

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE
LA PANELA EN LA EMPRESA PANELAGRO DEL MUNICIPIO DE QUEBRADA
NEGRA

SERGIO ESTEBAN LEÓN GARZÓN

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTA D.C.
2024

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y FLEXIBILIZACIÓN DEL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE LA PANELA EN LA EMPRESA PANELAGRO DEL
MUNICIPIO DE QUEBRADA NEGRA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

SERGIO ESTEBAN LEON GARZON

ASESOR

HUMBERTO ROJAS RAMIREZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL BOGOTÁ DC
2024

RESUMEN

La empresa Panelagro, ubicada en la vereda San Carlos, municipio de Quebrada negra, tiene como misión la producción de panela con características orgánicas para abastecer el mercado nacional y proyectarse al ámbito internacional. Actualmente, cuenta con 12 hectáreas destinadas al cultivo de caña, de las cuales 6 están sembradas.

Se llevó a cabo un diagnóstico participativo empleando las metodologías BPM, 5S y DOFA para evaluar el estado de la productora en sus distintos procesos, incluyendo extracción, cocción, evaporación, concentración y empaque. Para la recolección de información, se diseñaron instrumentos tanto cuantitativos como cualitativos.

Con base en los hallazgos obtenidos, se elaboró una propuesta de mejora orientada a optimizar los procesos y aumentar la competitividad en los mercados. Esta propuesta ha sido presentada a los propietarios de la empresa, quienes disponen de los recursos necesarios para invertir en las adecuaciones y equipos requeridos.

ABSTRAC

Panelagro, located in the San Carlos, municipality of Quebrada Negra, has as its mission the production of organic panela organic panela to supply the domestic market and to expand internationally. and projecting into the international market. It currently has 12 hectares of sugarcane of which 6 hectares are planted with sugarcane.

A participatory diagnosis was carried out a participatory diagnostic using GMP, 5S and SWOT methodologies was carried out to evaluate the state of the company's of the company's different processes, including extraction, cooking, evaporation, concentration and packaging, evaporation, concentration and packaging. For the collection of information, both quantitative and qualitative instruments were designed.

Based on the findings obtained, an improvement proposal was drawn up to optimize Based on the findings, an improvement proposal was developed to optimize the processes and increase competitiveness in the markets. This proposal has been presented to the owners of the company, who have the necessary resources to invest in the required adaptations and equipment.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	10
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
4. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	15
5. JUSTIFICACIÓN	16
6. OBJETIVOS	18
6.1 OBJETIVO GENERAL	18
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
7. MARCO REFERENCIAL.....	19
7.1 GLOSARIO.....	19
7.2 MARCO CONCEPTUAL	20
7.3 MARCO TEÓRICO	23
7.3.1 Principios de las 5s	23
7.3.2 Buenas prácticas manufactureras (BPM).....	25
7.3.3 Economía Circular.....	28
7.3.4 Evaluación financiera	29
8. MARCO LEGAL	32
9. MARCO METODOLÓGICO	33
9.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
9.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	33
10. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	34
11. CRONOGRAMA	36
12. RESULTADOS OBTENIDOS	37
12.1 Diagnóstico Del Proceso Actual	38
12.1.1 Metodología BPM	38
12.1.2 Metodología De Las 5s	47
12.1.3 Análisis DOFA	54
12.1.4 Tiempo De Producción	55
12.1.6 Indicadores De Rendimiento KPI'S	58

12.2	IMPLEMENTACIONES NECESARIA PARA MEJORAR EL PROCESO	59
12.2.1	INSTALACIONES FISICAS.....	60
12.2.2	INSTALACIONES SANITARIAS.....	61
12.2.3	MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS	63
12.2.4	CHEQUEO DE SANEAMIENTO.....	63
12.2.5	PROCESO DE FABRICACIÓN	66
12.2.6	CONTROL DE CALIDAD	69
12.3	COSTOS DE MAQUINARIA E INFRAESTRUCTURA	71
12.4	REDISEÑO DE PLANTA	71
13.	Evaluación en términos económicos la propuesta de mejora	72
13.1	Costo Producción de panela. 2024	72
14.	CONCLUSIONES	77
15.	RECOMENDACIONES	79
16.	REFERENCIAS	80
17.	ANEXOS	85

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Marco legal.	32
Tabla 2 de fuente de información.....	34
Tabla 3. DOFA.....	54
Tabla 4. N° Observaciones	Error! Bookmark not defined.
Tabla 5. Duración Proceso.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 6. Consumo de Energía	Error! Bookmark not defined.
Tabla 7. Descripción de actividades mantenimiento	62
Tabla 8. Actividades manejo de plagas	66
Tabla 9. Ficha producto terminado	69
Tabla 10. Análisis de Riesgos y control de puntos críticos	Error! Bookmark not defined.
Tabla 11. Costo Maquinaria e Infraestructura	71
Tabla 12. Proyección Costos Anuales	73
Tabla 13. Proyección de Ventas	74
Tabla 14. Flujo Neto Efectivo	74
Tabla 15. Análisis Vertical Mano de Obra.....	74
Tabla 16. Análisis vertical insumos	75
Tabla 17. Análisis vertical servicios	75
Tabla 18. Margen Bruto de Utilidad	76

ILUSITRACIONES

Ilustración 1. Distribución planta	11
Ilustración 2. Proceso Panela	21
Ilustración 3. Diagrama Proceso	22
Ilustración 4. Cronograma.....	Error! Bookmark not defined.
Ilustración 5. Cuadro Resumen.....	39
Ilustración 6. Instalaciones Físicas	39
Ilustración 7. Instalaciones Sanitarias	40
Ilustración 8. Manipulación Alimentos	41
Ilustración 9. Chequeo de Saneamiento	42
Ilustración 10. Proceso de Saneamiento	44
Ilustración 11. Control de Calidad	45
Ilustración 12. Metodología BPM	47
Ilustración 13. Cuadro Resumen.....	48
Ilustración 14. Seiri	49
Ilustración 15. Seiton	50
Ilustración 16. Seiton	51
Ilustración 17. Seiketsu	52
Ilustración 18. Shitsuke	54
Ilustración 20. Trapiche tecnificado.....	Error! Bookmark not defined.
Ilustración 21 Horno actual productora	68
Ilustración 22. Horno Cimpa dos cámaras	68
Ilustración 23. Rediseño de planta.....	71

1. INTRODUCCIÓN

El sector de la producción de panela en Colombia representa una importante fuente de empleo desde la vista agrícola, siendo el segundo después del café. Este sector beneficia a unas 350.000 familias y contribuye a los ingresos del país, ya que anualmente genera alrededor de 327 millones en exportaciones. No obstante, este sector se enfrenta a diversos desafíos, como la reducción de la calidad del producto terminado, la competencia de otros productos como las bebidas energizantes, el café o la producción de azúcar morena por parte de algunos ingenios y la urgente necesidad de incrementar la eficiencia y sostenibilidad de sus operaciones. [1].

En este contexto, Panelagro, una compañía establecida en los municipios de Quebrada Negra y Utica, en el departamento de Cundinamarca, ha visto la necesidad de mejorar su rendimiento operativo. A pesar de tener 50 décadas en la producción de panela, la empresa utiliza métodos de producción tradicionales que se han venido mejorando con el tiempo gracias a la experiencia de los trabajadores, se ha caracterizado por su mediada eficiencia en la aplicación de tecnologías que han venido mejorando con la hornilla cimpa tradicional para aumentar su capacidad calórica aprovechando la utilización de bagazo, así mismo remplazo el trapiche movido por ACPM por un motor eléctrico de mayor eficiencia, con lo que se evita la utilización de combustible fósiles. El gasto de energía del trapiche y el consumo de energía del hogar y demás servicios eléctricos de la finca se hace con una sola lectura de contador por lo que llega un solo recibo para el pago de los diferentes usos de la energía que se dan en el predio.

Este documento describe una estrategia integral que se implementara para mejorar procesos y actividades que se desarrollan en PANELAGRO. La iniciativa se desarrolla en respuesta a desafíos operativos y ambientales, para fortalecer la calidad, eficiencia y sostenibilidad de la producción. Se implementará la metodología 5S para optimizar la organización de la planta y reducir los tiempos de producción, lo cual llevaría a una mejora en la eficiencia del proceso. Para garantizar la calidad del producto final, se adoptarán las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

La propuesta para mejorar los procesos en PANELAGRO se centra en modernizar sus operaciones, el propósito es alinear la producción con los estándares internacionales referentes de calidad y la sostenibilidad ambiental y económica, con el fin de garantizar el mejoramiento de Panelagro y la penetración de nuevos mercados.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

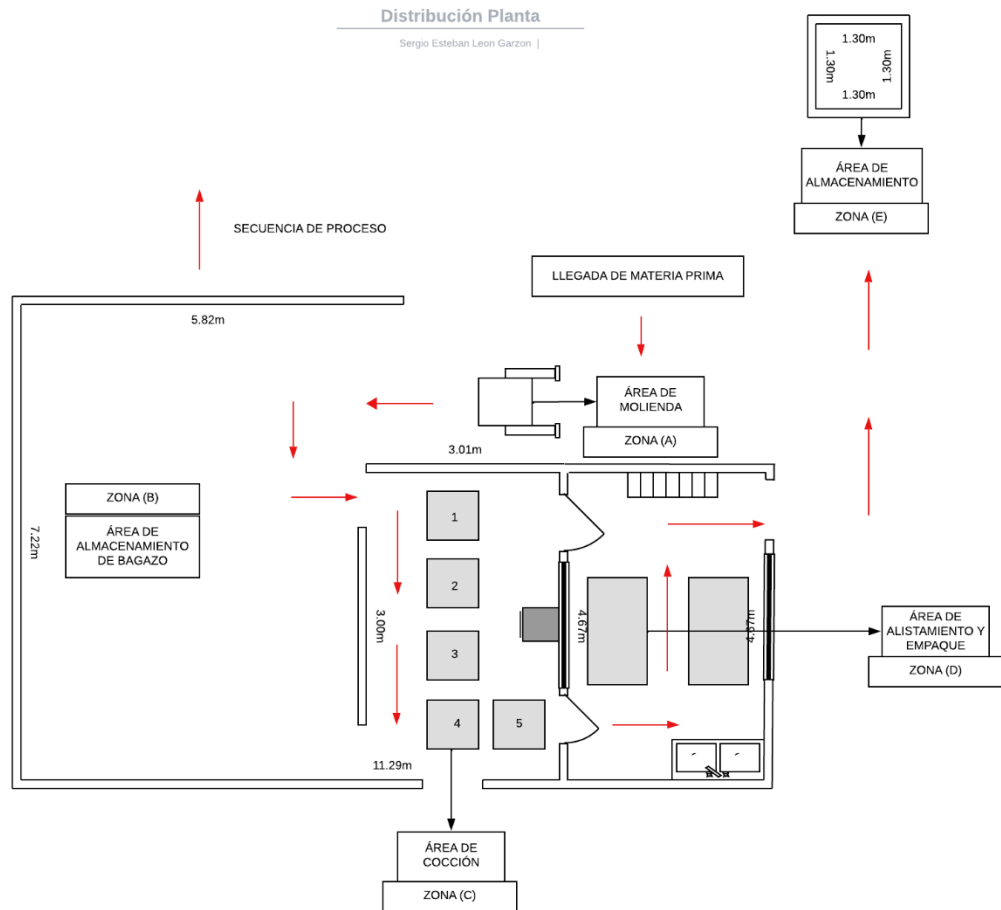
Panelagro, una empresa familiar fundada en 1963 por Alfonso Velásquez y Eunice Martínez, tiene su sede en el municipio de Quebrada Negra y Utica, en el departamento de Cundinamarca. Con más de cinco décadas de experiencia, se dedica a la fabricación de panela en diversas presentaciones, como panela de libra, media libra, pastilla y panelin con formas redondas y cuadradas. A pesar de considerar una pequeña productora con cultivos de 16 hectáreas, Panelagro tiene una capacidad promedio para producir de 1 a 6 toneladas mensuales, también conocidas como 10 a 60 cargas mensuales, siendo una carga equivalente a 100 kilogramos.

La misión de Panelagro es contribuir al desarrollo económico y alimentario del departamento, produciendo y comercializando productos de panela de excelente calidad. Su objetivo es generar confianza entre sus proveedores, lo que les permitirá crecer y ampliar sus activos. La visión a futuro de la productora es ser reconocida a nivel departamental para el año 2026 por la calidad de sus productos. Este logro se espera alcanzar mediante personal competente y estrictos lineamientos de calidad en todos los procesos para satisfacer las demandas del mercado. Los valores fundamentales de Panelagro incluyen integridad, trabajo en equipo, compromiso y responsabilidad.

Además, la productora realiza una planificación cuidadosa para la siembra de caña, considerando que el proceso de maduración ocurre entre los 12 y 15 meses después de ser plantada. Esto asegura una producción constante de panela durante todo el año.

En cuanto a los clientes, Panelagro maneja principalmente cinco, cuatro de ellos ubicados en Bogotá y uno en Quebrada Negra. Estos clientes son intermediarios mayoristas que distribuyen los productos en Bogotá, Medellín y Atlántico. El empaque final de los productos se realiza principalmente en cajas de cartón, proporcionadas por los intermediarios según las necesidades del consumidor.

Ilustración 1. Distribución planta



Fuente: Elaboración propia

- Fondo 1 – Jugo de caña sucio
- Fondo 2 – Descachazado (quitar fibra de la caña)
- Fondo 3-4 – Concentración jugo
- Fondo 5 – Batido (Miel de caña)

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La panela es uno de los alimentos simbólicos de Colombia, donde el país se posiciona como el segundo mayor productor a nivel mundial, contribuyendo con un 16% de la producción global, lo que equivale alrededor de 1 millón de toneladas anuales. Los principales actores de esta industria se encuentran en los departamentos de Santander, Boyacá y Nariño, que juntos representan el 80% de la producción nacional. Esta actividad es muy importante, ya que beneficia a unas 350.000 familias, generando empleo y beneficios económicos porque anualmente genera unos 327 millones en exportaciones. En Colombia, existen aproximadamente 70.000 fincas agrícolas dedicadas a la producción de panela [2].

La gran mayoría de los productores que están vinculados en la industria panelera son pequeños productores con cultivos menores a 7 hectáreas y que utilizan equipos, herramientas e instalaciones que tienen más de 30 años de uso y cultivos que alcanzan la edad de 50 años con cañas de baja productividad, muy poca atención al control de plagas y enfermedades lo que da un rendimiento menor a 40 toneladas por hectárea. En los departamentos de Boyacá y Santander con grandes variedades mejoradas de caña se han logrado rendimientos de hasta 150 toneladas por hectárea.

Esta falta de estandarización y modernización ha afectado la competitividad del sector panelero, y como resultado, ha habido una disminución en el consumo de panela en los últimos quince años [3]. Anteriormente, el consumo per cápita era de 30 kilos en el año de 2016, pero en la actualidad se ha reducido aproximadamente de 17 a 19 kilos, lo que representa una disminución del 40% en el consumo de los hogares colombianos, lo que plantea desafíos a largo plazo como la afectación de cadena de valor del sector y pérdida de empleos, lo generaría un impacto negativo en la economía y el incremento de la pobreza [4]. Otro reto que se suma a la problemática actual es la demanda creciente de los consumidores por opciones más saludables y sostenibles. En un contexto donde el 57% de la población colombiana sufre de sobrepeso y obesidad, se ha observado que cuatro de cada diez colombianos buscan alternativas más saludables. Esta tendencia plantea un desafío adicional para la industria de la panela. A pesar de aportar micronutrientes como el calcio, el fósforo, el magnesio y el hierro, pero al ser un producto con un 90% de azúcar, la Organización Mundial de la Salud (OMS) aconseja que no se supere los 25 gramos de azúcar diarios. Por lo tanto, la mejor alternativa es consumir menos azúcar y acostumbrar al paladar al sabor original de los alimentos [5].

La industria panelera enfrenta grandes desafíos en el proceso de extracción del jugo de la caña. La mayoría de los trapiches alcanzan un rendimiento del 40%, mientras que los más desarrollados pueden llegar hasta un 70% o 75%. Esta baja eficiencia en la extracción genera un problema adicional: el bagazo aún conserva un alto contenido de jugo y se destina al secado en la bagacera sin aprovecharse completamente. Al utilizarse en las hornillas como combustible, su bajo poder calorífico prolonga los tiempos de cocción de los jugos, lo que incrementa la duración del proceso. Para compensar esta deficiencia energética, se recurre al uso de leña y llantas, lo que conlleva un impacto ambiental negativo debido a la emisión de contaminantes derivados de la quema del caucho. En una molienda ineficiente, pueden llegar a quemarse hasta 12 llantas y 4 viajes de mula en leña, afectando tanto la calidad del aire como el entorno natural.

Además, muchos trapiches aún funcionan con motores que operan con ACPM como combustible, lo que genera contaminación por emisiones y ruido. Debido a su antigüedad y desgaste, estos motores requieren mantenimiento constante. En contraste, las instalaciones más modernas han adoptado motores eléctricos, reduciendo significativamente estos problemas.

Otro aspecto crítico es la falta de métodos adecuados de control de calidad en la producción tradicional de panela. Esto provoca variaciones en el color y la presentación del producto. Asimismo, el uso de vestimenta inapropiada en la zona de producción y empaque puede afectar el sabor. Las hornillas antiguas, que no han sido actualizadas con tecnologías modernas como la CIMPA, ralentizan la evaporación y concentración de los jugos, obligando a prolongar las jornadas de trabajo. En algunas enramadas tradicionales, los productores emplean aditivos no permitidos, como el clarol, para obtener un color más claro en la panela, lo que representa un riesgo para la inocuidad del producto.

