



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DEL CHOCOLATE ARTESANAL EN
LA PLANTA DE DERIVADOS “LA FLORIDA” DEL CANTÓN JUNÍN**

Autor:

JAVIER ANTONIO PEÑARRIETA ZAMBRANO

Tutor de Titulación:

Nombre Tutor

Manta - Manabí - Ecuador

2025

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL.**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DEL CHOCOLATE ARTESANAL EN
LA PLANTA DE DERIVADOS “LA FLORIDA” DEL CANTÓN JUNÍN**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD
Ing.

DIRECTOR
Ing.

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Pefarrieta Zambrano Javier Antonio**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, periodo académico **2025-1**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"Optimización del proceso del chocolate artesanal en la planta de derivados "La Florida" del cantón Junín"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

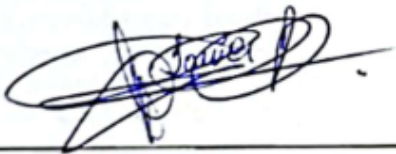
Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



Ing. Marcos Branerger Vera Mendoza
TUTOR DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Peñarrieta Zambrano Javier Antonio, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industrial y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **“Optimización del proceso del chocolate artesanal en la planta de derivados “La Florida” del cantón Junín.”** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Marcos Boanerge Vera Mendoza y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Peñarrieta Zambrano Javier
Antonio
C.I. 1316873502



Ing. Vera Mendoza Marcos
Boanerge
C.I. 1310435274

Dedicatoria

Con sincero agradecimiento y profunda humildad, dedico esta tesis a todas las personas e instituciones que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso, y especialmente a quienes han dejado huellas imborrables en mi vida académica, personal y espiritual.

A Dios, por ser esa fuente de fortaleza y esperanza.

A mis padres, por brindarme su apoyo todo el tiempo, y por guiarme en el camino del bien, la honestidad y el respeto. Gracias por confiar en mis habilidades y en mi esfuerzo constante.

A toda mi familia, por ser mi refugio, mi respaldo y mi motivación constante. Cada palabra de aliento, cada abrazo y cada gesto de apoyo han sido fundamentales para mantenerme firme en este largo trayecto.

A mis docentes y tutor, por su paciencia y compromiso durante el trayecto de mi formación como profesional. Gracias por transmitir ciencia, conocimiento, valores, y por motivarme a dar siempre lo mejor de mí.

A mis amigos y compañeros de clase, con quienes compartí horas de estudio, dudas, alegrías y cansancio. Gracias por construir conmigo esta etapa que hoy concluye, por estar presentes cuando más lo necesitaba, y por demostrar que el aprendizaje también se fortalece en la colaboración.

Y finalmente, a mí mismo, por haber tenido la fuerza de continuar cuando el cansancio pesaba, por no rendirme frente a las dificultades, y por haber creído —a veces en silencio— que podía lograrlo. Esta tesis es más que un trabajo académico: es el reflejo de años de esfuerzo, de aprendizajes profundos, y del inicio de nuevos retos que me esperan con humildad y determinación.

Reconocimiento

Este trabajo es el resultado del apoyo y colaboración de muchas personas a quienes deseo expresar mi más sincera gratitud.

A mi tutor de tesis, Ing. Marcos Boanerge Vera Mendoza, quien me guió con paciencia y sabiduría a lo largo de esta travesía académica. Gracias por sus valiosos consejos que enriquecieron cada capítulo de esta investigación. A los miembros de mi comité de tesis, quienes con sus observaciones críticas y constructivas contribuyeron significativamente a mejorar la calidad de este trabajo.

A mi familia, mi refugio y fortaleza, por su amor incondicional, por entender las largas horas de trabajo y por celebrar conmigo cada pequeño avance. Este logro también es suyo.

