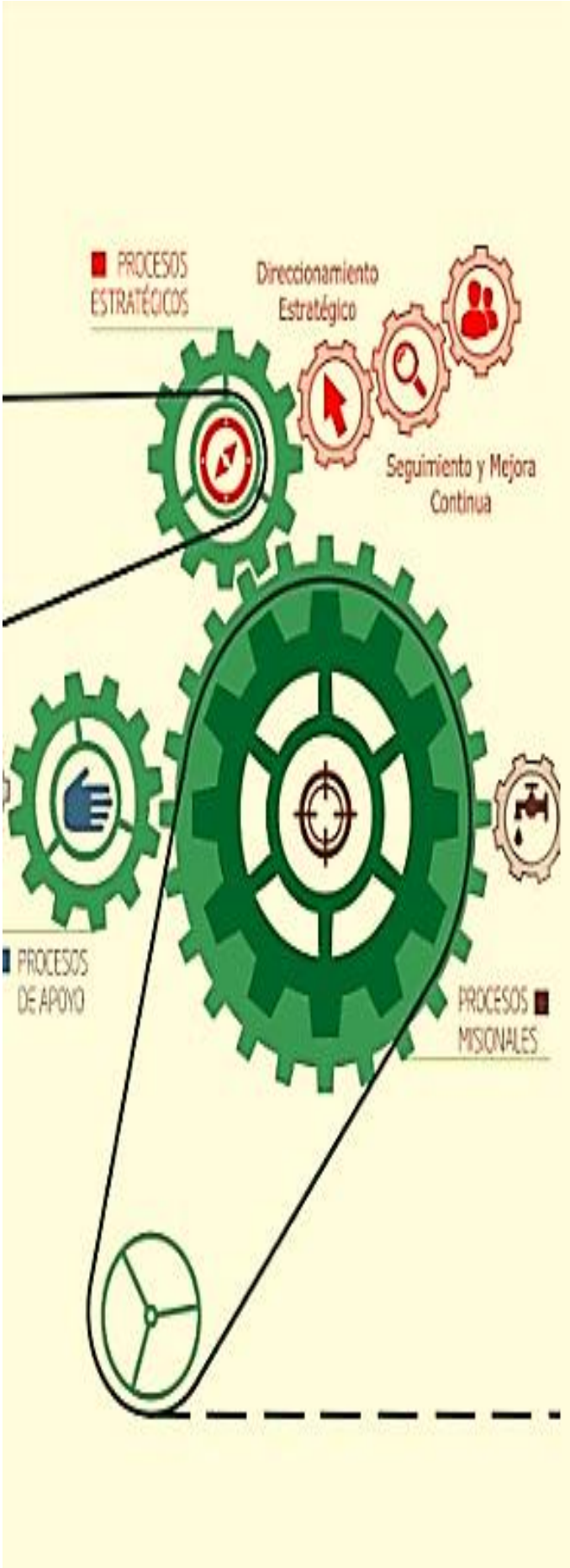


TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	3
1. MATERIA PRIMA (TRAZABILIDAD Y MANEJO)	4
2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	5
3. SOSTENIBILIDAD DEL PROCESO....	8
4. INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO	10
5. CONCLUSIONES	14

INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objetivo delinear un procedimiento operativo de mejoramiento continuo diseñado para optimizar el proceso de trilla de arroz de COALCESAR. La finalidad de este procedimiento es incrementar la eficiencia operativa y garantizar la calidad del producto final. Este enfoque está fundamentado en un análisis de los últimos resultados obtenidos en los procesos de trilla de la cooperativa, utilizando estos datos como base para implementar mejoras significativas. El enfoque principal de este procedimiento radica en la sostenibilidad a largo plazo, lo cual permitirá a COALCESAR no solo recuperar su posición competitiva en el mercado, sino también desempeñar un papel crucial en el desarrollo económico de la región. A través de la implementación de prácticas optimizadas y sostenibles, se busca que COALCESAR vuelva a ser un referente en la industria, impulsando el crecimiento económico y asegurando la viabilidad a largo plazo de sus operaciones.