Las instalaciones también presentan deficiencias sanitarias. Muchos trapiches aún tienen pisos de tierra, lo que facilita la contaminación con polvo y otros residuos. La ausencia de mallas protectoras y paredes perimetrales permite la presencia de animales domésticos dentro de las áreas de producción. Además, la mayoría de enramadas carecen de cuartos de moldeo, lo que expone la panela a contaminantes como hojas, polvo e insectos.

En términos de innovación, los pequeños productores de panela aún no han incorporado herramientas digitales en sus procesos. Esto limita su acceso a información sobre control de calidad, investigación de mercados y estrategias de marketing digital, lo que amplía la brecha entre quienes adoptan estas tecnologías y quienes aún las desconocen.

Por último, la adopción de nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia de los procesos es inaccesible para muchos pequeños productores debido a sus altos costos y a las dificultades para acceder a créditos. A pesar de la existencia de soluciones tecnológicas, su implementación y difusión a gran escala son limitadas, ya que no hay suficientes empresas que las produzcan a bajo costo ni que cuenten con redes de mantenimiento accesibles para los productores.

Ahora bien, se ha realizado un diagnóstico inicial a la empresa Panelagro. A través de un modelo de encuesta de evaluación tecnológica realizado a uno de los dueños de la productora, que constaba de 53 preguntas relacionadas con la organización, producción, capacidad, maquinaria, tipos de productos y partes aceptables. Se pudo identificar que la empresa tiene una misión, visión y plan estratégico bien definidos para mejorar la producción, la calidad del producto y la sostenibilidad de los cultivos. Panelagro se dedica a la fabricación de panela y vende materia prima, adaptándose a la necesidad del comprador mediante cita previa o por teléfono. Su enfoque en los estándares de cuidado del producto y los tiempos de entrega le ha valido la lealtad de los compradores [6].

La empresa a pesar de mantener un estricto control sobre cada paso del proceso de panela, desde la materia prima hasta el producto terminado, Las máquinas tradicionales causan reprocesos en la fabricación específicamente en la extracción de la caña de azúcar, esto es provocado por no aprovechar eficientemente la materia prima. Además, en el área de cocción se pueden presentar demoras debido a que en el proceso tradicional tarda en que el jugo de caña este en la temperatura óptima para convertirse en melao.

La problemática que se propone abordar en la empresa Panelagro es la falta de mejoras en la elaboración debido a su reproceso y su falta de organización. Estos desafíos afectan la competitividad de la empresa y su capacidad para obtener una mayor producción, perdiendo la oportunidad de tener nuevos proveedores y así no poder expandirse a otros mercados.

4. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo la mejora de los procesos impacta en el desempeño operacional de la producción de panela en la empresa Panelagro?

5. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del sector agrícola es una de las principales apuestas del país hoy. Por ello, la producción de panela es fundamental en el logro de diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La panela, como alimento accesible y rico en nutrientes, desempeña un papel importante en la promoción de la seguridad alimentaria, especialmente en las poblaciones de bajos recursos, cumpliendo así con el ODS 1 (Poner fin de la pobreza). Además, contribuye al crecimiento económico inclusivo y sostenible, la generación de empleo y el trabajo decente que satisface con el ODS 8 (Crecimiento Económico). La producción de panela genera empleo para más de un millón de personas y brinda oportunidades de negocio en las zonas rurales. Asimismo, respalda la promoción de métodos de consumo y producción sostenibles, dando cumplimiento al ODS 12 (Producción y Consumo Sostenible). Colombia se compromete a fomentar prácticas que garanticen la gestión sostenible de recursos naturales no renovables [7].

Para el Plan Nacional de Desarrollo Agroindustrial 2022-2026 (Colombia, potencia mundial de la vida), la panela es uno de los productos de prioridad, buscando ayudar a este producto basado en 3 factores, el primero es Incrementar la producción de panela mediante la adopción de tecnologías modernas y prácticas sostenibles, el segundo es mejorar la productividad en todas las etapas de producción y fomentar alianzas entre productores, y el tercero y último, es establecer estándares de calidad para la panela, apoyar la certificación de productores y promover la innovación en los procesos de producción [8].

La producción de panela contribuye con el 3.7% del Producto Interno Bruto (PIB) del sector agrícola, y se busca aumentar la producción y la creación de empleo en áreas rurales. Además, la exportación de panela genera divisas y amplía la economía al utilizarse en una variedad de productos alimenticios y farmacéuticos [9].

Algunos departamentos han decidido afrontar este desafío para dar cumplimiento a los objetivos de desarrollo sostenible, por lo que han optado por tecnologías modernas. Los departamentos que destacan en este mejoramiento son: Valle del Cauca, Cauca y Santander. El Valle del Cauca ha adoptado técnicas avanzadas en la selección de cañas y ha promovido buenos métodos de procesamiento para asegurar la calidad del producto. El Cauca ha optimizado el proceso de extracción y evaporación del jugo de caña de azúcar utilizando buenas prácticas sostenibles como el adecuamiento y mantenimiento del área de producción y el aseguramiento

de la calidad del producto final. Santander ha establecido un estricto sistema de control de calidad para la fermentación y evaporación, que también promueve prácticas sostenibles. Sin embargo, algunas empresas con una larga experiencia en producción creen que la introducción de nuevas tecnologías puede alterar las tradiciones [10].

Un caso ejemplar de modernización es el de la empresa Riopaila Castilla, ubicada en el Valle del Cauca. La empresa implementó mejoras adquiriendo un nuevo trapiche que permitió procesar 240 toneladas de jugo de caña por hora, lo que aumentó la eficiencia en un 20% en comparación con los métodos tradicionales. Esta mejora no solo incrementó la producción en un 10%, sino que también redujo costos y la contaminación, lo que le permitió mantener su competitividad en el mercado en términos de precios y calidad [11].

Este proyecto se centra en una iniciativa para mejorar el proceso de producción de la productora Panelagro. El objetivo es fortalecer las falencias que está presentando en esta área, debido a sus procesos tradicionales y maquinaria anticuada. Estas falencias son las más preocupantes, debido a que esto se traducen en resultados insatisfactorios, como reprocesos y demoras, que pueden generar retrasos o baja calidad en el producto.

Por lo que se busca mitigar la contaminación asociada a los procesos tradicionales mediante la implementación de prácticas sostenibles. Esto les permitirá utilizar de manera eficiente los recursos no renovables, reducir la generación de residuos y emplear materiales sostenibles para el empaque de la panela. La modernización de la maquinaria aumentará la productividad, reducirá costos, el uso de materia prima y tendrá un impacto ambiental menor, al tiempo que incrementará la satisfacción de sus clientes con respecto a la calidad del producto. Con estos cambios, se busca que la empresa sea más competitiva en el mercado.

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de mejoramiento del desempeño operacional de la producción de panela en la empresa Panelagro.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico en el proceso actual de producción para identificar las oportunidades de mejora y aumentar la eficiencia del proceso.
- Identificar las buenas prácticas tecnológicas y sostenibles en las etapas de la producción de panela, desde el proceso de extracción hasta el empaque del producto final.
- Evaluar en términos económicos y técnicos una propuesta del proceso actualizado en la empresa, para determinar la viabilidad de la inversión.

7. MARCO REFERENCIAL

7.1 GLOSARIO

1. **Molienda:** Extracción del jugo de la caña mediante molinos mecánicos o trapiches tradicionales.
2. **Clarificación:** Eliminación de impurezas del jugo de caña mediante el uso de cal o sedimentación.
3. **Evaporación:** Reducción del contenido de agua del jugo mediante la aplicación de calor en pailas o evaporadores.
4. **Grados Brix:** Medición del contenido de sólidos solubles en el jugo de caña para determinar su concentración de azúcares, clave para la calidad de la panela.
5. **Punto de panela:** Momento en el que el jugo se ha concentrado lo suficiente para solidificarse, generalmente entre 80-85° Brix.
6. **Metodología BPM (Buenas Prácticas de Manufactura):** Conjunto de procedimientos que garantizan la higiene y calidad en la producción de panela, asegurando inocuidad y cumplimiento normativo.
7. **Metodología 5S:** Sistema japonés de organización que se aplica en los trapiches para mejorar la eficiencia y el orden en el área de trabajo (Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina).
8. **Almacenamiento y distribución:** Últimos pasos donde la panela se seca, almacenan y distribuye al mercado para su comercialización.
9. **Bagazo de caña:** Residuo fibroso de la caña después de la molienda, utilizado como combustible o materia prima para otros productos.
10. **Análisis de costos de producción:** Evaluación de los costos asociados a la producción de panela para optimizar la rentabilidad.
11. **Sostenibilidad en la producción:** Prácticas para reducir el impacto ambiental en la fabricación de panela.
12. **Gestión de residuos:** Métodos para manejar subproductos como bagazo, cachaza y cenizas del proceso.
13. **Mantenimiento preventivo:** Estrategia para asegurar que los equipos del trapiche operen eficientemente y sin fallas.
14. **Capacitación del personal:** Formación continua para mejorar las prácticas

de producción y calidad.

15. PH del jugo de caña: Medida de acidez o alcalinidad que influye en la clarificación y calidad de la panela.

16. Eficiencia de extracción: Relación entre el jugo extraído y la cantidad total de caña molida.

17. Tiempo de cocción: Periodo en el que el jugo es calentado hasta alcanzar el punto de panela.

18. Combustible de calderas: Material utilizado en la quema para generar calor en el trapiche, como bagazo de caña o leña.

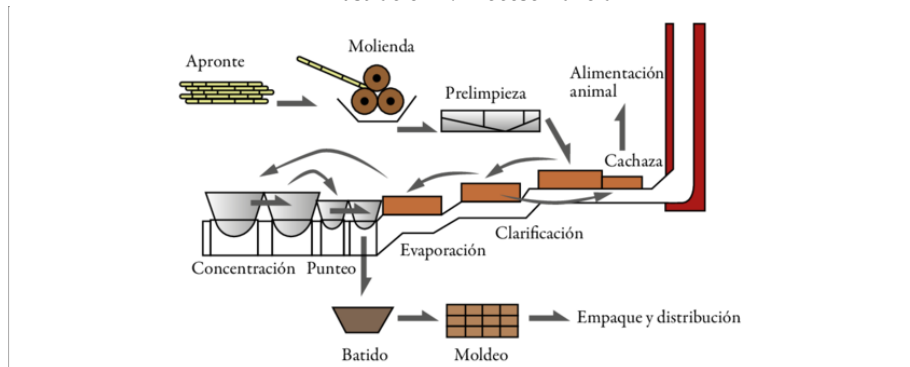
7.2 MARCO CONCEPTUAL

La panela es un producto alimenticio elaborado a partir de la transformación de la caña de azúcar, es un alimento que se constituye por la sacarosa entre un (75) y (85) porciento, con un contenido de (351) calorías en una panela de cien (100) gramos, considerado un alimento característico por sus azúcares naturales, vitaminas y minerales. El proceso de preparación artesanal de la panela implica los siguientes pasos [12]:

1. Se inicia con la siembra de la caña de azúcar, el proceso de crecimiento y maduración dura alrededor de (12) y (15) meses. Este proceso es la selección y corte de caña mediante este se selecciona la caña madura y de excelente calidad, se realiza el corte en trozos pequeños de (20) cm y se elimina las hojas y residuos innecesarios dejando la materia prima limpia y lista para ser transportada en burros a la zona de producción.
2. El proceso extracción de la caña, que se realiza en un trapiche, sale el jugo sin aclarar que es el principal actor.
3. El proceso de evaporación permite la limpieza y desinfección para evitar la contaminación de la panela y permite la concentración de azúcares, dura alrededor de (15) a (20) minutos.
4. El batido el cual consiste en transportar la panela ya clarificada a diferentes fuentes para aumentar la concentración de azucares y sea convertida en miel dura alrededor de (30) minutos y se realiza a temperaturas de 97 a 100 °C, después se deja enfriar.
5. El moldeo, este proceso se realiza en gaberías que son moldes ya sea de libra o media libra, después de esto se seca durante horas para que adquiera la forma característica.

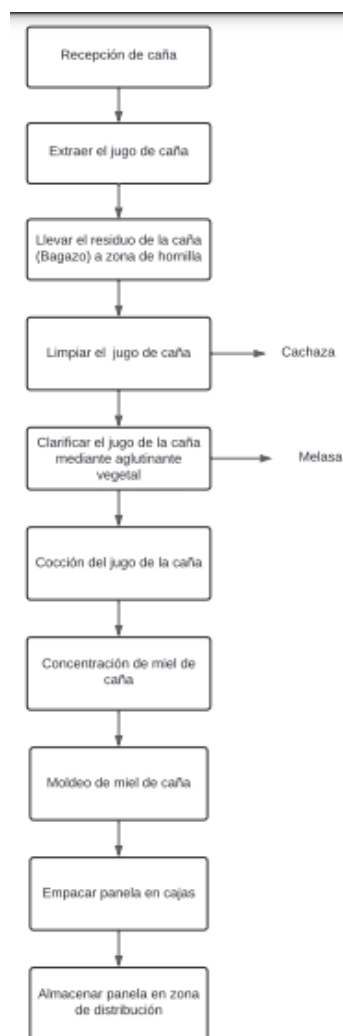
6. El empaque, el cual la panela se almacena en cajas para (40) unidades y se sella con almidón de yuca para que quede lista para su transporte o distribución. [13]

Ilustración 2. Proceso Panela



Fuente: Corantioquia (2002)

Ilustración 3. Diagrama Proceso



Fuente: Elaboración propia (2024)

Con el tiempo se modernizó la producción para mejorar la productividad y calidad del producto final, los principales influyentes en Colombia fueron Valle del Cauca, Cauca y Santander que mediante estrategias para mejorarlo quisieron contribuir a la competitividad en el mercado global de la panela.

La molienda, ya que la extracción de caña mejora y permite aprovechar la materia prima, aumenta la eficiencia en la evaporación de las impurezas, aprovechando y conservando el azúcar, provocando un mejor producto y el moldeo es una etapa importante porque la presentación del producto final es fundamental, todas estas mejoras pueden afectar positivamente en el proceso general de fabricación.

El valor para implementar maquinaria moderna oscila entre 150 millones y 500 millones y todo esto depende de la capacidad y el tipo de maquinaria, a pesar de lo costoso que puede ser la instalación y compra, se deben considerar los beneficios potenciales de la inversión [14]

7.3 MARCO TEÓRICO

Para realizar este proyecto, hay que considerar otras investigaciones relacionadas con el tema y para lograrlo se analizarán metodologías que nos permitan desarrollar de forma óptima el trabajo.

7.3.1 PRINCIPIOS DE LAS 5S

Esta herramienta se basa en una filosofía de gestión que puede ayudar a una empresa, respaldándose en cinco principios fundamentales que conllevan a la eliminación de cualquier actividad que no genere valor para el proceso, mejorando la producción, calidad del producto y reducción de los costos. Estos cinco principios son: Seiri (clasificación), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarización) y Shitsuke (disciplina).

Con esta metodología se ayudó a definir los tiempos muertos del trapiche, tanto en temporada alta como en temporada baja, para identificar la pérdida de tiempo en el proceso. En este análisis, se pudo determinar que en temporada baja se producen 1.25 toneladas en 320.58 minutos, considerando que el tiempo muerto es de 159.42 minutos, el 33 % del día. Se identificó que entre los procesos se pierden entre 113 y 145 minutos por jornada. Los procesos que presentan las mayores pérdidas son la recolección de caña con un 32% y el empaque con un 20% por jornada, lo que resulta en una pérdida total del 52% [15].

En temporada alta, se producen 1,5 toneladas, y se identificó un tiempo muerto de 65,37 minutos, lo que representa un desaprovechamiento del 14% de la jornada. En este caso, los procesos que consumen más tiempo son la limpieza de la maquinaria con un 27% y el moldeo con un 25%, lo que suma un 52% del tiempo total perdido [15].

Al observar que los procesos con mayores pérdidas de tiempo son la recolección de caña, limpieza y empaque, se planteó la implementación de las 5S. Comenzando con Seiri, se clasificaron las herramientas e instrumentos como necesarios, innecesarios u opcionales, con el fin de determinar su relevancia en la actividad. Esta sección permitió la organización del lugar de trabajo para facilitar el acceso a

objetos o herramientas necesarias. Seiso ayudó a mantener el área limpia para reducir tiempos y mejorar la ejecución del trabajo. Seiketsu mejoró el bienestar del personal al aumentar las herramientas, como la máquina de empaque y el pulverizador, con el fin de mejorar en áreas con deficiencias en términos de tiempos muertos y calidad. Shitsuke promovió la mejora continua al fomentar costumbres basadas en la calidad del producto. Todo esto se complementó con la metodología de lean Manufacturing, que se enfoca en mejorar continuamente el sistema productivo mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no aportan valor al proceso [15].

En la fabricación de muebles de Cúcuta, se ha aplicado la metodología de las 5s, lo que ha permitido identificar la reducción de tiempos de espera y una mayor organización en la producción que han eliminado reprocesos e innecesarios en la fabricación de los productos. Esta mejora ha sido notable, ya que se ha logrado reducir en un 40 % el tiempo total del proceso, lo que ha disminuido mucho las actividades que no aportan valor al proceso de producción. Además, esta implementación ha generado un compromiso por parte de la alta dirección para definir estrategias de mejora continua [16].

