



POSGRADOS

Maestría en **PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-NO.506-2019

Opción de Titulación:

Propuestas metodológicas y tecnológicas avanzadas

Tema:

Desarrollo de una propuesta para la mejora productiva en una Empresa de alimentos mediante la optimización de horas extras del personal y materia prima utilizando la metodología Six Sigma.

Autor:

Luis David Chasipanta Toapanta

Director:

Leonidas Esteban Ramírez Gangotena

QUITO – Ecuador
2023

Autor:



Luis David Chasipanta Toapanta

Licenciado en Mecánica Automotriz

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones

Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito.

lchasipantat@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Leonidas Esteban Ramírez Gangotena

Ingeniero Mecánico

Magíster en Mecánica con mención en Diseño Mecánico

lramirezg@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2023 © Universidad Politécnica Salesiana.

QUITO– ECUADOR – SUDAMÉRICA

Luis David Chasipanta Toapanta

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA PARA LA MEJORA PRODUCTIVA EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DE HORAS EXTRAS DEL PERSONAL Y MATERIA PRIMA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA.

DEDICATORIA

A mi madre por todo el apoyo incondicional brindado en el trayecto de mi vida, gracias por tenerme en sus oraciones para no decaer en este complicado camino.

A mi padre que desde el cielo seguirá guiándome en los senderos de la vida, para así buscar ser una mejor persona y su vez un mejor profesional.

A mis hermanos que con su ejemplo sigo sus pasos para llegar algún día ser como ellos.

A mi tutor por su paciencia, orientación y apoyo para culminar con éxito este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Porque no agradecer a Dios por la vida y la salud.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todos quienes me apoyaron incondicionalmente a la culminación de este trabajo, en especial a Karina Quimba quien plenamente confió en mi al iniciar este proceso, sin ti no hubiera logrado llegar a esta etapa de mi vida, la vida no es solo ser si no dejar una huella.

Tabla de Contenido

Resumen	10
Abstract	11
1. Introducción	12
2. Determinación del Problema.....	15
2.1 Formulación del problema.	15
2.2 Justificación teórica.	15
2.3 Justificación práctica.....	16
2.4.1. Objetivo general.	16
2.4.2. Objetivos específicos	16
3. Marco teórico referencial.....	17
3.1 Antecedentes.....	17
3.2 Bases teóricas	21
3.2.1. Mejora de la productividad en compañías de alimentos y su relevancia	21
3.2.1.1. Métodos y herramientas para mejorar la productividad.....	22
3.2.2. Metodología Six Sigma.	23
3.2.2.1. Fundamentos y principios de Six Sigma.	23
3.2.2.2. Aplicaciones de Six Sigma en la industria de alimentos.	24
3.2.2.3. Fases del proceso DMAIC de Six Sigma.	25
3.2.3. Optimización de horas extras del personal.	28
3.2.3.1. Relevancia de la optimización de horas extras en la industria de alimentos. ..	29
3.2.3.2. Métodos y herramientas para optimizar horas extras.....	30
3.2.3.3. Impacto de la optimización de horas extras en la productividad.	31
3.2.4. Optimización de materia prima.....	32
3.2.4.1. Relevancia de la optimización de materia prima en la industria alimenticia. ..	32
4. Materiales y metodología.....	37
4.1 Tipo de Investigación.....	37
4.2 Diseño de la investigación.	38

4.3 Población.	38
4.4 Muestra.	38
4.5 Técnicas e Instrumentos para la recolección de Datos	39
4.6 Desarrollo de los objetivos.	40
5. Resultados y discusión.....	41
5.1 Resultados.	41
5.2 Planteamiento de la propuesta	75
5.2.1 Aplicativo de planificación de producción	75
5.2.2 Mejoramiento de horas extras	77
6. Conclusiones.....	79
7. Recomendaciones.....	81
8. Referencias	82

Índice de Tablas

Tabla 1. Desarrollo Sistémico de los Objetivos	40
Tabla 2. Horas promedio no planificadas	47
Tabla 3. Retraso por proceso de producción	49
Tabla 4. Rendimiento de Materia Prima	51
Tabla 5. Cálculo del rendimiento de la materia prima procesada en el año 2022	52
Tabla 6. Comparación plan de producción vs el rendimiento de producción año 2022	64
Tabla 7. Plan de mantenimiento de equipos.....	66
Tabla 8. Planificación de producción.....	75
Tabla 9. Control de compras materia prima.....	76
Tabla 10. Control de horas extras.....	77

Índice de Figuras

Figura 1: Six Sigma	24
Figura 2: Etapa Definir	26
Figura 3: Etapa Medir	26
Figura 4: Etapa Analizar	27
Figura 5: Fases de DMAIC	28
Figura 6: Metodología de desarrollo con sus respectivas fases y actividades	33
Figura 7: Pasos propuestos de la fase Definir	43
Figura 8: Mapa del Proceso de la Empresa de Alimentos	44
Figura 9: Diagrama de Flujo	45
Figura 10: Puntos de referencia de la fase Medir	46
Figura 11: Diagrama causa efecto horas extras no planificadas	48
Figura 12: Diagrama de Pareto relacionado con horas extras no planificadas	50
Figura 13: Diagrama causa efecto del rendimiento de materia prima	53
Figura 14: Diagrama de Pareto relacionado con bajo rendimiento de materia prima ..	54
Figura 15: Proceso de producción de jugos en la empresa de alimentos.....	61
Figura 16: Esquemático del proceso de producción de la empresa de alimentos.....	65

Desarrollo de una propuesta para la mejora productiva en una Empresa de alimentos mediante la optimización de horas extras del personal y materia prima utilizando la metodología Six Sigma.

Autor:

Luis David Chasipanta Toapanta

Resumen

Esta investigación tuvo como objeto la formulación de una propuesta de mejora productiva en una empresa de alimentos mediante el mejoramiento de las horas extras del personal y el rendimiento de la materia prima. Para el logro de ello se optó por la aplicación de la metodología Six Sigma como método de estudio. Para su desarrollo se tomaron como entrada los datos relacionados a la cantidad de materia prima utilizada en la manufactura y las horas extras que se generaron en los procesos productivos, su filosofía de operación, entre otros. Se estableció el modelo de plan maestro de producción con ello se realizó el procesamiento de datos para la guía de compra de las diferentes frutas, con esto reducir el impacto del 30% en las mermas y evitar comprar materia prima sin necesidad, ahora el departamento de compras sabe que tiene que adquirir y en qué día. Por otro lado, se muestra el control de las horas extras del personal obteniendo un 41% de mejora, con esto el personal tiene establecido las actividades a desarrollar, establecer procesos, mejorar la eficiencia y sobre todo no tener horas de ocio que con ello el rendimiento de la planta será más eficiente.

Palabras clave:

Manufactura, procesos, rendimiento, eficiente, ineficiencia.

Abstract

The purpose of this research was to formulate a proposal for productive improvement in a food company by improving staff overtime and raw material performance. To achieve this, the application of the Six Sigma methodology was chosen as a study method. For its development, data related to the amount of raw materials used in manufacturing and the overtime that were generated in the production processes, its operating philosophy, among others, were taken as input. The master production plan model was established, with which data processing was carried out for the purchasing guide for the different fruits, thereby reducing the 30% impact on losses and avoiding purchasing raw materials unnecessarily. Now the production department shopping knows what to buy and on what day. On the other hand, the control of the staff's overtime is shown, obtaining a 41% improvement, with this the staff has established the activities to be carried out, establish processes, improve efficiency and above all do not have hours of leisure that the Plant performance will be more efficient.

Key words:

Manufacturing, processes, performance, efficient, inefficiency.

1. Introducción

La empresa bajo estudio dedica sus actividades principales a la producción de jugo de naranja y coco, dos productos altamente demandados en el mercado. No obstante, aun con su posición y éxito comercial, la organización se enfrenta a dificultades que impactan tanto su proceso de producción como el rendimiento de su materia prima, por ello esta organización se planteó como proyecto de trabajo, el mejorar a través de la aplicación de la metodología del Six Sigma las mejoras a los problemas encontrados.

El primer problema identificado es la alta incidencia de horas extras no planificadas. Durante el período entre 2021 y 2022, se registró un promedio de 3 horas extras por proceso. Esta situación resultó preocupante debido al desgaste innecesario para los empleados y la creciente escalada en los costos de producción. Por consiguiente, resultó imperativo investigar las causas de estas horas extras imprevistas y proponer soluciones efectivas para reducirlas.

El segundo problema se relacionó con el bajo rendimiento en la materia prima que se requiere para realizar los productos. Actualmente, este indicador se situó en un inquietante 68 %, por debajo del límite permitido del 75 %. Esta baja eficiencia implicaba una pérdida significativa en términos de costos y eficacia, ya que una parte importante de la materia prima no se aprovecha de manera óptima. Por tanto, era fundamental investigar las razones detrás de esta deficiencia y proponer medidas correctivas para mejorar el rendimiento y maximizar el aprovechamiento de la materia prima.

Por otro lado, el fin de este abordaje investigativo fue presentar un análisis exhaustivo de los factores que tienen contribución en la generación de horas extras no programadas y rendimiento bajo de la materia prima, a través de la ubicación de las causas esenciales de estos problemas, a partir de allí se buscó proponer soluciones prácticas y viables que permitieran a la empresa mejorar proceso de producción, reducir los costos asociados a las horas extras y mejorar el aprovechamiento de la materia prima

manteniendo el compromiso con el cuidado del medio ambiente ya que se desperdicia gran cantidad de recursos naturales altamente importantes para la vida como el agua.

Para lograr dicho objetivo, se procedió a realizar un exhaustivo estudio de la bibliografía existente sobre gestión de producción en la industria de alimentos, así como un análisis detallado de los datos y registros de la empresa. Además, se recopilarán y analizarán datos adicionales mediante entrevistas y encuestas a los empleados y directivos involucrados en el proceso de producción.

Una vez obtenida la información relevante se procedió a aplicar la evaluación de la misma a través de la metodología Six Sigma, la cual propone en su acción el estudio a través de cinco fases muy específicas (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar), con su aplicación se logró proponer mejoras en los procesos y la forma de cómo ser controlados para su mejor disposición operacional, estas se manifestaron en la disminución en el tiempo de las horas-extras utilizadas en los procesos y el mejor aprovechamiento de la materia prima usada en la manufactura de sus productos.

En el apartado 3 del presente documento se mencionan, algunos trabajos que guardan similitud con la metodología aplicada en el presente, siendo el caso por ejemplo de Santamaría [1] que trabajo con la mejora en la calidad en la producción del queso mozzarella, Serrano et al. [2] quienes se propusieron optimizar el proceso para la producción de queso y mantequilla, por otra parte, Buestán [3] que se enfocó en eliminar las fuentes de variación del contenido de café en el proceso de envasado.

Finalmente se menciona que este proyecto de tesis fue desarrollado en cuatro partes, las cuales se describen a continuación.

Determinación del problema, en el cual se mencionan la formulación del problema, la justificación teórica, la justificación práctica y los objetivos de la investigación.

Marco teórico referencial, el cual agrupa los antecedentes que reflejan trabajos similares relacionados con la propuesta del autor y las bases teóricas en la que se soporta la metodología Six Sigma como sustento del desarrollo del documento presentado.

Materiales y metodología, en esta sección se explica la metodología aplicada para el sistemático en la consecución del texto requerido, entre estos puntos se nombran: el tipo y diseño de Investigación utilizado, la población y muestra definida para el estudio, las técnicas e Instrumentos aplicados para la recolección de Datos y la forma como fueron analizados y finalmente el esquemático para el desarrollo de los objetivos.

Una vez realizadas las actividades anteriores se procedió a presentaron los resultados obtenidos en el estudio, sus conclusiones y recomendaciones.

2. Determinación del Problema

2.1 Formulación del problema.

La empresa a ser evaluada, se dedica a la fabricación de productos alimenticios, está actualmente presenta variados problemas producto del aumento en el índice de desperdicio de materia prima y debido a la carencia de optimización de las líneas de fabricación, esta situación está generando una pérdida de recursos y costos adicionales al producir productos no aptos para el consumo. Asimismo, se presentan retrasos e interrupciones que afectan la calidad de los productos, disminuyen la moral del personal y aumentan la rotación, lo que incrementa los costos de capacitación y contratación de nuevos empleados.

La falta de adopción de un plan de producción adecuado hace que la organización sea menos rentable y competitiva, esto impide la reducción de costos y acrecentamiento de márgenes de ganancia. La innovación en los alimentos puede ser una forma de generar prosperidad y diferenciarse de la competencia, por lo que se requiere la consumación de estrategias que optimicen las horas extras del personal y el rendimiento de los productos suministrados por los proveedores en los cinco principales productos de la empresa.

2.2 Justificación teórica.

La justificación teórica de la investigación estaría basada en la necesidad de incrementar la eficiencia productiva de la empresa de alimentos por medio de la metodología Six Sigma, esta basa su desarrollo en un enfoque sistemático y riguroso al permitir mejorar a través de su aplicación los procesos y minimizando así los errores en la organización. Su objetivo es lograr un nivel de calidad cercano a la perfección, a través de la identificación y eliminación de sus causas, con lo cual, se busca mejorar la capacidad del proceso. En el contexto de una empresa de alimentos, mejorar las horas extra de los trabajadores y optimizar las materias primas son dos factores críticos que pueden afectar significativamente la productividad y la eficiencia. La aplicación de esta podría ayudar a la organización en estudio a identificar y resolver problemas relacionados con

estas dos áreas, lo que puede conducir a mejoras progresivas en la eficiencia de los procesos.

2.3 Justificación práctica.

La justificación desde lo práctico de la investigación radica en la necesidad de la mejora en los procesos y su rentabilidad. Esta también permitirá identificar y eliminar procesos ineficientes, reducir el desperdicio de materia prima y mejorar el uso de las horas extras del personal. Esto a su vez, redundará en la calidad de los productos, en la disminución de los problemas existentes, así como también en una mejor proyección en la imagen de la organización ante sus clientes y proveedores. En resumen, el estudio ayudará a la empresa a ser más eficiente, rentable y competitiva, lo que tendrá una incidencia positiva en su crecimiento y sostenibilidad.

Objetivos

2.4.1. Objetivo general.

Desarrollar una propuesta de mejora productiva en una empresa de alimentos, basada en el mejoramiento de horas extras del personal y el uso eficiente de la materia prima, mediante la aplicación de la metodología Six Sigma.

2.4.2. Objetivos específicos

Revisar la literatura científica y técnica para identificar las técnicas y herramientas de la metodología Six Sigma aplicables en la mejora de procesos productivos en empresas del sector alimentario.

Levantar información detallada de los procesos productivos de la empresa de alimentos para identificar los factores que influyen en la generación de horas extras del personal y el rendimiento de la materia prima.

Desarrollar indicadores adecuados para identificar los factores que afectan la producción en la empresa de alimentos.

Presentar las acciones correctivas propuestas para la mejora continua de los procesos productivos de la empresa y definir el coeficiente costo-beneficio.

3. Marco teórico referencial

3.1 Antecedentes

Six Sigma tiene como objetivo cambiar fundamentalmente la forma en que las empresas hacen sus actividades. Es un método exitoso para eliminar el desperdicio en los negocios y se usa ampliamente en la actualidad. Se define como una filosofía, una estrategia, un objetivo, un punto de referencia y también una métrica. Esta metodología consiste en un conjunto de herramientas encaminadas a mejorar la calidad y reducir los costes centrándose en la causa común o variante del sistema, que Herrera et al. [4] consideran responsable del 94 % de los problemas de las empresas. Six Sigma funciona brindando conocimiento a los solucionadores de problemas para guiar a los equipos a través de un proceso que identifica y define los problemas antes de examinar sus causas fundamentales. Es una iniciativa a largo plazo que tiene una visión de futuro y pretende modificar la forma en que operan las empresas [5].

La industria alimentaria mundial enfrenta múltiples desafíos que obligan a las industrias a mejorar sus estrategias de productividad y calidad para mantener la competitividad. Las empresas tratan con minoristas poderosos que exigen una amplia gama de productos, tiempos de entrega cortos, entregas frecuentes y reducciones de precios periódicas. Además, las características de la industria, como la caducidad de los productos, requieren un esfuerzo para reducir los plazos de entrega tanto como sea posible para evitar el desperdicio de productos que no se pueden vender a medida que expira la vida útil restante [6].

En este contexto Santamaría [1] en su investigación que se enfocó en la adopción en la línea generadora de queso mozzarella la metodología Six Sigma, menciona que la economía globalizada ha aumentado la necesidad de que el sector industrial adopte nuevas y mejores estrategias administrativas de calidad, debido a que enfrenta desafíos comerciales y de competitividad críticos. Esta investigación tuvo como objetivo establecer los cimientos para un esquema para controlar la calidad en la línea productiva considerando Six Sigma. Para ello realizó una indagación rápida de mercado por medio de encuestas a fin de obtener los factores que mayormente tenían impacto en el

consumidor como criterio de calidad, evaluaron la variación de pesos de los productos terminados para las presentaciones de 500 y 700 g, con ello se determinó el desempeño en la línea de en la línea de producción antes y luego del proyecto de adopción de la metodología de mejora. Con esta información recolectada se pudo aplicar la metodología y dividir las en las fases propuestas en la metodología. El resultado obtenido fue la reducción de 1,35 y 7,52 en el peso de cada lote, un aumento de 0,62 en el peso y 0,8 en la textura en los niveles sigma, también se redujo en 1,28 a 1,56 % para los productos de 500 y 700 g su coeficiente de variación. Esto representó al final una reducción en el 50 % de los defectos que se producían.

Serrano et al. [2] en su investigación enfocada en la adopción de Six Sigma en una empresa lacte, expuso que este enfoque metodológico se proporciona con el propósito específico de optimizar los indicadores de rendimiento clave en una variedad de contextos operativos, lo que incluye tanto entornos de fabricación como de servicios. El presente estudio se centró en la optimización de los procesos de producción de queso mozzarella, mantequilla y quesos frescos, con el objetivo primordial de elevar los estándares de calidad y la eficiencia productiva a través de la adopción de los principios y recursos de Six Sigma. Para ello, se identificaron productos problema mediante el empleo del diagrama de Pareto. En la etapa de medición, se diagramaron los procesos y se obtuvo información sobre las mediciones del proceso. En el análisis, se encontraron las causas. En la fase de mejora se aplicó evento Kaizen, diseño experimental 23 y se estandarizaron los procesos y mecanismo a través de Poka yoke. Todas las mejoras se analizaron mediante pruebas de hipótesis, esto permitió obtener procesos más estables para la compañía, y permitiendo así satisfacer los requisitos del cliente.