Este documento está organizada en cuatro secciones que se deben complementar.

1. Materia prima (trazabilidad y manejo)
2. Mantenimiento preventivo
3. Sostenibilidad del proceso
4. Indicadores clave de rendimiento

1. MATERIA PRIMA (TRAZABILIDAD Y MANEJO)

La trazabilidad y el manejo óptimo de la materia prima son esenciales para garantizar la calidad y seguridad del producto final. En el proceso de trilla de arroz, es fundamental implementar un sistema de trazabilidad que permita seguir el recorrido del arroz desde su recepción hasta su procesamiento y almacenamiento.

Pasos a seguir:

- **Registro de Proveedores y Lotes:** Mantener un registro detallado de los proveedores de arroz y de cada lote recibido, incluyendo información sobre la fecha de recepción, cantidad y condiciones de la materia prima.
- **Inspección y Clasificación:** Realizar una inspección inicial de cada lote de arroz para determinar su calidad y clasificar los lotes según sus características y potencial de rendimiento.
- **Almacenamiento Adecuado:** Implementar prácticas de almacenamiento que prevengan la contaminación y el deterioro de la materia prima, utilizando métodos de rotación de inventarios para asegurar que los lotes más antiguos se procesen primero.
- **Sistema de Trazabilidad:** Utilizar herramientas tecnológicas, como software de gestión de inventarios, para mantener un control preciso y en tiempo real de la trazabilidad de la materia prima para tomar decisiones acertadas en los procesos operativos.

Las características fundamentales para el manejo adecuado de la materia prima previo a procesamiento son:

FACTOR CRUCIAL	ASPECTO CRÍTICO
IMPUREZAS	El índice de impureza del grano no debe ser superior al 1% después de la etapa de secamiento
HUMEDAD	La humedad del paddy después del proceso de secamiento y reposo debe oscilar entre el 11% y el 13%
TRAZABILIDAD SECAMIENTO-REPOSO	El secamiento debe realizarse a una temperatura máxima de 40° C en 2 etapas con un reposo intermedio de mínimo 48 horas; el reposo después de seco debe ser de mínimo 10 días
GRANO PARTIDO	El porcentaje de grano partido en el molino a escala no debe superar el 8%