Esto ha llevado a una optimización significativa de los procesos de fabricación de muebles, lo que a su vez ha contribuido a una mayor eficiencia en la producción y la entrega de productos de mayor calidad en menos tiempo. La reducción de tiempos de espera y la organización en la producción han sido fundamentales para lograr estos resultados, al minimizar los desperdicios y asegurar que cada paso en el proceso de fabricación agregue valor al producto final [16].

La implementación de las 5s en la fabricación de muebles ha tenido un impacto positivo al reducir tiempos de espera, eliminar reprocesos y mejorar la eficiencia en la producción. Esto, a su vez, ha fomentado un compromiso por parte de la alta dirección para continuar buscando oportunidades de mejora y mantener un enfoque en la mejora continua [16].

En el sector de la producción de plásticos, se identificó que la empresa carecía de procesos estandarizados y de un entorno de trabajo organizado, sin límites claros para cada proceso. La falta de estandarización y organización estaba afectando la eficiencia y calidad de la producción. Para abordar estos desafíos, se aplicó la metodología 5S [17].

La implementación de esta metodología ha tenido un impacto positivo en la empresa. Se ha logrado un aumento del 15% en la estandarización de los procesos, lo que ha contribuido a una mayor estabilidad y predictibilidad en la producción. Además, se ha mejorado la organización del área de trabajo en un 16%, lo que ha permitido una distribución más eficiente de los recursos y una reducción de tiempos muertos [17].

Estos avances han dirigido el camino para la mejora continua, y se ha adoptado el ciclo de Deming (PHVA) como un enfoque para la gestión de la calidad y la eficiencia operativa. A través de este ciclo, la empresa se ha comprometido a revisar constantemente sus procesos, identificar oportunidades de mejora y tomar medidas para ser más competitiva en el mercado [17].

7.3.2 BUENAS PRÁCTICAS MANUFACTURERAS (BPM)

La implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) es esencial en la producción de alimentos y productos para garantizar la higiene y la calidad del producto final, minimizando los riesgos para la salud humana. Se llevó a cabo la aplicación de la metodología BPM junto con la Resolución 779 de 2006, listas de chequeo y herramientas estadísticas, con el objetivo de evaluar y mejorar los procesos de producción [18].

Durante esta evaluación, se identificarán dos aspectos críticos que requerirían atención urgente. En primer lugar, se verificará que el personal encargado del proceso no cumpla con los estándares necesarios, con un cumplimiento del 5.6%. Además, el área de control de calidad tenía un cumplimiento del 0%. En términos generales, se comprobó que la empresa solo cumplía con un 36.4% de los requisitos establecidos por las BPM [18].

Para abordar estas deficiencias, se implementaron acciones correctivas que incluyeron la señalización en el área de producción, la organización del almacenamiento, el suministro de elementos de protección personal, la implementación de un programa de limpieza y desinfección, la ubicación de un botiquín de seguridad y la implementación de un sistema de control de calidad para cada uno de los procesos [18].

Tras estas acciones y siguiendo la metodología BPM, la empresa mejoró su cumplimiento, alcanzando un 76,13 %, un aumento del 39,73 %. Esta mejora en el cumplimiento de las BPM es un paso importante hacia la garantía de la calidad y la

seguridad de los productos fabricados, reduciendo los riesgos para la salud y fortaleciendo la posición de la empresa en el mercado [18].

El proyecto de Alexander T. se enfocó en fortalecer la materia prima utilizada en la producción de panela, aprovechando las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y utilizando tablas de requerimientos, indicadores y estadísticas. Durante el proceso de evaluación, se identifican varios aspectos críticos que afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo de caña, y, por fin, la producción de panela [19].

Se identificó que las plagas y enfermedades, debido a la generación de residuos y al uso inadecuado de los recursos hídricos, afectaban negativamente la calidad y cantidad de la materia prima. Para abordar estos problemas, se implementó un manejo técnico agrícola que se centró en la fertilización, preparación del suelo y control de plagas [19].

Como resultado de estas mejoras, se logró un aumento sustancial en la productividad y rendimiento del cultivo de caña. La producción de panela por hectárea de materia prima aumentó de 5,400 kg a 7,200 kg, lo que representa un incremento de 1,800 kg por hectárea [19].

Este incremento en la productividad no solo fortalece la materia prima utilizada en la producción de panela, sino que también puede tener un impacto positivo en la rentabilidad y competitividad de la empresa. Además, al abordar las plagas, enfermedades y el uso adecuado de los recursos hídricos, el proyecto contribuye a la sostenibilidad y al cuidado del medio ambiente en la región. En resumen, el enfoque en la mejora de la materia prima es un paso importante hacia la eficiencia y la calidad en la producción de panela [19].

En el proyecto de Leidy C. se enfocó en mejorar la calidad de los productos de frutas mediante la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), con un enfoque en la salud y la seguridad de los consumidores. Antes de la implementación de la metodología, se obtuvo un nivel del 61%, que ya se consideraba bueno, pero se buscaba elevarlo a un nivel más cercano al 100%, especialmente en lo que respecta al manejo de alimentos [20].

Una de las principales áreas de mejora identificadas fue el control de calidad, con deficiencias porque los encargados de manipular los alimentos no cumplían con los requisitos necesarios para hacerlo adecuadamente. Para abordar esta

problemática, se diseñarán e implementarán medidas que incluyan la mejora de las instalaciones y la realización de capacitaciones para el personal [20].

Después de la ejecución del proyecto basado en las BPM, se logró elevar el porcentaje de cumplimiento en la manipulación de alimentos al 91%. Esta mejora es significativa y asegura un mayor nivel de calidad y seguridad en los productos de frutas, lo que a su vez reduce los riesgos para la salud de los consumidores [20].

La implementación de las BPM ha demostrado su eficacia en la mejora de la calidad y la seguridad alimentaria, lo que beneficia tanto a la empresa como a los consumidores al proporcionar productos de frutas de alta calidad y saludables. Además, este enfoque en la higiene y las buenas prácticas garantiza el cumplimiento de los estándares requeridos para el manejo de alimentos, fortaleciendo la posición de la empresa en el mercado [20].

La implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en el área de frutas, se partió de un diagnóstico que reveló un cumplimiento del 74%. Se notó un bajo rendimiento en el área de producción, lo que indicaba la necesidad de mejoras significativas en el proceso y la infraestructura para garantizar la higiene y la calidad de los productos [21].

Para abordar estas deficiencias, se diseñó un cronograma detallado y se asignaron responsabilidades específicas. Estas acciones se llevaron a cabo con el propósito de mejorar tanto el proceso de producción como la infraestructura, garantizando así que los procedimientos fueran higiénicos y estuvieran alineados con las BPM [21].

Después de la implementación de las actividades y la metodología BPM, se logró una notable mejora del 93% en el proceso de producción. Este aumento en el cumplimiento de las BPM refleja un proceso de producción más eficiente y seguro, lo que a su vez conduce a una mayor calidad de los productos de frutas [21].

El proyecto ha tenido un impacto positivo al elevar el nivel de cumplimiento de las BPM, asegurando que los productos de frutas cumplan con los estándares de higiene y calidad requeridos. Esto no solo beneficia a la empresa al fortalecer su posición en el mercado, sino que también garantiza la seguridad y satisfacción de los consumidores al recibir productos que cumplen con los más altos estándares de calidad [21].

El proceso tiene mejoras considerables, teniendo en cuenta que los procesos alimenticios necesitan un alto cuidado, por lo que al tener esta metodología se ayudaría a tener un mejor producto final y cuidar la salud de los consumidores.

7.3.3 ECONOMÍA CIRCULAR

El enfoque de la economía circular es un modelo que promueve la reutilización y el reciclaje de materiales durante el mayor tiempo posible en los procesos de producción, con el objetivo de mitigar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad. En el proyecto de L. Rico, se aplicó la economía circular con la asistencia de tablas, datos relevantes y listas de chequeo para evaluar un total de 85 aspectos en cada etapa del proceso de producción [22].

Durante la evaluación, se identificaron varios aspectos críticos que requerirían atención inmediata. En el proceso de alistamiento, se observó un alto consumo de aceite para el mantenimiento de equipos, lo que tuvo un impacto de -20. En el proceso de molienda, se detectó exposición al ruido, lo que afectaba la salud de los trabajadores y se calificó con -20. En el proceso de calentamiento, se generaban emisiones que tenían un impacto ambiental negativo, calificándolo con -21. Además, el consumo de energía en el proceso de fabricación era especialmente preocupante, con una evaluación del impacto de -22 [22].

Para abordar estos problemas, se propusieron mejoras significativas. Se implementó la cogeneración, que combina la generación de energía eléctrica y térmica, lo que permitió reducir el uso de energía eléctrica y, al mismo tiempo, disminuir los costos. Se introducirá maquinaria de última tecnología, como un evaporador de efecto múltiple, para mejorar la productividad y reducir la contaminación en el proceso de fabricación. Se agregó un filtro de mangas al proceso de molienda de materia prima. Además, se planea utilizar la cachaza, un residuo de la producción, como abono orgánico, ya que es rico en nutrientes, lo que beneficiará la producción de manera sostenible [22].

Estas mejoras basadas en la economía circular no solo reducen el impacto ambiental de los procesos de producción, sino que también pueden generar ahorros de costos y promover una producción más sostenible y eficiente. Este enfoque es fundamental para avanzar hacia un modelo de producción más respetuoso con el medio ambiente y más responsable desde el punto de vista económico [22].

El proyecto que propone el aprovechamiento de residuos agrícolas en la producción de panela, con un enfoque en la creación de compostaje, fabricación de papel y hormigón, demuestra una solución innovadora con impactos positivos en múltiples aspectos [22].

En primer lugar, al utilizar 1.100.000 toneladas de bagazo en la producción de papel, se logró disminuir en un 6,1% el consumo de agua. Esto es un avance significativo para la industria papelera, ya que el agua es un recurso crítico y su conservación es esencial [22].

Además, la creación de compostaje a partir del 50% de cachaza y 50% de bagazo ha demostrado una mayor calidad en el contenido de nutrientes, con un período de maduración de 90 días. El compostaje no solo contribuye a la gestión sostenible de residuos, sino que también puede utilizarse como abono orgánico en la agricultura, mejorando la calidad del suelo y el crecimiento de los cultivos [22].

Por último, la incorporación de la ceniza generada al incinerar el bagazo en la fabricación de hormigón representa un enfoque sostenible y eficiente. La sustitución de entre un 30% y un 50% de la arena natural por este componente no solo conserva las características físicas y mecánicas del hormigón, sino que también disminuye la demanda de recursos naturales, como la arena, y reduce la huella de carbono de la industria de la construcción [22].

Según Margarita R. en su proyecto dice que beneficia a los productores de panela, que pueden obtener ingresos adicionales por sus residuos, y que tiene un impacto medioambiental positivo, al reducir el consumo de agua, mejorar la calidad del suelo y promover prácticas de construcción más sostenible. Además, contribuye al fortalecimiento de la economía local al impulsar nuevas oportunidades de negocio y empleo en la gestión de residuos y la producción de estos materiales innovadores [23].

7.3.4 EVALUACIÓN FINANCIERA

En este proyecto de Yesica R. se evidenció que, al realizar un estudio de mercado y una evaluación financiera, respaldados por el análisis del árbol de problemas, ha permitido identificar las principales causas que afectan la viabilidad técnica y económica en la producción de panela orgánica. Entre las principales causas identificadas se encuentran la falta de inversión, la ausencia de tecnificación, los procesos productivos tradicionales y la carencia de nichos de mercado sólidos [25].

El reconocimiento de estas causas es un paso crucial para la mejora de la producción de panela orgánica. A través de esta investigación, se han identificado varios beneficios que pueden derivar de la ejecución de la producción de panela orgánica. Estos beneficios incluyen [25]:

- Flexibilización de la producción: Al implementar prácticas de producción de panela orgánica, se puede adaptar la producción para satisfacer la creciente demanda de productos orgánicos, lo que permite una mayor flexibilidad en la producción y una respuesta efectiva a las tendencias del mercado.
- Potenciación de la industria panelera: La producción de panela orgánica puede impulsar y modernizar la industria panelera en su conjunto, mejorando la calidad de los productos y la competitividad en el mercado.
- Búsqueda de oportunidades de mercado internacional: La producción de panela orgánica puede abrir nuevas oportunidades de mercado a nivel internacional, ya que los productos orgánicos son cada vez más demandados en el extranjero.
- Capacitación de los trabajadores: La implementación de prácticas orgánicas requiere capacitación y concienciación de los trabajadores en cuanto a buenas prácticas agrícolas y de producción orgánica. Esto puede mejorar la calidad de la producción y la seguridad de los trabajadores.
- Mejora del proceso de producción de panela orgánica: La adopción de procesos productivos más modernos y sostenibles en la producción de panela orgánica puede mejorar la eficiencia y la calidad del producto final.

La implementación de prácticas de producción orgánica puede generar una serie de beneficios que contribuyen a la mejora de la industria panelera y a la búsqueda de oportunidades de mercado, tanto a nivel nacional como internacional [25].

El proyecto de investigación está enfocado en la evaluación financiera para la producción y comercialización de panela en la región de Casanare es un enfoque importante para evaluar la viabilidad y el potencial de este mercado. El estudio involucró varias etapas clave, incluyendo un análisis de mercado, un estudio de precios, un análisis de la competencia, una evaluación de la demanda y una evaluación de la oferta [26].

El análisis de mercado es fundamental para comprender la dinámica del sector y las oportunidades disponibles. El estudio de precios permite determinar la fijación de precios adecuada y competitiva. El análisis de la competencia ayuda a identificar a otros actores en el mercado y entender sus estrategias. La evaluación de la demanda y la oferta es crucial para anticipar la capacidad del mercado para absorber la producción [26].

Además, la investigación de mercados realizada en las principales tiendas del sector, junto con la encuesta dirigida a los clientes, proporciona información valiosa sobre la aceptación del producto y el comportamiento del consumidor. La retroalimentación de los clientes es esencial para comprender sus preferencias y necesidades. Con esta información, se pueden tomar decisiones más informadas sobre la producción y comercialización de la panela en la región de Casanare. Proporcionando una base sólida de datos y conocimientos que pueden utilizar para tomar decisiones estratégicas y mejorar la eficiencia en este sector [26].

8. MARCO LEGAL

Tabla 1. Marco legal.

Normativa	Ente	Generalidades
Ley 40 de 1990 [27]	Ministerio de industria y comercio	Establece normas para la protección y el desarrollo de la producción de la panela
Ley 2005 de 2019 [28]	El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Genera incentivos a la calidad, promoción del consumo y comercialización de panela y sus derivados, así como la formalización de los trapiches
Resolución 3462 de 2008 [29]	Ministerio de Salud y protección social	Establece las condiciones necesarias de los trapiches y los requisitos para la exportación de la panela
Ley 2227 de 2022 [30]	El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Establece los precios de la panela y las mieles, teniendo como objetivo contribuir a estabilizar el ingreso de los precios de la panela
Ley 779 de 2006	Ministerio de Protección Social	Establece el reglamento técnico para los estándares de producción de panela en Colombia.
Resolución 333 de 2011 [31]	Ministerio de Protección Social	Establece los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que debe cumplir los alimentos de consumo humano
Decreto 1594 de 1984 [32]	El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Reglamenta el uso adecuado del agua y residuos líquidos
Resolución 4121 de 2011 [33]	Ministerio de Protección Social	Regula y controla la calidad de los bienes y servicios que son suministrados por el público

Fuente: Elaboración propia, 2024, Marco Legal.

9. MARCO METODOLÓGICO

9.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para mejorar el proceso de producción de panela, se llevó a cabo un estudio de naturaleza explicativa. Este enfoque permitió examinar y describir detalladamente los factores que influyen en la calidad del producto final, además de evaluar las técnicas de producción tradicionales. Asimismo, se buscó explicar cómo las modificaciones en las técnicas operativas podrían mejorar la calidad de la panela. El estudio se basó en la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos, abordando la investigación desde múltiples perspectivas y utilizando fuentes primarias para obtener información original y precisa. Este tipo de investigación facilitó el descubrimiento de hallazgos significativos, contribuyendo a la construcción de resultados y teorías que benefician el proyecto. Además, se recurrió a fuentes primarias, proporcionando información original y confiable.

Este tipo de investigación facilitó el descubrimiento de hallazgos que contribuyeron a construir resultados o teorías que beneficiaron el proyecto, avanzando de lo específico a lo universal, lo que corroboró su veracidad y adecuación.

9.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población se definió como los procesos de producción desde la extracción hasta moldeo y empaque. Dado este enfoque, se optó por trabajar con la totalidad de la población empleando como muestra el número de ciclos que se analizaron del proceso de producción. En consecuencia, todos los procesos mencionados fueron investigados, trabajando con el 100% de la población, ya que esta se consideró finita.

10. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Tabla 2 de fuente de información.