Buestán [3] en su artículo titulado orientado en adoptar Six Sigma en una empresa de café al granel menciona que esta es una metodología enfocada a la identificación y eliminar las fuentes de variación. En este trabajo se describe cómo se utilizó la metodología mediante el enfoque DMAIC en una fábrica de café colombiano, que estaba experimentando costos excesivos en el envasado. Después de la implementación del enfoque, se descubrió que la mayor parte de los costos vinculados a defectos de fabricación se centraban en dos variantes de café específicas. Para cada una de estas

variedades, se identificó un problema específico y se abordó de forma individualizada. La aplicación de pruebas estadísticas demostró que tanto la densidad del café como el nivel de vacío en el equipo representaban factores de importancia significativa para reducir los costos derivados de las pérdidas. Con el propósito de evaluar esta situación, se desarrollaron experimentos meticulosamente diseñados para determinar los niveles óptimos de funcionamiento. Además, se adoptaron estrategias de producción "just in time" para minimizar la degradación del producto. Como consecuencia directa de estas intervenciones, se logró una reducción sustancial de los costos asociados con problemas de calidad y una mejora notable de la eficiencia del proceso de envasado.

Currillo [7] realizó una investigación con el objetivo de mejorar en una fábrica artesanal de hornos la productividad. Se inició con la realización de un análisis en la productividad de la empresa y se hizo uso de diversas herramientas para elaborar un plan de acción que permitiera medir la eficacia y el desempeño de la productividad. La propuesta de mejora se centró en la adecuación y optimización de estructura organizacional, la seguridad industrial, de los tiempos de operación, la capacitación y el plan de mantenimiento, , así como en la implementación de nuevos métodos de trabajo. Se esperaba una respuesta positiva del gerente y del personal de la empresa frente a estos cambios implementados.

Por su parte, Cuevas [8] Parafrasear usando un lenguaje técnico y especializado, para lograrlo, realizó un análisis FODA, un diagnóstico de producción y mantenimiento y a partir de estos análisis, realizó una proposición de mantenimiento autónomo, con el objetivo de aminorar el desperdicio y aumentar la confiabilidad operacional de los equipos de producción. Los resultados indicaron con la aplicación del programa autónomo de mantenimiento, se logró incrementar la productividad de los equipos, reducir así los tiempos no productivos, y la disminución en los desperdicios en producción.

Pilla [9] se enfocó en determinar en la empresa Metálicas Pillapa los niveles de calidad sigma en diversas secciones de producción de carrocerías. Para este fin, se aplicó la metodología DMAIC para la evaluación exhaustiva de los procesos, junto con la métrica DPMO para la evaluación precisa de los niveles de calidad sigma. Los resultados

obtenidos mostraron niveles Sigma notablemente inferiores a los estándares aceptables, evidenciando un valor de 1,2 sigma. Se identificó que el proceso de armado de estructuras y forrado exterior era particularmente crítico, con 113 y 104 defectos respectivamente. Con base en estos hallazgos, se concluyó que la implementación de un control de procesos de modo estadístico era esencial para aminorar la variabilidad y se recomendó enfáticamente la capacitación del personal para alcanzar los objetivos preestablecidos por la compañía y mejorar la calidad general de los procesos.

Por su parte Contreras et al. [10] en su trabajo investigativo presentaron una propuesta para la mejora de los procesos de fabricación de una compañía del sector de alimentos. Para ello, realizaron visitas a la organización Squites y entrevistaron al personal encargado de la fabricación para identificar los procesos, herramientas y métodos utilizados. Luego, recolectaron datos sobre los tiempos de atención al cliente, evaluaron los equipos y su distribución y analizaron la higiene dentro de la planta y sus alrededores. Con esta información, se evaluó la preparación de los alimentos y las condiciones de almacenamiento para implementar en los procesos de fabricación la propuesta de mejora. Esta investigación logró comprender la estructura de procesos gerenciales, operativos y de apoyo de la organización, además que con la propuesta se pudo estandarizar los procesos, reducir los tiempos de elaboración y reducir los costos de la empresa.

Estas investigaciones mostradas son tienen objetivos similares a los que se pretenden desarrollar en esta investigación, por ende, pueden ser útiles para el progreso de la propuesta. Estos estudios se centran en la adopción de Six Sigma en compañías de alimentos y en la optimización de recursos, como la materia prima y las horas extras del personal. En resumen, estas investigaciones pueden ser un recurso valioso para la mejora de la eficiencia y la productividad en empresas de alimentos. Al incluir estos estudios en una propuesta de mejora productiva con Six Sigma, se puede proporcionar un marco sólido para su diseño e implementación.

3.2 Bases teóricas

3.2.1. Mejora de la productividad en compañías de alimentos y su relevancia

El acrecentamiento de la productividad es esencial para cualquier negocio que quiera ser más exitoso y competitivo en el mercado. Para el caso de las compañías de alimento, las ganancias de productividad se vuelven aún más importantes ya que los costos para producir y los márgenes de ganancia son muy sensibles a las conmutaciones en los precios de los insumos y la demanda [11].

Algunos puntos clave sobre la relevancia de mejorar la productividad en las empresas alimenticias:

- a. **Ahorro de costes:** el aumento de la productividad ayuda a las compañías alimentarias a aminorar los costes de producción. Esto se logra optimizando el uso de materias primas y recursos, al eliminar procesos innecesarios y reducir los tiempos de los ciclos de producción. Además, el acrecentamiento de la productividad permite a las empresas alimentarias reducir su dependencia de las horas extraordinarias del personal, lo que a su vez reduce los costes laborales [12].
- b. **Calidad mejorada:** la productividad mejorada también ayuda a las empresas de alimentos a la mejora de la calidad de sus productos. Al disminuir los tiempos del ciclo de producción, se puede minimizar la exposición del producto a posibles fuentes de contaminación, lo que mejora la calidad del producto final.
- c. **Mayor eficiencia:** una mayor productividad ayuda a las empresas de alimentos a operar de manera más eficiente. Al optimizar los procesos productivos, las empresas pueden disminuir los desperdicios y las reelaboraciones, mejorando la eficiencia y la rentabilidad [13].
- d. **Mayor competitividad:** El aumento de la productividad puede ser un agente clave para acrecentar la competitividad en el mercado de las empresas alimentarias. Una producción y una utilización de los recursos más eficientes permiten a las empresas ofrecer productos de calidad a precios competitivos,

mejorando así su posición en el mercado y aumentando su cuota de mercado [14].

3.2.1.1. Métodos y herramientas para mejorar la productividad.

Mejorar la productividad es un objetivo clave para cualquier negocio que busque ser más rentable y competitivo en el mercado. Hay una diversidad de herramientas y métodos que puede utilizar para mejorar la productividad de su organización, y a continuación se destacan algunos de los más comunes [15].

- a. **Lean Manufacturing:** Este método se enfoca en eliminar desperdicios, optimizar procesos para aminorar costos y el mejoramiento de la calidad. El enfoque principal de Lean es generar el valor máximo para el cliente y disminuir el desperdicio, lo que da como resultado una producción más eficiente y rentable.
- b. **Six Sigma:** Es un enfoque para la optimización de la calidad del proceso y reducir los errores al producir. La metodología Six Sigma identifica las contrariedades en función de la compilación y el análisis de datos, luego utiliza métodos estadísticos para disminuir la variación y mejorar la calidad.
- c. **Teoría de las Restricciones:** Se enfoca en precisar restricciones o cuellos de botella en el área productiva e intenta optimizar las operaciones para mejorar la productividad general. La teoría de las restricciones utiliza herramientas como el mapeo del flujo de valor para identificar cuellos de botella y programas de mejora continua para mejorar la eficiencia.
- d. **5S:** Un sistema de organización y limpieza que enfatiza la eficiencia en el lugar de trabajo. El 5S consta de clasificación (clasificación), clasificación (clasificación), clasificación (normalización) y disciplina (disciplina), lo que reduce el tiempo de búsqueda y aumenta la productividad.
- e. **Kaizen:** Filosofía enfocada en eliminar desperdicios y optimizar procesos. Kaizen implica involucrar activamente a los empleados y reconocer las pequeñas mejoras diarias que conducen a grandes beneficios a largo plazo [16].

Como se observa, existen diversas herramientas y métodos para el mejoramiento de la productividad en las compañías, cada uno con sus propias características y beneficios. Es importante que las empresas evalúen sus necesidades y elijan el método o la herramienta que mejor se adapte a sus procesos y objetivos particulares.

3.2.2. Metodología Six Sigma.

3.2.2.1. Fundamentos y principios de Six Sigma.

Six Sigma, constituye una metodología integral para el mejoramiento de procesos que persigue la cuantificación precisa de la variabilidad inherente a cualquier proceso. La premisa central de Seis Sigma radica en la noción de que la variación en un proceso conlleva potenciales instancias de error, las cuales a su vez generan riesgos de defectos en la producción. La presencia de defectos ya sea en un proceso manufacturero concreto o en un ámbito de servicios, conduce a una insatisfacción considerable por parte del cliente. Al focalizarse en la reducción de la variabilidad y las posibilidades de error, el enfoque Seis Sigma resulta en una disminución de los costos inherentes al proceso y una mejora sustancial en la satisfacción del cliente [17].

Esta metodología se desarrolló en la década de 1980 por Motorola para el mejoramiento de la calidad de sus servicios y productos. Desde entonces, ha sido adoptado por muchas empresas de todo el mundo y se ha transformado en el estándar industrial para mejora continua de la calidad y la productividad. Six Sigma se basa en identificar los procesos críticos y los que tienen mayor impacto en la calidad de los servicios ofrecidos y productos. Una vez identificados estos procesos, se analiza su variabilidad y errores y se establecen objetivos de mejora. Los principios básicos de Six Sigma incluyen el enfoque en el cliente, la medición y el análisis de procesos, la mejora continua y el liderazgo eficaz. Esta metodología está dividida en cinco fases (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar) distinguidas como DMAIC [4], ver Figura 1.

Six Sigma es altamente estructurada y basada en datos para mejorar continuamente la calidad al igual que la productividad de los procesos comerciales. Puesto que, esta metodología se basa en sólidos principios de liderazgo, medición y análisis de datos y mejora continua.



Figura 1: Six Sigma [18].

3.2.2.2. Aplicaciones de Six Sigma en la industria de alimentos.

Six Sigma es una forma altamente efectiva de conseguir mejor calidad del producto y la eficiencia productiva. Es ampliamente utilizado en diversas industrias, incluida la industria alimentaria [19]. Algunas de las aplicaciones de Six Sigma en esta industria se enumeran a continuación:

- a. **Variabilidad reducida en los procesos de fabricación de alimentos:** Las disparidades observadas en las características tanto cualitativas como cuantitativas de las materias primas que usan en la producción de alimentos pueden ejercer un impacto de importancia considerable en la calidad del producto final. Por medio de la aplicación de los principios de Six Sigma, se logra mitigar la variabilidad presente en los procedimientos de fabricación, asegurando de esta manera que los productos elaborados se ajusten rigurosamente a los parámetros específicos de calidad establecidos.
- b. **Reducción de los costos al producir:** Costes de producción reducidos: Los costes de producción son un factor importante en la industria alimentaria. La adopción de Six Sigma puede reducir los costos de producción al identificar y eliminar procesos innecesarios, optimizar los procesos existentes y reducir el desperdicio.

- c. **Mejorar en los procesos la eficiencia:** esta se orienta en mejorar la eficiencia de los procesos. Esto permite a las empresas de alimentos producir más productos en menos tiempo, aumentando la eficiencia operativa y la rentabilidad.
- d. **Mejora de la satisfacción del cliente:** Six Sigma también se centra en la satisfacción del cliente, que es fundamentalmente relevante en la industria alimentaria. Los consumidores esperan que sus alimentos sean seguros, de alta calidad y consistentes. La aplicación de Six Sigma puede ayudarlo a cumplir con estas expectativas, aumentando así la lealtad a la marca y la satisfacción del cliente [20].

De acuerdo con lo previamente indicado, Six Sigma es un modo valioso de mejorar la eficiencia, la rentabilidad y la calidad de las empresas alimenticias. Al adoptar Six Sigma, las empresas de alimentos pueden mejorar los procesos generadores, reducir costos, acrecentar la satisfacción del cliente y conseguir una ventaja ante los competidores.

3.2.2.3. Fases del proceso DMAIC de Six Sigma.

DMAIC es un ciclo que se basa en datos que tiene como objetivo el mejoramiento, optimización y estabilización de los procesos y diseños comerciales. Los proyectos Six Sigma están impulsados por los ciclos de mejora DMAIC. Se requieren cinco fases clave del proceso DMAIC para mejorar su proceso, trazar objetivos, realizar un seguimiento del progreso y analizar los resultados [21].

1. **Definir:** La fase Definir en Six Sigma identifica las oportunidades de mejora más importantes y significativas. Esta fase también implica mapear el proceso, el alcance, el enfoque y el objetivo final. También ayuda a entender cómo el problema afecta a todas las partes. Para iniciar un proceso DMAIC, debe crear la declaración del problema. Para ello, es necesario seguir los pasos mostrados en la Figura 2.



Figura 2: Etapa Definir

- 2. Medir:** La fase Medir le permite dibujar líneas de base que lo ayudarán a evaluar el desempeño de su proceso. Es difícil seguir el progreso sin tener puntos de referencia, por ello, estos se exhiben en la Figura 3.



Figura 3: Etapa Medir

- 3. Analizar:** Esta fase tiene como objetivo encontrar y abordar las causas fundamentales del problema [22]. Para esta etapa, los pasos de mayor relevancia son presentados en la Figura 4.



Figura 4: Etapa Analizar

4. **Mejorar:** La etapa de "Mejorar" se pone en marcha mediante la adopción de planes de acción meticulosamente estructurados que tienen como propósito abordar de forma específica los problemas fundamentales identificados durante el proceso de análisis. Las entidades empresariales se dedican directamente a resolver las causas subyacentes identificadas como responsables del problema. Comúnmente, se recurre a un diseño experimental planificado con el fin de aislar y evaluar diversas variables y factores concomitantes, hasta que se logra identificar la auténtica barrera que obstaculiza el progreso [23].
5. **Controlar:** En la fase final, "Control", los equipos involucrados en proyectos de Six Sigma elaboran un plan de control detallado y ejecutan la implementación de un proceso estandarizado actualizado. Este plan de control detalla las mejoras en los flujos de trabajo diarios, lo que culmina en la garantía de que las variables esenciales del proceso comercial se ajusten a las variaciones de control de calidad aceptadas.

Cada una de estas cinco fases crea una plantilla repetible para mejorar las capacidades de proceso de su negocio (ver Figura 5). Cuando las cinco etapas se implementan por completo, las organizaciones pueden medir tanto la eficacia como la eficiencia de los procesos comerciales de fabricación críticos. Las mediciones se rastrean en un gráfico

de control, lo que le brinda datos de control de procesos cuantificables y comparables que aprovechan una ventaja competitiva [24].

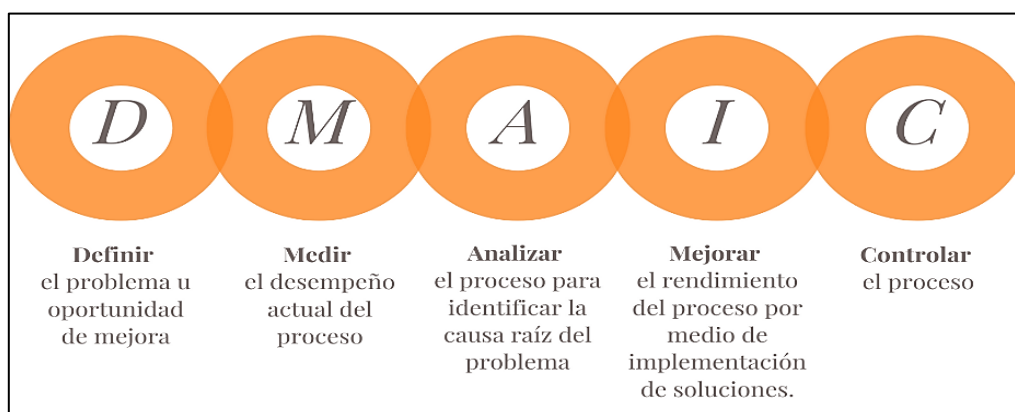


Figura 5: Fases de DMAIC [24]

3.2.3. Optimización de horas extras del personal.

En cuanto a las horas extraordinarias, estas no son completamente negativas. Puesto que es una forma rentable de flexibilizar la plantilla y aumentar la capacidad para satisfacer la demanda cuando sea necesario. Sin embargo, el exceso de horas extraordinarias puede convertirse en una solución ineficaz y costosa para problemas que, si no se controlan, pueden reducir su competitividad y afectar a los beneficios [25].

El uso eficaz de las horas extra requiere una comprensión de los posibles efectos negativos en los empleados; el uso de horas extras no es eficaz si provoca el agotamiento de los empleados, una rotación excesiva o una reducción del compromiso de los empleados. Las horas extraordinarias excesivas pueden interferir con la capacidad de un empleado para dormir lo suficiente, lo que puede generar problemas de salud para el empleado y problemas de seguridad y calidad en el trabajo [26]. Si las horas extraordinarias se prolongan, puede crear una fuerza de trabajo dependiente de las horas extraordinarias, mayor ausentismo y menor productividad. Aunque los altos niveles de horas extras pueden ser tolerables por períodos cortos, las horas extras a largo plazo pueden ser perjudiciales [27].

3.2.3.1. Relevancia de la optimización de horas extras en la industria de alimentos.

Aunque las horas extra y la subcontratación pueden ser formas necesarias y rentables de acrecentar la capacidad para alcanzar la satisfacción de la demanda de los consumidores, también pueden ser señales de advertencia de que una fábrica no está maximizando su producción [28]. La optimización de las horas extraordinarias es un aspecto crítico en la industria alimentaria, ya que tiene un efecto directo en la satisfacción de los empleados, la rentabilidad y productividad [29]. A continuación, se exhiben algunos de los aspectos más notables de la optimización de las horas extraordinarias en la industria alimentaria:

- a. **Impacto en la productividad:** Las horas extraordinarias pueden generar una repercusión significativa en la productividad de una compañía alimentaria, ya que pueden aumentar la carga de trabajo del personal y, en algunos casos, afectar a la calidad del trabajo realizado. Optimizar las horas extra puede ayudar a maximizar la eficiencia de los empleados y asegurar que los recursos de la organización se empleen de manera óptima.
- b. **Reducción de costes:** La optimización de las horas extraordinarias puede ayudar a reducir costes en la industria alimentaria, ya que el pago de horas extraordinarias puede representar un coste significativo para la empresa. Eliminar el exceso de horas extraordinarias también puede ayudar a prevenir el agotamiento y la fatiga del personal, que pueden ocasionar una reducción de la calidad del trabajo realizado y aumentar el riesgo de accidentes en el lugar de trabajo.
- c. **Satisfacción del personal:** Optimizar las horas extraordinarias también puede tener un impacto positivo en la satisfacción del personal. Los empleados con exceso de trabajo pueden sentirse quemados y desmotivados, lo que puede afectar a su rendimiento y a su voluntad de seguir trabajando para la empresa. Asegurándose de que los empleados no trabajan más de lo necesario, la empresa puede mejorar la satisfacción de los empleados y reducir la rotación.
- d. **Cumplimiento de la normativa laboral:** Optimizar las horas extraordinarias también es importante para asegurar que se cumpla la normativa laboral. En

algunos países, hay límites en la cantidad de horas extraordinarias que los empleados pueden trabajar en una semana o un mes. Optimizar las horas extraordinarias puede ayudar a garantizar que la empresa cumple esta normativa y evita sanciones legales [30].