Índice de contenido

Introducción	15
Antecedentes.....	18
Planteamiento del problema	21
Objetivos.....	23
Objetivo general.....	23
Objetivos específicos	23
Justificación	24
Capítulo I.....	25
1. Fundamentación teórica.....	25
1.1 Antecedentes investigativos.....	25
1.2 Bases teóricas.....	29
1.2.1 Optimización de procesos	29
1.2.2 Ingeniería de métodos.....	29
1.2.3 Alcance de la Ingeniería de métodos y el estudio de tiempos.....	30
1.3 Marco conceptual	31
1.3.1 Cacao	31
1.3.2 Chocolate	31
1.3.3 Chocolate artesanal.....	33
1.3.4 Proceso productivo del chocolate	35
1.3.5 Proceso productivo del chocolate artesanal.....	38
1.3.6 Cantidad de operarios de producción requeridos durante el proceso ...	43
1.4 Hipótesis y variables	44
1.4.1 Hipótesis.....	44
1.4.2 Identificación de las Variables.....	44
1.4.3 Operacionalización de variables	44
1.5 Marco Metodológico	45
1.5.1 Modalidad básica de la investigación	45
1.5.2 Enfoque de la investigación	46
1.5.3 Método de investigación	46
1.5.4 Nivel de investigación	47
1.5.5 Población de estudio.....	47
1.5.6 Tamaño de la muestra	47

1.5.7 Técnicas de Recolección de datos	48
CAPÍTULO II. Diagnóstico o estudio de campo	56
Capítulo III. Propuesta de Mejora.....	76
Conclusiones	81
Recomendaciones	82
Bibliografía	83
Anexos	100

Índice de Tablas

Tabla 1.....	44
Tabla 2.....	57
Tabla 3.....	64
Tabla 4.....	68
Tabla 5.....	72
Tabla 6.....	77

Índice de Figuras

Figura 1.....	49
Figura 2.....	50
Figura 3.....	56
Figura 4.....	74
Figura 5.....	76

Resumen ejecutivo

El presente trabajo de investigación se enfocó en la optimización del proceso de elaboración de chocolate artesanal en la planta de derivados "La Florida" del Cantón Junín, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería de métodos y matriz de tiempos y movimientos. La problemática abordada incluye la ausencia de estandarización de procesos, variaciones en la calidad del producto final e ineficiencias operacionales derivadas de la falta de estudios técnicos previos, resultando en disposiciones inadecuadas de maquinaria y movimientos ineficientes de personal y materiales. Se implementó una investigación de campo con enfoque cuantitativo y método deductivo, utilizando técnicas de observación directa, cronometraje sistemático y mapeo de procesos sobre 14 procesos principales (4 manuales, 3 automáticos y 3 semi-automáticos) con 6-8 operarios directos, realizando entre 5 y 35 observaciones por operación según su variabilidad para alcanzar estabilidad estadística con 95% de confianza. El diagnóstico reveló una eficiencia promedio del sistema del 77%, identificando cuatro procesos críticos: envoltura individual (55% eficiencia), clasificación manual (60% eficiencia), temperado manual (65% eficiencia) y empacado (65% eficiencia), estableciendo tiempos estándar para 18 operaciones específicas con un tiempo total de ciclo de 12,627 minutos por lote de 250 kg de cacao procesado. La

propuesta integral desarrollada incluye redistribución física mediante layout en configuración "U" que reduce 45% las distancias recorridas, automatización selectiva de procesos críticos y estandarización operacional, proyectando una reducción del 5.9% en tiempos totales de producción y aumento del 52% en capacidad productiva diaria, manteniendo el carácter artesanal distintivo y proporcionando un marco metodológico replicable para el sector chocolatero nacional.

Palabras clave: Chocolate artesanal; optimización de procesos; Cacao; producción artesanal

Executive Summary

This research focused on the optimization of the artisanal chocolate production process at the "La Florida" chocolate derivatives plant in Junín Canton, through the application of methods engineering techniques and time and motion study. The problems addressed include the lack of process standardization, variations in the quality of the final product and operational inefficiencies derived from the lack of prior technical studies, resulting in inadequate machinery layouts and inefficient movement of personnel and materials. A field investigation was implemented with a quantitative approach and deductive method, utilizing direct observation techniques, systematic timing and process mapping on 14 main processes (4 manual, 3 automatic and 3 semi-automatic) with 6-8 direct operators, making between 5 and 35 observations per operation depending on its variability to achieve statistical stability with 95% confidence. The diagnosis revealed an average system efficiency of 77%, identifying four critical processes: individual wrapping (55% efficiency), manual classification (60% efficiency), manual tempering (65% efficiency) and packaging (65% efficiency), establishing standard times for 18 specific operations with a total cycle time of 12,627 minutes per 250 kg batch of processed cocoa. The comprehensive proposal developed includes physical redistribution through a "U" configuration layout that reduces distances traveled by 45%, selective automation of critical processes and operational standardization, projecting a 5.9% reduction in total production times and a 52% increase in daily

production capacity, while maintaining the distinctive artisanal character and providing a replicable methodological framework for the national chocolate sector.