Objetivos específicos	Estrategias	Variables de análisis	Técnicas de recolección de información	Fuente de información	Técnica de análisis de información
Realizar un diagnóstico en el proceso actual de producción con el fin de identificar las oportunidades de mejora para aumentar la eficiencia y sostenibilidad del proceso.	Metodología de las 5s permitirá averiguar qué tan organizadas están las áreas y que actividades se tienen y no están generando un valor agregado al producto.	- Tiempo necesario para producir la panela - Cantidad de producto obtenido	Entrevistas a los dueños de la empresa (Anexo 1. Evidencia). Observación de Campo. (Anexo 1. Evidencia).	Fuentes primarias (Productora de panela PANELAGRO) Fuentes secundarias: Consultas relacionadas con otras empresas	- Estadística descriptiva - Análisis metodología 5s - Análisis DOFA
Identificar las buenas prácticas tecnológicas y sostenibles en todas las etapas de la producción, desde la	Buenas prácticas manufactureras (BPM) permitirán obtener una mejor sostenible en el proceso.	- Cantidad de producto obtenido por unidad de tiempo - Impacto ambiental del	Entrevistas con las listas de chequeo. Observación de Campo	Fuentes primarias (Productora de panela PANELAGRO) Fuentes secundarias: Consultas	- Estadística descriptiva - Análisis descriptivo

extracción hasta el empaque del producto final.		proceso productivo • Reducción de los defectos en la producción. • Reducción de los desperdicios.		relacionadas con otras empresas	
--	--	--	--	---------------------------------	--

Objetivos específicos	Estrategias	Variables de análisis	Técnicas de recolección de información	Fuente de información	Técnica de análisis de información
Evaluar en términos económicos y técnicos la implementación del proceso actualizado en la empresa, con el propósito de determinar la viabilidad de la inversión	• La gestión financiera ayudaría a la empresa a evaluar en términos económicos la viabilidad de la inversión	• Costo inicial de la implementación • Costos asociados con el proceso de producción (recursos necesarios) • Tiempo en que se recupera la inversión • Ingresos adicionales por la mejora de calidad del producto	Entrevistas no estructuradas. Observación no sistemática.	Fuentes primarias (Productora de panela PANELAGRO) Fuentes secundarias: Información de costos y beneficios	• Flujo de caja • Estadística descriptiva • Indicadores de rentabilidad

Fuente: Elaboración propia (2024).

11. CRONOGRAMA

Tabla 3 Cronograma

ACTIVIDAD	SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Observación del proceso actual												
Recolección de datos del proceso de producción												
Análisis de resultados												
Propuesta de mejora del proceso basado en metodología 5s y BPM												
Propuesta de acciones que ayuden al proceso hacer sostenible mediante metodología economía circular y 14001												
Determinar maquinaria e infraestructura necesaria para mejorar el proceso de producción												
Análisis de costos de maquinaria e infraestructura												
Propuesta de mejoras en el proceso (mejora de maquinaria e infraestructura)												
Evaluar la implementación de las mejoras												
Determinar la viabilidad de la inversión												

Fuente: Elaboración propia (2024)

12. RESULTADOS OBTENIDOS

La producción de panela es un componente vital de la economía agrícola en muchas regiones, representando no solo una fuente de ingresos para las comunidades rurales sino también una parte esencial de su identidad cultural y tradiciones. A pesar de su importancia, los procesos paneleros enfrentan desafíos que afectan su eficiencia y sostenibilidad. Esta investigación se propuso examinar los procesos paneleros, con un enfoque particular en identificar las prácticas óptimas, los obstáculos operativos y las oportunidades de innovación.

Utilizando una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos como entrevista a los dueños de la empresa, observación directa de los procesos, consumo de recursos, etc. Donde se especifica el número de **Anexo 1. Evidencias**.

Esta investigación ofrece una visión integral de la situación actual de los procesos paneleros. El objetivo fue no solo documentar las técnicas y prácticas existentes sino también evaluar su eficacia y sostenibilidad en el contexto de las presiones económicas y ambientales modernas.

Los resultados de este estudio revelan una compleja interacción de factores técnicos, económicos y ambientales como lo son diferentes elementos del proceso productivo, como la maquinaria, las prácticas de gestión y las condiciones del mercado, que se combinan para afectar el resultado final, que influyen en los procesos paneleros. Desde las innovaciones en la maquinaria hasta las prácticas de gestión sostenible y los desafíos del mercado debido a la calidad de la panela, este trabajo sobre los diversos elementos que contribuyen al estado actual de la producción de panela. Además, se identifican áreas críticas como la extracción y cocción, además del área de moldeo, para la intervención y el desarrollo, sugiriendo caminos hacia prácticas más eficientes y sostenibles.

A continuación, se presentan los hallazgos detallados de la investigación, los cuales se espera a que contribuyan al conocimiento existente sobre los procesos paneleros y ofrezcan direcciones claras para futuras investigaciones y prácticas de mejora en este sector.

12.1 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL

Se realizó una visita a la productora Panelagro con el objetivo de evaluar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y la metodología 5S, enfocadas en la eficiencia y calidad del proceso de producción. Se aplicaron una serie de listas de verificación, detalladas en el **Anexo 2. Resultados BPM y Anexo 3. Resultados 5s**, para examinar cada etapa del proceso productivo, desde la extracción hasta el embalaje del producto final. Esta evaluación permitió observar de cerca las operaciones diarias, identificar áreas destacadas y reconocer oportunidades de mejora que podrían potenciar la calidad y eficiencia en Panelagro. El propósito de esta evaluación fue no solo asegurar que los estándares de BPM y los principios de 5S se implementaran de manera efectiva, sino también contribuir con recomendaciones estratégicas que alineen la producción de Panelagro con las mejores prácticas internacionales, garantizando así la seguridad, sostenibilidad y competitividad en el mercado global.

Además, se realizó una toma de tiempos para evaluar la duración de cada etapa del proceso y determinar los cuellos de botella, identificándose que la mayor demora ocurre en el área de cocción debido a que es el proceso que requiere más tiempo. Para asegurar la fiabilidad de la investigación, se utilizó la fórmula de Niebel, la cual detalla el número de observaciones necesarias.

12.1.1 METODOLOGÍA BPM

Se realizó a la productora mediante la metodología de las buenas prácticas manufactureras (BPM) una serie de listas de chequeo **Anexo 2. Resultados BPM**. Basado en la resolución 2674 de 2013 las listas proporcionaron información relevante acerca del estado frente a las BPM, la puntuación que se tuvo en cuenta para la calificación de cada una fue de 0 a 2, siendo 0 no cumple, 1 cumple parcialmente y 2 cumple totalmente [18].

Ilustración 4. Cuadro Resumen

Cuadro Resumen	
0	No cumple
1	Cumple parcial
2	Cumple total

Fuente: Elaboración Propia, 2024

INSTALACIONES FISICAS

Ilustración 5. Instalaciones Físicas

N°	1. INSTALACIONES FISICAS		OBSERVACIONES
1.1	El trapiche está ubicado en un lugar alejado de focos de insalubridad o contaminación	2	La productora cuenta con buena ubicación alejado de cualquier tipo de insalubridad y contaminación
1.2	La construcción de planta es resistente medio ambiente y a prueba de roedores presenta aislamiento y protección contra el libre accesos de animales	1	La productora no cuenta con la infraestructura necesaria para evitar la presencias de los animales
1.3	Las áreas de la fábrica están totalmente separadas de cualquier tipo de vivienda.	2	La productora se encuentra en un lugar separado de cualquier tipo de vivienda
1.4	Los accesos alrededores de la planta se encuentran limpias y en buen estado de mantenimiento.	1	La productora no cuenta con los alrededores en buen estado de mantenimiento
1.5	Las puertas, ventanas y claraboyas están protegidas para evitar entrada de polvo, lluvia e ingreso de plagas.	0	La empresa no cuenta con ventanas ni puertas para protegerse en contra del ingreso de plagas o la lluvia
1.6	Los trapiches cuentan con la delimitación física ente las áreas.	0	La empresa no tiene la delimitación adecuada entre áreas
1.7	Se encuentran claramente señalizadas las diferentes áreas y secciones cuanto a acceso y circulación de personas, servicios, seguridad, salidas de emergencia, etc.	0	La empresa no cuenta con señalización dentro de la empresa
	puntaje obtenido	6	
	puntaje máximo	14	
	cumplimiento	43%	

Fuente: Elaboración Propia, 2024

Para ver el análisis detalladamente dirigirse al **Anexo 2. Resultados BPM.**

Con un 43% de cumplimiento, se identificaron áreas que requieren atención para cumplir con los estándares BPM. En primer lugar, se observó que algunas áreas de producción están expuestas a posibles contaminantes

externos debido a la falta de barreras físicas adecuadas. Se recomienda la instalación de mallas protectoras en ventanas y claraboyas para prevenir la entrada de plagas y partículas externas. Además, se sugiere establecer un programa de mantenimiento preventivo para asegurar que puertas, ventanas y accesos exteriores estén en condiciones óptimas, especialmente en épocas de lluvias, lo cual reducirá el riesgo de contaminación y garantizará un entorno de trabajo seguro y controlado.

Asimismo, se evidenció la necesidad de una mejor delimitación y señalización de las áreas críticas dentro de la planta, tales como zonas de acceso restringido, rutas de evacuación y áreas de emergencia. La falta de señalización puede generar confusión y comprometer la seguridad de los empleados y visitantes en caso de una emergencia. Por tanto, se recomienda implementar señalización visible y clara en todas estas áreas y complementar esta acción con una capacitación para el personal en prácticas de seguridad y uso adecuado de las instalaciones. Estas acciones contribuirán a mejorar la organización y control en la planta, asegurando que se cumplan los requisitos de seguridad y promoviendo un ambiente de trabajo seguro y eficiente.

INSTALACIONES SANITARIAS

Ilustración 6. Instalaciones Sanitarias

N°	2. INSTALACIONES SANITARIAS	PUNTAJE	OBSERVACIONES
2.1	La planta cuenta con servicios sanitarios bien ubicados en cantidades suficientes, separados por sexo y en perfecto estado y funcionamiento (lavamanos, duchas, inodoros)	1	La planta cuenta con los servicios sanitarios pero no están en perfecto estado
2.2	Los servicios sanitarios están conectados a un sistema de disposición de residuos	2	La empresa cuenta con sistema de disposición de residuos
2.3	Los servicios sanitarios están dotados con los elementos para la higiene personal (jabón líquido, toallas desechables, papel higiénico) etc.	2	La empresa cuenta con los elementos necesarios de higiene personal
2.4	Existe lugar de almacenamiento para ubicar indumentaria ajena al proceso.	0	No existe un lugar para ubicar indumentaria ajena al proceso
PUNTAJE OBTENIDO		5	
PUNTAJE MÁXIMO		8	
CUMPLIMIENTO		62,5%	

Fuente: Elaboración Propia, 2024

Para ver el análisis detalladamente dirigirse al **Anexo 2. Resultados BPM.**

Con un 62,5% de cumplimiento, se detectaron áreas que requieren atención para cumplir plenamente con los estándares BPM. Se observó que, aunque la planta cuenta con servicios sanitarios, no están en perfecto estado de funcionamiento. Se recomienda implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo regular para asegurar que los sanitarios, lavamanos y duchas se mantengan en condiciones óptimas. Además, se sugiere realizar inspecciones periódicas para identificar y corregir problemas menores antes de que afecten la operatividad general, garantizando así la seguridad y comodidad de los empleados en el uso de las instalaciones sanitarias.

Se identificó la ausencia de un área de almacenamiento específica para la indumentaria ajena al proceso productivo, lo cual es fundamental para mantener el orden y reducir el riesgo de contaminación. Se recomienda habilitar un espacio dedicado al almacenamiento de ropa y objetos personales que no son necesarios en el área de producción, preferiblemente en una zona próxima a los vestidores y fuera de las áreas de trabajo directo. Esta mejora permitirá un control más riguroso de la higiene en las áreas productivas, evitando la presencia de elementos ajenos al proceso y promoviendo un ambiente de trabajo más limpio y organizado.

MANIPULACION DE ALIMENTOS

Ilustración 7. Manipulación Alimentos

N°	3.1 PRÁCTICAS HIGIÉNICAS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN	PUNTAJE	OBSERVACIONES
3.1.1	Los operarios tienen uniformes limpios y en buen estado.	0	Los operarios no cuentan con uniformes
3.1.2	Manos con agua y jabón cuando se requiere y mantienen uñas cortas, limpias y	1	Los operarios realizan el lavado de manos recurrente pero no tienen las uñas limpias
3.1.3	No usan joyas, no comen, no fuman, o beben en las áreas de proceso.	1	Algunos empleados usan joyas al realizar las labores
3.1.4	Los visitantes cumplen con todas las normas de higiene y protección	2	Los visitantes cumplen con los estándares mínimos de higiene y protección
3.1.5	manipulación de la panela, tienen capacitación en prácticas	0	Las personas no cuentan con la capacitación para la manipulación de

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para ver el análisis detalladamente dirigirse al **Anexo 2. Resultados BPM.**

Con un 22% de cumplimiento, se identificaron varios aspectos críticos que requieren mejoras urgentes para cumplir con los estándares BPM en el entorno de trabajo. Se observó que los operarios no están utilizando uniformes en condiciones adecuadas, lo cual es esencial para mantener la higiene en la producción. Se recomienda implementar una política estricta de mantenimiento y control de uniformes, incluyendo la provisión de ropa de trabajo adecuada y la realización de inspecciones periódicas para asegurar su correcto estado.

Además, el personal no recibe capacitación sobre prácticas higiénicas, uso adecuado de equipo de protección personal (EPP), ni sobre la manipulación de materiales peligrosos. Para solucionar esta deficiencia, se recomienda desarrollar un programa de capacitación regular que incluya sesiones sobre higiene personal, la correcta utilización de EPP, y protocolos de seguridad al manejar sustancias peligrosas. Estas capacitaciones deben realizarse al menos cada seis meses y documentarse adecuadamente para asegurar su cumplimiento. Estas acciones no solo contribuirán a elevar el cumplimiento en materia de higiene y seguridad, sino que también ayudarán a fomentar una cultura de prevención y responsabilidad en el personal.

CHEQUEO DE SANEAMIENTO

Ilustración 8. Chequeo de Saneamiento

NO	4.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA		OBSERVACION
4.1.1	El agua utilizada en la planta es potable o fácil de higienizar	2	La planta cuenta con el uso de agua potable
4.1.2	Cuenta con registro de laboratorio que verifican la calidad del agua	2	La empresa cuenta con facturación de empresa de servicios públicos
4.1.3	El agua no potable producto de las actividades realizadas tiene depósito final exclusivo.	2	Se utiliza para regar el cultivo o limpiar la planta
4.1.4	el tanque de almacenamiento de agua está protegido, es de capacidad suficiente y es de fácil limpieza y desinfección	1	El tanque esta bien protegido y de suficiente capacidad pero es difícil de limpiar y desinfectar

Fuente: Elaboracion propia,2024

Para ver el análisis detalladamente dirigirse al **Anexo 2. Resultados BPM.**

Con un 50% de cumplimiento en las BPM. Se identificaron deficiencias importantes que afectan la conformidad con las normas de seguridad e higiene. En cuanto a la disposición de residuos sólidos, aunque los residuos se remueven regularmente, aún se observa la presencia de insectos y animales, lo cual indica que los procedimientos actuales no son completamente efectivos. Se recomienda implementar medidas de control más estrictas y aumentar la frecuencia de eliminación de residuos para reducir la proliferación de plagas. Además, se detectó la ausencia de recipientes adecuados para la recolección y almacenamiento de residuos sólidos. Para corregir esto, se sugiere la adquisición de contenedores específicos para cada tipo de residuo, facilitando su recolección y minimizando el riesgo de contaminación en las áreas de producción.

La productora no cuenta con un programa escrito para el control de plagas ni con registros del proceso de limpieza y desinfección. Para solventar estas deficiencias, se recomienda desarrollar un manual de procedimientos que incluya un plan integral de control de plagas y un programa de limpieza y desinfección detallado. Este manual debe incluir la frecuencia y los métodos de inspección, así como un registro de cada acción realizada, lo cual permitirá un monitoreo constante y efectivo. Estas mejoras garantizarán un ambiente de trabajo seguro y controlado, reduciendo los riesgos de contaminación y asegurando el cumplimiento de los estándares de higiene y seguridad en la planta.

PROCESO DE FABRICACION

Ilustración 9. Proceso de Saneamiento

NO	5.1 PROCESO DE FABRICACIÓN		OBSERVACION
5.1.1	el material diseño, acabado e instalación de los equipos y utensilios deben permitir la fácil limpieza, desinfección y mantenimiento higiénico de los mismos y de las áreas adyacentes	1	Existen algunos utensilios que su mantenimiento higienico es complicado o super tedioso debido al material de fabricacion
5.1.2	La distribución de la planta tiene un flujo secuencial del proceso de elaboración para prevenir la contaminación cruzada.	2	La distribucion de la planta se encuentra secuencial y no presenta contaminacion cruzada
5.1.3	El trapiche debe contar con los equipos recipientes y utensilios que garanticen las buenas condiciones sanitarias en la elaboración de la panela incluyendo los molinos.	1	Algunas utensilios no se encuentran buenas condiciones para la elaboracion
5.1.4	el molino y sus partes se encuentra en buen estado para evitar la contaminación del producto	2	El trapiche se encuentra en buen estado

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Para ver el análisis detalladamente dirigirse al **Anexo 2. Resultados BPM.**

Con un 52% de cumplimiento en las BPM. Se identificaron varias deficiencias en el cumplimiento de los estándares de higiene y seguridad. En el área de fabricación, se observó que algunos equipos y utensilios dificultan la limpieza y desinfección debido al material de fabricación. Para resolver esto, se sugiere reemplazar o adecuar los equipos que presenten estas dificultades, priorizando aquellos que faciliten su mantenimiento y garanticen la higiene en el proceso productivo. Se notó que algunos utensilios no cumplen con los requisitos sanitarios adecuados; se recomienda implementar un control regular de los utensilios y garantizar que todos cumplan con las condiciones de limpieza necesarias para evitar riesgos de contaminación.

Destaca la ausencia de equipo de seguridad personal adecuado y equipos de seguridad en funcionamiento. Para mejorar estas condiciones, es fundamental que la empresa establezca dotación de seguridad personal adecuada para el personal (botas, guantes, cascos, etc.), y asegure la presencia y correcto funcionamiento de equipos de seguridad como

extintores y barreras de protección. Estas acciones no solo elevarán la seguridad en la planta, sino que también fomentarán un entorno de trabajo más seguro, cumpliendo con las normas de seguridad y promoviendo el bienestar de los empleados.