2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

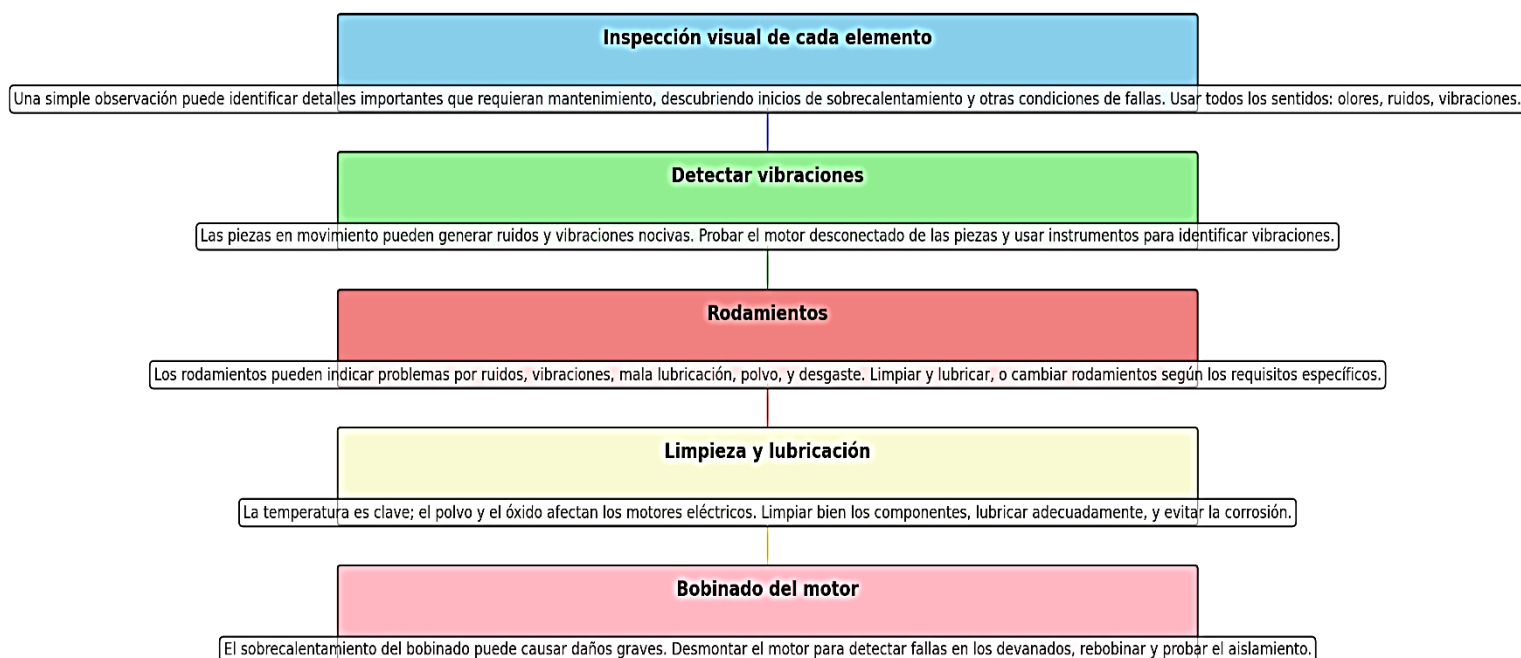
El mantenimiento preventivo es crucial para mejorar la eficiencia operativa y prolongar la vida útil de la maquinaria utilizada en el proceso de trilla de arroz. Este enfoque permite identificar y corregir problemas potenciales antes de que se conviertan en fallas mayores y a su vez minimizar las paradas intermedias durante el proceso. Para esto se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Capacitación del Personal**

Capacitar al personal encargado del mantenimiento en las mejores prácticas y procedimientos para el mantenimiento preventivo, asegurando que estén familiarizados con las especificaciones técnicas de cada máquina.

- **Mantenimiento preventivo inicial**

El mantenimiento inicial planificado incrementa considerablemente la vida útil de los equipos y reduce el tiempo en que estos permanezcan inactivos. Todas las maquinas presentes en el área del molino funcionan con motores eléctricos, los cuales son indispensables a la hora de realizar algún mantenimiento a estas. Por esta razón vamos a mencionar pautas generales para un efectivo mantenimiento de estos motores.



Adicional a lo anterior, se debe complementar el mantenimiento preventivo con las siguientes actividades que se deben realizar de manera **semanal**. cada uno de estos puntos son de importancia crucial, por lo que se sugiere que no sean tomados a la ligera e inspeccionen las condiciones de los elementos señalados de modo que los equipos operen de forma óptima y segura.

PLAN ESTRATEGICO

Molinería de arroz en COALCESAR LTDA.

Ubicación: Los equipos deben estar instalados sobre una superficie nivelada y firme. La base debe ser amplia para poder soportar la carga del elevador y debe estar libre de agua. Puede estar a nivel de suelo o en una fosa dependiendo del método de alimentación. Debe proveerse suficiente espacio libre para permitir el mantenimiento adecuado del equipo. Una buena instalación y ubicación, ya que se puede prevenir problemas posteriores en el plan de flujo y evitar posibles "cuellos de botella" o atascamientos.

Limpieza general del equipo: Periódicamente la limpieza de las poleas motriz, cintas y cordones de las cadenas previene la presencia de polvo y entrada de humedad. La corrosión y la temperatura influyen en el rendimiento el correcto giro de los rodillos. Un paso fundamental dentro de la implementación del mantenimiento autónomo es hacer de la limpieza una inspección, en esta etapa se pretende que los operarios a través de la limpieza, puedan detectar defectos y anomalías que han estado ocultos en los equipos.