Keywords: Artisanal chocolate; process optimization; cocoa; artisanal production

Introducción

Ecuador es uno de los principales productores de cacao fino y de aroma a nivel mundial, que incluso cuenta con reconocimientos internacionales como “cacao arriba” por la calidad que posee esta variedad, además se ha posicionado como el principal exportador de cacao orgánico (Cedeño y Dilas, 2022). Una posición privilegiada en el mercado, es sinónimo de desarrollo para la industria chocolatera nacional, misma que busca dar ese valor agregado a la materia prima, por medio de la transformación local de cacao en productos finales con los estándares de calidad más altos (Parada y Veloz, 2021).

La fabricación de chocolate artesanal implica una oportunidad estratégica para el sector agroindustrial del país, ya que gracias a esta actividad es posible preservar las técnicas tradicionales que brindan características organolépticas distintivas al producto final (Tipanluisa, 2023). No obstante, el camino hacia la transición desde métodos totalmente empíricos hasta sistemas de producción estandarizados es un gran desafío que enfrentan las pequeñas y medianas empresas en el sector chocolatero nacional (Corrales y Fernández, 2022).

A muchas plantas procesadoras de chocolate artesanal enfrentan una problemática en común: la ausencia de estandarización de procesos. Esto genera variaciones en la calidad del producto final, ineficiencias operacionales y limitaciones en la capacidad de respuesta ante la demanda creciente del mercado (Loor et al., 2024). Situaciones como esta, pueden agravarse debido a la falta de estudios técnicos previos en el diseño y distribución de las instalaciones, lo que resulta en disposiciones

inadecuadas de maquinaria, aprovechamiento subóptimo del espacio disponible y movimientos ineficientes de personal y materiales (Díaz, 2022).

Bajo este contexto, la ingeniería de métodos junto con la matriz de estudio de tiempos y movimientos son una herramienta indispensable para poder optimizar procesos en la producción artesanal. Esta metodología permite establecer estándares de tiempo y movimiento gracias a la cuantificación de las ineficiencias existentes, para luego proponer mejoras que ayuden a incrementar la producción sin dejar de lado el carácter artesanal y la calidad de los productos finales (Quilambaqui y Chiquito, 2023).

En la producción de chocolate artesanal la aplicación de técnicas de ingeniería industrial es diferentes a las que se implementan en los entornos industriales convencionales, como lo mencionan Méndez y Jaramillo (2023) un producto artesanal como en este caso el chocolate, requiere de un enfoque balanceado que optimice la eficiencia operacional mientras mantiene la flexibilidad y control manual en procesos críticos.

Es así que la presente investigación se enfoca en en la planta de derivados "La Florida", ubicada en el cantón Junín, que representa las condiciones típicas que enfrentan las empresas procesadoras de chocolate en Ecuador y en este caso, Manabí.

Se buscó desarrollar un diagnóstico integral del sistema productivo de la planta, y a partir de ese punto, se establecieron estándares de tiempos y movimientos para cada etapa del proceso en la elaboración de chocolate artesanal; así mismo, se identificaron oportunidades de mejora que permitieron proponer la optimización en la

eficiencia operacional, sin comprometer las características que distinguen al chocolate artesanal.

La metodología que se propuso abarcó tanto técnicas clásicas de estudio de tiempos y movimientos con enfoques específicamente adaptados a las características de la producción artesanal, como análisis de procesos semi-automáticos de larga duración, así también la evaluación de procesos manuales de alta variabilidad.