CONTROL DE CALIDAD

Ilustración 10. Control de Calidad

Nº	6 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD		OBSERVACIONES
6.1	Posee fichas técnicas de productos terminados en donde se incluyan criterios de aceptación, liberación o rechazo	0	La empresa no encuentra con registros de productos terminados con criterios de aceptación
6.2	Los procesos de producción y control de calidad están bajo responsabilidad de profesionales o técnicos capacitados	0	La producción y el control de calidad no es llevado por profesionales o técnicos
PUNTAJE OBTENIDO		0	
PUNTAJE MÁXIMO		4	
CUMPLIMIENTO		0,00%	

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Para ver el análisis detalladamente dirigirse al **Anexo 2. Resultados BPM.**

Siendo la más baja con un 0% de cumplimiento. Se identificaron dos puntos críticos que requieren atención inmediata para cumplir con los estándares de calidad y seguridad en la producción. La ausencia de criterios de aceptación, liberación o rechazo para los productos terminados. Esto dificulta la evaluación objetiva de la calidad del producto final. Para abordar esta deficiencia, se recomienda implementar un sistema s que detalle los parámetros de calidad y aceptación de cada producto. Las fichas deben incluir especificaciones claras sobre los requisitos de calidad que cada producto debe cumplir para ser liberado al mercado, contribuyendo a un control de calidad más riguroso y estandarizado.

los procesos de producción y control de calidad no están bajo la supervisión de profesionales o técnicos capacitados, lo cual puede comprometer la integridad y consistencia de los productos. La incorporación de personal

capacitado no solo elevará el nivel de cumplimiento en los procesos de calidad, sino que también garantizará que los productos cumplan con los criterios establecidos, mejorando la confianza y satisfacción del cliente.

GRAFICO RESUMEN DE METODOLOGIA BPM

El gráfico resume proporciona una evaluación visual de diversas áreas críticas relacionadas con las operaciones de una planta de producción. Se observa que las instalaciones sanitarias y el proceso de fabricación tienen los puntajes más altos con 62.5 y 54 respectivamente, lo que indica un desempeño superior en estas categorías y sugiere que las prácticas y procedimientos existentes están en su mayoría alineados con los estándares esperados. Sin embargo, estas áreas aún presentan margen para la mejora y se debe continuar con la vigilancia y la mejora continua para mantener y elevar los niveles actuales de cumplimiento.

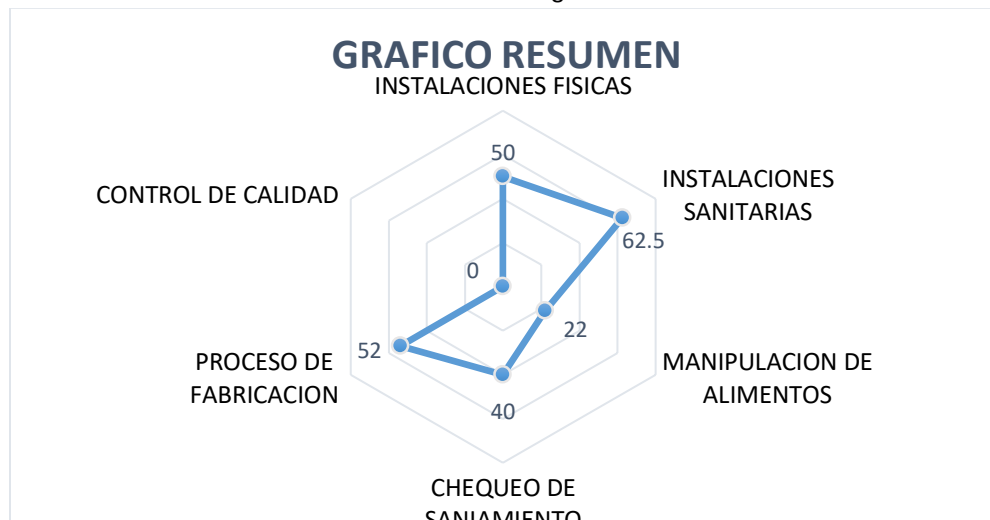
En contraste, la manipulación de alimentos y el control de calidad muestran áreas significativas de mejora con puntajes de 22 y 0 respectivamente. La baja puntuación en la manipulación de alimentos señala la necesidad de correctivas inmediatas para mejorar la higiene y la seguridad en el manejo de alimentos, lo que podría incluir una mejor capacitación para los empleados, implementar sistemas más eficientes y actualizar o adquirir mejores equipos.

El puntaje de cero en control de calidad es particularmente preocupante, ya que indica una falta de procedimientos establecidos o una falla en su aplicación. Esto requiere una revisión y la implementación de un sistema de control de calidad robusto que incluya la definición clara de estándares, procedimientos de inspección y seguimiento, y la capacitación correspondiente del personal involucrado. La prioridad debe ser establecer un marco de control de calidad que garantice que los productos cumplan con las normativas y satisfagan tanto las expectativas de los clientes como los requisitos de seguridad alimentaria.

Con base en estos hallazgos, las acciones a tomar deben priorizar el reforzamiento de la calidad y la seguridad alimentaria. Se deberá desarrollar e implementar un plan de acción detallado que aborde las áreas débiles, asignar recursos y personal adecuado, y establecer cronogramas y métricas para evaluar el progreso. El compromiso con la mejora continua y la adopción de las mejores prácticas son esenciales para alcanzar la excelencia operativa

y garantizar la confianza de los consumidores en la seguridad y calidad del producto.

Ilustración 11. Metodología BPM



Fuente: Elaboración Propia (2024)

12.1.2 METODOLOGÍA DE LAS 5S

Las 5S es una técnica de gestión que se basa en cinco principios (Clasificar, Organizar, Limpiar, Estandarizar, Seguir mejorando) para lograr lugares de trabajo mejor organizados, más limpios, más ordenados y productivos [16].

Se partió de la metodología propuesta por las listas de chequeo **Anexo 3. Resultados 5s** para evaluar la aplicación de la metodología. Para verificar que la empresa se encuentra en base a ella. Daron información relevante sobre el estado frente a las 5s, la puntuación considerada para la calificación de cada una fue de 0 a 2, siendo 0 no cumple, 1 cumple parcialmente y 2 cumple totalmente.

Ilustración 12. Cuadro Resumen

Cuadro Resumen	
0	No cumple
1	Cumple parcial
2	Cumple total

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Se realizó el análisis respectivo de cada una de las 5s, como se muestra a continuación.

SEIRI (CLASIFICACIÓN)

La primera S “Seiri”, que significa clasificar o descartar lo innecesario, ha revelado datos sobre la eficiencia y organización actuales. Esta metodología es esencial para crear un espacio de trabajo óptimo que promueva la eficacia y la seguridad.

Los resultados que mostró esta primera S es que tiene un cumplimiento del 70%. Indicando que los elementos clave, como herramientas, repuestos y útiles, estaban parcialmente bien ubicados y señalizados, y los objetos frecuentes estaban ordenados y fácilmente identificables, facilitando su uso y localización, indicando un entorno poco estructurado y accesible. Se observó, asimismo, la ausencia de maquinaria inutilizada, lo que contribuye a un flujo de trabajo más fluido y reduce los riesgos asociados con equipos innecesarios. La evaluación también resaltó que existen objetos innecesarios en el área de trabajo que podrían entorpecer las operaciones diarias y representan oportunidades para el despeje del espacio y la mejora de la eficiencia. Además, la existencia de elementos inutilizados que, aunque correctamente identificados, aún necesitan ser retirados o reciclados para evitar el desorden y la ineficiencia. A pesar de estos elementos redundantes, la práctica de señalarlos como innecesarios demuestra una conciencia sobre la importancia de un espacio de trabajo optimizado.

Estos hallazgos ofrecen una visión integral del estado actual del área de trabajo bajo la primera s “Seiri”. La identificación clara de áreas de mejora, combinada con prácticas efectivas ya implementadas, sienta las bases para acciones correctivas

dirigidas a eliminar lo superfluo y reforzar la organización. Se propone la retirada de los elementos innecesarios y la mejora continua del proceso de clasificación. Así, la implementación de estas acciones llevará a un ambiente laboral más ágil, eficiente y seguro, con impactos positivos tangibles en la productividad y el bienestar de los empleados.

Ilustración 13. Seiri

Id	S1=Seiri (Clasificar)	
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	1
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	1

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Para ver el análisis detalladamente dirigirse al **Anexo 3. Resultados 5s**.

SEITON (ORGANIZACIÓN)

La segunda S Seiton, o "ordenar", mide cómo se organizan y disponen los elementos en el entorno de trabajo para maximizar la eficiencia y la seguridad. Los resultados muestran áreas significativas que requieren mejoras con un porcentaje de cumplimiento del 40%. En primer lugar, la definición de pasillos y áreas de trabajo no está claramente establecida, lo que indica una falta de organización básica. Además, existen obstáculos cerca de los extintores, comprometiendo la seguridad en caso de incendio. El suelo presenta desperfectos como grietas y sobresaltos, lo cual es un riesgo para la seguridad y puede afectar la eficiencia. Las estanterías no tienen letreros identificatorios, dificultando la organización y acceso a materiales, y no hay líneas blancas o marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento, lo que puede causar desorden y confusión.

Algunos aspectos muestran un esfuerzo parcial en organización, como la adecuación de estanterías y áreas de almacenamiento, que están parcialmente

identificadas y ubicadas. Las cantidades admisibles y el formato de almacenamiento también están indicados parcialmente, sugiriendo la necesidad de una mejor especificación.

Por otro lado, algunos aspectos están bien gestionados. Todas las herramientas disponibles son necesarias y fácilmente identificables, reflejando una buena práctica de orden. Los materiales y semielaborados están correctamente diferenciados e identificados, mejorando la eficiencia. Además, todos los materiales, palets y contenedores están almacenados de forma adecuada, mostrando una gestión eficaz en este aspecto.

Ilustración 14. Seiton

Id	S2=Seiton (Ordenar)	
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	0
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	2
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	2

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Para ver el análisis detalladamente dirigirse al **Anexo 3. Resultados 5s.**

SEISO (LIMPIEZA)

La tercera S “SEISO”, se enfoca en la limpieza revelando un compromiso con el mantenimiento de un entorno de trabajo impecable con un 60% de cumplimiento. Los resultados muestran que existen áreas críticas que necesitan atención inmediata como el área de cocción y moldeo y empaque. Revisar el estado del suelo y los alrededores de los equipos, obtuvo una puntuación baja, indicando la presencia de manchas, polvo o residuos, lo que refleja una limpieza inadecuada. Otros aspectos, como el estado de la tubería, el sistema de drenaje, la luminaria y la limpieza de paredes, suelo y techo, obtuvieron una puntuación parcialmente buena. Esto sugiere que, aunque hay esfuerzos de limpieza, no son completamente efectivos, y existen áreas con suciedad o deterioro que requieren mejor mantenimiento.

Por otro lado, se destacan prácticas positivas en algunas áreas. La limpieza de las máquinas se realiza con frecuencia y se mantienen libres de grasa y virutas. También se realizan tareas de limpieza periódicas junto con el mantenimiento de la planta, y el suelo y los equipos se barren y limpian regularmente sin necesidad de que se les indique, lo cual es muy positivo.

Ilustración 15. Seiton

Id	S2=Seiton (Ordenar)	
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	0
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	2
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	2

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Para ver el análisis detalladamente dirigirse al **Anexo 3. Resultados 5s.**

SEIKETSU (ESTANDARIZAR)

La cuarta S “Seiketsu”, se enfoca en estandarizar, ha revelado que la productora debe comprometerse con la creación y el mantenimiento de un entorno de trabajo eficiente. En esta evaluación, se obtuvo un puntaje de 8 sobre 20, un 40 % de cumplimiento.

Los resultados indican varias áreas que requieren atención. El personal no está utilizando la vestimenta adecuada, lo cual puede afectar la seguridad y la eficiencia. Hay ventanas o puertas que están rotas, lo que puede comprometer la seguridad y el confort del entorno de trabajo. No se están generando mejoras regularmente en las diferentes áreas de la empresa, lo que sugiere una falta de enfoque en la mejora continua. Además, no se actúa sobre las ideas de mejora, lo que puede desmotivar al personal y limitar el potencial de mejora del entorno de trabajo.

En cuanto a la iluminación y ventilación, las áreas de trabajo tienen luz y ventilación insuficientes para la actividad que se desarrolla, indicando la necesidad de mejorar estas condiciones. Existen problemas con respecto al ruido, vibraciones o temperatura, afectando potencialmente la comodidad y productividad del personal. Las futuras normas como plan de mejora se consideran parcialmente, lo que sugiere que hay un reconocimiento de la necesidad de mejora, pero una implementación incompleta. La eliminación de elementos innecesarios, la definición de espacios y la limpieza se mantienen parcialmente, indicando un esfuerzo incompleto en mantener los estándares.

Sin embargo, hay aspectos bien gestionados, como la habilitación de zonas de descanso, comida y espacios para fumar, lo que refleja una buena práctica en el cuidado del personal. Hay procedimientos escritos estándar utilizados activamente, positivos para mantener la consistencia y calidad en los procesos.

Ilustración 16. Seiketsu

Id	S4=Seiketsu (Estandarizar)	
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada?	0
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	1

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Para ver el análisis detalladamente dirigirse al **Anexo 3. Resultados 5s.**

SHITSUKE (SEGUIR MEJORANDO)

La última S, “Shitsuke” representa la disciplina en la metodología de las 5s. La productora lleva un control parcial de la limpieza y la presentación de informes se realizan con diligencia, demostrando la incorporación de estas tareas en la rutina diaria del personal. Sin embargo, no se utiliza de manera adecuada de uniformes y

equipos de protección personal para las tareas diarias y específicas refleja falta de conciencia sobre la seguridad y el bienestar. En esta evaluación, se obtuvo un puntaje de 8 sobre 20, un 40 % de cumplimiento.

Los resultados indican varias áreas que requieren atención. Los informes diarios no se realizan correctamente ni a su debido tiempo, indicando una falta de seguimiento y control. Además, no se utiliza el uniforme reglamentario ni el material de protección diario, lo cual compromete la seguridad del personal. También se observa que no se utiliza el material de protección necesario para trabajos específicos, poniendo en riesgo la integridad física del personal. No existen procedimientos de mejora revisados regularmente, lo que sugiere una falta de enfoque en la mejora continua. Asimismo, no se realizan todas las actividades definidas en las 5S ni se realizan los seguimientos correspondientes, reflejando una falta de disciplina al implementar estos estándares.

En cuanto al control diario de limpieza, se realiza parcialmente, indicando un esfuerzo, pero no totalmente efectivo. Las herramientas y piezas se almacenan de manera parcial, sugiriendo que hay margen de mejora en la organización.

Por otro lado, algunos aspectos están bien gestionados. Los miembros de la comisión de seguimiento cumplen con los horarios de las reuniones, reflejando un buen nivel de compromiso y disciplina. Todo el personal está capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándar definidos, lo cual es positivo para la implementación de las 5S. Además, se están cumpliendo adecuadamente los controles de stocks, asegurando que los materiales necesarios están disponibles cuando se requieren.

Ilustración 17. Shitsuke

Id	S5= Shitsuke (Disciplinar)	
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	1
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	0
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario, así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	0

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Para ver el análisis detalladamente dirigirse al **Anexo 3. Resultados 5s.**

12.1.3 Análisis DOFA

Se realizó un análisis DOFA para identificar los elementos internos y externos que afectan a la productora. El análisis DOFA fue importante para enfocarse en mejorar los procesos internos, aprovechar las oportunidades del entorno y mitigar riesgos potenciales. Asegurando que las decisiones se tomaran basadas en las fortalezas y oportunidades de la empresa. Con base en este análisis, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4. DOFA

MATRIZ DOFA Planta Procesadora de caña PANELAGRO 2024	Fortalezas (F) 1-Experiencia técnica en la producción. 2-Producto final acreditado en el mercado nacional. 3-Conocimiento del mercado. 4-Disponibilidad al cambio. 5-Recursos económicos disponibles. 6-Disponibilidad de áreas para nuevos cultivos de caña. 7-Panelagro es una empresa legalizada en Cámara de Comercio y registro mercantil.	Debilidades (D) 1-Falta de certificación orgánica de cultivos. 2-Falta certificación en BPM. 3-Trapiche con baja extracción. 4-Hornilla y áreas de proceso en mal estado. 5-Cuarto de moldeo inadecuado. 6-La producción es mensual con una molienda de seis días. 7-Operarios carecen de dotación y elementos de seguridad.