El plan de mantenimiento preventivo de los equipos también debe incluir inspecciones de lo siguiente:

Cinturones: Asegurar que la correas estén centradas en la cabeza y las poleas de arranque.

Cadenas y piñones: Verificar que las cadenas no estén gastadas o dañadas. La manera de examinar eficazmente el componente es quitar la protección del disco superior, girar lentamente los piñones y la cadena para inspeccionar el componente en busca de problemas. La alineación del piñón, la alineación del eje y la holgura de la cadena también se deben verificar para garantizar que se mantenga la alineación correcta del variador.

Partes eléctricas: Asegúrese de que todos los componentes eléctricos (como el cableado, interruptores, contactos, etcétera) estén en buenas condiciones, revisen igualmente que todas las tuercas y pernos estén bien apretados.

Cubos y bandas: Enderezar los cubos desalineados y tanto tramos de bandas como cubos dañados se deben reemplazar una vez sean identificados.

Es menester recordar que la maquinaria sólo debe ser operada por personal capacitado.

- **Programación de Mantenimiento**

Llevar un control detallado de operaciones es crucial para conservar la operatividad de la maquinaria. Se recomienda realizar un mantenimiento preeventivo completo cada **700 horas**, debido a que es el promedio de vida útil de los rodamientos en entornos con polvo en suspensión persistente. Ya que para realizar el cambio de rodamientos, es necesario desarmar maquinarias y motores; se debe aprovechar este proceso para realizar mantenimientos preventivos completos de manera planificada.

- **Inspecciones Regulares**

Realizar inspecciones regulares de la maquinaria para detectar signos de desgaste, fugas, vibraciones inusuales y otros detonantes de posibles problemas.

PLAN ESTRATEGICO

Molinería de arroz en COALCESAR LTDA.