En ese sentido, se puede afirmar que la optimización de las horas extras es un aspecto crítico en términos de productividad, rentabilidad y satisfacción de los trabajadores en la industria alimentaria. La aplicación de herramientas como Six Sigma puede ayudar a las empresas a precisar áreas en las que se mejore la gestión de horas extras y extender el uso de los recursos que se dispone.

3.2.3.2. Métodos y herramientas para optimizar horas extras.

La optimización de las horas extras es una preocupación constante en la gestión de talento humanos en la industria alimentaria, puesto que afecta de modo directo a la productividad y cuan rentable es la empresa. Aquí hay algunos métodos y herramientas para ayudar a optimizar las horas extras en esta área [31].

- a. **Análisis de demanda:** El análisis de demanda es un recurso que permite a las compañías de alimentos saber cuándo se producen los picos de producción y cuántos trabajadores se necesitan para cubrir los picos. De esta forma, se puede planificar mejor la distribución de los turnos de trabajo y las horas extras, lo que reduce costes y aumenta la productividad.
- b. **Planificación de la capacidad:** esta es otra herramienta útil para optimizar las horas extra. Es un proceso que facilita a las empresas de alimentos planificar sus recursos humanos, materiales y financieros para satisfacer la demanda del mercado. Una vez que se estima la capacidad de producción, se pueden asignar las horas extra necesarias para la satisfacción de la demanda y aminorar los costos de producción.
- c. **Rotación:** La rotación es un método que permite a las compañías de alimentos maximizar la capacidad productiva y minimizar las horas extra. Este método implica la rotación de trabajadores de diferentes turnos para trabajar durante

las horas pico, lo que reduce la necesidad de horas extras y mejora la productividad.

- d. **Planificación de la producción:** es un recurso que ayuda a las empresas alimentarias planificar la producción en función de la capacidad disponible. Tal planeación de la producción permite a las empresas asignar de manera eficiente las horas extra requeridas y reducir los costos.
- e. **Evaluación de desempeño:** es una herramienta que las empresas de alimentos pueden utilizar para evaluar la eficiencia y productividad de sus empleados. Al evaluar el desempeño, las organizaciones pueden identificar áreas que necesitan mejoras y tomar medidas para optimizar las horas extraordinarias [32].

En resumen, la optimización de horas extras es una preocupación importante para la industria de alimentos. Los métodos y herramientas descritos anteriormente pueden ayudar a las empresas a planificar mejor la asignación de turnos y horas extras, al aminorar los costos y acrecentar la productividad.

3.2.3.3. Impacto de la optimización de horas extras en la productividad.

La optimización de las horas extra de una empresa puede tener una repercusión significativa en la productividad y la rentabilidad [33]. Estos son algunos de los efectos observados al optimizar el uso de las horas extraordinarias.

- a. **Costos más bajos:** el uso eficaz de las horas extra puede reducir los salarios y los costos sociales al eliminar la necesidad de contratar más empleados a tiempo completo.
- b. **Mayor flexibilidad:** con más control sobre el uso de horas extras, las empresas tienen más flexibilidad para asignar tareas y planificar proyectos. Esto permite cumplir con plazos ajustados y responder a las demandas cambiantes del mercado.
- c. **Mejorar la calidad del trabajo:** cuando los empleados trabajan demasiado, pueden ocurrir errores y la calidad del trabajo se resiente. Optimizar las horas extra ayuda a evitar la fatiga y mejorar la calidad del trabajo [34].

- d. **Mayor satisfacción de los empleados:** cuando los empleados tienen exceso de trabajo, pueden agotarse y desmotivarse. Optimizar el uso de horas extras puede aminorar la carga de trabajo y acrecentar la satisfacción de los empleados.
- e. **Mayor productividad:** al optimizar el uso de horas extra, puede aumentar la cantidad de trabajo completado en un período de tiempo determinado. Esto puede tener una incidencia positiva en rentabilidad y la productividad de la compañía.

En síntesis, la optimización de las horas extra puede tener una repercusión significativa en la rentabilidad, productividad y la satisfacción de los empleados. Aprovechar al máximo las horas extra requiere una planificación cuidadosa, una gestión de proyectos eficaz y una comunicación clara con los empleados.

3.2.4. Optimización de materia prima.

3.2.4.1. Relevancia de la optimización de materia prima en la industria alimenticia.

La gestión de la materia prima se define como el conjunto de procedimientos adoptados por una entidad para configurar sus indicadores de rendimiento [35]. Específicamente, la supervisión de los materiales abarca la recopilación y el análisis exhaustivo de cada elemento que interviene en la adquisición de materias primas, así como su almacenamiento, transporte, procesamiento y disposición final dentro de la estructura organizativa.

Un comentario que es general cuando se habla de materia prima en los procesos alimentario, es que ellos son considerados la piedra angular de su producto alimenticio final. Por tal motivo, es esencial que estos ingredientes cumplan con sus especificaciones de calidad, así como con el estándar normativo de seguridad alimentaria, todo ello garantizará la consignación de productos finales de elevada calidad a los clientes. En resumen, se deduce que el análisis minucioso de las materias primas en el ámbito industrial resulta crucial, dado que la calidad del producto final se encuentra intrínsecamente ligada a estas, lo que a su vez determina el nivel de aceptación y éxito de dicho producto en el mercado.

Dentro de los beneficios que pueden obtenerse al optimizar cuanto puede rendir la materia prima se pueden mencionar, los relacionados con el incremento en la rentabilidad, mejor rendimiento del uso de la materia prima, que se garantice que el producto final pueda ser empleado para su propósito inicial y que se pueda identificar que estos productos puedan ser introducidos en la cadena alimentaria con un uso alternativo [36].

3.2.4.2. Métodos y herramientas para la optimización de materia prima.

[37] mencionan que el uso particular de un software para simular el trabajo de planta, da un aporte importante al mostrar al sector productivo y más específico al alimenticio. Esta incorporación de este tipo de herramienta permite simular eventos discretos para así tomar decisiones, además puede evaluar la integración de otras áreas como programación de la producción, diseño de experimentos e ingeniería de métodos, logrando con ello optimar la capacidad productiva. La Figura 6 muestra un esquema de las fases que se estarían evaluando con la implementación de un programa computarizado.

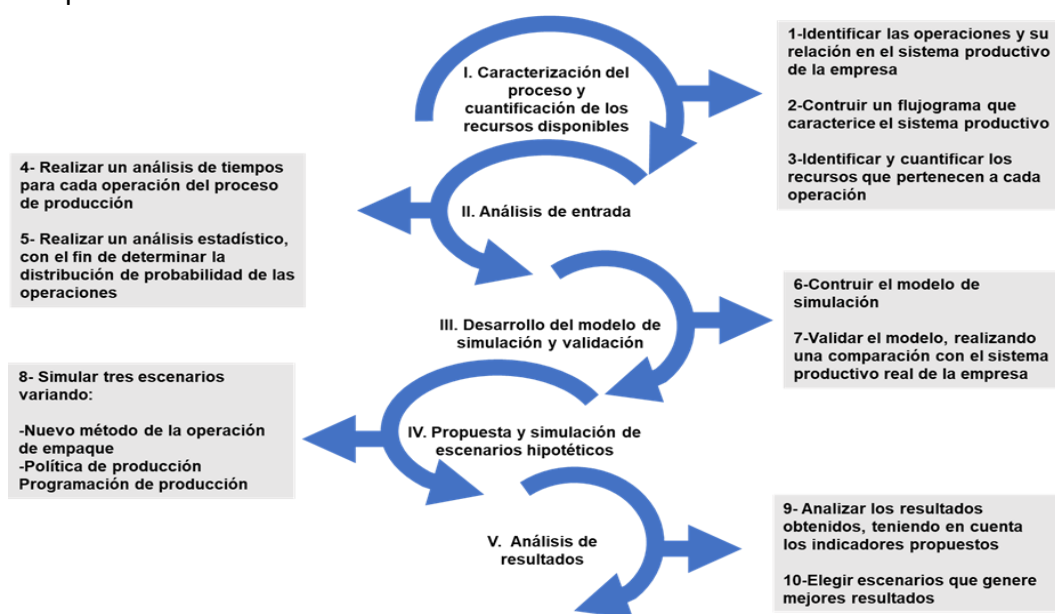


Figura 6: Metodología de desarrollo especificando fases y actividades [37]

La descripción de la metodología por Peña et al. [37] indican que, se puede optimizar la materia prima y el proceso productivo, al seguir las fases mencionadas a continuación:

Fase I. La fase inicial involucra la descripción precisa del proceso y la evaluación cuantitativa de los recursos en uso actualmente. Esto implica identificar minuciosamente las operaciones involucradas en el esquema productivo de la empresa y las interrelaciones entre estas operaciones basadas en las características específicas del producto. Se logra caracterizar el sistema mediante la creación de un diagrama de flujo detallado, y se requiere además cuantificar los recursos que se disponen para cada operación dentro del proceso.

Fase II. Análisis de la fase de entrada: Es crucial realizar una evaluación detallada de los tiempos requeridos para cada operación. A través de este proceso, es posible identificar operaciones estandarizadas, caracterizadas por un tiempo constante, así como operaciones no estandarizadas. Estas últimas permiten la realización de un muestreo y un análisis estadístico pertinente, que incluye pruebas de independencia y homogeneidad.

Fase III. El desarrollo de un modelo de simulación y su posterior validación implica la elaboración del modelo utilizando una herramienta de simulación, considerando detalladamente la información recopilada durante las fases iniciales. La validación del modelo recién desarrollado se llevará a cabo mediante una comparación exhaustiva con el estado real del esquema de producción de la empresa, con el objetivo de confirmar su precisión y fiabilidad.

Fase IV. Etapa de propuesta y simulación de escenarios: se trazan tres escenarios distintos y se procede a simular cada uno de los siguientes: la implementación de un método nuevo en el área de empaque, la modificación de las políticas vigentes de producción, y la reorganización de la producción actual.

Fase V. Análisis de resultados: en esta se llevará a cabo una comparativa entre la situación presente y las propuestas de escenarios alternativos. A partir de este análisis, se procederá a la selección del escenario que presente los mejores resultados en relación con cada uno de los indicadores específicos.

Ciertos proveedores pueden suministrar materias primas que varían en términos de calidad, dimensiones, concentración y otros factores físicos cuantificables. Aunque la

calidad de la materia prima pueda ser aceptable, cualquier desviación física afectará el proceso de producción y repercutirá en el producto final. La implementación de un control de materias primas facilita la realización de pruebas apropiadas que evalúen perfiles de pureza o calidad acordes con la naturaleza de los materiales. Esto implica considerar pruebas físicas y químicas que permitan determinar de forma oportuna si la materia prima que se recibe es adecuada. En última instancia, esta práctica previene la costosa pérdida de lotes producidos y la merma en la confianza por parte de los clientes.

3.2.4.3. Impacto de optimizar la materia prima en la productividad.

La optimización de la materia prima repercute sobre la productividad de las empresas, puesto que, se constituye un factor esencial para el mejoramiento de la eficiencia en sus procesos generadores. Al emplear de manera más eficiente la materia prima, se logra reducir tanto los desperdicios como los costos asociados a su adquisición y manejo. Esta optimización posibilita que las empresas aumenten su capacidad de producción y mejoren su rentabilidad, ya que pueden generar más bienes o servicios utilizando la misma cantidad de materia prima [38].

La gestión de materiales y materia prima es corresponsable de la planificación, organización y control, estas actividades están directamente relacionadas con el flujo de materiales requeridos por una empresa que fabrica o genera productos [39]. Cuando cada uno de estos criterios se cumple a la perfección, ayudan a reducir no solo los costos sino también, los retrasos en los pedidos y más.

La acción de optimizar el manejo de la materia prima permite que estos entreguen al cliente, productos de calidad y si aunado a esto se corrigen las fallas y se estandarizan los procesos se puede generar un sistema más confiable para la empresa y sus clientes. Estos sistemas de gestión de materias primas persiguen la reducción de las discrepancias en los procesos y productos. Es importante tener en cuenta que tanto un producto no conforme como uno conforme requieren una inversión similar de recursos [40].

En el proceso de optimización industrial de la naranja se puede obtener una amplia lista de productos tras su procesamiento, dentro de ellos se mencionan: el aceite esencia de naranja, concentrado de naranja, pulpa de naranja, puré de naranja o zumo de naranja,

entre otros, además sus conchas pueden ser utilizadas como fertilizantes también, a través de lo cual, se contempla una forma de optimización de esta materia prima.

En el proceso de optimización del coco como proceso industrial, se pueden obtener varios subproductos además de la producción de su jugo, dentro de estas se pueden mencionar: harina de coco, el aceite de coco, yogur de coco, coco seco rallado, leche de coco y el agua de coco. Adicionalmente se hace mención que la concha de esta fruta también es utilizada en la industria avícola para la limpieza o cama de cría de pollo de consumo, en la artesanía para la elaboración de cestas, sombreros, también se usa para la base para la contención de plantas ornamentales, y como ultima variante en algunos países se está usando para mezclar con asfalto para la construcción de capas o carpetas en calles y carreteras ya que esta brinda una mejor consistencia para su compactación.

4. Materiales y metodología

Este aparte corresponde al enfoque epistemológico y metodológico utilizado en la investigación, acá se detalla cada uno de los aspectos relacionados con el abordaje que se seleccionó para desarrollar la investigación y que están justificados por el investigador. El paradigma epistémico asumido en esta investigación fue el cuantitativo.

Hernández et al. [41] destacan que el enfoque cuantitativo implica la recopilación y análisis de datos numéricos asociados a variables precisas. Asimismo, se basa en el positivismo, que considera la uniformidad de los fenómenos y emplea el método hipotético-deductivo como una herramienta de delimitación. Además, postula que la manifestación de los datos resulta de procesos derivados de la experiencia.

La justificación de lo anteriormente expuesto se da ya que, el estudio contempla a través del método científico la toma de información relacionada con la cantidad de materia prima utilizada en la elaboración de cada producto, y las horas extras registradas por el personal que trabaja en la jornada de producción, seguidamente el manejo de esta información dará a través de los análisis realizados valores que manejados por el uso de medios estadísticos los valores que indicaran el comportamiento real de la situación estudiada, finalmente estas evidencias darán como resultado las mejores propuestas de mejora para el logro de lo establecido en el presente trabajo académico.

4.1 Tipo de Investigación.

Considerando el objetivo general del presente trabajo enunciado como; plantear una propuesta de mejora productiva en una empresa de alimentos, sustentada en la optimización de horas extras del personal y el uso eficiente de la materia prima, mediante la adopción de Six Sigma, y de acuerdo con los criterios de evaluados por el autor, la investigación se enmarco en un tipo de estudio descriptivo, soportado en esta se procede a la medición independiente de las variables, incluso si no se formulan hipótesis, dichas variables se encuentran especificadas en los objetivos de la investigación [42].

Dicho de otra manera, en este trabajo se describirán los diferentes procesos involucrados en cada línea productiva, uso y manejo de materia prima, las entradas y salidas de cada subproceso (EPS) entre otros.

4.2 Diseño de la investigación.

Según Hernández et al. [41] el estudio de campo se caracteriza por obtener datos de manera directa de la realidad donde los eventos ocurren, sin intervenir sobre las variables. Su objetivo es estudiar los fenómenos sociales en su entorno natural. Arias [42] por su parte, la define como la obtención de datos directamente de la realidad en la que se producen los acontecimientos, sin intervenir ni controlar ninguna variable.

Por lo establecido anteriormente, toda la información que se manejará se obtendrá directamente de los datos que se obtienen de la empresa (documentada), como datos operativos del proceso, actividades que se ejecutan (procedimientos), horas extras, es decir, información tomada directamente en la empresa de alimentos.

4.3 Población.

La población para un estudio cualquiera puede ser de un grupo de elementos, ya sea finito o infinito, que disponen de características comunes y sobre las cuales las derivaciones de una investigación se aplicarán de manera extensiva. [42]. Para este estudio la población objetivo está relacionada con los procesos productivos de la organización o compañía, es decir, los procesos de elaboración de sus productos, esto incluye información específica como; horas extras, cantidad de materia prima usada en los procesos, fallas y mantenimiento de equipos, cantidad de personal.

4.4 Muestra.

Cuando se trata de población relativamente pequeña, el investigador del presente estudio tomó como muestra, la misma población, así mismo esta decisión permitió definir como técnica de muestreo, la no probabilística, esta elección se sustenta en que Hurtado [43] menciona que una muestra se refiere a un subconjunto de la población en el que la manera de seleccionar los elementos no se basa en la probabilidad, sino en las características específicas del estudio, por su parte Arias [42] la relaciona con el hecho

de que se trata de un método de selección en el que la probabilidad de que los elementos de la población sean elegidos para integrar parte de la muestra no es conocida.

La muestra utilizada en el presente estudio corresponde a la población mencionada, es decir, los dos procesos que efectúa la empresa de alimentos en la producción de sus productos y dentro de los cuales para su análisis se tomarán como puntos especiales los relacionados con; cantidad de materia prima usada en los procesos y el aumento en las horas extras generadas por los empleados en los procesos de la compañía de alimentos, fallas y mantenimiento de equipos, cantidad de personal.

4.5 Técnicas e Instrumentos para la recolección de Datos

Las técnicas para recopilar datos se refieren a los procesos y acciones que facilitan al investigador lograr la información necesaria para abordar las interrogantes planteadas en el contexto de la investigación [43]. Entre las técnicas más utilizadas se dispone de: la observación, la entrevista, la encuesta, pruebas, entre otras.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizarán las siguientes técnicas e instrumentos:

- a. Observación: se utilizará como instrumento la observación no estructurada, con ella se pretende entender el entorno que será estudiado.
- b. Revisión documental: Se investigará todo lo relacionado con informes, estadísticas (registros de producción, horas de trabajo, entre otros) y cualquier otro dato que permita realizar un análisis de las variables que pueden influir al momento de tomar decisiones para el mejoramiento de los procesos generadores en la compañía de alimentos.
- c. Entrevista no estructurada: se utilizará como instrumento el uso de una libreta de notas donde se registrarán datos relevantes relacionados con las observaciones y respuestas resaltantes tomadas durante la investigación.

4.6 Desarrollo de los objetivos.

En la Tabla 1 presenta a través de un cuadro sistemático el esquema de abordaje de los objetivos planteados y sus actividades para el logro de los mismos.