		8-No se llevan registros de consumo energético, ni indicadores del proceso.
<u>Oportunidades (O)</u> 1-Penetrar mercado internacional, con apoyo de Min comercio. 2-Consolidar mercados nacionales. 3-Comprar equipos que mejoren la capacidad de producción de la planta. 5-Coordinar con SENA, formación y asesoría. 6-Iniciar nuevas siembras de caña con material vegetal de alto rendimientos y resistencia.	<u>Estrategias FO</u> 1-Con la panela acreditada en los mercados consolidar nuevos mercados nacionales. F2-O2. 2-Con la disponibilidad de áreas para nuevos cultivos, y recursos económicos, sembrar cañas con nuevas semillas para atender mercados nacionales e internacionales. F6-5-O1-2. 3- Con la disponibilidad al cambio y recursos económicos, comprar equipos que mejoren la capacidad de producción de la planta. F4-6-O3.	<u>Estrategias DO</u> 1-Realizar certificación orgánica de los cultivos y BPM, para buscar la penetración de mercados internacionales. D1-2-O1. 2-Con el mejoramiento del trapiche, hornilla y áreas de proceso, se pueden penetrar y consolidar nuevos mercados y mejorar la capacidad competitiva. D3-D4-5-D1-2-6.
<u>Amenazas (A)</u> 1-Alto nivel de competencia con otras empresas productoras de panela. 2-Disminución de mano de obra. 3-Inestabilidad de los precios.	<u>Estrategias FA</u> 1-Con la experiencia técnica, la disponibilidad al cambio, los recursos económicos, podemos enfrentar la competencia por los mercados de la panela y la disminución de la mano de obra F1-4-5-A1-2. 2-La experiencia técnica en la producción, el producto acreditado, podemos enfrentar la inestabilidad de los precios. F1-2-3-A3.	<u>Estrategias DA</u> 1-Con la certificación orgánica de los cultivos, la certificación BPM, logramos mejorar los niveles de competitividad y prevenir la disminución de la mano de obra. D1-2-A1-3.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

12.1.4 TIEMPO DE PRODUCCIÓN

La determinación del número de observaciones requerido se basó en una fórmula que se encuentra detallada en el libro Métodos de Niebel [34] . Para aplicar esta técnica se adoptaron los siguientes parámetros: un nivel de confianza del 95%, una desviación estándar de 4, y una distribución t de 4.303. El promedio observado en el proceso fue de 161. Con estos datos, se estableció que un mínimo de 5 observaciones es esencial para garantizar la fiabilidad de los resultados.

$$n = \left(\frac{ts}{k\bar{x}} \right)^2$$

Ilustración 18 Datos

N° Observaciones General	
K	0,05
X barra	161
t	4,303
s	4
Resultado	5

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Ilustración 19 Datos

PROCESO/MEDICIONES	Tiempo(Minutos)					Promedio
	1	2	3	4	5	
Extraccion	55	53	54	56	53	54
Limpieza	17	16	16	17	16	16
Evaporacion	58	53	56	57	56	56
Moldeo	17	15	15	16	16	16
Empaque	17	19	19	18	18	18
Tiempo total	164	156	160	164	159	161
Cantidad de producto en kg	125	140	135	130	135	133
kg que salen por minuto	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8

Fuente: Elaboración Propia (2024)

La tabla muestra el tiempo empleado en cada paso del proceso de producción de panela a lo largo de cinco mediciones basados en el resultado de la fórmula de n° de observaciones. En la primera, la máquina estaba en frío; en la segunda y tercera, en caliente. Sin embargo, en la cuarta ocurrió un imprevisto: una gallina ingresó a la zona de cocción, lo que generó una variación en los datos. Finalmente, en la quinta medición, la producción se normalizó y el tiempo disminuyó.

Se evaluaron las etapas de extracción, limpieza, evaporación, moldeo y empaque, registrando el tiempo promedio de cada una y la cantidad de kilogramos producidos. El ciclo completo de producción tardó, en promedio, 161 minutos, con variaciones entre 156 y 164 minutos. En cuanto a los tiempos individuales, la extracción duró en promedio 54 minutos, siendo una fase clave, aunque no la más larga. Tanto la limpieza como el moldeo tomaron aproximadamente 16 minutos, lo que sugiere cierta estabilidad en ambos procesos. La evaporación, en cambio, tardó 56 minutos,

convirtiéndose en la etapa más prolongada y el principal cuello de botella del sistema.

La producción inicial fue de 665 kg en el primer día, con un ritmo de 0,8 kg por minuto. A medida que el proceso avanza y se estabiliza en caliente, la capacidad productiva aumenta, alcanzando un estándar de 6.000 kg.

Estos datos sirven como base para identificar oportunidades de mejora en términos de optimización y ajustes en la línea de producción. Para incrementar la eficiencia sin comprometer la calidad del producto, es recomendable implementar tecnologías más avanzadas, como sistemas de evaporación cerrados de efecto múltiple, que permitan reducir el tiempo de evaporación. Asimismo, mejorar los procesos de extracción y moldeo ayudaría a estandarizar los tiempos y disminuir la variabilidad en el flujo de trabajo.

El análisis de tiempos permite identificar las etapas que requieren mayor atención y proponer mejoras concretas para optimizar tanto el tiempo como los recursos utilizados en la producción[34].

12.1.5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS

La tabla expone los principales peligros identificados en las distintas etapas del proceso de producción de panela llevado a cabo por Panelagro. Esta identificación forma parte esencial del sistema de gestión de inocuidad, permitiendo establecer medidas preventivas y correctivas que garanticen la calidad e higiene del producto final. En cada fase del proceso, desde la extracción del jugo de caña hasta el almacenamiento del producto terminado, se presentan riesgos potenciales de tipo físico, químico y biológico. Reconocer estos peligros permite a Panelagro fortalecer sus buenas prácticas de manufactura y asegurar la entrega de un alimento seguro y confiable al consumidor.

Tabla 5. Identificación de Peligro

Etapa de proceso	Peligro Identificado	Tipo de peligro
Extracción	Presencia de residuos metálicos	Físico
Clarificación	Exceso de cal o productos químicos	Químico
Evaporación y concentración	Sobrecalentamiento que genera	Químico

	compuesto indeseado	
Moldeo	Contaminación por microorganismos	Biológico
Empaque	Formación de moho	Biológico
Almacenamiento	Contaminación por animales e insectos	Biológico

Fuente: Elaboración propia (2025)

12.1.6 INDICADORES DE RENDIMIENTO KPI'S

Con el objetivo de mejorar el rendimiento de producción en la elaboración de panela, se vuelve fundamental contar con herramientas de medición que permitan evaluar de manera continua la eficiencia del proceso productivo. Panelagro, ubicada en el municipio de Quebrada Negra, enfrenta actualmente desafíos relacionados con la baja productividad derivada del uso de métodos tradicionales, lo que limita su capacidad de respuesta ante las exigencias del mercado en cuanto a calidad y eficiencia.

Para enfrentar estos retos, se han definido indicador Clave de Desempeño (KPIs) específico para el monitoreo del rendimiento de producción. Este indicador permitirá identificar cuellos de botella, evaluar la eficiencia de la maquinaria y del personal, y establecer estrategias de mejora basadas en datos reales. La implementación de (KPIs) ofrecerá una base sólida para la toma de decisiones, impulsando una producción más eficiente y competitiva.

Rendimiento de Producción

$$Rendimiento = \frac{Unidades\ Producidas}{Tiempo\ Total\ Produccion}$$

Objetivo: Medir cuántas unidades de panela se producen por mes.

Frecuencia de Medición: Mensual

Datos:

Caja de Panela: 5 kg

Peso de Unidad: 0,125 grs

Unidades de Panela Caja: 40 und

Días de Producción: 6

Unidades Producidas:1200 cajas.

Rendimiento producción estándar: 200 cajas en promedio-día

Total de producción: 1200 cajas

Unidad de panela producido:48000 und/ mensual correspondiente a 6000 kg

DIAGNOSTICO ACTUAL	Resultados Esperados con la propuesta	% mejoramiento del desempeño operacional
Indicador de productividad: 48.000 unidades/mes	Indicador de productividad: 96.000 unidades/mes	Unidades con la propuesta/ Unidades actuales producidas 200% de incremento con la propuesta.

El indicador de productividad mide la cantidad de unidades producidas por mes. Actualmente, la empresa produce 48.000 unidades/mes. Con la propuesta presentada, se espera duplicar esta cifra, alcanzando 96.000 unidades/mes, sin aumentar los días de molienda.

Este cambio representa un incremento del 200% en el desempeño operativo, lo que significa que la empresa duplicaría su producción con los mismos recursos de tiempo, generando una mayor utilidad y eficiencia.

12.2 IMPLEMENTACIONES NECESARIA PARA MEJORAR EL PROCESO

La planta productora de panela llevará a cabo una serie de mejoras estratégicas con el objetivo de optimizar sus instalaciones físicas, sanitarias, procesos productivos y sistemas de control de calidad. Estas acciones estarán orientadas a garantizar el cumplimiento de las normas de higiene y seguridad alimentaria, mejorar las condiciones laborales del personal y aumentar la eficiencia operativa. Entre las propuestas se incluyen la instalación de mallas protectoras, la señalización en áreas críticas y la implementación de programas de mantenimiento preventivo, reforzando el compromiso de la planta con la producción segura y responsable de sus productos.

Asimismo, se fortalecerán las prácticas de manipulación de alimentos, saneamiento y gestión de residuos mediante políticas claras y capacitaciones regulares para el personal. Se priorizará la adquisición de nuevas tecnologías y equipos adecuados,

además de implementar sistemas de calidad detallados que permitan cumplir con los estándares de la industria. Estas acciones propuestas reflejan un enfoque integral hacia la excelencia operativa y la sostenibilidad, sentando las bases para una operación más eficiente y competitiva en el futuro.

12.2.1 INSTALACIONES FISICAS

Mejora del cuarto de moldeo

Para garantizar que el cuarto de moldeo cumpla con los estándares mínimos exigidos, especialmente considerando que el producto está destinado al consumo humano, resulta fundamental implementar las siguientes mejoras. Estas acciones son esenciales para satisfacer las normativas y asegurar la calidad del producto.

- **Rejilla de piso:** Fabricada en acero inoxidable, con un costo unitario de 250,000 y una dimensión de 60x10 cm. Su instalación alrededor de la mesa facilita la limpieza de la zona, contribuye a mantener un entorno higiénico y evita que el piso se torne resbaladizo. Son 4 rejillas teniendo un costo total de \$ 1,000,000.
- **Ventanas:** Se instalará un vidrio con dimensiones de 200x130 cm, con un costo de \$ 1,450,000. Este aislamiento evitará el paso del vapor hacia el área, garantizando un entorno más seguro y controlado.
En las áreas alejadas del proceso de cocción, se utilizará un anejo fabricado en fibra de vidrio, con un costo de \$693,000. Este material servirá para prevenir el ingreso de plagas y animales, protegiendo las zonas de empaque y moldeo y asegurando el cumplimiento de estándares de higiene.
- **Mesones:** Este equipo de acero inoxidable ideal para mantener un entorno de trabajo estéril, ya que su superficie no porosa impide la acumulación de bacterias y facilita su limpieza, asegurando así la seguridad alimentaria del producto final. Adicionalmente, este material es capaz de soportar altas temperaturas, lo cual es esencial para manipular la panela en su estado caliente sin degradar la calidad del producto o la superficie de trabajo. Con un alto de 80 cm de alto y 70 cm de ancho tiene un costo de \$650,000.

Delimitación y señalización de áreas críticas

La delimitación y señalización de áreas principales es fundamental para garantizar un entorno seguro y eficiente. Estas medidas permiten identificar zonas críticas,

como áreas de cocción, moldeo y empaque, restringir el acceso no autorizado y asegurar que los procesos productivos se lleven a cabo en condiciones óptimas de seguridad e higiene.

La implementación de un sistema de señalización clara se convierte en una necesidad urgente. Esto no solo reduce el riesgo de accidentes laborales, sino que también protege la calidad del producto y asegura el cumplimiento de las normativas relacionadas con la producción de alimentos destinados al consumo humano.

Los objetos para la delimitación y señalización son:

- Señalización ruta de evacuación Izq.(X5): \$ 15,000.
- Señalización ruta de evacuación Der (X5): \$ 15,000.
- Señalización camilla: \$ 3,000.
- Señalización botiquín: \$ 3,000.
- Señalización personal autorizado: \$ 3,000.
- Señalización riesgo eléctrico: \$ 3,000.
- Cinta antideslizante con reflectivo: 29,000.

Todos estos objetos tienen un costo total de \$ 85,000 IVA incluido.

12.2.2 INSTALACIONES SANITARIAS

Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo

1. Objetivo

Garantizar que los accesos (puertas y ventanas), así como los sanitarios, lavamanos y duchas, se mantengan en condiciones óptimas de funcionamiento para evitar interrupciones en las operaciones y promover un ambiente seguro e higiénico. Esto contribuye a la durabilidad de las instalaciones y al cumplimiento de normativas de higiene y seguridad.

2. Implementación y Seguimiento

Para la efectividad del programa, se asignarán responsabilidades claras, se documentará cada actividad y se realizará un seguimiento continuo para identificar oportunidades de mejora.

Tabla 6. Descripción de actividades mantenimiento

Tareas a Realizar	Frecuencia	Responsable
Inspección de marcos y estructuras	Mensual	Personal de Mantenimiento
Revisión de sellos de goma	Bimestral	Personal de Mantenimiento
Mantenimiento de mecanismos de cierre	Trimestral	Personal de Mantenimiento
Refuerzo de sellos con silicona	Semestral	Personal de Mantenimiento
Limpieza	Semanal	Personal de Limpieza
Inspección de sanitarios, lavamanos y duchas	Mensual	Personal de Mantenimiento
Limpieza profunda de tuberías y desagües	Semestral	Personal de Mantenimiento
Uso de productos de limpieza específicos	Permanente	Personal de Limpieza

3. Productos Químicos a Utilizar

- Desinfectantes de grado industrial
- Limpiadores específicos para grifería y tuberías
- Silicona selladora para refuerzo de cierres

4. Equipos de Protección Personal (EPPs)

- Guantes de protección
- Gafas de seguridad
- Mascarillas contra vapores químicos
- Ropa de trabajo resistente a productos químicos

Este programa permite un control efectivo sobre el mantenimiento de los accesos y sistemas sanitarios, asegurando su correcto funcionamiento y previniendo problemas futuros.

Espacio para almacenamiento de objetos personales

La higiene y evitar la contaminación cruzada son pilares fundamentales para mantener la calidad del producto y cumplir con las normas de salud alimentaria. Los objetos personales en áreas de producción pueden tener contaminantes externos y comprometer la limpieza.

La implementación de lockers de acero inoxidable con 9 puestos tiene un costo de 3,500,000 y se utilizaría para el almacenamiento de ropa, objetos personales y artículos no esenciales minimiza los riesgos de contaminación, también se alinearía a los estándares de calidad y seguridad alimentaria.

12.2.3 MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS

Implementación de uniformes

El uso de uniformes ayuda a garantizar la seguridad del producto y seguridad del personal, también cumple con la función de protección frente a contaminantes externos, también permitiendo identificar al personal autorizado en áreas específicas, mejorando la seguridad y control dentro de la planta.

Los uniformes para el personal de la planta están compuestos por los siguientes elementos:

- Camisa de manga tres cuartos: \$71,995
- Pantalón de jean: \$72,223
- Overol: \$119,298
- Botas de seguridad con punta de acero: \$99,900
- Gorra: \$19,900
- Respirador KN95: \$2,915

El costo total del uniforme, incluyendo IVA, asciende a \$386,341. Este equipo garantiza comodidad, seguridad e higiene, cumpliendo con los requisitos necesarios para el manejo de alimentos. La dotación se dará dos veces al año.

12.2.4 CHEQUEO DE SANEAMIENTO

Implementación de contenedores

El uso de contenedores adecuados y correctamente clasificados es fundamental para el manejo responsable de residuos, promoviendo la separación adecuada y contribuyendo a mejores prácticas de higiene y sostenibilidad dentro de la planta. Esta medida no solo asegura el cumplimiento de normativas sanitarias y ambientales, sino que también fomenta un entorno más organizado y eficiente.

Los contenedores se clasificarán de la siguiente manera:

Blanco: Residuos aprovechables.

Negro: Residuos no aprovechables.

Verde: Residuos orgánicos.

Cada contenedor de 121 litros contará con un ícono distintivo para facilitar la identificación de los residuos, mejorando la efectividad del proceso. El costo total de estos contenedores es de \$460,000.

Manual de procedimiento para el control de plagas y limpieza

1. Objetivo del Manual

Garantizar un entorno higiénico y seguro mediante la implementación de medidas preventivas, correctivas y de monitoreo para el control de plagas y limpieza dentro de la empresa. Este manual detalla las acciones necesarias para prevenir, identificar y mitigar riesgos sanitarios asociados a la acumulación de residuos y la presencia de plagas. Su implementación permite optimizar recursos, facilitar la capacitación del personal y asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad e inocuidad alimentaria.

2. Inspección Inicial

Realizar una evaluación inicial de todas las instalaciones para identificar posibles focos de plagas.

- Inspeccionar grietas, huecos, techos y drenajes.
- Identificar fuentes de alimento, agua y refugio que puedan favorecer la proliferación de plagas.
- Documentar los hallazgos y clasificar las áreas según el nivel de riesgo (alto, medio, bajo).

3. Acciones Preventivas

Mantenimiento de Instalaciones:

- Sellar grietas, orificios y entradas potenciales en paredes, techos y puertas.
- Instalar mallas protectoras en ventanas y claraboyas.

Limpieza Regular:

- Establecer cronogramas de limpieza diaria, semanal y mensual.
- Asegurar la eliminación de residuos en horarios establecidos.

Almacenamiento Correcto:

- Mantener los alimentos y materia prima en estantes elevados y bien cerrados.
- Evitar acumulación de productos cerca de las paredes.

4. Control Correctivo

El empleado de limpieza deberá realizar

- Colocación de trampas para roedores en puntos estratégicos.
- Aplicación de plaguicidas en áreas identificadas como foco de plagas.
- Realizar fumigaciones periódicas, al menos cada 3 meses o según necesidades específicas.
- Monitorear los resultados y registrar cada actividad en un informe técnico.