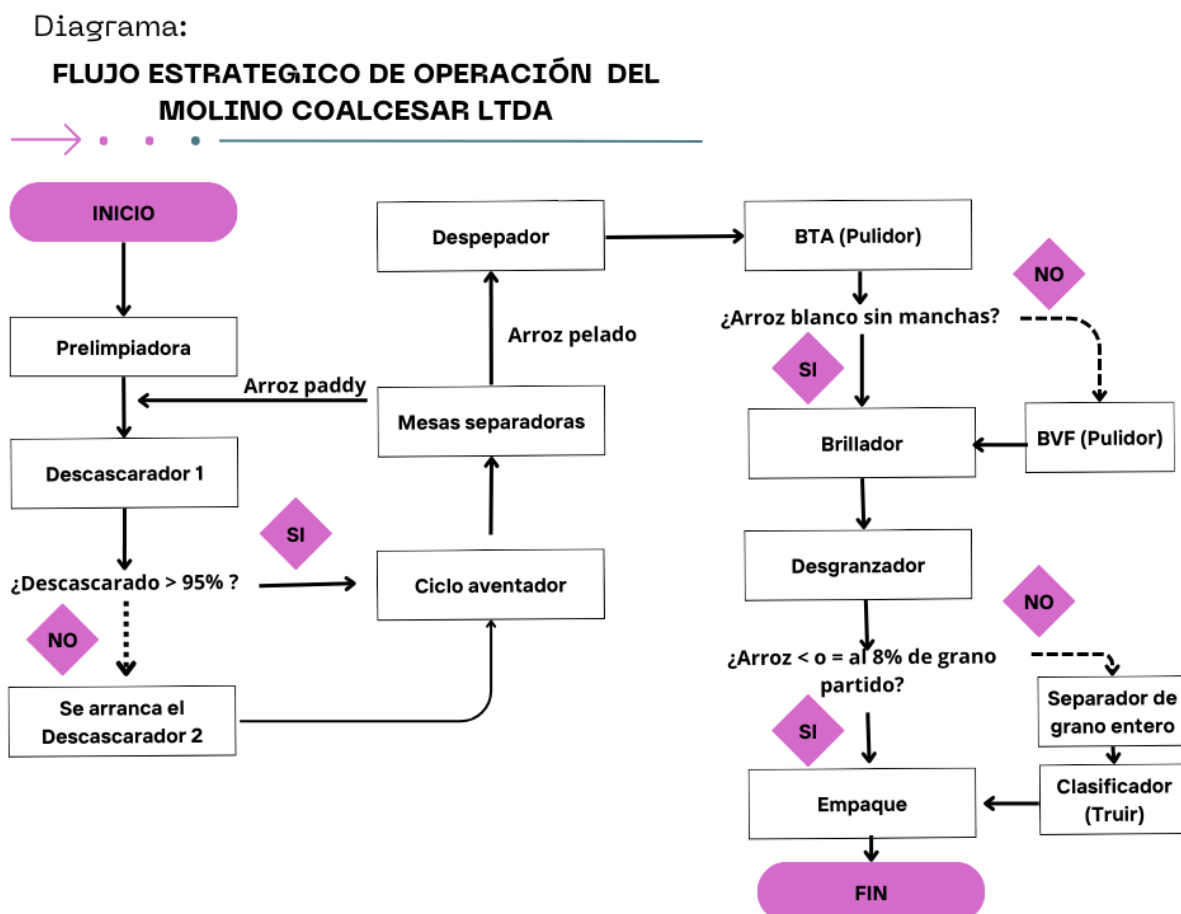
- **Registro de Mantenimiento**

Se debe llevar un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento realizadas, incluyendo reparaciones y repuestos utilizados; con el fin de acelerar los procesos futuros, esto permite tener disponibilidad de stock de repuestos necesarios y llevar un control de vida útil de otros repuestos de los que no se tengan registros de durabilidad.

3. SOSTENIBILIDAD DEL PROCESO

Para garantizar la sostenibilidad del proceso de trilla de arroz, es esencial optimizar el uso de los recursos disponibles y minimizar sus impactos negativos. Una de las estrategias clave es evitar la duplicación de funciones en la maquinaria utilizada, lo que puede reducir los costos operativos y mejorar la eficiencia.

La representación gráfica del proceso sugerido para la sostenibilidad del proceso se puede observar en el siguiente diagrama:



Lo anterior articulado a los dos componentes iniciales restringe el uso de los equipos que se describen a continuación al igual que las causas de dicha sugerencia:

- **DESCASCARADOR 2:** Su ocupación consiste en complementar el descascarador 1. Que en cifras equivale a descascarar aproximadamente al 5% del grano total el cual no alcanza a realizar el primer equipo. Debido a estos datos se recomienda reprocesar ese porcentaje de grano con las mesas separadoras y minimizar el consumo eléctrico restringiendo este equipo.

PLAN ESTRATEGICO

Molinería de arroz en COALCESAR LTDA.

- **BVF (pulidor de arroz):** Su función es similar a la del BTA, la diferencia es que este utiliza otra técnica de pulimiento que incluye agua y aire para darle brillo al producto; función que realiza el brillador o polinchador, este pulimiento se puede restringir siempre que los resultados del laboratorio indiquen que la materia prima no contiene granos manchados que requieran brillantamiento adicional para mejorar su aspecto.
- **TRIUR Y SEPARADOR DE GRANO ENTERO:** Estos dos equipos se encargan de clasificar el grano entero previo al empaque, si el laboratorio indica que el porcentaje de grano partido de la materia prima está por debajo del 8% y las máquinas tienen el mantenimiento preventivo correspondiente que garantice su correcta operación, no sería necesario clasificar el grano debido a que este saldría en los parámetros requeridos para ser clasificado como excelso.

La restricción de estos 4 equipos resulta en una reducción del **19%** del consumo eléctrico total del proceso, lo que constituye un cambio en el estado de resultados eliminando el déficit y generando una utilidad operacional del **6%**.

Es importante realizar el monitoreo correspondiente del producto durante la operación para garantizar que los resultados durante el proceso estén acordes a los esperados del producto final.