Tabla 1. *Desarrollo Sistémico de los Objetivos*

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICOS	METODOLOGÍA	ACTIVIDADES
	Revisar la literatura científica y técnica para identificar las técnicas y herramientas Six Sigma aplicables para optimar los procesos productivos en empresas del sector alimentario.	a. Consultar las diferentes bibliografías y fuentes electrónicas que posean información actualizadas sobre la metodología Six Sigma. b. Explicar el método seleccionado.	a. Documentar la metodología Six Sigma haciendo uso de la consulta bibliográfica y de sistemas de información electrónicos y ubicar dicha información en el aparte relacionado con marco de desarrollo documental de esta tesis. b. Describir en que consiste Six Sigma.
Desarrollar una propuesta de mejora productiva en una empresa de alimentos, basada en la optimización de horas extras del personal y el uso eficiente de la materia prima, mediante la aplicación de la metodología Six Sigma	Levantar información detallada de los procesos productivos de la empresa de alimentos para identificar los factores que influyen en la generación de horas extras del personal y el rendimiento de la materia prima Desarrollar indicadores adecuados para identificar los factores que afectan la producción en la empresa de alimentos. Presentar las acciones correctivas propuestas para la mejora continua de los procesos productivos de la empresa y definir el coeficiente costo-beneficio	a. Elaboración de indicadores de control o de gestión según sea el caso basado en la mejora continua Six Sigma. a. Desarrollo de indicadores de control o gestión para evaluar resultados futuros. a. Determinación de las acciones correctivas. b. Determinación de la relación costo/beneficio para la aplicación del plan.	a. Aplicar las diferentes técnicas establecidas en el presente trabajo, para la recolección y revisión de la data en los procesos generadores en la empresa de alimentos. b. Realizar los análisis de resultados basados en la metodología Six Sigma. a. Elaborar indicadores de control o gestión para los procesos más críticos. a. Proponer las acciones correctivas. b. Calcular la relación costo/beneficio.

Nota: Elaboración propia.

5. Resultados y discusión

El progreso de la investigación parte de una revisión exhaustiva de documentación, es por ello por lo que se hizo necesario indagar principalmente sobre la actual situación de la empresa, para luego mediante la aplicación de Six Sigma, lograr fijar los criterios a desarrollar en la gerencia para tomar decisiones futuras, estas acciones servirán de soporte para proponer un sistema que optimice toda operación, actividad y/o procesos en la empresa de alimentos. A continuación, su desarrollo.

5.1 Resultados.

En este trabajo, se eligió Six Sigma como recurso principal para la propuesta de mejora en el proceso productivo. Para resolver el problema de bajo rendimiento de materia prima y exceso de horas extras no planificadas, se aplicó el modelo DMAIC, se conforma de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Esta aplicación conto con el acompañamiento de un equipo multidisciplinario conformado por un integrante de cada departamento (logística, compras, producción, mantenimiento, planificación y RRHH) y los cuales con su experiencia y conocimiento dieron un aporte valioso para el éxito de este trabajo.

El enfoque escogido para el análisis y resolución del problema permitió mejorar la calidad del proceso y reducir los errores al producir. Inicialmente se identificaron los problemas existentes los cuales se enfocaron en el incremento de las horas extras no planificadas por parte de los empleados de área productiva de la empresa y de la disminución en la obtención del producto final (Jugo de naranja y de coco) por debajo de la meta mínima establecida y que estaba fijada en 75 %, estas dos variables de estudio apuntaban a resultados que marcaban sus evidencias en la disminución de las ganancias producto de los la no eficiencia o eficacia de las actividades de manufactura de los productos elaborados por la empresa.

La adopción de Six Sigma en el presente proyecto indicaba que, se debería tomar datos en los diferentes procesos para poder ser analizados y discutidos para así poder

determinar, las acciones a seguir para mejorar los resultados. Dentro de los datos que ameritaban el análisis se mencionan los siguientes: distribución de planta, número de procesos y tiempos involucrados en cada uno de ellos, cantidad de desperdicio, horas extras no planificadas, procedimientos de trabajos, entre otros, datos que sirvieron para poder saber cuáles de ellos eran los que más estaban afectando las variables de estudio.

Una vez que la información fue analizada se procedió a emitir las acciones a seguir para lograr implementar las estrategias que minimizarían o eliminarían las variaciones existentes, dicho de otra manera, proponiendo las mejoras en los procesos a través de objetivos bien definidos para posteriormente realizar el seguimiento del progreso y analizar los resultados obtenidos.

También es de resaltar que, se hizo consultas a algunos autores que hacían mención del uso y aplicación de Six Sigma y otros temas relacionados con procesos alimenticios, esto permitió fortalecer al trabajo realizado por el autor de esta tesis.

A continuación, se desarrollan las etapas de la metodología usada para el análisis de la empresa de alimentos estudiada.

1. Definir: para el presente trabajo la compañía objeto de estudio forma parte de la industria de alimentos, la misma se encarga de producir jugo de naranja y de coco. El trabajo está enfocado en disminuir la cantidad de horas extras no programadas la cual durante el 2021 hasta el 2022 alcanzaron un promedio de 3 horas durante el proceso y el segundo problema presentado fue el relacionado con el bajo rendimiento de la materia prima el cual representó un 68 %, estando inferior al límite establecido por la empresa (75 %). Para el logro de esta fase se definieron e identificaron, primeramente, los pasos a seguir para dar cumplimiento a lo establecido por el equipo de trabajo en la empresa de alimentos, la Figura 7 muestra cada uno de ellos.



Figura 7: Pasos propuestos de la fase Definir

Planteamiento del problema: los problemas existentes en la empresa de alimentos considerados para este estudio fueron; el incremento de las horas extras no planificadas por parte de los trabajadores de producción y la reducción en la obtención del producto final (Jugo de naranja y de coco) el cual se encontraba para el 2022 por debajo de la meta mínima establecida fijada en 75 %.

Objetivos: como trabajo de equipo se estableció como objetivos principales el reducir o eliminar las horas extras no planificadas y el de incrementar la producción en las líneas de jugos de coco y naranja, todo ello basado a través de un plan estratégico que pueda ser controlado, evaluado y ajustado en el tiempo, según las variaciones que presente el comportamiento de los diferentes escenarios tanto dentro como fuera de la empresa de alimentos.

Elaboración de la carta del proyecto: esta actividad consistió en la redacción de un documento el cual fue firmado y en el cual se establece de manera formal el alcance del proyecto propuesto, deja de modo claro también; el alcance, las metas, los objetivos, el cronograma e hitos del proyecto, a los diversos grupos que disponen un interés en como miembros del equipo.

Requerimientos del cliente: el objetivo de la empresa de alimentos es garantizar a los clientes que esta puede brindar el mayor valor posible. En otras palabras, es fundamental que el equipo de proyecto dedique un período para identificar la demografía de los clientes, sus requerimientos específicos y los factores impulsores detrás de sus decisiones de compra. Al comprender con precisión lo que busca y necesita el cliente, el equipo de proyecto puede mejorar su comprensión de cómo retenerlos y garantizar su satisfacción en correspondencia con la calidad de los productos demandados.

Mapa del proceso del negocio: el mapa de proceso del negocio permite representar las interrelaciones que existen entre los diferentes departamentos de la empresa de alimentos con su orden de ejecución y de manera estructurada.

La Figura 8 exhibe el diagrama de proceso de la empresa de alimentos actualmente.

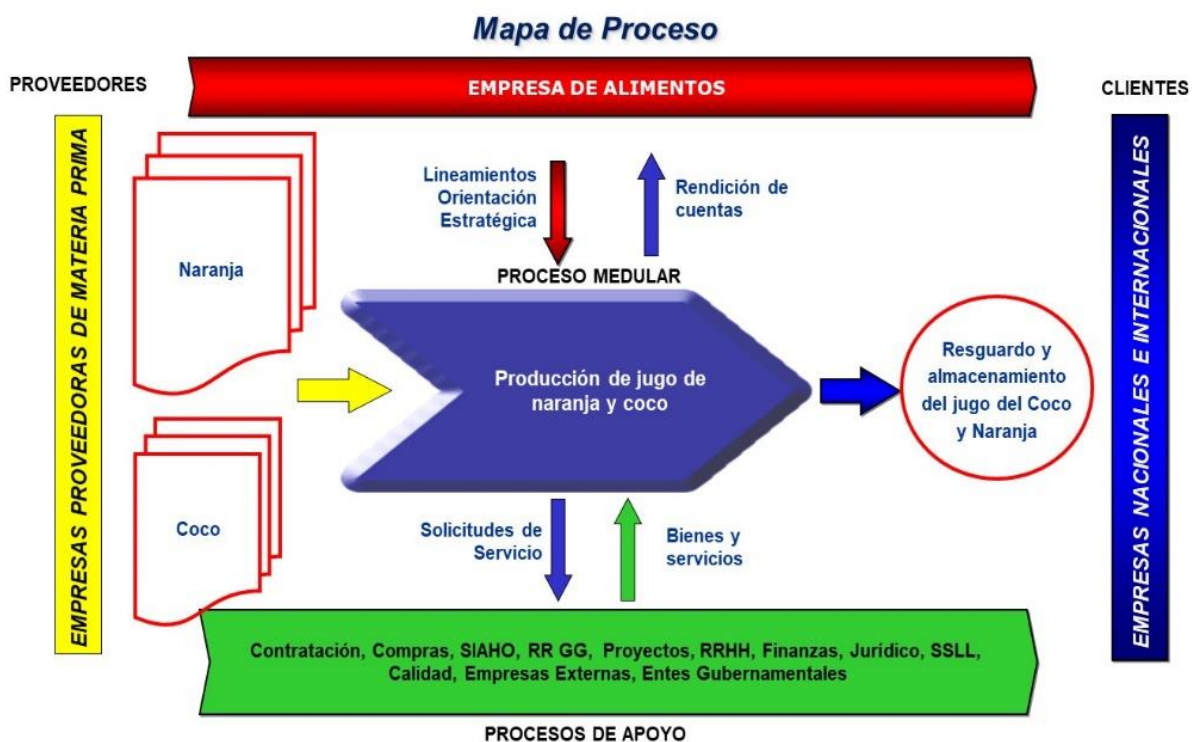


Figura 8: Mapa del Proceso de la Empresa de Alimentos

Diagrama de flujo. Para entender las líneas generadoras de los productos manufacturados por la empresa de alimentos, se generó un diagrama de flujo para los dos procesos productivos para identificar posibles áreas de mejora (Figura 9).

Con la generación del diagrama de flujo de las líneas de producción se determinó que; existen nueve procesos en la elaboración del jugo de naranja y diez para la producción de jugo de coco de la industria de alimentos, entre ellos se observó que hay ocho procesos comunes (Recolección y selección de materia prima, lavado y cepillado, filtrado, homogeneización y pasteurización, adición de ingredientes, envasado y etiquetado, almacenamiento del producto final y la distribución).



Figura 9: Diagrama de flujo del proceso de producción de jugo

Para dar más versatilidad al desarrollo del presente trabajo seguidamente se presentan las fases dos y tres relacionadas con los conceptos de medición y análisis tomando en cuenta los dos problemas que son objeto de estudio como son las horas extras no planificadas y el rendimiento de la materia prima.

2. Medir: en esta fase fue determinante comprender el estado actual del problema por el que pasa el proceso productivo de la empresa de alimentos, para ello se tomaron como puntos de referencia los datos que se relacionan con el incremento en las horas extras no planificadas y la información referente a la disminución en el rendimiento del uso de la materia prima en la compañía de alimentos (ver Figura 10) y

3. Analizar: Esta fase tiene como objetivo encontrar y abordar las causas fundamentales del problema (SSDSI, 2020).

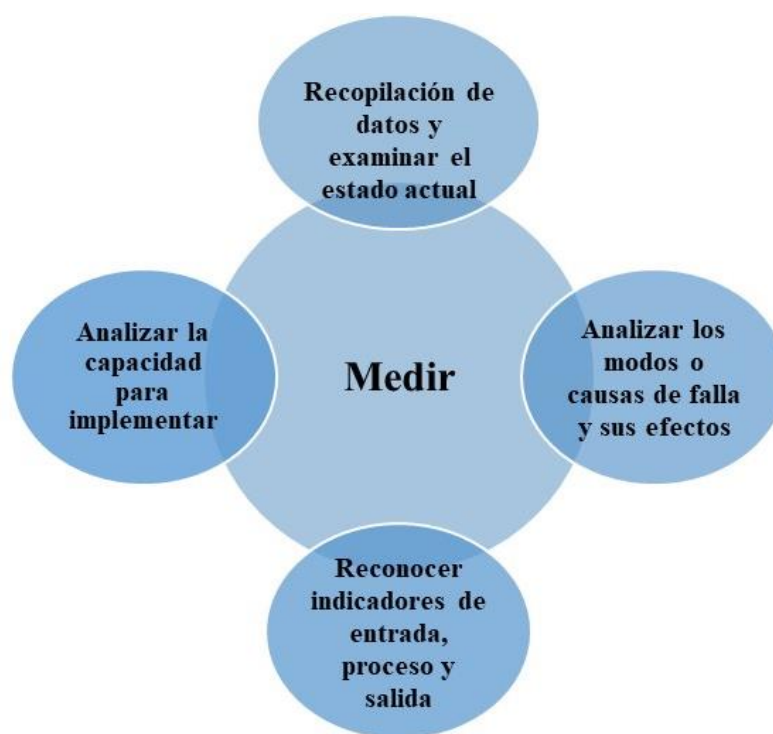


Figura 10 : Puntos de referencia de la fase Medir

Problema 1. Horas extras no planificadas.

Sobre la base los datos provistos por el departamento de producción se obtuvieron los siguientes resultados para el cálculo de estas variaciones:

Recopilación de datos: dentro de la data obtenida en el desarrollo de este trabajo se pueden mencionar los siguientes:

Horas extras del período de estudio: durante el período comprendido desde el año 2018 al 2022, la empresa de alimentos, presentó un comportamiento creciente respecto a las horas extras no planificadas por jornada, siendo el año 2022 donde alcanzó su punto más alto 2.45 horas (Tabla 2), para ese momento el valor de la hora extra alcanzaba los USD 3.82, esto trajo como consecuencia que se generaran pérdidas mensuales por un monto aproximado a los seis mil quinientos dólares (6500 USD /mes) por concepto de horas extras no planificadas, cabe destacar que para ese momento en nómina se contaba con un total de 29 personas por línea de producción.

Tabla 2. Horas promedio no planificadas

Año	Promedio de hora extra no planificadas (h)
2018	1.33
2019	1.47
2020	1.59
2021	2.21
2022	2.45

Nota: Departamento de producción

Diagrama Causa Efecto: la Figura 11 menciona las posibles causas que ocasionaron el incremento de horas extras no planificadas, entre ellas se pueden citar; falta de planificación adecuada, la falta de maquinaria adecuada y de personal calificado, la carencia de control en la producción, entre otras.

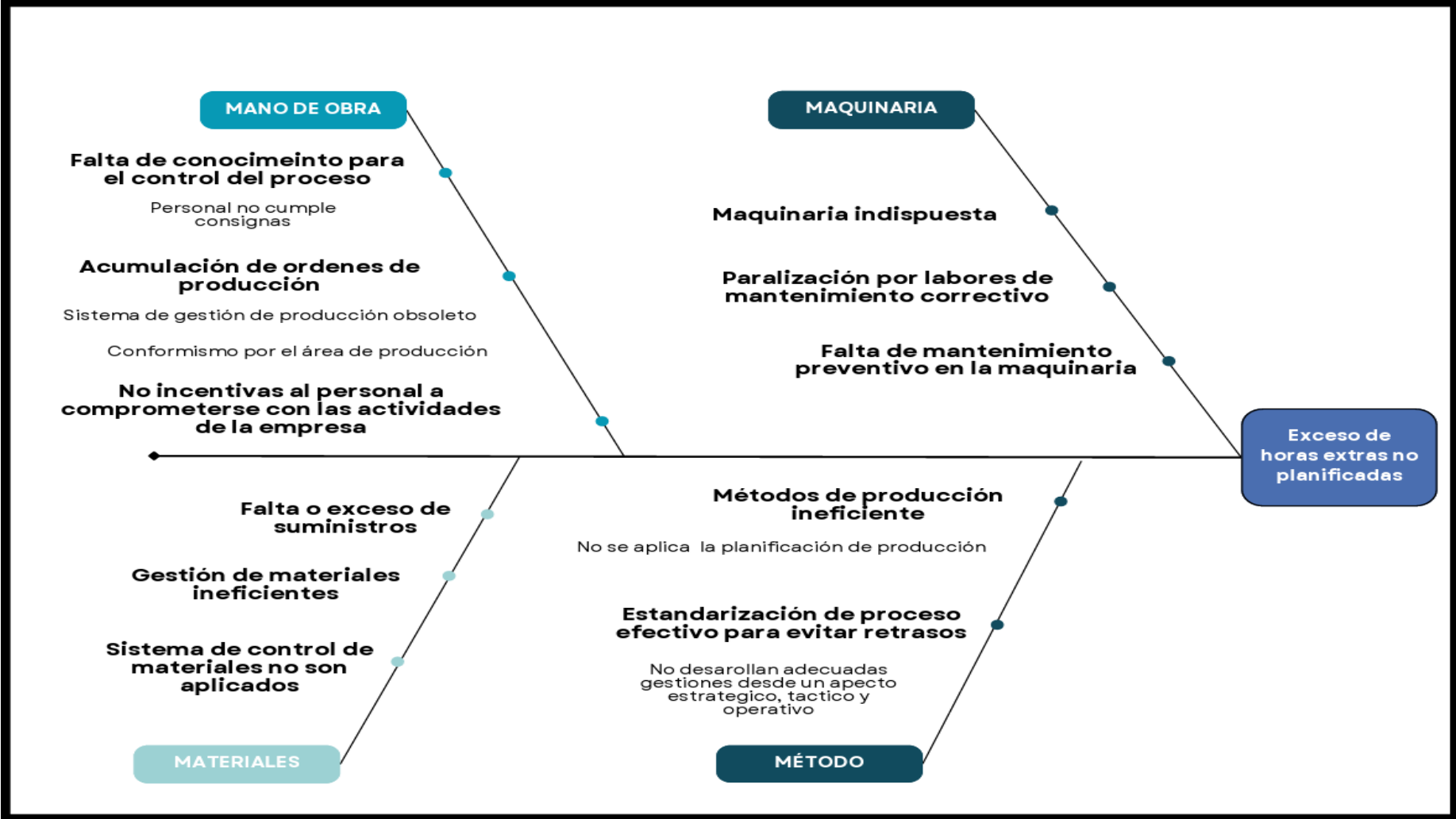


Figura 11: Diagrama causa efecto horas extras no planificadas

Indicadores de entrada/salida: la Tabla 3 muestra los indicadores que produjeron retrasos en algunos de los procesos en las líneas de producción (IRP), en la compañía de alimentos y relacionada con las horas extras no planificadas. Este indicador se calcula a través de la materia prima que es perdida en cada proceso evaluado. Las ecuaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 son propuestas por el autor.

$$IRP = \frac{Frecuencia (L)}{Frecuencia total (L)} \times 100(\%) \quad \text{Ecuación 1.}$$

Donde:

IRP= Indicador de retraso de producción

Tabla 3. Retraso por proceso de producción

Fallos	Frecuencia (L)	% Relativo	% Acumulado
Carencia de planificación y control de inventario	11026.30	31.21	31.21
Material pegado en rodillos de la exprimidora	8846.23	25.04	56.25
Pulpa de naranja y coco sin procesar en la banda transportadora en la extractora	7526.35	21.30	77.55
Alimentadora de exprimidora con paredes gastadas atascando la pulpa	3546.87	10.04	87.59
Fuga de líquido dentro de la tolva de salida	2668.24	7.55	95.15
Materia prima de baja calidad	1714.84	4.85	100.00

Nota: Departamento de producción

Analizar la capacidad para implementar: a través de los datos conseguidos por el departamento de producción y de mantenimiento y tomando como herramienta el diagrama de Pareto (ver Figura 12), se pudo agrupar las mayores causas que ocasionan el incremento en horas extras no planificadas en la empresa de alimentos.