5. Productos Químicos a Utilizar

- Desinfectantes de grado industrial
- Limpiadores específicos para grifería y tuberías
- Plaguicidas certificados

6. Equipos de Protección Personal (EPPs)

- Guantes de protección
- Gafas de seguridad
- Mascarillas contra vapores químicos
- Ropa de trabajo resistente a productos químicos

7. Implementación y Seguimiento

Para la efectividad del programa, se asignarán responsabilidades claras, se documentará cada actividad y se realizará un seguimiento continuo para identificar oportunidades de mejora.

Tabla 7. Actividades manejo de plagas

Áreas a Realizar	Frecuencia	Responsable
Inspección de grietas y drenajes	Mensual	Personal de Mantenimiento
Sellado de orificios y entradas	Trimestral	Personal de Mantenimiento
Limpieza de residuos	Semanal	Personal de Limpieza
Fumigación y control de plagas	Trimestral	Personal de Limpieza

Fuente: Elaboración Propia (2024)

12.2.5 PROCESO DE FABRICACIÓN

Trapiche Tecnificado

Un trapiche que puede manejar 3 toneladas de materia prima da importantes ventajas para una pequeña empresa dedicada a la fabricación de panela o azúcar de caña. En primer lugar, este tipo de equipamiento permite incrementar los niveles de producción. Esto se traduce en una mejor utilización de las cosechas y una notable reducción en los intervalos de inactividad, optimizando así la frescura del jugo obtenido. Este aumento en la capacidad de procesamiento no solo hace que el proceso sea más eficiente al procesar más caña en menos tiempo, sino que también disminuye la carga de trabajo físico.

Además, al elevar la cantidad de producción, los gastos fijos como el consumo de energía y los costos laborales se reparten entre más producto, lo cual disminuye el costo unitario de la panela producida. Esto permite que la productora pequeña mejore su competitividad en el mercado y aumente su margen de ganancia.

Los costos de adquisición de la maquinaria ascienden a \$50.000.000. Actualmente, la eficiencia de extracción del jugo es del 40%, y con el nuevo trapiche se propone alcanzar una eficiencia del 60%. Esta mejora en la extracción también implica que el bagazo de caña salga con un menor porcentaje de humedad, lo cual puede facilitar su aprovechamiento como combustible o en otros usos dentro del proceso productivo.

Ilustración 20. Trapiche tecnificado



Fuente: Trapiche 12X16 JM Estrada (2023)

Horno Tipo CIMPA

La hornilla Cimpa es un sistema diseñado para transformar la energía del bagazo de caña en energía calórica, utilizado para procesar el jugo extraído de la caña y producir panela, miel de caña y melote. Tiene una capacidad de producción de 75 a 225 kilogramos de panela por hora y puede trabajar con bagazo seco o verde (humedad < 30%), según el tipo de cámara de combustión, que puede ser Plana-Cimpa con una o doble cámara.

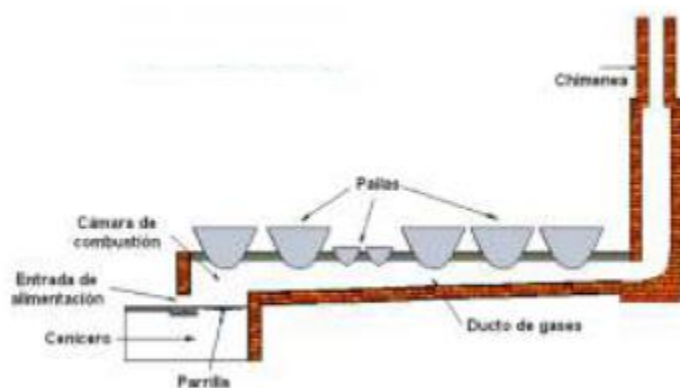
Para mejorar la eficiencia térmica y reducir las pérdidas de calor, la hornilla Cimpa emplea ladrillo refractario en la construcción de la cámara de combustión y ductos. Su diseño optimiza la distribución de gases de combustión según la geometría de las pailas y regula la presión y velocidad de los gases mediante una chimenea ajustable con válvula mariposa.

Los intercambiadores de calor, fabricados en acero inoxidable, están estratégicamente ubicados dentro del ducto para maximizar la transferencia de calor, adaptándose a cada etapa del proceso (clarificación, evaporación y concentración). Este diseño asegura eficiencia, inocuidad y versatilidad.

Al tener una hornilla tradicional, las adecuaciones necesarias para convertirla en Cimpa de dos cámaras están alrededor de \$35,000,000, ya que solo se realizarán ajustes en los niveles geométricos para conservar mejor la temperatura, sin modificar las pailas. Gracias a este horno tipo Cimpa se alcanzarán con rapidez los grados necesarios para la fabricación de panela, lo que permitirá reducir los tiempos

del proceso y mejorar la producción al evitar que se pierda rápidamente el calor generado por el bagazo o leña.

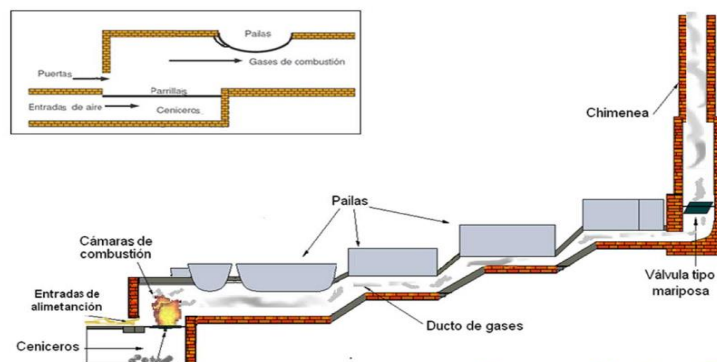
Ilustración 21 Horno actual productora



Fuente: Agrosavia (2024)

Ilustración 22. Horno Cimpa dos cámaras

Hornilla tipo Plana Cimpa de dos cámaras o Cundinamarca



Fuente: Agrosavia (2024)

12.2.6 CONTROL DE CALIDAD

Ficha técnica de productos terminados

Tabla 8. Ficha producto terminado

Parámetro	Mínimo	Máximo
Azúcares reductores (glucosa) (%)	5.5%	-
Azúcares no reductores (sacarosa) (%)	-	83%
Proteínas (%) (N x 6.25)	0.2%	-
Cenizas (%)	0.8%	-
Humedad (%)	-	9.0%
Plomo (mg/kg)	-	0.2
Arsénico (mg/kg)	-	0.1
SO ₂	NEGATIVO	
Colorantes	NEGATIVO	

Tipo de Aditivo	Sustancia
Reguladores de pH	carbonato de calcio
Antiespumantes	Grasas y aceites vegetales
Clarificantes	Guásimo

Fuente: Ley 779 (2006)

Para cada producto elaborado en la planta, se desarrollarán fichas técnicas que incluirán información detallada sobre sus características y estándares de calidad. Estas fichas contendrán una descripción general del producto, parámetros como peso, color, humedad y textura, así como los criterios específicos para su aceptación o rechazo. para la panela, se incluirán especificaciones como un peso de 0,125 g, humedad $\leq 9\%$ y ausencia de grietas o partículas extrañas. Las fichas serán diseñadas en un formato estándar y almacenadas en un repositorio accesible para el personal autorizado.

Además, se realizarán capacitaciones para familiarizar al equipo con el uso de estas fichas y su integración en los procesos de control de calidad. Cada ficha será revisada y periódicamente, asegurando que reflejando cualquier cambio en las especificaciones del producto o en los requisitos de calidad. Esto facilitará la estandarización y garantizará que los productos terminados cumplan con las expectativas del cliente y las normativas aplicables.

Control de Calidad

Durante el proceso de producción de panela en Panelagro, se han identificado diversos peligros que pueden comprometer la inocuidad del producto si no se gestionan adecuadamente. En la etapa de extracción, existe el riesgo de presencia de residuos metálicos, por lo cual se propone la instalación de imanes o detectores de metales, así como un riguroso mantenimiento de los equipos para evitar desprendimientos. En la clarificación, un exceso de cal o productos químicos representa un peligro químico, controlable mediante una dosificación precisa, capacitación del personal y monitoreo constante del pH. En la fase de evaporación y concentración, el sobrecalentamiento puede generar compuestos no deseados; para prevenirlo, se recomienda implementar controles automáticos de temperatura y un mantenimiento regular de las calderas. En el moldeo, se pueden presentar contaminaciones biológicas por microorganismos, por lo que es esencial aplicar prácticas de limpieza y desinfección, asegurar el uso de ropa adecuada por parte del personal y mantener un ambiente higiénico. Durante el empaque, la formación de moho es un riesgo latente que puede ser mitigado mediante empaques herméticos y almacenamiento en condiciones secas, además de realizar inspecciones visuales periódicas. Finalmente, en el almacenamiento, la contaminación por animales e insectos representa un peligro biológico, controlable mediante sistemas eficaces de control de plagas y un adecuado manejo del área de almacenamiento, que debe mantenerse cerrada y limpia.

Tabla 10 Controles Específicos

Etapas	Medidas de Control
Extracción	Instalación de imanes o detectores de metales; mantenimiento riguroso de equipos
Clarificación	Dosificación precisa de productos químicos; capacitación del personal; monitoreo de pH
Evaporación y concentración	Controles automáticos de temperatura; mantenimiento regular de calderas
Moldeo	Limpieza y desinfección; uso de ropa adecuada; mantenimiento de ambiente higiénico
Empaque	Empaques herméticos; almacenamiento en condiciones secas; inspecciones visuales periódicas
Almacenamiento	Sistemas de control de plagas; área de almacenamiento cerrada y limpia

12.3 COSTOS DE MAQUINARIA E INFRAESTRUCTURA

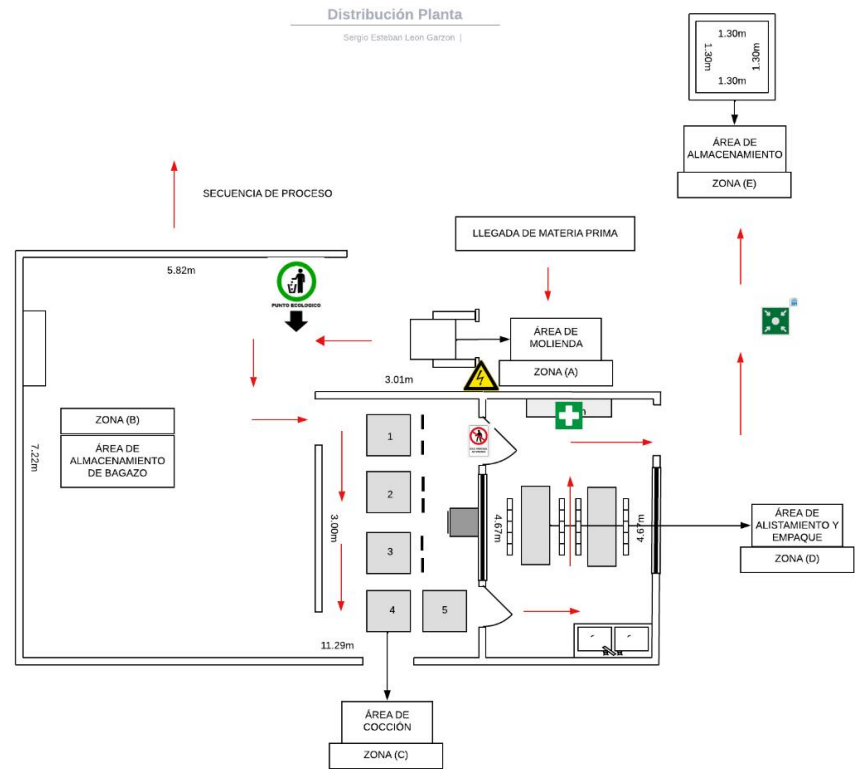
Tabla 11. Costo Maquinaria e Infraestructura

Maquinaria E Infraestructura	Costo
Instalaciones Físicas	\$ 4,528,000
Instalaciones Sanitarias	\$ 3,500,000
Dotación Manipulación De Alimentos Operario	\$ 3,863,410
Chequeo Saneamiento	\$ 1,380,000
Proceso Fabricación Equipo Y Herramientas	\$ 85,000,000
Total	\$ 98,271,410

Fuente: Elaboración Propia (2024)

12.4 REDISEÑO DE PLANTA

Ilustración 23. Rediseño de planta



Fuente: Elaboración propia (2024)

13.EVALUACIÓN EN TÉRMINOS ECONÓMICOS LA PROPUESTA DE MEJORA

13.1 COSTO PRODUCCIÓN DE PANELA. 2024

Costos producción de panela año 2024	
Información de la unidad productiva	
Fecha	15/02/2025
Departamento	Cundinamarca
Municipio	Quebrada negra
Vereda	San Carlos
Nombre de la unidad productiva	Panelagro
Productor	Vicente Velásquez

Tabla 12. Información Inicial Costos

Índices		Información de molienda	
°Brix jugo de caña crudo	19	Jornales hora día de molienda	8.0
°Brix panela	69	Turnos de trabajo por día de molienda	3.0
Extracción (kg jugo/100 Kg de Caña)	50	Días de molienda	6.0
Impurezas (kg jugo/100 Kg de caña)	4	Kg de panela programados por molienda	6.000

1	Mano de obra	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Valor total
1.1	Recepción, clasificación, almacenamiento de caña	Jornal	2	350.000	700.000
1.2	Molienda provisión de caña	Jornal	3	350.000	1.050.000
1.3	Suministro de combustible a la hornilla	Jornal	2	350.000	700.000
1.4	Clarificación de jugos	Jornal	2	350.000	700.000
1.5	Evaporación	Jornal	-	-	-
1.6	Engaverado	Jornal	3	350.000	1.050.000
1.7	Clasificación, empaque, despachos.	Jornal	1	350.000	350.000
1.8	Lavado de equipos	Jornal	1	350.000	350.000

1.9	Personal de cocina	Jornal	2	350.000	700.000
1.10	Alimentación				1.500.000
	Total 1 mano de obra				7.100.000
2	Insumos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor total
2.1	Caña panelera	tonelada	15	140.000	2.100.000
2.1	Floculante (balso, cadillo, otros)	kg	6	12.000	72.000
2.2	Limpieza de equipos molienda y evaporación	Global	1	60.000	60.000
2.3	Regulador de pH (cal)	kg	4	12.000	48.000
2.4	Aceite vegetal	galón	3	40.000	120.000
2.5	Grasas	galón	1	15.000	15.000
2.6	Empaque-lo entrega el comprador	unidad			
	Total costos directos				2.415.000
3	Servicios	Unidad	cantidad	Costo Unitario	Valor Total
3.1	Limpieza y manejo de cuarto de moldeo	Jornal	1	60.000	60.000
3.2	Energía	kWh	344	871.85	299.920
3.3	Agua potable	Global			200.000
3.4	Leña para molienda	carga	3	25.000	75.000
3.5	Transporte, lo da el comprador				
	Total costos indirectos				634.920
	Total costos producción panela				10.149.920

Fuente: Elaboración Propia (2025)

Tabla 9. Proyección Costos Anuales

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Mano de obra	89.460.000	102.336.400	110.523.200	114.944.400
Insumos	30.453.000	33.842.600	36.548.640	38.010.760
Servicios	8.000.000	8.985.000	9.703.000	10.090.100
Costo Financiero (Inversión)	33.412.278	33.412.278	33.412.278	33.412.278
Total	161.325.278	178.576.278	190.187.118	196.457.538

Fuente: Elaboración Propia (2025)

Tabla 10. Proyección de Ventas

Ventas anuales	kilos	Vr/unitario-\$	Total \$
Año 1	72.000	3.700	266.400.000
Año 2	78.000	3.900	304.200.000
Año 3	84.000	4.100	344.400.000
Año 4	84.000	4.300	361.200.000
Total	318.000		1.276.200.000

Fuente: Elaboración Propia (2025)

Tabla 11. Flujo Neto Efectivo

Año de operación	Ingresos totales \$	Egresos totales %	Flujo neto %
1	266.400.000	161.325.278	105.074.722
2	304.200.000	178.576.278	125.623.722
3	344.440.000	190.187.118	154.252.882
4	361.276.200	196.457.538	164.818.662
Total	\$ 1.276.316.200	\$ 726.546.212	\$ 549.132.988

Fuente: Elaboración Propia (2025)

Análisis vertical de la mano de obra

El mayor peso de los costos de mano de obra está en la alimentación con un 21.13%, seguido de la molienda provisión de caña y engaverado con un peso de 14.79% cada uno. Los costos más bajos están en clasificación, empaque, despachos y Lavado de equipos con un 4,93% cada uno.

Tabla 12. Análisis Vertical Mano de Obra

Actividad	Costo	Porcentaje
Recepción, clasificación, almacenamiento de caña	\$ 700.000,00	9,86%
Molienda provisión de cara	\$ 1.050.000,00	14,79%
Suministro de combustible a la hornilla	\$ 700.000,00	9,86%
clarificación de jugos	\$ 700.000,00	9,86%
Evaporación	\$ -	0,00%
Engaverado	\$ 1.050.000,00	14,79%

Clasificación, empaque, despachos.	\$ 350.000,00	4,93%
Lavado de equipos	\$ 350.000,00	4,93%
Personal de cocina	\$ 700.000,00	9,86%
Alimentación	\$ 1.500.000,00	21,13%
Total	\$ 7.100.000,00	69,95%

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Análisis vertical de los insumos

El mayor peso de los insumos está en la Caña panelera con un 86,96%, seguido de los Aceite vegetal con 4,97% y el insume con menor valor es la grasa con un 0,62%.