La relevancia del presente estudio, radica en sus resultados y metodologías desarrolladas, puesto que estas servirán como punto de partida para otras empresas del sector, la provincia y el país, que pueden estar enfrentando desafíos similares. Además, es un aporte al conocimiento en aplicación de técnicas de ingeniería industrial en entornos artesanales, que según De Souza et al. (2022) es un área que ha recibido poca atención en la literatura especializada y que también anima a buscar modelos de producción y comercialización que presenten mayores posibilidades de aumentar los ingresos donde el trabajo y el territorio sean valorados.

Antecedentes

En los últimos años, las investigaciones acerca de la optimización de procesos en la industria de los alimentos, específicamente en el sector chocolatero, ha experimentado un desarrollo considerable. Desde enfoques puramente industriales hasta metodologías que se consideran pertenecientes a la producción artesanal de pequeña escala.

Investigaciones previas como las de Alvarado y Bello (2023) han aplicado técnicas de ingeniería industrial en diversos sectores productivos, desarrollando estudios de estandarización de procesos productivos en la línea de producción de helados, utilizando una modalidad de investigación no experimental y de campo. Pese a que el helado y el chocolate son productos diferentes, las técnicas que se emplean para su registro de tiempos mediante observación directa, brindaron a esta investigación un marco metodológico aplicable al análisis de procesos de elaboración de chocolate artesanal.

También Casa y León (2020) en su investigación, aplicaron técnicas de estandarización de procesos operativos como el cronometraje digital con el uso de cronómetros digitales para medir los tiempos de operarios y sus actividades. Con sus resultados, se pudieron identificar las estaciones de trabajo, caracterizar actividades que agregaban y no agregaban valor y establecer un precedente para el análisis de procesos manuales intensivos.

El estudio de Arias (2024) llevó a cabo un diseño de distribución de instalaciones con el fin de normalizar procedimientos chocolateros, fue así que desglosó las etapas específicas en: tostado, descascarillado, conchado, templado-moldeado y

empaquetado. Otro punto importante de resaltar, es el desarrollo de formulaciones con alto porcentaje de cacao "arriba", corroborando así que es viable integrar mejoras de proceso con optimización de producto según estándares normativos.

Rodríguez (2023) implementó un check lists y diagramas de Pareto, se enfocó en crear planes de mejora y guías técnico-administrativas para los trabajadores de planta y estableció un precedente importante para la implementación práctica de mejoras en entornos de producción artesanal. Por su parte Ponce y Solórzano (2023), centraron su metodología en superficies de respuesta para poder determinar temperaturas y tiempos óptimos de tostado, donde los hallazgos sobre las condiciones operacionales ideales fueron clave para la estandarización de esta etapa crítica del proceso.

Steglich y Serna (2022) aplicaron un estudio de tiempos y movimientos en la cadena de producción de chocolate orgánico, con sus resultados establecieron que la optimización de tiempos y movimientos contribuye a más que a la eficiencia operativa, puesto que también beneficia la adaptación a estándares de producción orgánica, contextualizando los resultados dentro de factores locales y características específicas de la producción regional de cacao. García (2024) asegura que la metodología de tiempos y movimientos es versátil y tiene potencial de impacto de intervenciones relativamente simples en procesos manuales intensivos.

López (2023) como herramienta de optimización de recursos en empresas agroindustriales aplicó el método simplex, con una programación lineal para la asignación de recursos; y aunque su enfoque metodológico difiere del estudio de tiempos y movimientos, los hallazgos que obtuvieron resultaron útiles si se los utiliza en pequeñas empresas chocolateras. Espinosa (2025) incluyó dentro de su metodología

diagramas de procesos, análisis de flujo y tabulación sistemática de información para identificar cuellos de botella.

En cuanto a la Aplicación de Teoría de Restricciones y Optimización de Layout, Camacho et al. (2023) desarrollaron una propuesta donde se espera mejorar procesos de fabricación de tubos mediante la aplicación de la Teoría de Restricciones, logrando la reubicación estratégica de maquinaria y el desarrollo de planes preventivos; esto, resultó en la reducción de costos y un incremento de aproximadamente el 10% de productividad. Su enfoque, marca un precedente para la integración de mejoras tecnológicas en procesos que generalmente se realizan manualmente.