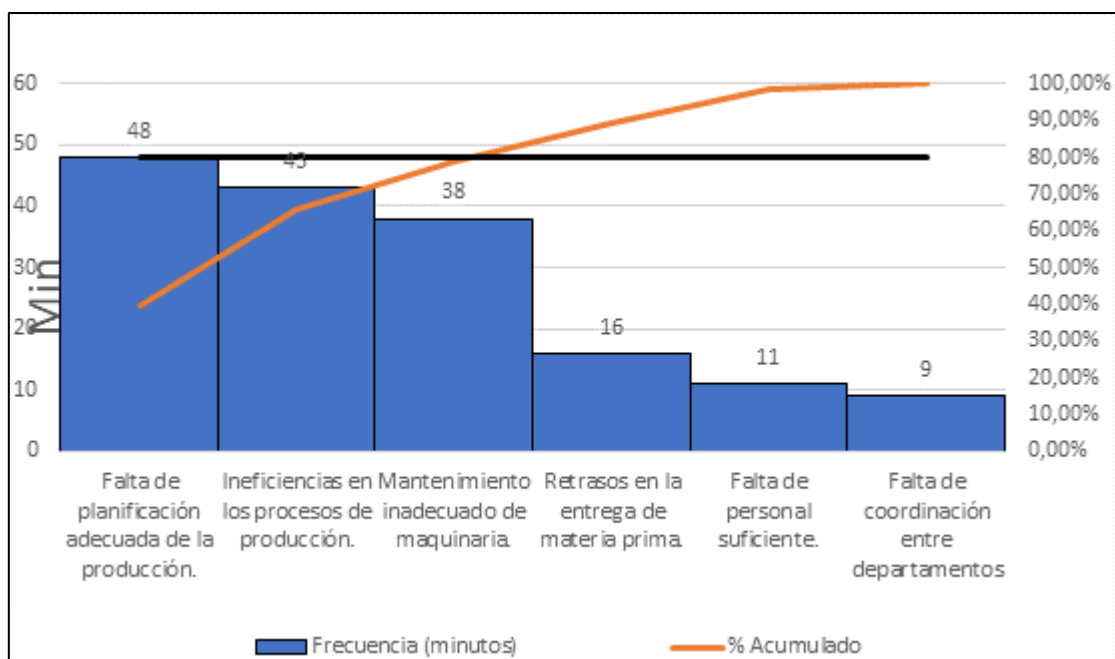


Figura 12: Diagrama de Pareto relacionado con horas extras no planificadas

Al analizar el diagrama de Pareto en función de las horas extras no planificadas, se pudo observar que los primeros tres fallos "Falta de planificación adecuada de la producción", "Ineficiencias en los procesos de producción" y "Mantenimiento inadecuado de maquinaria", representan aproximadamente el 78.18 % de todos los problemas identificados y relacionados con las horas extras no planificadas. Esto sugiere que se debe enfocar los esfuerzos en abordar estos tres fallos principales, ya que esto redundaría tener un impacto significativo en su reducción. El resultado anterior también fue analizado separadamente por la importancia que tiene la producción con el mantenimiento, a continuación, el detalle:

- a. Falta de planificación adecuada a la producción e ineficiencia en los procesos de producción: se observó que, aproximadamente 91 minutos están relacionados a las horas extras no planificadas y que fueron atribuidas a problemas relacionados con la mala operación o deficiente trabajo en cada proceso productivo, esto representó el 55.15 % del total de inconvenientes que se generan por estos conceptos.
- b. Mantenimiento inadecuado de maquinaria: se observó que, aproximadamente 38 minutos relacionados a las horas extras no planificadas y que fueron

atribuidas a problemas relacionados con la carencia de mantenimiento en los principales equipos y maquinarias de las líneas de producción (solo existe mantenimiento correctivo), esto representó el 23.03 % del total de inconvenientes que se generan por este concepto. Esta situación compromete el producto final y genera paralizaciones en dichos procesos.

Problema 2. Bajo rendimiento en materia prima.

Según los datos que proporcionó el departamento de producción se lograron los siguientes resultados:

Recopilación de datos: dentro de la data obtenida en el desarrollo de este trabajo se pueden mencionar los siguientes:

Cálculo del rendimiento: la Tabla 4 muestra los valores de producción empleados para la elaboración de jugo de naranja y coco durante el período de los años 2018 al 2022, con ellos se calcularon los rendimientos anuales.

Para obtener cálculo del rendimiento se aplicó la Ecuación 2.

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Producción real/terminado (Kg)}}{\text{Materia prima (Kg)}} \times 100\% \quad \text{Ecuación 2.}$$

Tabla 4. Rendimiento de Materia Prima

Año	Producción real (Kg)	Materia prima (Kg)	Rendimiento %
2018	14635286.29	18352571.46	79.75 %
2019	13958364.13	18211136.98	76.65 %
2020	13543754.32	18355357.53	73.79 %
2021	12802801.26	18195337.65	70.36 %
2022	12628405.72	18352571.46	68.81 %

Nota: Departamento de Producción

Con los resultados obtenidos se determinó lo siguiente:

- El rendimiento en la producción de jugos de naranja y coco de la materia prima ha presentado un comportamiento decreciente durante el período entre los años 2019 al 2022, es decir, un descenso del 10.94 % (79.95 % a 68.81 %).

- b. Se pudo precisar que la diferencia en el rendimiento obtenido en el año 2022 comparado con el límite establecido como meta mínima de producción (75 %) fue de 6.19 %, año de mayor impacto en la producción.
- c. Las diferencias en las disminuciones del rendimiento de la materia prima interanuales arrojan una proyección promedio de su incremento en un 2.74 %.

Adicionalmente se realizó el cálculo del rendimiento del año 2022, la Tabla 5 muestra los resultados suministrados por el departamento de producción, estos reflejan que la mayor fluctuación fue del 10.76 % (74.24 % - 61.48). Se implementa la ecuación 2

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Producción real/terminado (Kg)}}{\text{Materia prima (Kg)}} \times 100\% \quad \text{Ecuación 2.}$$

Tabla 5. Cálculo del rendimiento de la materia prima procesada en el año 2022

Mes	Materia prima (Kg)	Producto terminado (Kg)	Rendimiento
ene-22	1489482.15	1069812.77	71.82 %
feb-22	1372530.45	1018920.36	74.24 %
mar-22	1573627.48	1071835.21	68.11 %
abr-22	1495612.16	1078592.36	72.12 %
may-22	1586788.69	1050744.82	66.22 %
jun-22	1484970.28	1082752.45	72.91 %
jul-22	1465344.19	1067549.51	72.85 %
ago-22	1652037.31	1053817.48	63.79 %
sep-22	1476273.89	1031933.32	69.90 %
oct-22	1591984.32	1046020.74	65.71 %
nov-22	1468176.74	1013954.99	69.06 %
dic-22	1695743.80	1042471.71	61.48 %

Nota: Departamento de Producción

Diagrama Causa Efecto: la Figura 13 menciona las posibles causas que ocasionaron el bajo rendimiento de la materia prima, entre ellas se pueden citar; la carencia de calidad de la materia prima, el mal manejo de esta durante la producción, la falta de mantenimiento adecuado en la maquinaria, entre otras.

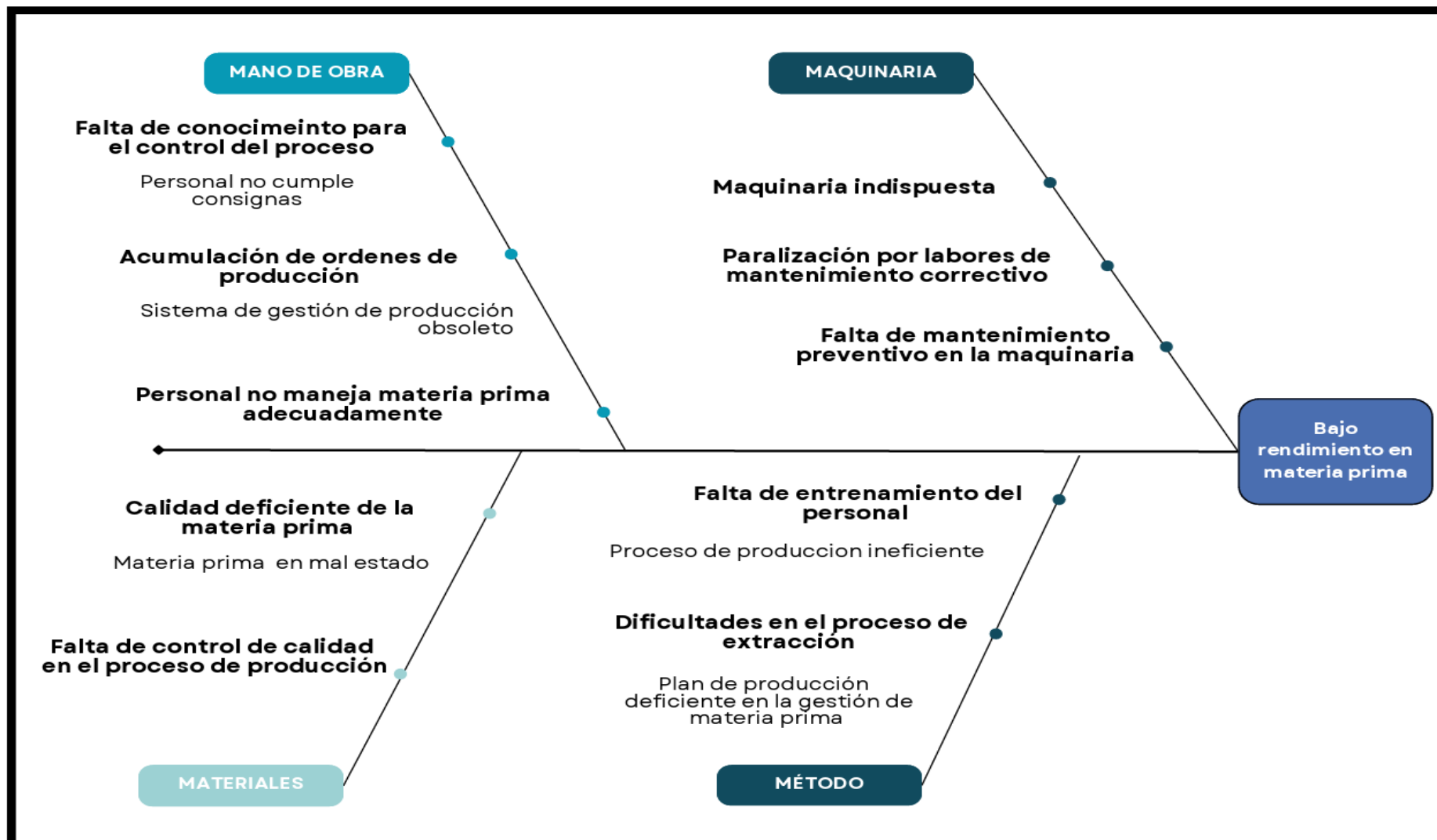


Figura 13: Diagrama causa efecto del rendimiento de materia prima

Pareto: al analizar el diagrama de Pareto (Figura 14), se pudo apreciar que, los primeros tres fallos (Ausencia de planificación y control de inventario, Material pegado en rodillos de la exprimidora y Pulpa de naranja y coco sin procesar en la banda transportadora en la extractora) representan aproximadamente el 77.55 % de todos los problemas identificados relacionados con el bajo rendimiento en la materia prima. Esto sugiere que se debe atender estos tres fallos principales, ya que al superarlos generará un impacto significativo en la mejora del rendimiento de la materia prima.

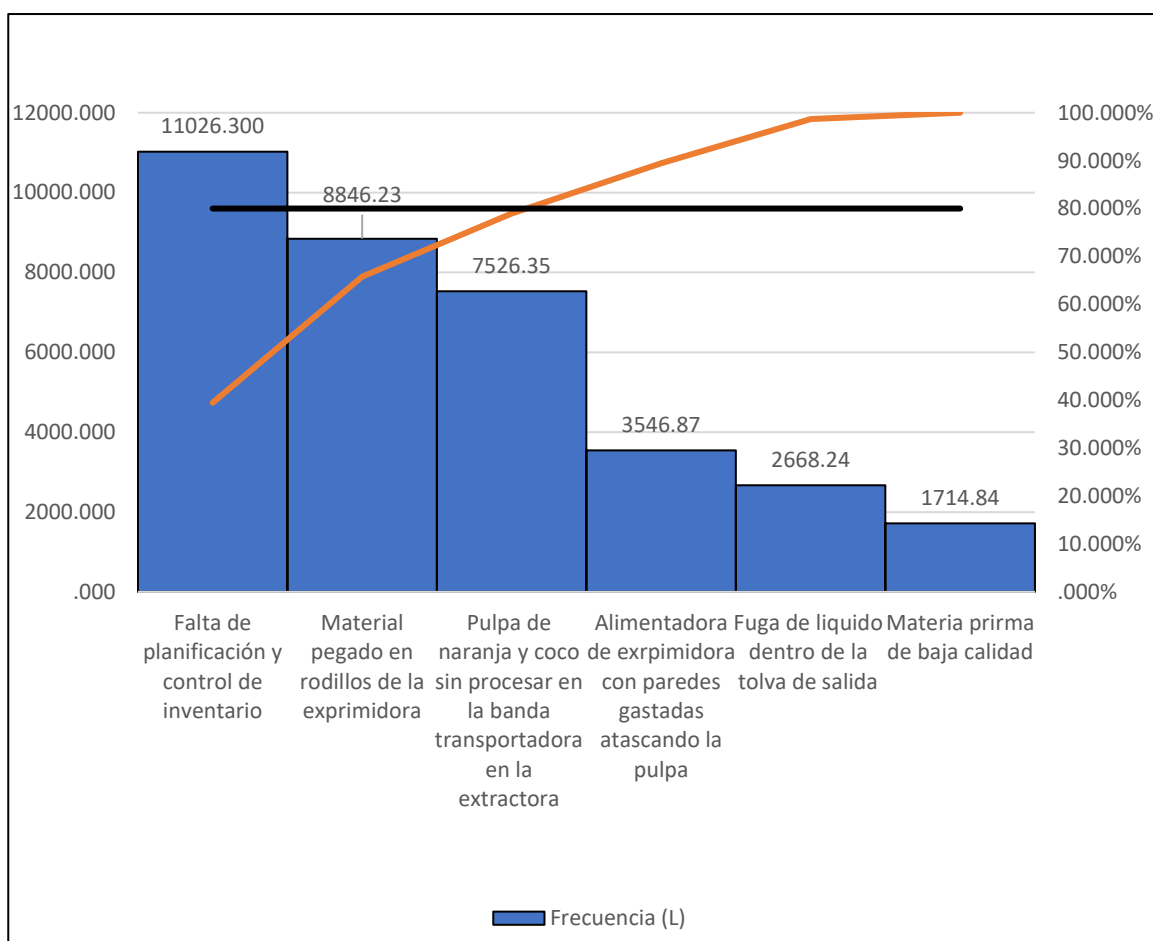


Figura 14: Diagrama de Pareto relacionado con bajo rendimiento de materia prima

A continuación, se discrimina lo señalado anteriormente en correspondencia con la disminución de la materia prima:

- a. El fallo con la mayor frecuencia fue la "Falta de planificación y control de inventario", con una frecuencia de 11026.30 representa aproximadamente el 31.21 % del total de problemas identificados relacionados con el bajo rendimiento en la materia prima.

- b. El segundo fallo más frecuente fue el "Material pegado en rodillos de la exprimidora", con una frecuencia de 8846.23 y un porcentaje relativo del 25.04%.
- c. El tercer fallo más frecuente fue la "Pulpa de naranja y coco sin procesar en la banda transportadora en la extractora", con una frecuencia de 7526.35 y un porcentaje relativo del 21.30 %.
- d. El cuarto fallo es "Alimentadora de exprimidora con paredes gastadas atascando la pulpa", con una frecuencia de 3546.87 y un porcentaje relativo del 10.04 %.
- e. El quinto fallo en términos de frecuencia es "Fuga de líquido dentro de la tolva de salida", con una frecuencia de 2668.24 y un porcentaje relativo del 7.56 %.
- f. El último fallo en la lista es "Materia prima de baja calidad", con una frecuencia de 1714.84 y un porcentaje relativo del 4.85 % de los problemas identificados relacionados con el bajo rendimiento en la materia prima.

4. Mejorar: Para lograr las mejoras en la resolución de los problemas presentados con el aumento en las horas extras no planificadas y la disminución del rendimiento de la materia prima se sugiere lo siguiente:

Como primera acción se propuso, establecer indicadores de control con el fin de realizar ajustes al momento de ser evaluados cada vez que se realice un nuevo lote de producción en las líneas de jugo, al ser evaluados de presentarse una desviación en las horas extras no planificadas y la disminución en el rendimiento de la materia prima se procederá a realizar los ajustes necesarios para disminuir o eliminar dicha variación, también permitirá al departamento de producción ubicar donde están ocurriendo las fallas y así proceder a mejorar la condición detectada. A continuación, se desarrollan los indicadores propuestos:

Indicadores relacionados con las horas extras no programadas

Horas extras no programadas totales (HENPT): este indicador permitirá calcular el número total de horas extras no programadas realizadas por el personal de producción en un período de tiempo determinado. Esto proporcionará una visión general de la cantidad de tiempo adicional empleado más allá de la programación establecida. Al

registrar y calcular esta información, se obtendrá una medida cuantitativa de las horas extras no planificadas que se están realizando en la producción. Esto ayudará también a identificar el tipo de problema que la genera y proporcionar una base para tomar medidas y mejorar la gestión del tiempo y la planificación del personal. La ecuación 3 permite calcular el indicador es la siguiente:

$$HENPT = \sum_{i=1}^n (HENPT_1 \dots HENPT_n) \text{ (Hrs)} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

HENPT: representa la sumatoria de todas las horas extras no programadas por empleado

Hrs: Horas

i= número de empleado que va desde 1 hasta n.