Tabla 13. Análisis vertical insumos

Actividad	Costo	Porcentaje
Caña panelera	\$ 2.100.000,00	86,96%
Floculante (babo, cadillo, otros)	\$ 72.000,00	2,98%
Limpieza de equipos molienda y evaporación	\$ 60.000,00	2,48%
Regulador de pH (cal)	\$ 48.000,00	1,99%
Aceite vegetal	\$ 120.000,00	4,97%
Grasas	\$ 15.000,00	0,62%
Total	\$ 2.415.000,00	23,79%

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Análisis vertical servicios

El mayor peso de los servicios es el costo de la energía con un 47,24%, seguido del agua potable con un 31,50%. El menor costo es la Limpieza y manejo de cuarto de molde con un 9,45%.

Tabla 14. Análisis vertical servicios

Actividad	Costo	Porcentaje
Limpieza y manejo de cuarto de molde	\$ 60.000,00	9,45%
Energía	\$ 299.920,00	47,24%
Agua potable	\$ 200.000,00	31,50%
Leña para molienda	\$ 75.000,00	11,81%
Total	\$ 634.920,00	6,26%

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Análisis vertical costos

El rubro con mayor costo es la mano de obra con un 69,95%, seguido de los insumos con un 23,79% y por último los servicios con un 6,26%.

Margen Bruto Utilidad

Tabla 15. Margen Bruto de Utilidad

Año	Ingresos	Egresos	Utilidades	MBU	Análisis
1	\$ 266.400.000	\$ 161.325.278	\$ 105.074.722	39,4%	Para el primer año por cada peso vendido la empresa genera una utilidad bruta del 39,4%
2	\$ 304.200.000	\$ 178.576.278	\$ 125.623.722	41,2%	Para el segundo año por cada peso vendido la empresa genera una utilidad bruta del 41,2%
3	\$ 344.400.000	\$ 190.187.118	\$ 154.252.882	44,7%	Para el tercer año por cada peso vendido la empresa genera una utilidad bruta del 44,7%
4	\$ 361.276.200	\$ 196.457.538	\$ 164.818.662	45,6%	Y para el cuarto año por cada peso vendido la empresa genera una utilidad bruta del 45,6%

14. CONCLUSIONES

- La implementación de la metodología 5S permitió identificar y abordar deficiencias críticas en la organización, limpieza y almacenamiento dentro de la planta, lo que impacta directamente en la eficiencia operativa y la calidad del producto. Estas mejoras no solo optimizan el uso del espacio y los recursos, sino que también promueven un entorno de trabajo más seguro y limpio, fortaleciendo la productividad y la moral del equipo
- El principal problema identificado está en el área de cocción. La propuesta de mejora incluye sistemas de evaporación de efecto múltiple, que reducirían los tiempos y aumentarían la capacidad productiva.
- El cambio de trapiche por mejora de capacidad de extracción de jugo llegando hasta 12 ton mes con una molienda y también la construcción de la hornilla tipo cimpa de doble cámara para aumentar la eficiencia del proceso de evaporación y concentración de mieles.
- Se definió en que ayudaría la propuesta con su beneficio respectivo a las áreas críticas de la planta

Actual	Propuesta	Beneficio
Trapiche con 40% extracción	Trapiche con 60% extracción	Permite tener una mejora en la extracción del bagazo ya que no saldría con un gran porcentaje de humedad lo que permitiría tener un uso rápido para alimentar la hornilla.
Hornilla tradicional	Hornilla Cimpa doble cámara	La hornilla Cimpa alcanza y mantiene mejor la temperatura, lo que reduce el consumo de bagazo y leña, acorta los tiempos de cocción y mejora la calidad de la panela, haciendo el proceso más eficiente y rentable.
Servicios sanitarios deteriorados y falta de espacios para guardar	Realizar mantenimiento regular y habilitar espacios para	Mejora la higiene, reduce el riesgo de contaminación cruzada

ropa de los trabajadores.	almacenamiento de objetos personales.	y promueve un entorno más ordenado y seguro.
Presencia de insectos y animales debido a un manejo deficiente de residuos.	Implementar control riguroso de plagas, mejorar manejo de residuos y adquirir contenedores adecuados.	Prevención de plagas, reducción de enfermedades, mejora en la inocuidad del producto y cumplimiento de normas sanitarias.
Dificultades en limpieza y desinfección de equipos, falta de dotación de seguridad para los operarios.	Renovar equipos, garantizar limpieza fácil y dotar al personal con elementos de protección personal (EPP).	Mayor seguridad laboral, reducción de accidentes, mejor limpieza del entorno productivo y mayor vida útil de los equipos.
Falta total de criterios definidos para la calidad del producto final y ausencia de personal técnico calificado.	Elaborar fichas técnicas de calidad y contratar personal capacitado para supervisión de calidad.	Asegura estandarización del producto, disminuye rechazos de calidad, fortalece la confianza de clientes y mercados nuevos.
Áreas de producción expuestas a contaminantes externos, falta de protección y señalización.	Instalar mallas protectoras, mejorar señalización y realizar mantenimiento preventivo de accesos.	Protege contra contaminantes externos, facilita la evacuación en emergencias y refuerza la bioseguridad en planta.

15.RECOMENDACIONES

- Invertir en maquinaria moderna y tecnologías de procesamiento para aumentar la eficiencia de la producción y reducir costos operativos y ambientales.
- Implementar programas de formación continua para empleados en nuevas tecnologías y prácticas de producción sostenible para garantizar la adaptación y el aprovechamiento completo de las nuevas instalaciones y procesos.
- Mantener un enfoque de mejora continua a través de la implementación de las metodologías 5S y BPM y obtener certificaciones ISO que aseguren la calidad y sostenibilidad de los procesos.
- La implementación de tecnologías de evaporación híbrida de efecto múltiple podría disminuir el consumo de energía al aprovechar de manera más eficiente el calor generado y reducir las pérdidas. Esto ayudaría a reducir el consumo durante los meses menos eficientes y a mantener un consumo más estable a lo largo del año.
- Aprovechando el análisis de la matriz DOFA se sugiere estudiar la posibilidad de penetrar nuevos mercados nacionales e incursionar en los internacionales.

16. REFERENCIAS

- [1] c. d. l. r. d. colombia, 25 julio 2022. [en línea]. available: <https://leyes.senado.gov.co/proyectos/images/documentos/textos%20radicados/proyectos%20de%20ley/2022-2023/pl-047s-2022-produccion-tradicional-de-panela.pdf>. [último acceso: 26 agosto 2023].
- [2] minagricultura, «agronet,» 7 mayo 2021. [en línea]. available: <https://www.agronet.gov.co/noticias/paginas/colombia-es-el-segundo-mayor-productor-de-panela-a-nivel-mundial-con-16-del-mercado.aspx#:~:text=por%20delante%20est%c3%a1%20india%2c%20con,i>nicieron%20las%20ventas%20al%20exterior.. [último acceso: 22 08 2023].
- [3] «el nuevo siglo,» 31 mayo 2022. [en línea]. available: <https://www.elnuevosiglo.com.co/economia/cada-colombiano-consume-19-kilos-de-panela-al-ano>. [último acceso: 22 octubre 2023].
- [4] n. altamar, «agronegocios,» 21 marzo 2023. [en línea]. available: <https://www.agronegocios.co/agricultura/por-que-ha-caido-24-el-consumo-per-capita-de-panela-en-los-ultimos-cinco-anos-3573135>. [último acceso: 9 septiembre 2023].
- [5] l. vanguardia, «por que la panela no es tan saludable como crees,» 2 junio 2020. [en línea]. available: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20200602/7033/panela-saludable-crees.html>. [último acceso: 11 septiembre 2023].
- [6] a. y. delgadillo, «aplicación de diagnostico empresarial para evaluar la competitividad de una empresaprodutiva,» 23 septiembre 2002. [en línea]. available: <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-mayor-real-y-pontificia-san-francisco-xavier-de-chuquisaca/comercio-exterior-i/diagnostico-integral-empresarial/37636791>. [último acceso: 15 octubre 2023].
- [7] onu, «objetivos de desarrollo,» 2023. [en línea]. available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>. [último acceso: 18 agosto 2023].
- [8] c. p. d. vida, «gobierno nacional,» 2023. [en línea]. available: <https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026>. [último acceso: 15 octubre 2023].
- [9] dane, 03 agosto 2023. [en línea]. available: <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/exportaciones/bol-exportaciones-jun2023.pdf>. [último acceso: 25 agosto 2023].

- [10 fedepanela, «sioc,» 9 octubre 2020. [en línea]. available:
] <https://sioc.minagricultura.gov.co/panela/documentos/2021-06-30%20cifras%20sectoriales.pdf>. [último acceso: 22 agosto 2023].
- [11 r. castilla, 2023. [en línea]. available: <https://www.riopaila-castilla.com/>. [último
] acceso: 10 septiembre 2023].
- [12 fatsecret, «tabla nutricional de panela,» [en línea]. available:
] <https://www.fatsecret.es/calor%c3%adas-nutrici%c3%b3n/gen%c3%a9rico/panela>. [último acceso: 10 septiembre 2023].
- [13 i. y. comercio, «cadena productiva de la panela,» 24 abril 2012. [en línea].
] available: <https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/panela.pdf>. [último
acceso: 15 septiembre 2023].
- [14 d. casas, «sistema de costos en la produccion de la panela,» 27 enero 2020.
] [en línea]. available:
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/18654/sistema%20de%20costos%20en%20la%20produccion%20de%20panela%20en%20las%20fincas%20la%20lucirnaga%20y%20la%20esmeralda%20en%20el%20mun.pdf?sequence=1>. [último acceso: 19 agosto 2023].
- [15 y. cambindo, «repositorio uncatolica,» 2019. [en línea]. available:
] https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/1812/propuesta_de_mejoramiento_del_proceso_de_produccion_de_panela_en_el_trapiche_la_palmere%c3%91a.pdf?sequence=1&isallowed=y. [último acceso: 17 septiembre 2023].
- [16 p. sanchez, «aplicación de herramientas de lean manufacturing para el
] mejoramiento del proceso,» 2022. [en línea]. available:
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/23792/proyecto%20lean%20manufacturing%20entrega%20final.pdf?sequence=3&isallowed=y>.
[último acceso: 25 septiembre 2023].
- [17 c. duque, «propuesta de mejora bajo la metodología lean manufacturing en el
] área de producción de la,» 2021. [en línea]. available:
http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4641/4/2021_cristianandre_sduqueg.pdf. [último acceso: 26 septiembre 2023].
- [18 j. v. arias, «implementacion de buenas practicas de manufactura (bpm) en la
] produccion de panela,» 2018. [en línea]. available:
<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10142/t07802.pdf?sequence=1>.
[último acceso: 17 septiembre 2023].
- [19 a. toro, «fortalecimiento de los proceso productivos de la caña de azucar para
] la produccion de panela,» 2022. [en línea]. available:

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1287&context=ingenieria_agronomica. [último acceso: 19 septiembre 2023].

[20 l. isaza, «repositorio santo tomas,» 2021. [en línea]. available:
] <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/34529/2021isazaleidy.pdf?sequence=11>. [último acceso: 25 septiembre 2023].

[21 d. guzman, 30 junio 2021. [en línea]. available:
] <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/2124>. [último acceso: 25 septiembre 2023].

[22 l. rico, «determinacion de la circularidad de materiales en la produccion panelera, implementando alternativas sostenibles,» 15 mayo 2023. [en línea]. available:
] <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3470/trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=3&isallowed=y>. [último acceso: 17 septiembre 2023].

[23 m. bernal, «propuesta de un sistema circular extendido de valor para la industria panelera,» 28 julio 2021. [en línea]. available:
] <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/49871/final%20tesis%20margarita%20bernal%2027072021.pdf?sequence=1&isallowed=y>. [último acceso: 17 octubre 2023].

[24 d. r. y. y. gonzalez, «formulación de acciones de mejora aplicados al proceso de produccion basado en la iso 9001 y 14001,» 2019. [en línea]. available:
] <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/22b52165-42f9-45e1-b501-2f985258d228/content>. [último acceso: 19 septiembre 2023].

[25 y. rodriguez, «diseño del plan de negocio para la para la producción de panela orgánica pulverizada,» 2020. [en línea]. available:
] <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31945/2020yessicarodriguez.pdf?sequence=1&isallowed=y>. [último acceso: 20 septiembre 2023].

[26 e. leon, «estudio de factibilidad para la produccion y comercializacion de la panela,» 25 agosto 2020. [en línea]. available:
] <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/29260/2020erikaleongutierrez.pdf>. [último acceso: 20 octubre 2023].

[27 m. d. i. y. comercio, «colombia portencia de la vida,» 04 diciembre 1990. [en línea]. available: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewdocument.asp?id=1595813>. [último acceso: 20 octubre 2023].

[28 m. d. agricultura, «colombia potencia para la vida,» 02 diciembre 2019. [en línea]. available:
] <https://www.minagricultura.gov.co/normatividad/leyes/ley%202005%20del%2>

002%20de%20diciembre%20de%202019.pdf. [último acceso: 20 octubre 2023].

- [29 m. d. p. social, «colombia potencia para la vida,» 11 septiembre 2008. [en línea]. available:
] <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/de/dij/resolucion-3462-de-2008.pdf>. [último acceso: 20 octubre 2023].
- [30 m. d. a. y. d. rural, «colombia potencia de la vida,» 01 julio 2022. [en línea].
] available: [https://www.suin-juriscol.gov.co/viewdocument.asp?id=30044374#:~:text=ley%202227%20de%202022&text=\(julio%2001\)-,por%20medio%20del%20cual%20se%20crea%20el%20fondo%20de%20estabilizaci%
c3%b3n,y%20se%20dictan%20otras%20disposiciones..](https://www.suin-juriscol.gov.co/viewdocument.asp?id=30044374#:~:text=ley%202227%20de%202022&text=(julio%2001)-,por%20medio%20del%20cual%20se%20crea%20el%20fondo%20de%20estabilizaci%c3%b3n,y%20se%20dictan%20otras%20disposiciones..) [último acceso: 20 octubre 2022].
- [31 m. d. p. social, «colombia potencia de la vida,» 10 febrero 2011. [en línea].
] available: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewdocument.asp?ruta=resolucion/30034280>. [último acceso: 27 octubre 2023].
- [32 m. d. a. y. d. rural, «suin-juriscol,» 26 junio 1984. [en línea]. available:
] <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewdocument.asp?ruta=decretos/1314795>. [último acceso: 20 octubre 2023].
- [33 m. p. social, «icbf,» 20 septiembre 2011. [en línea]. available:
] https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minproteccion_4121_2011.htm. [último acceso: 20 octubre 2023].
- [34 b. niebel, «metodos, estandares y diseños de trabajo,» 2010 . [en línea].
] available:
[https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlinebook/a9p7r9_m
etodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf](https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlinebook/a9p7r9_metodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf). [último acceso: 29 mayo 2024].
- [35 c. espinosa, «gestión tecnológica en el sector de la producción de panela,»
] 01 mayo 2010. [en línea]. available:
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/9230/tesis318.pdf;jsessionid=e28055d5fd1bf2a0e7cea402df83e237?sequence=1>. [último acceso: 05 abril 2024].
- [36 agrosavia, «repositorio agrosavia,» 22 julio 2020. [en línea]. available:
] https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36380/ver_documento_36380.pdf?sequence=1&isallowed=y. [último acceso: 15 abril 2024].
- [37 l. h. m. g. o. m. y. m. t. kevin galvis, «revista facultad de ingenieria,» 20 junio
] 2020. [en línea]. available: <https://research-ebSCO-com.crai->

ustadigital.usantotomas.edu.co/c/opcxyc/viewer/pdf/hd342mhu3j. [último acceso: 16 abril 2024].

[38 j. a. ahumada, «efectos de la tecnología en produccion panelera,» 8 jun 2016.

] [en línea]. available:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56732/80120672.2015.pdf?sequence=1&isallowed=y>. [último acceso: 28 abr 2024].

[39 «diseño y construccion de maquina para la produccion de panela

] pulverizada,» 13 agos 2019. [en línea]. available:

https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/7025/2019_tesis_jonatan_fernando_castellanos_hernandez.pdf?sequence=1&isallowed=y. [último acceso: 29 abr 2024].

[40 minagricultura, «minagricultura,» 7 julio 2021. [en línea]. available:

] <https://sioc.minagricultura.gov.co/panela/documentos/2021-06-30%20cifras%20sectoriales.pdf>. [último acceso: 22 agosto 2023].

[41 «rockcontent,» 20 mayo 2019. [en línea]. available:

] <https://rockcontent.com/es/blog/metodologia-5s/#:~:text=%ef%bb%bf5s%20es%20un%20m%c3%a9todo,un%20alto%20nivel%20de%20productividad..> [último acceso: 23 septiembre 2023].

[42 «ambit,» 28 enero 2019. [en línea]. available: <https://www.ambit->

] [bst.com/blog/herramientas-lean-manufacturing-mas-importantes](https://www.ambit-bst.com/blog/herramientas-lean-manufacturing-mas-importantes). [último acceso: 24 septiembre 2023].

[43 invima, «colombia potencia de la vida,» 21 diciembre 2020. [en línea].

] available: <https://www.invima.gov.co/buenas-practicas-de-manufactura-bpm-sinonimo-de-responsabilidad-e-inocuidad-en-los-alimentos>. [último acceso: 24 septiembre 2023].

17. ANEXOS

Anexo 1. EVIDENCIAS.

Anexo 2. RESULTADOS BPM

Anexo 3. RESULTADOS 5S

Anexo 4. COTIZACION 1

Anexo 5. COTIZACION 2