4. INDICADORES CLAVES DE RENDIMIENTO

El uso de indicadores clave de rendimiento (KPIs) es fundamental para evaluar el desempeño del proceso de trilla de arroz y asegurar su mejora continua. Los KPIs proporcionan una visión clara y objetiva del rendimiento operativo, permitiendo identificar áreas de mejora y realizar ajustes estratégicos.

Los indicadores propuestos por este plan toman como meta inicial de evaluación la capacidad real con la proyección de ser superada y alcanzar la capacidad instalada. Estos y las estrategias correspondientes a los resultados son los siguientes:

Eficiencia de producción: Se trata de un indicador que permite medir la eficiencia en cuanto al procesamiento de materia prima por producción.

INDICADOR	OBJETIVO	ECUACIÓN	PERIODICIDAD
% Eficiencia de producción	Utilizar el máximo de la capacidad real del molino Coalcesar.	$\%Ef_{Prod} = \frac{\left(\frac{P_{tos}}{C_{rend}}\right)}{(M_{Prod} \times t)} \times 100$	Diaria
P_{tos}: Suma de los Kg de masa blanca + Kg de harina resultantes del proceso. C_{rend}: 0,775 (Constante de rendimiento, equivalente a la suma de % promedios de producto y subproductos) M_{Prod}: 3.800 Kg (Meta de producción por hora de proceso) t: Tiempo del proceso expresado en horas.			

Para el cálculo de este indicador, se deben tener presentes los resultados diarios del proceso y los valores se deben ajustar según los rendimientos históricos reales del molino. Es importante aclarar que en el tiempo del proceso se deben considerar las paradas intermedias que se realizan en este debido a fallas de mantenimiento o cualquier otro imprevisto; ya que los costos fijos de mano de obra se provisionan por turnos.

PLAN ESTRATEGICO

Molinería de arroz en COALCESAR LTDA.

Interpretación de resultados:

Línea base	Interpretación	Estrategia
100%	Cuando se tiene un % de eficiencia = o > al 100% se considera una producción óptima	Se analizan los factores que permitieron alcanzar el nivel de eficiencia para replicarlos.
90%	Cuando se tiene un % de eficiencia entre el 90 y 99% se considera una producción aceptable.	Producción sujeta a revisión para identificar oportunidades de mejora.
75%	Cuando se tiene un % de eficiencia entre el 75 y 89% se considera una producción con pérdida.	Se debe realizar un seguimiento riguroso y adoptar las medidas pertinentes.
<75%	Cuando se tiene un % de eficiencia < al 75% se considera pérdida crítica.	Se debe intervenir el proceso e implementar las acciones correctivas correspondientes.

Eficiencia operativa: Se trata de un indicador que permite medir la eficiencia en cuanto a la continuidad en el procesamiento. Para este análisis se tiene como premisa que los mantenimientos preventivos y correctivos deben garantizar la continuidad de las operaciones programadas.

INDICADOR	OBJETIVO	ECUACIÓN	PERIODICIDAD
% Eficiencia operativa	Uso eficiente del tiempo programado para los procesos molino Coalcesar.	$\%Ef_{op} = \frac{(T_{op} - Tr_{mtto})}{T_{op}} \times 100$	Diaria
T_{op}: Equivale al tiempo en horas del proceso (operación + mantenimiento) Tr_{mtto}: Tiempo de retrasos por mantenimiento expresado en horas.			

En este indicador se deben llevar a horas cada uno de los tiempos y sucesos ocurridos durante el proceso. Para lo cual los minutos de un suceso deben dividirse entre 60 para obtener su equivalente en horas y sumarse al final del proceso. Para el establecimiento de las metas se considera que las paradas por mantenimiento requieren el apagado de ciertos equipos y al volver a encenderlos estos generan

PLAN ESTRATEGICO

Molinería de arroz en COALCESAR LTDA.

sobrecostos de energía reactiva. Por lo tanto, se espera que un proceso demore de manera continua las horas para las que fue programado.