Promedio de horas extras no programadas por empleado (PHENPE): calcula el promedio de horas extras no programadas realizadas por cada empleado de producción en un lapso específico. Este indicador ayuda a identificar a los empleados que están realizando más horas extras no planificadas y permite tomar acciones específicas para abordar sus necesidades, dificultades y mejorar la planificación del personal. El resultado muestra el promedio de tiempo que cada empleado ha trabajado en un período planificado. Si su valor es mayor que 1 significa que, ha excedido el número de horas extras no planificadas. La ecuación 4 permite calcular el indicador PHENPE es:

$$PHENPE = \sum \frac{HENPE}{HENPP} \text{ (Hrs)} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

HENPE: significa el total de horas extras no programadas por empleado en un período definido (Hrs).

HENPP: significa las horas extras no programadas planificadas en un período definido (Hrs).

Costo total de las horas extras no programadas (CTHENP): este indicador evalúa el impacto económico de las horas extras no planificadas en la empresa. Calcula el costo total de las horas extras no programadas en función al costo por hora extra y proporciona una comparación clara de los recursos financieros que se están destinando a este aspecto versus lo realmente ejecutado, es decir, ayuda a identificar el costo adicional asociado a las horas extras no programadas y puede ser utilizado para la toma de disposiciones en torno a la gestión de producción, y como identificar alternativas de mejora en términos de eficiencia y optimización de costos. La ecuación 5 permite calcular el indicador CTHENP:

$$\text{CTHENP} = \text{CHE} \times \text{HENPT} \quad (\$) \qquad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

CHE: costo actual de hora extra (\$/Hrs)

HENPT: horas extras no programadas totales usadas por el personal de producción durante un período determinado (Hrs).

Indicadores relacionados con el rendimiento de la materia prima (RMP).

RMP: mide la eficiencia con la que se utiliza en la producción de jugo de naranja y coco la materia prima. El resultado se expresa como porcentaje y representa la proporción de producto final obtenido en relación con la cantidad de materia prima utilizada. Un rendimiento superior al 75 % indica un empleo eficiente de la materia prima, mientras que un rendimiento inferior al 75 % sugiere una eficiencia reducida. Se calcula utilizando a través de la ecuación 6:

$$\text{RMP} = \left(\frac{\text{Cantidad de producto final obtenido}}{\text{Cantidad de materia prima utilizada}} \right) * 100\% \qquad \text{Ecuación 6.}$$

Pérdidas de materia prima (PMP): cuantifica las pérdidas o desperdicios de materia prima mientras se produce el jugo de naranja y coco. Con este indicador se pretende aminorar las pérdidas de materia prima, su resultado representa la cantidad de materia prima que se pierde o desperdicia por cada lote procesado

Se calcula utilizando la ecuación 7:

Ecuación 7 $PMP = Ctd\ de\ materia\ prima\ utilizada(Kgs) - Ctd\ de\ producto\ final\ obtenido\ (Kgs)$

Donde:

Ctd: cantidad

Como segunda propuesta de mejora se sugiere aprovechar el desperdicio de cada producto para que la empresa de alimentos lo considere como proyectos de diversificación del producto. A continuación, se describen estas alternativas por tipo de materia prima usado en cada línea de producción de la compañía de alimentos.

De la concha de naranja:

- a. En industria alimentaria evaluada, los restos frescos de la naranja se someten a un proceso de prensado, concentración y deshidratación a altas temperaturas, con el propósito de producir pellets. Estos pellets, clasificados como biomasa sólida, son partículas de tamaño reducido trituradas y convertidas en virutas. Posteriormente, se secan para reducir la humedad y la presencia potencial de resinas, y finalmente se moldean en forma de pequeños cilindros o "palitos" para su uso en la alimentación animal. Sin embargo, en este proceso, se pasa por alto la oportunidad de extraer compuestos bioactivos que podrían ser empleados como agregados funcionales en productos alimenticios destinados al consumo humano.
- b. Otro subproducto aprovechable del residuo líquido es el licor de naranja, obtenido a través del prensado y la posterior concentración de la cáscara fresca. Este licor se puede utilizar como fuente de fructosa, un carbohidrato con mayor poder edulcorante que la sacarosa, pero con un menor valor calórico. Según explicaciones de Mar Villamiel, investigadora del Ciencia Contada (CSIC) y directora de la investigación, otros subproductos obtenibles incluyen pectinas, sustancias neutras presentes en varios tejidos vegetales, que se emplean en la industria alimenticia para proporcionar consistencia a la mermelada y gelatina. Estas pectinas, polisacáridos de la pared celular que forman geles en presencia

- de agua, se extrajeron de los residuos sólidos de naranja aprovechando su contenido de ácido galacturónico. Para este proceso, los científicos emplearon enzimas celulasas para liberar las pectinas de las paredes celulares, donde están en contacto con la celulosa y la hemicelulosa.
- c. En cuanto al proceso de obtención de aceite esencial y aromas, en primer lugar, el aceite es arrastrado por una corriente de agua en los extractores después de perforar las cáscaras. Luego, se dirige a un conducto recolector de aceite y se envía a un depósito de retención ubicado sobre una centrifugadora deslodadora, donde se obtiene finalmente el aceite esencial puro. Después de esto, se procede a envasarlo y almacenarlo adecuadamente. Por otro lado, de los evaporadores se obtiene una línea de aromas que son recuperados a través de un sistema de recuperación conectado al evaporador.
 - d. En términos de procesamiento para su uso como abono, la cáscara deshidratada proveniente de los extractores y el bagazo se descargan en una banda transportadora que los traslada a un transportador de gusano helicoidal de acero inoxidable. La cáscara se dirige hacia una tolva donde se le administra cal con el fin de prevenir la proliferación de microorganismos. Posteriormente, se la lleva a un triturador de cáscara mediante transportadores de tornillo, donde se desintegra en partículas diminutas y luego se prensa para eliminar el jugo y reducir parte de la humedad, la cual será eliminada por completo en un secador rotatorio. A continuación, la cáscara se transporta a la peletizadora mediante paletas de 1/4, que son los recipientes del producto procesado. Luego, el producto pasa por un proceso de enfriamiento en los paletizadores. La cáscara en forma de paletas puede ser empaquetada en sacos o transportada en camiones que transportan cáscara seca a granel.

De la concha de coco:

- a. Carbono activado: Las propiedades de los filtros de carbón activado permiten la eliminación efectiva de impurezas y contaminantes tales como materia orgánica, partículas diminutas y gases, lo que resulta en la obtención de agua clara y libre de

lores. Entre los beneficios del uso del carbón activado derivado de la cáscara de coco para tratar aguas residuales, se destacan los siguientes:

a.1 Ayudan a disminuir el olor y sabor a cloro.

a.2 Este producto constituye una adición apropiada tanto para la filtración previa como posterior en sistemas de ósmosis inversa, con el propósito de separar partículas de tamaño sumamente reducido del agua, tales como sales.

a.3 Estos compuestos tienen una vasta gama de aplicaciones que involucran la depuración de aguas subterráneas, la purificación de flujos finales en procesos de tratamiento de agua potable, la eliminación de color en el agua, la limpieza de agua para piscinas y la potabilización de aguas residuales tratadas, entre otros usos, con resultados altamente efectivos.

b. Su cáscara se utiliza para la generación de material orgánico, insumos para viveros, artículos artesanales, la fabricación de colchones, junto con una amplia gama de otros productos.

c. Los avances tecnológicos recientes en la fabricación de mezclas asfálticas han evidenciado que el uso de cáscara de coco permite potenciar la resistencia a la tracción indirecta y la tendencia de fluencia estática del asfalto caliente. Paralelamente, la inclusión de fibra de coco ayuda a mejorar la estabilidad, la resistencia al deslizamiento y el módulo de elasticidad del material.

5. Controlar.

Proceso actual: en esta fase se plantean los puntos que se sugieren a ser controlados en función al análisis de los procesos actuales en la compañía de alimentos. El proceso de producción de zumo (diagrama de flujo) representa la trayectoria que sigue la materia prima hasta que es transformada en producto terminado, a continuación, su descripción (ver Figura 15).

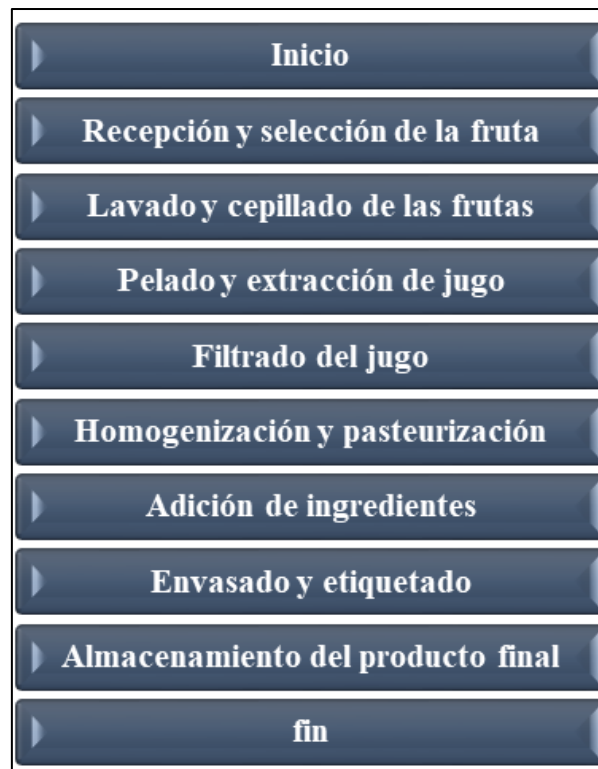


Figura 15: Proceso de producción de jugos en la compañía de alimentos

a. Recepción e inspección de la fruta: El material primario necesario consiste en frutos frescos de distintas variedades, recolectados de manera directa en el campo. La materia prima se recibe en condiciones óptimas, debidamente limpiada y conservada, y se transporta en vehículos resguardados. Se lleva a la planta la fruta fresca en vehículos de carga con capacidad de hasta 20 toneladas. El proceso de descarga puede ser sencillo o implicar el uso de rampas hidráulicas para hacer la descarga de la fruta por gravedad hacia cintas de transportación. Generalmente, se realizan pruebas aleatorias para evaluar el nivel de madurez y contenido de jugo de la fruta. Posteriormente se establece el nivel de azúcar y acidez, criterios frecuentes en la adquisición de la fruta y la combinación seleccionada de lotes, con el objetivo de alcanzar parámetros de calidad específicos.

b. Las frutas son descargadas en bines, que son contenedores plásticos de almacenamiento industrial diseñados para facilitar la organización en almacenes. Posteriormente, las frutas se someten a un proceso de enjuague con agua potable y clasificación inicial (1ª selección), tras lo cual se almacenan en los bines. Cuando se retira la fruta de los bines, se procede a un lavado utilizando cepillos y un detergente neutro o desinfectante, seguido de un enjuague con agua potable. En el proceso de lavado,

también puede usarse agua condensada fría obtenida a partir de la evaporación del zumo (esta propuesta se plantea con el propósito de mejorar, ajustar y optimizar este procedimiento). Las frutas pasan por una segunda selección, posteriormente se calibran y se dirigen hacia los extractores de zumo.

c. La máquina extractora de zumo retira la pulpa mediante un cilindro tamizador.

d. Después, se procede a la filtración y homogeneización del zumo con el fin de lograr una emulsión estabilizada. El zumo es posteriormente impulsado hacia un tanque con camisa. Se requiere someter el zumo obtenido a un proceso de centrifugado para disminuir la presencia de pulpa y defectos. A continuación, el zumo es desairado mediante un proceso de vacío a una temperatura aproximada de 60°C durante dos minutos, con el propósito de lograr la eliminación del oxígeno disuelto, y así prevenir durante la pasteurización una oxidación acelerada. Es importante gestionar esta etapa de forma adecuada para evitar el oscurecimiento del zumo.

e. Luego, los jugos se combinan en un tanque de equilibrio en preparación para el proceso de pasteurización. El zumo se somete a un tratamiento de pasteurización (a 65°C durante 30 minutos) mediante un intercambiador de placas o tubular. Ya transcurrido este tiempo, se procede a enfriar rápidamente el producto hasta que se logra una temperatura de 5°C, con el fin de ocasionar un choque térmico que inhiba que los microorganismos que puedan haber sobrevivido a las temperaturas elevadas crezcan. Los jugos de frutas, dado su pH ácido (< 4.0), presentan una sensibilidad reducida de las bacterias a la temperatura, lo que facilita disminuir las temperaturas y los tiempos de tratamiento, sin afectar la calidad sensorial y nutricional del producto.

f. Almacenamiento: El zumo sometido a pasteurización se dirige hacia un tanque con camisa diseñado para congelamiento, manteniendo una temperatura que oscila entre -18 y -10°C. Alternativamente, puede ser envasado en doble bolsa y congelado a esa temperatura durante el proceso de llenado. Estos tanques presentan una capacidad que puede alcanzar hasta 250000 galones.

g. Envasado, empacado y despacho: Para el empaquetado de este tipo de jugo, existen diversas alternativas y opciones disponibles:

g.1 Los contenedores primarios más empleados son tambores de chapa de 200 litros, recubiertos en su interior con pintura sanitaria y con una doble bolsa de polietileno. La bolsa interior puede o no estar sellada con un pico de envasado.

g.2 Recipientes plásticos de diversas capacidades, sellados con tapas y esterilizados internamente. Estos recipientes son empleados por empresas productoras de bebidas carbonatadas y poseen un peso específico y distintivo para cada empresa. Son de un solo uso y no se reintegran al sistema de envases.

g.3 Contenedores de madera con bolsas de doble y triple capa en su interior, con capacidades que oscilan entre 500 y 1000 kilogramos. Estos recipientes son utilizados por las empresas de la misma manera que los envases de plástico, y también se caracterizan por ser de un solo uso, sin opción de retorno.

g.4 Recipientes cisterna que permiten el envasado completo de una carga de 18 a 20 toneladas, y donde el espacio de aire es compensado con atmósfera de nitrógeno. Estos recipientes son empleados para envíos internacionales.

Qué controlar en el proceso: Durante las etapas siguientes del proceso, incluyendo la extracción, filtración, pasteurización y envasado, se requiere una ejecución ágil debido a la alta susceptibilidad del zumo de naranja a la oxidación y alteración del sabor. Es crucial controlar de manera precisa tanto la temperatura como el tiempo de pasteurización, además de garantizar una temperatura de enfriamiento de 8 a 9 °C. Esta aclaratoria se realizó ya que los instrumentos que controlan las variables de temperatura, presión, humedad, acides, entre otros, no poseen certificados de calibración por un ente nacional calificado, además este control debe ser realizado ya que durante todo el proceso el riesgo de contaminación microbiana es muy elevado, finalmente, con el objetivo de garantizar la calidad definitiva del producto, se requiere efectuar un análisis microbiológico exhaustivo de todo lote final.

Adicionándole para abordar el comportamiento creciente de las horas extras no planificadas por jornada y el rendimiento decreciente de la materia prima en la empresa de alimentos, se proponen las siguientes acciones correctivas:

- a. Evitar la mala manipulación referida con el equipo y al manipulador (procedimientos de trabajo).
- b. Mantenimiento deficiente, sobre todo en los equipos rotativos los cuales son los más propensos de estancamiento en las correas, cadenas, cilindros y otras partes rotativas por el desborde de la materia prima en sus recorridos.
- c. Es imperativo que en todo momento las instalaciones se mantengan en un estado óptimo de pulcritud y sanitización.

Análisis de la programación de producción: se debe controlar la programación de producción para identificar las causas subyacentes de las horas extras no planificadas, basado en los siguientes puntos:

a. Recursos asignados de manera eficiente: para elaborar dos litros de jugo de naranja se requiere aproximadamente dos docenas de ellas, la estandarización implica una relación 12:1 aproximadamente, en cuanto al coco, la relación es 5:1, es decir, se requieren cinco cocos para producir un litro de jugo de coco. El plan de la empresa establecido es producir anualmente un aproximado de dieciocho millones y medio de jugo (18543914.42). Los valores establecidos como meta mínima de trabajo para ambos procesos es 75 % de la materia prima. En función a lo expuesto en el párrafo anterior, las pérdidas en producción están por debajo de lo planificado (ver Tabla 6).

Tabla 6. Comparación plan de producción vs el rendimiento de producción año 2022

Producción de jugo de planificada al año Neta (L)	Producción de jugo de coco real al año (L)
18543914.42	12628405.46

Nota: Información suministrada por producción.

b. Mantenimiento de la maquinaria. La Figura 16 muestra el esquemático del proceso y los equipos usados para la elaboración del jugo de naranja y coco. Actualmente la empresa realiza los trabajos de mantenimiento de forma correctiva, esto

implica que estos paros no programados paraliquen la actividad operacional y por ende afecten tanto la producción y produzcan un aumento en las horas extras no planificadas.

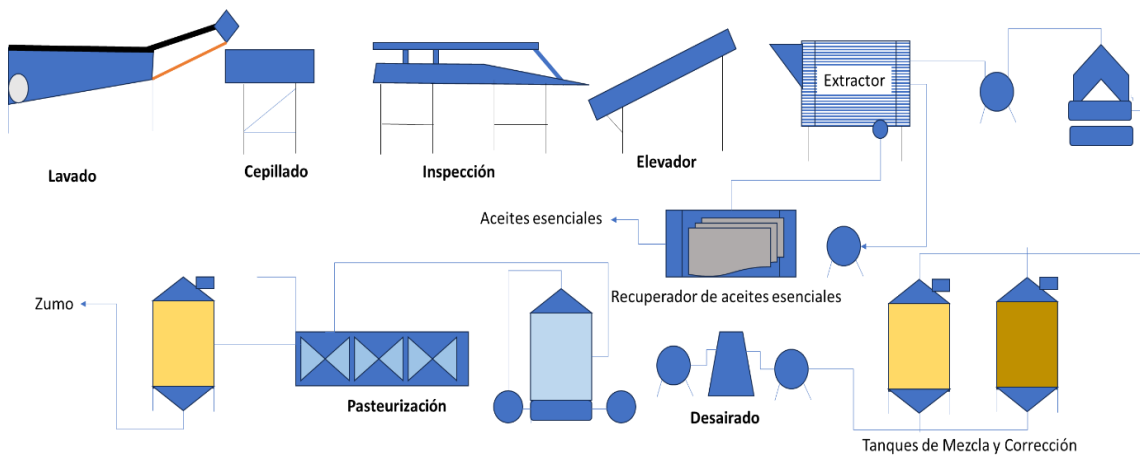


Figura 16: Esquemático del proceso de producción de la empresa de alimentos

Con el fin de mejorar la situación antes expuesta se plantea implementar un plan de mantenimiento a los equipos basado en la teoría de niveles, este es usado en las grandes empresas a nivel mundial y consiste en aplicar técnicas de mantenimiento productivo total, en donde el operador se hace parte importante al reportar o alertar a mantenimiento de alguna posible falla potencial en el equipo. A continuación, se presenta el esquema propuesto de trabajo como plan de acción, restando solamente la elaboración detallada de las actividades a realizar en cada actividad. (Ver Tabla 7).

En cuanto a los niveles se explica en que consiste cada uno de ellos y la frecuencia en la que deben ser realizados:

a. Los niveles 1 y 2 son ejecutados semanalmente y consisten en limpieza, lubricación, engrase de partes.

b. El nivel 3 consiste en el cambio programado de piezas que ya han cumplido sus horas de servicio, estas están relacionadas partes móviles, rotativas o que generen esfuerzo como, por ejemplo; con rolineras, correas, empacadoras y otros elementos que son susceptibles al deterioro por exposición a cambio de temperaturas o agentes químicos oxidantes.

c. El Nivel 4 y 5 corresponde a reparaciones de equipos que deben ser asistidos por un ente externo o sustituido de forma general.

Tabla 7. Plan de mantenimiento de equipos

Plan de Mantenimiento					
Equipos	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Banda transportadora de materia prima para lavado	X	X	X		
Máquina de cepillado	X	X	X		
Mesa de inspección para seleccionar frutas	X	X	X		
Elevador de transferencia	X	X	X		
Máquina de extracción de jugo	X	X	X		
Sistema de recuperación de aceites esenciales	X	X	X		
Clarificador	X	X	X		
Tanque de mezcla y corrección			X		
Desairado	X	X	X		
Tratador térmico para pasteurizado	X	X	X		
Tanques de almacenamiento de jugos			X		
Zona de envasado			X		

Estudio costo/beneficio: para controlar algunas variables del proceso, se propusieron las siguientes acciones de inversión en proyectos para ser evaluados e incorporarlos en la empresa de alimentos. Los valores obtenidos si la razón Costo/Beneficio resulta mayor a 1 significa que la propuesta analizada debe ser implementada, caso contrario no, para ello se utilizará la Ecuación 8 y su unidad es adimensional (\$/\$)

$$\frac{C}{B} = \sum(\text{Beneficios Totales})/(\text{Costo Totales}) \quad \text{Ecuación 8.}$$

a. Análisis de la programación de producción

Costos:

1. Tiempo del personal involucrado en el análisis y ajuste de la programación: USD 5000.
2. Inversión en software de programación: USD 3000.
3. Costos de capacitación o consultoría externa: USD 2000.

Beneficios:

1. Reducción de las horas extras no planificadas: USD 10000.

2. Mejora de la eficiencia y utilización de los recursos: USD 8000.
3. Mejor planificación del trabajo: USD 6000.
4. Mejor satisfacción y moral del personal: USD 4000.

Costos totales: $(5000 + 3000 + 2000)$ USD = USD 10000

Beneficios totales: $(10000 + 8000 + 6000 + 4000)$ USD = USD 28000

$C/B = \text{Beneficios totales} / \text{Costos totales}$ $C/B = \text{USD } 28000 / \text{USD } 10000$ $C/B = 2.8$

En este caso, el coeficiente costo-beneficio es de 2.8. Esto indica que los beneficios totales superan los costos totales en 2.8 veces. Un coeficiente mayor a 1 indica que los beneficios prevalecen sobre los costos, lo que sugiere que el análisis de la programación de producción es una medida rentable para la empresa.

b. Estudio de tiempos y métodos

Realizar un estudio de tiempos y métodos en los procesos productivos para identificar posibles ineficiencias y desperdicios. Identificar y eliminar actividades innecesarias, reducir los tiempos de preparación y cambio, y optimizar la secuencia de operaciones. Esto permitirá aumentar la eficiencia y reducir la necesidad de horas extras.

Costos:

1. Tiempo del personal involucrado en el análisis y ajuste de la programación: USD 2000.
2. Posible inversión en software de programación o herramientas de gestión: USD 5000.
3. Costos de capacitación o consultoría externa si es necesario: USD 3000.

Beneficios:

1. Reducción de las horas extras no planificadas, lo que implica una disminución en los costos laborales asociados: USD 10000.

2. Mejora de la eficiencia y la utilización de los recursos, lo que puede resultar en una mayor productividad y un menor desperdicio de tiempo y materiales: USD 8000.
3. Mejor planificación del trabajo, lo que puede llevar a una menor interrupción de los procesos y una mayor calidad en la producción: USD 6000.
4. Mejor satisfacción y moral del personal al contar con una programación más equilibrada y predecible: no se puede cuantificar en términos monetarios.

Costos totales: $(2000 + 5000 + 3000)$ USD = USD 10000

Beneficios totales: $(10000 + 8000 + 6000)$ USD = USD 24000

$C/B = \text{Beneficios totales} / \text{Costos totales}$ $C/B = \text{USD } 24000 / \text{USD } 10000$ $C/B = 2.4$

En este caso, el coeficiente costo-beneficio es de 2.4. Esto indica que los beneficios totales superan los costos totales en 2.4 veces. Un coeficiente mayor a 1 indica que los beneficios sobrepasan los costos, lo que indica que el análisis de la programación de producción es una medida rentable para la empresa.

c. Capacitación y desarrollo de habilidades

Proporcionar capacitación e impulsar la adquisición de habilidades al personal involucrado en los procesos productivos. Esto puede incluir entrenamiento en técnicas de producción, manejo de maquinaria, eficiencia en el empleo de la materia prima y métodos de mejora continua. Un personal capacitado será más efectivo en su trabajo y podrá identificar oportunidades para mejorar el proceso.

Costos:

1. Costos de diseño y ejecución del programa de capacitación: USD 10000.
2. Costos de tiempo y recursos asignados al personal: USD 5000.

Beneficios:

1. Mejora en la eficiencia y calidad de los procesos de producción: USD 20000.
2. Reducción de errores y retrabajos: USD 8000.

3. Incremento de la productividad y utilización más eficiente de los recursos: USD 15000.
4. Mayor participación y compromiso del personal: no se puede cuantificar en términos monetarios.

Costos totales: $(10000 + 5000)$ USD = USD 15000

Beneficios totales: $(20000 + 8000 + 15000)$ USD = USD 43000

$C/B = \text{Beneficios totales} / \text{Costos totales}$ $C/B = \text{USD } 43000 / \text{USD } 15000$ $C/B = 2.87$

En este caso, el coeficiente costo-beneficio es de 2.87. Esto indica que los beneficios totales superan los costos totales en 2.87 veces. Un coeficiente mayor a 1 indica que los beneficios sobrepasan los costos, lo que indica que la capacitación y desarrollo de habilidades es una medida rentable para la empresa.

c. Control y seguimiento de la materia prima

Establecer un sistema seguimiento y control de la materia prima desde su recepción hasta su uso en la producción de jugo. Realizar un análisis detallado de los posibles causantes del rendimiento decreciente de la materia prima, como la calidad, el almacenamiento o el manejo inadecuado. Implementar medidas correctivas y preventivas, como la selección de proveedores confiables, el control de calidad de los insumos y el manejo adecuado de la materia prima en el proceso productivo.

Costos:

1. Implementación del sistema de control y seguimiento de la materia prima: USD 10000.
2. Costos de capacitación del personal: USD 2000.
3. Costos adicionales de selección de proveedores confiables y pruebas de calidad: USD 3000.

Beneficios:

1. Mejor calidad de la materia prima: USD 15000.

2. Mayor eficiencia en el proceso de producción: USD 8000.
3. Optimización del inventario de materia prima: USD 5000.
4. Mayor confianza de los clientes: no se puede cuantificar en términos monetarios.

Costos totales: $(10000 + 2000 + 3000)$ USD = USD 15000

Beneficios totales: $(15000 + 8000 + 5000)$ USD = USD 28000

$C/B = \text{Beneficios totales} / \text{Costos totales}$ $C/B = \text{USD } 28000 / \text{USD } 15000$ $C/B = 1.87$

En este caso, el coeficiente costo-beneficio es de 1.87. Esto indica que los beneficios totales superan los costos totales en 1.87 veces. Un coeficiente mayor a 1 indica que los beneficios sobrepasan los costos, lo que indica que el seguimiento y control de la materia prima es una medida rentable para la empresa.

e. Mejora del mantenimiento preventivo

Evaluar y perfeccionar el plan de mantenimiento preventivo de los aparatos y dispositivos empleados en el proceso de fabricación. Asegurarse de que se realicen las inspecciones, limpiezas y ajustes necesarios de manera regular para garantizar el correcto funcionamiento y minimizar los tiempos de parada no planificados.

Costos:

1. Evaluación y revisión del programa de mantenimiento existente: USD 5000.
2. Posibles inversiones en software de gestión de mantenimiento: USD 3000.
3. Costos de capacitación o contratación de personal adicional especializado: USD 2000.

Beneficios:

1. Reducción de los tiempos de parada no planificados: USD 10000.
2. Mejora en la vida útil de equipos y máquinas: USD 8000.
3. Reducción de costos asociados a reemplazos o reparaciones de equipos: USD 6000.

4. Mejora en la consistencia y calidad de los productos: no se puede cuantificar en términos monetarios.

Costos totales: $(5000 + 3000 + 2000)$ USD = USD 10000

Beneficios totales: $(10000 + 8000 + 6000)$ USD = USD 24000

$C/B = \text{Beneficios totales} / \text{Costos totales}$ $C/B = \text{USD } 24000 / \text{USD } 10000$ $C/B = 2.4$

En este caso, el coeficiente costo-beneficio es de 2.4. Esto indica que los beneficios totales superan los costos totales en 2.4 veces. Un coeficiente mayor a 1 indica que los beneficios sobrepasan los costos, lo que indica que la mejora del mantenimiento preventivo es una medida rentable para la empresa.

f. Análisis de desperdicios

Realizar un análisis de las pérdidas y los desperdicios en el proceso productivo, tanto de la materia prima como de los recursos utilizados. Implementar técnicas de reducción de desperdicios, como la metodología Lean o Six Sigma, con el fin de identificar y suprimir las operaciones que no contribuyen al valor del producto concluyente.

Costos:

1. Tiempo y recursos dedicados al análisis de las pérdidas y los desperdicios en el proceso de producción: USD 6000.
2. Posibles inversiones en tecnología, herramientas o software: USD 4000.
3. Costos de capacitación o consultoría externa: USD 3000.

Beneficios:

1. Reducción de los desperdicios de materia prima y recursos: USD 20000.
2. Mejora de la eficiencia en el proceso de producción: USD 15000.
3. Aumento de la productividad y empleo más eficiente de los recursos: USD 12000.
4. Mejora de la calidad del producto: no se puede cuantificar en términos monetarios.

Costos totales: $(6000 + 4000 + 3000)$ USD = USD 13000

Beneficios totales: $(20000 + 15000 + 12000)$ USD = USD 47000

$C/B = \text{Beneficios totales} / \text{Costos totales}$ $C/B = \text{USD } 47000 / \text{USD } 13000$ $C/B = 3.62$

En este caso, el coeficiente costo-beneficio es de 3.62. Esto indica que los beneficios totales superan los costos totales en 3.62 veces. Un coeficiente mayor a 1 muestra que los beneficios sobrepasan los costos, lo que indica que realizar el análisis de desperdicios y pérdidas e implementar técnicas de reducción es una medida rentable para la empresa.

g. Establecimiento de indicadores de desempeño

Definir y monitorear indicadores clave de desempeño (KPI) que se relacionan con la eficiencia de los procesos, la utilización de la materia prima y la planificación del trabajo. Esto permitirá realizar un seguimiento regular del rendimiento y tomar acciones correctivas oportunas cuando se detecten desviaciones.

Costos:

1. Diseño y desarrollo de los indicadores clave de desempeño (KPI): USD 8000.
2. Recopilación y análisis de datos para el seguimiento de los KPI: USD 3000.
3. Costos de capacitación del personal: USD 2000.

Beneficios:

1. Identificación temprana de desviaciones y problemas en los procesos: USD 12000.
2. Mejora de la eficiencia de los procesos: USD 10000.
3. Utilización más eficiente de la materia prima: USD 8000.
4. Mejor planificación del trabajo y asignación de recursos: USD 6000.

Costos totales: $(8000 + 3000 + 2000)$ USD = USD 13000

Beneficios totales: $(12000 + 10000 + 8000 + 6000)$ USD = USD 36000

$C/B = \text{Beneficios totales} / \text{Costos totales}$ $C/B = \text{USD } 36000 / \text{USD } 13000$ $C/B = 2.77$

En este caso, el coeficiente costo-beneficio es de 2.77. Esto indica que los beneficios totales superan los costos totales en 2.77 veces. Un coeficiente mayor a 1 indica que los beneficios sobrepasan los costos, lo que sugiere que el establecimiento de indicadores de desempeño es una medida rentable para la empresa.

h. Implementación de un sistema de gestión de la calidad

Instituir un sistema de gestión de calidad para asegurar el mejoramiento continuo en los procesos productivos. Esto incluye la documentación de los procedimientos y estándares de calidad, la realización de auditorías externas e internas, y la retroalimentación constante para la identificación de oportunidades de mejora.

Costos:

1. Diseño, implementación y documentación del sistema de gestión de la calidad: USD 10000.
2. Capacitación y formación del personal: USD 5000.
3. Costos de auditorías internas y externas: USD 8000.
4. Inversiones en software de gestión de calidad: USD 3000.

Beneficios:

1. Mejora de la calidad del producto: USD 15000.
2. Reducción de costos asociados a defectos o reprocesos: USD 12000.
3. Mayor satisfacción del cliente: USD 10000.
4. Identificación temprana de problemas y oportunidades de mejora: USD 8000.
5. Aumento de la eficiencia y productividad: USD 6000.

Costos totales: $(10000 + 5000 + 8000 + 3000)$ USD = USD 26000

Beneficios totales: $(15000 + 12000 + 10000 + 8000 + 6000)$ USD = USD 51000

$C/B = \text{Beneficios totales} / \text{Costos totales}$ $C/B = \text{USD } 51000 / \text{USD } 26000$ $C/B = 1.96$

En este caso, el coeficiente costo-beneficio es de 1.96. Esto indica que los beneficios totales sobrepasan los costos totales en 1.96 veces. Un coeficiente mayor a 1 indica que los beneficios sobrepasan los costos, lo que sugiere que la adopción de un sistema de gestión de la calidad es una medida rentable para la compañía.

i. Mejora en el control de inventario

Costos:

1. Diseño e ejecución del sistema de control de inventario: USD 8000.
2. Capacitación del personal: USD 3000.
3. Costos de ajuste inicial: USD 2000.

Beneficios:

1. Reducción del desperdicio de materia prima: USD 10000.
2. Optimización del uso de los recursos: USD 8000.
3. Mayor eficiencia en la planificación productiva: USD 6000.
4. Mejora en la satisfacción del cliente: USD 5000.
5. Reducción de costos asociados a pérdida de inventario o compras urgentes: USD 4000.

Costos totales: $(8000 + 3000 + 2000)$ USD = USD 13000

Beneficios totales: $(10000 + 8000 + 6000 + 5000 + 4000)$ = USD 33000

$C/B = \text{Beneficios totales} / \text{Costos totales}$ $C/B = \text{USD } 33000 / \text{USD } 13000$ $C/B = 2.54$

En este caso, el coeficiente costo-beneficio es de 2.54. Esto indica que los beneficios totales superan los costos totales en 2.54 veces. Un coeficiente mayor a 1 indica que los beneficios sobrepasan los costos, lo que sugiere que la mejora en el control de inventario es una medida rentable para la empresa.

5.2 PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA

Una vez indicado que lo más oportuno es implementar una aplicación de planificación de producción en base al mejoramiento de las horas extras y el rendimiento de la materia prima, vamos a utilizar 4 ejemplos de estudio:

- Jugo de agua de coco 1 LITRO
- Jugo de agua de coco 355 ml
- Jugo de naranja 1 LITRO
- Jugo de naranja 355 ml

5.2.1 Aplicativo de planificación de producción

En base al estudio se establece que el personal debe guiarse del plan maestro de producción en base a la demanda del mercado, de tal manera que se plantea el siguiente aplicativo.

Tabla 8. *Planificación de producción*

SEMANA	PRODUCTO	PL	PM	PX	PJ	PV	PS	TOTAL BATCH	LITROS BATCH
31	JUGO DE COCO DE 1 L	6	6		9	8	6	35	100
31	JUGO DE COCO DE 355 ml	8	5	9	10	9	5	46	100
31	JUGO DE NARANJA DE 1 L	8	10	10	13	15		56	100
31	JUGO DE NARANJA DE 355 ml	8	9	5		5	5	32	100
32	JUGO DE COCO DE 1 L	5	8	6	6	5		30	100
32	JUGO DE COCO DE 355 ml	5	6	4	9	9	8	41	100
32	JUGO DE NARANJA DE 1 L	6	12		12	13	10	53	100
32	JUGO DE NARANJA DE 355 ml	7	8	6	5	5		31	100
33	JUGO DE COCO DE 1 L	6	4		8	6	10	34	100
33	JUGO DE COCO DE 355 ml	6	9	6	8	10	5	44	100
33	JUGO DE NARANJA DE 1 L	8	10	5	10	10		43	100
33	JUGO DE NARANJA DE 355 ml	8	5	5	5	8		31	100
34	JUGO DE COCO DE 1 L	5	8	4	5	6		28	100
34	JUGO DE COCO DE 355 ml	5	6	5	10	10	8	44	100
34	JUGO DE NARANJA DE 1 L	8		12	10	10	10	50	100
34	JUGO DE NARANJA DE 355 ml	5	8		8	10		31	100

A su vez se establece la compra de la materia prima según el requerimiento semanal, para evitar el desperdicio y el estancamiento de la materia prima en las bodegas.

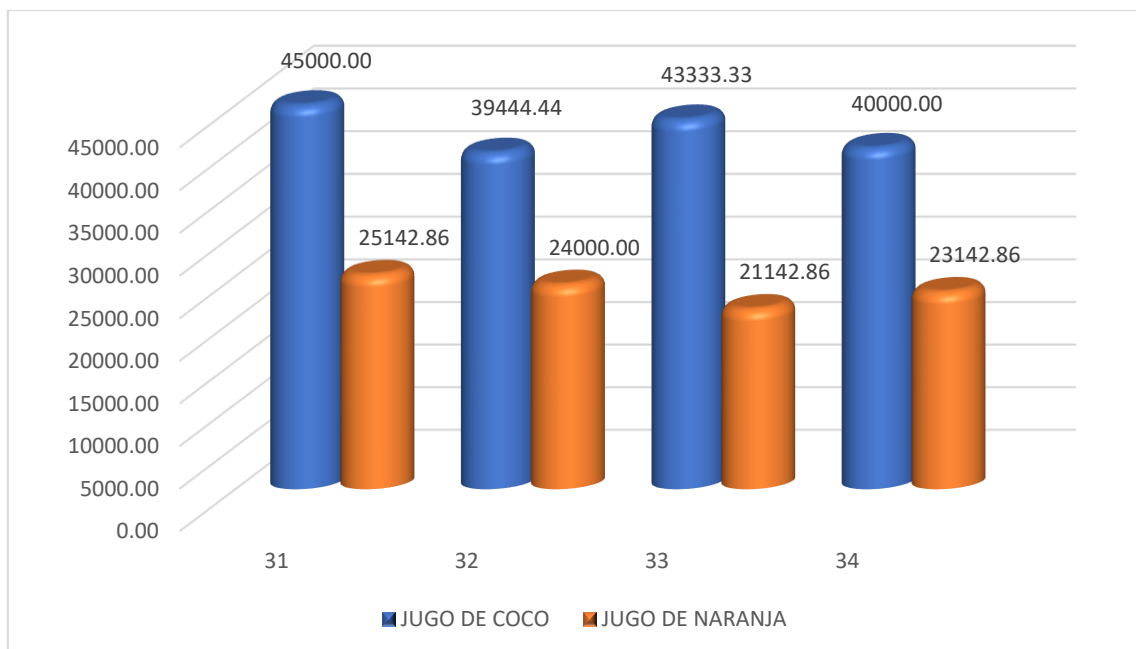


Figura 17: Indicador de compra de materia prima semanal

La compra se basa mediante el rendimiento de la materia prima es decir 18% para el jugo de coco y el 35% para el jugo de naranja.