Interpretación de resultados:

Línea base	Interpretación	Estrategia
100%	Cuando se tiene un % de eficiencia = o > al 100% se considera una operación eficiente	Se analizan los factores que permitieron alcanzar el nivel de eficiencia para replicarlos.
90%	Cuando se tiene un % de eficiencia entre el 90 y 99% se considera una operación con interrupciones menores.	Se realizan los ajustes correspondientes para mitigar el riesgo de repetición.
75%	Cuando se tiene un % de eficiencia entre el 75 y 89% se considera una operación con alertas.	Se deben realizar las medidas correctivas e incrementar el seguimiento
<75%	Cuando se tiene un % de eficiencia < al 75% se considera operación ineficiente.	Se debe intervenir el proceso.

Eficacia productiva: Se trata de un indicador que permite medir la eficacia del proceso en la producción de arroz excelso (Menor o igual al 8% de grano partido). Para este indicador se toman los resultados diarios de producción de productos excelso y subproductos (cristal, granza y harina).

Para los ajustes de las metas, se deben tomar de referencia el rendimiento más alto obtenido de manera frecuente en los procesos.

INDICADOR	OBJETIVO	ECUACIÓN	PERIODICIDAD
% Eficacia productiva	Realizar producciones que garanticen la mayor cantidad de arroz excelso como producto final.	$\%Ef_q = \frac{A_{ex}}{A_{ex} + S_{Cri} + S_{Gra} + S_{Har}} \times 100$	Diaria
A_{ex}: Cantidad en Kg de arroz blanco excelso producido. S_{Cri}: Cantidad en Kg de subproducto cristal producido. S_{Gra}: Cantidad en Kg de subproducto granza producido. S_{Har}: Cantidad en Kg de subproducto harina producido.			

PLAN ESTRATEGICO

Molinería de arroz en COALCESAR LTDA.

Los resultados de este indicador nos indica la proporción del producto final meta obtenido en cada proceso. Para este análisis se toman los productos tangibles resultantes ya que las mermas por tamo e impurezas no se cuantifican en la operación.

Interpretación de resultados:

TABLA 1.INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE EFICACIA PRODUCTIVA

Línea base	Interpretación	Estrategia
88%	Cuando se tiene un % de eficacia = o > al 88% se considera una producción excelente	Se toman de referencia los datos de trazabilidad de la materia prima para futuras compras y operaciones.
85%	Cuando se tiene un % de eficacia entre el 85 y 87% se considera una producción aceptable.	No requiere intervención debido a que se encuentra dentro de los parámetros aceptables.
80%	Cuando se tiene un % de eficacia entre el 80 y 84% se considera producción con ajustes.	Se deben realizar las mezclas correspondientes para ajustar la calidad de la producción.
<80%	Cuando se tiene un % de eficacia < al 80% se considera producción tipo B o de segunda.	Se debe intervenir el lote según remuestreo de calidad para realizar las mezclas de la materia prima.

5. CONCLUSIONES

La implementación del procedimiento operativo de mejoramiento continuo sienta bases para una gestión más eficiente y sostenible, preparando a la cooperativa para enfrentar futuros retos con mayor solidez.

El manejo adecuado de la materia prima es pilar fundamentales para asegurar la calidad del arroz producido. Al implementar controles rigurosos desde la recepción de la materia prima hasta el producto final, se ha garantiza que los estándares de calidad sean consistentes y que los productos cumplan con las expectativas del mercado.

La adopción de prácticas sistemáticas de trazabilidad y mantenimiento preventivo permiten optimizar el uso de recursos y minimizar tiempos de inactividad, resultando en una producción más ágil y confiable.

La eliminación de redundancias en la maquinaria reduce los costos operativos, fortaleciendo la viabilidad económica de la cooperativa. El monitoreo mediante el uso de KPIs permite evaluar de manera objetiva el desempeño del proceso de trilla. Facilitando la identificación de áreas de mejora y la implementación de acciones correctivas oportunas, promoviendo una cultura de mejora continua dentro de la cooperativa.

El enfoque de la sostenibilidad a largo plazo es clave para reactivar COALCESAR y recuperar su posición competitiva en el mercado