Como se muestra en la tabla 9 se verifica que las compras realizadas en 2 meses anteriores, excede lo planificado.

Tabla 9. Control de compras materia prima

	SEMANA	COCO	NARANJA
junio-22	22 - 26	265637	132589
julio-22	27 - 30	248326	125451
agosto-22	31 - 34	167777	93428

De tal manera que aplicando el plan de producción al departamento de compras se evidencia que se tiene una mejora del 30 % en la utilidad al no comprar demasiada materia prima y por ende no desperdiciar o mermar el material que se quedaba estancada en la bodega.

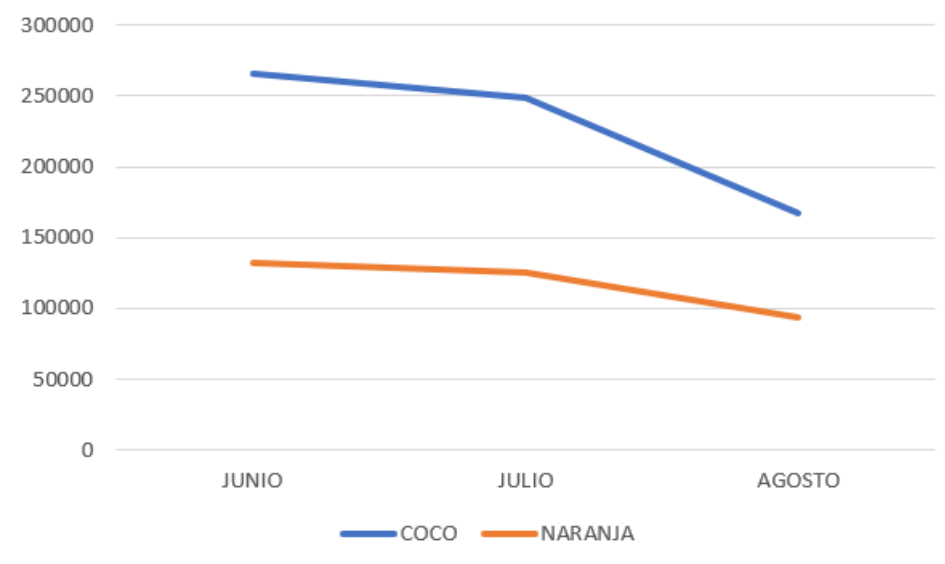


Figura 18: Diferencia antes y después de la mejora de materia prima

5.2.2 Mejoramiento de horas extras

Toda actividad productiva tiene a la mano de obra con un recurso muy importante en cada organización, de tal manera que la hora hombre se utiliza con el fin de controlar la aportación de un trabajador a la ejecución de un objetivo planteado.

Tabla 10. Control de horas extras

	SEMANA	NUMERO PERSONAS	MENSUAL	PAGO MENSUAL
junio-22	22 - 26	10	\$ 600	\$ 7,200
julio-22	27 - 30	10	\$ 520	\$ 6,240
agosto-22	31 - 34	10	\$ 425	\$ 4,250

En la Tabla 10 se puede apreciar que en la implementación del plan de producción el sueldo para los trabajadores se reduce \$2950 en base al mes de junio, que da un 41% de mejoramiento en las horas del personal, siendo este un valor muy aceptable para la rentabilidad de la organización.

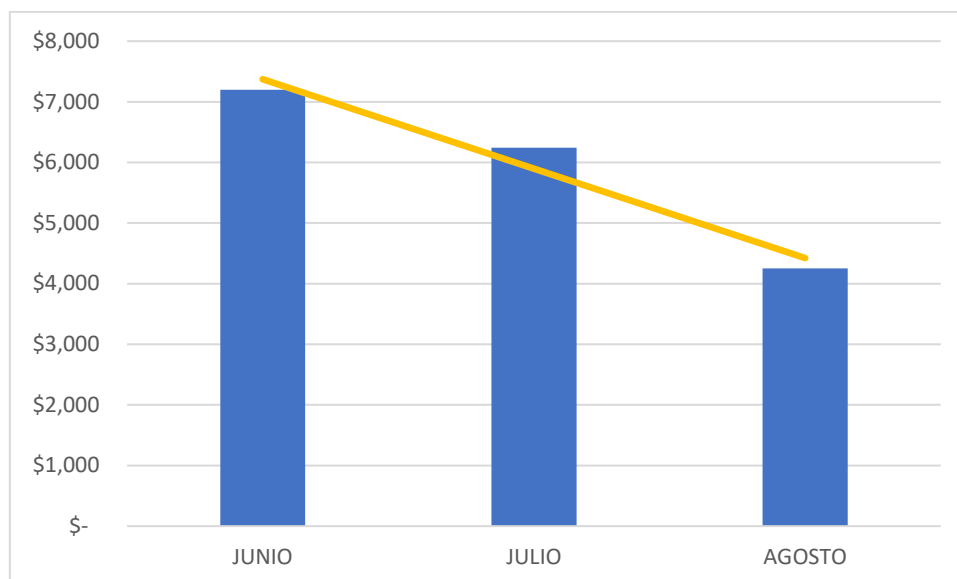


Figura 19 : Observación de horas extras

6. Conclusiones

El diagrama de flujo indicado en la Figura 9 permitió determinar que, existen entre los dos procesos en la elaboración del jugo de naranja y de coco de la industria de alimentos, hay ocho procesos comunes (Recolección y selección de materia prima, lavado/cepillado, filtrado, homogeneización y pasteurización, adición de ingredientes, envasado y etiquetado, almacenamiento del producto final y la distribución).

El análisis realizado a la Tabla 2 reflejó que, durante el período comprendido desde el año 2018 al 2022, la empresa de alimentos presentó un comportamiento creciente respecto a las horas extras no planificadas por jornada, siendo el año 2022 donde alcanzó su punto más alto 2.45 horas, el monto aproximado por este concepto fue de seis mil quinientos dólares (6.500 USD /mes).

En la Tabla 3 se observa que el 77.55 % de las causas principales que produjeron el mayor impacto en el rendimiento de la materia prima se presentaron por; la falta de planificación y control de inventario, material pegado en rodillos de la exprimidora y pulpa de naranja y coco sin procesar en la banda transportadora en la extractora.

El rendimiento de la materia prima en la producción de jugos de naranja y coco presentó un comportamiento decreciente 10.94 % (79.95 % a 68.81 %), durante el período de los años 2019 al 2022, además se observó que hubo una disminución promedio interanual del rendimiento en la materia prima en un 2.7 %, esto basado en el comportamiento obtenido para los mismos periodos indicados en la Tabla 4.

La Tabla 5 muestra que la mayor fluctuación para el rendimiento en la materia prima en el año 2022 fue del 10.76 %, las razones son atribuidas a la variación en la calidad de las frutas y de la mala operación de los operadores en el proceso de exprimido y adicionalmente, el rendimiento obtenido en para ese año comparado con el límite establecido como meta mínima de producción (75 %) fue de 6.19 %.

En la Figura 9 se determinó que, el 78.18 % de todos los problemas que produjeron el mayor impacto en las horas extras no planificadas se presentaron por; la falta de

planificación adecuada de la producción, Ineficiencias en los procesos de producción y mantenimiento inadecuado de maquinaria.

Los valores obtenidos en los cálculos del costo/beneficio indicaron que los beneficios obtenidos fueron positivos ($C/B > 1$) tanto en el rendimiento de la materia prima y el incremento de horas extras no planificadas.

7. Recomendaciones

Para lograr una eficiente mejora en la empresa “**debe**” planificar actividades relacionadas con:

- capacitación del talento humano de la organización. **Responsable: RRHH.**
- revisión y ajuste al plan de mantenimiento de los equipos a fin de, mejorar las actividades con planes de mantenimiento preventivo. **Responsable: Mantenimiento.**
- aprovechar los residuos de las conchas de coco las cuales pueden ser ofrecidas en venta para el uso en empresas avícolas (en galpones productores de pollo), empresas artesanales para la fabricación de sombreros y para empresas dedicadas a la pavimentación de calles, como abono en el cultivo puesto que provee nutrientes para las plantas, entre otros. **Responsable: Gerencia y comercialización.**
- realizar estudio de tiempos en los puestos de trabajo y en cada proceso ya que esto facilitaría obtener mejoras en los tiempos de ejecución de operaciones y del tiempo de manufactura por proceso, también se “**debe**” efectuar un análisis de la distribución de planta para evaluar la ruta de trabajo y los cuellos de botella presente en el proceso general. **Responsable: Producción.**
- Exigir un certificado de calidad al momento de recibir la materia prima al ser recibida por la empresa de alimentos. **Responsable: Calidad.**

8. Referencias

- [1] V. Santamaría, “Implementación de seis sigma en la línea de producción de queso mozzarella en la Compañía Del Campo Ltda.,” Tesis de Grado, Universidad de Zamorano, 2005. [Online]. Available: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/502c2ab6-17f9-4bbd-8163-f61e1058227e/content>
- [2] G. Serrano and P. Ruiz, “Aplicación de la metodología Lean Six Sigma en una empresa de lácteos: Caso de estudio en la fabricación de quesos frescos, queso mozzarella y mantequilla,” Tesis de Maestría, Universidad San Francisco de Quito, 2018. [Online]. Available: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7820?mode=full>
- [3] M. Buestán, “Aplicación de la metodología Seis Sigma para reducir la pérdida de café al granel en una planta de envasado,” *LACCEI*, vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2013, [Online]. Available: <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP135.pdf>
- [4] G. Herrera, Y. Pérez, and E. Venecia, “Enfoque seis sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo1,” *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 22, no. 80, pp. 610–630, 2017.
- [5] S. Thompson, “Improving the Performance of Six Sigma; A case study of the Six Sigma process at Ford Motor Company,” Tesis de Grado, University of Bedfordshire, 2007. [Online]. Available: [https://uobrep.openrepository.com/bitstream/handle/10547/134955/Steven Thompson 1.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://uobrep.openrepository.com/bitstream/handle/10547/134955/Steven%20Thompson%201.pdf?sequence=8&isAllowed=y)
- [6] L. Message, M. Godinho, L. Fredendall, and F. Gómez, “Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review,” *Trends Food Sci Technol*, vol. 82, no. 1, pp. 122–133, 2018, doi: 10.1016/j.tifs.2018.10.002.
- [7] M. Currillo, “Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA.,” *Universidad Politécnica Salesiana*, 2014.
- [8] V. Cuevas, “Implementación de la metodología six sigma, en los procesos de producción y propuesta de un programa de mantenimiento autónomo, en la empresa NIASA,” *Universidad de San Carlos de Guatemala*, 2018.
- [9] O. Pilla, “Mejora de calidad en los procesos productivos aplicando la metodología seis sigma en la empresa metálicas Pillapa.,” *Universidad Técnica de Ambato*, 2019.
- [10] A. Contreras and S. Delgado, “Desarrollo de una propuesta de mejora para los procesos de fabricación en el sector de alimentos,” Tesis de Grado, Universidad ICESI, 2014. [Online]. Available: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/77473/1/contreras_sector_alimentos_2014.pdf
- [11] Y. Seraj, “Improving productivity in food processing industries Using simulation - A case study department of industrial engineering,” *International Conference on SYSTEMS*, vol. 12, no. 7, pp. 596–602, 2008, [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1580134.1580277>

- [12] K. S. Huang, "Food Manufacturing Productivity and Its Economic Implications," vol. 1, no. 1, pp. 2–3, 2003.
- [13] E. Álvarez and M. Barros, "Herramientas Que Mejoran La Productividad En Pymes De Alimento: Una Revisión Bibliográfica T," *Área Andina*, vol. 1, no. 1, pp. 1–28, 2020, [Online]. Available: <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/4003/Grupo 2- Herramientas que mejoran la productividad en PYMES de alimento Una Revisión Bibliográfica.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- [14] G. Vega, "La mejora continua es la clave para producir lo mismo o más," *Food Tech*, pp. 1–11, 2021. [Online]. Available: <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/la-mejora-continua-es-la-clave-para-producir-lo-mismo-o-mas/>
- [15] C. McArdle, "14 of the Best Lean Manufacturing Tools for Improving Productivity." [Online]. Available: <https://www.timeconsultinggroup.com/post/14-of-the-best-lean-manufacturing-tools-for-improving-productivity>
- [16] F. Manzur, "Técnicas y métodos para la productividad," vol. 3, pp. 7–10, 2021. [Online]. Available: <https://p3impulsores.com/productividad-y-eficiencia/tecnicas-y-metodos-para-la-productividad/>
- [17] Council Six Sigma Certification, *Six Sigma A Complete Step-by-Step Guide*. The Council for Six Sigma Certification, 2018. [Online]. Available: <https://www.sixsigmacouncil.org/wp-content/uploads/2018/08/Six-Sigma-A-Complete-Step-by-Step-Guide.pdf>
- [18] L. Abril, "Análisis Lean Six Sigma en el Proceso de Inyección de Suelas de Calzado en la Empresa Plasticaucho Industrial S.A.," Universidad Técnica de Ambato, 2020.
- [19] R. Rubio, "Aplicación De La Metodología Lean Seis Sigma En La Industria De Alimentos: Caso De Estudio Del Proceso De Llenado De Cubos," Tesis de Maestría, Universidad Iberoamericana, 2016. [Online]. Available: <https://ri.ibero.mx/handle/ibero/935>
- [20] P. Canónico, "Aplicación de Six Sigma para la reducción de rechazos de entrega de producto terminado de una empresa multinacional de alimentos," Tesis de Grado, Instituto Tecnológico de Buenos Aires, 2016. [Online]. Available: https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/197/Aplicación de Six Sigma para la reducción de rechazos de producto terminado - PATRICIO CANONICO_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [21] S. Tanner, "DMAIC Process: The 5 Phases Of Lean Sigma You Must Know," *Simplilearn*, 2023. [Online]. Available: <https://www.simplilearn.com/dmaic-process-article>
- [22] SSDSI, "What are the phases of Six Sigma ? Why is the DMAIC Process important ?" [Online]. Available: <https://sixsigmadsi.com/what-are-the-phases-of-six-sigma/>
- [23] J. DeFeo, "DMAIC process & methodology: An essential guide," *Juran*, 2020, [Online]. Available: <https://www.juran.com/blog/dmaic-attaining-superior-quality-sustainable-results/>
- [24] J. Rodríguez, "18/7/23, 09:45 DMAIC "Las 5 fases para la mejora de los procesos," no. 1, pp. 1–14, 2020. [Online]. Available: <https://spcgroup.com.mx/dmaic-las-5-fases-para-la-mejora-de-los-procesos/>

- [25] A. Muñoz, “Estudio de tiempos y su relación con la productividad,” *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*, vol. 5, no. 17, pp. 40–45, 2021.
- [26] M. Paz, W. González, and H. González, “Liderazgo organizacional para la optimización del desempeño laboral del personal administrativo de la empresa GANICA C.A.,” *Revista de la Universidad Jesús María Semprum*, vol. 1, no. 4, pp. 1–12, 2019.
- [27] SHRM, “Uso efectivo de las horas extra,” pp. 1–8, 2020, [Online]. Available: <https://www.shrm.org/resourcesandtools/tools-and-samples/toolkits/pages/usingovertimeeffectively.aspx>
- [28] Y. Vertiz, “Optimización de la producción de néctar mediante el método de balance de línea en la empresa Enrique Cassinelli e Hijos S.A.C,” Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, 2019.
- [29] R. Navarrete, C. Reyna, G. Haro, and E. García, “Optimizar procesos en el área de producción de granos,” *Social Science Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 129–141, 2019.
- [30] J. Jeunet and M. Bou, “Optimizing temporary work and overtime in the Time Cost Quality Trade-off Problem,” *Eur J Oper Res*, vol. 284, no. 2, pp. 743–761, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.ejor.2020.01.013.
- [31] A. Andrade, C. Del Río, and L. Alvear, “Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado,” *Información Tecnológica*, vol. 30, no. 3, pp. 83–94, 2019.
- [32] A. López, A. González, and S. Alcaraz, “Simulación para la optimización de la producción de ejes en la línea de ensamblaje de una empresa de manufactura,” *Ing. invest. y tecnol*, vol. 20, no. 1, pp. 15–32, 2019.
- [33] G. Quispe, “Diseño de un modelo de planificación de la mano de obra directa para la gestión de producción de empresas farmacéuticas,” *Industrial Data*, vol. 22, no. 2, pp. 1–11, 2019.
- [34] Y. Jiaoyang and L. Stavroula, “Where is the limit for overtime? Impacts of overtime on employees’ mental health and potential solutions: A qualitative study in China,” vol. 13, pp. 5–11, 2022.
- [35] J. Urbano, L. García, and T. De la mora, “Mejora de la productividad en una empresa manufacturera del norte del estado de Veracruz,” *ConCiencia Tecnológica*, no. 61, pp. 2–10, 2021.
- [36] G. La Mota, P. Iglesias, and J. Zea, “Modelo estratégico para optimizar la productividad de la empresa M&D Catering,” *Revista Ciencia y Tecnología*, vol. 21, no. 30, pp. 27–35, 2021.
- [37] L. Peña and H. Felizzola, “Optimización de la capacidad de producción en una empresa de alimentos usando simulación de eventos discretos,” *Revista Chilena de Ingeniería*, vol. 28, no. 2, pp. 277–292, 2019.
- [38] M. Bofill, E. García, and Y. Sariago, “Optimización en la producción de surtidos de helados Alondra,” *Revista de Tecnología Química*, vol. 39, no. 3, pp. 14–42, 2019.
- [39] E. Antonio, J. Cano, and R. Gómez, “Optimización de costos de producción agregada en empresas del sector textil,” *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, vol. 28, no. 3, pp. 17–28, 2020.
- [40] T. Fontalvo, E. De la Hoz, and J. Morelos, “Productivity and its factors: Impact on Organizational Improvement,” *Dimensión Empresarial*, vol. 15, no. 2, pp. 47–60, 2017.

- [41] S. Hernández, C. Fernández, and L. Baptista, *Metodología de la Investigación* , 5ta Edición. Mc Graw. Hills, 2017.
- [42] F. Arias, *El Proyecto de Investigación* , 6ta Edición. Editorial Episteme, 2006.
- [43] J. Hurtado, *Metodología de la Investigación Holística*. Servicios y Proyecciones para América Latina, 2000.