Por último, la propuesta de Ramos et al. (2020) respecto a mejoras en los procesos de producción se especificó cuatro: eliminación de elementos innecesarios, reorganización de estaciones de trabajo, formación de personal e implementación de programas de orden y limpieza. Un modelo altamente aplicable para el desarrollo integral de procesos artesanales.

Planteamiento del problema

En la elaboración de chocolate artesanal desde la línea de entrada de la materia prima hasta el empaquetado suelen presentarse inconvenientes que afectan al producto final, pues los procesos de tiempo y temperatura no estandarizados hacen que la calidad del producto final varíe. Además, se suman otros factores como fallas en las máquinas artesanales y distribución de los espacios (Dea, 2022).

Este producto tiene especiales tamices de sabor, ya que en el proceso no se utilizan ingredientes químicos, tecnología sofisticada o industrializados, lo que garantiza que los productos sean higiénicos, buenos y justos (Manchilla, 2021).

La fabricación de chocolate artesanal a nivel mundial busca la satisfacción de sus clientes, para ello se enfocan en mejorar su proceso productivo mediante rediseño en la planta, con el único propósito de mejorar las condiciones de elaboración y fabricación del chocolate (Parra y Uquillas, 2014).

Pese a que las empresas ecuatorianas productoras de chocolate artesanal cumplen los requisitos necesarios para su consumo, en estas aún existen limitaciones debido a que fueron construidas sin una previa investigación técnica, tales como: inadecuada disposición física de las máquinas, mal aprovechamiento del espacio, desplazamiento inapropiado de personas y materiales de riesgos (Pico, 2023).

Así mismo, la microempresa chocolatera Solís en Guayas que, pese a que ha tenido muchos años de funcionamiento, aún no ha podido implementar metodologías que influyan en la mejora del tiempo entre procesos de la elaboración del chocolate (Cedillo y Dumes, 2021).

Otro problema que puede presentarse es la poca capacidad de producción para cubrir la demanda requerida, tal como sucede en la planta productora de chocolate artesanal Choco Fortuna del Cantón Naranjito donde es necesario mejorar ciertos procesos de tipo artesanal para poder cumplir con la demanda que exige el mercado (Flores y Pizarro, 2021).

Dada la importancia de contar con operaciones planificadas, la presente investigación se enfocará en la optimización del proceso de elaboración de chocolate artesanal en la planta de derivados “La Florida” del Cantón Junín. Por ende, se partirá con la siguiente interrogante:

¿Cómo se optimiza el proceso de elaboración del chocolate artesanal en la planta de derivados “La Florida” del Cantón Junín?

Preguntas directrices:

- ¿Cuál es el diagnóstico del proceso utilizado en la fabricación de chocolate artesanal en la planta de derivados “La Florida” del Cantón Junín”?
- ¿Se han establecido los tiempos y movimientos estándares para la producción de chocolate artesanal en la planta de derivados “La Florida” del Cantón Junín”?
- ¿Qué alternativa fue propuesta para la optimización del proceso de elaboración de chocolate artesanal en la planta de derivados “La Florida” del Cantón Junín”?

Objetivos

Objetivo general

Optimizar el proceso de elaboración del chocolate artesanal en la planta de derivados “La Florida” del Cantón Junín.

Objetivos específicos

- Evaluar el proceso utilizado para la fabricación de chocolate artesanal mediante diagrama de proceso.
- Establecer los tiempos y movimientos estándares para la producción de chocolate artesanal.
- Proponer una alternativa de mejora para lograr la optimización del proceso de elaboración de chocolate artesanal.

Justificación

Para la industria chocolatera es fundamental la optimización del proceso con el fin de minimizar el desperdicio de materias primas y recursos, lo que se convierte en una mayor eficiencia operativa y por ende aumenta la rentabilidad de la microempresa (Pisco, 2021).

El presente trabajo de titulación se desarrollará con la finalidad de aplicar el estudio de tiempos y movimientos para la mejora y optimización del proceso de chocolate artesanal en la planta “La Florida” del Cantón Junín; del mismo modo al optimizar el proceso de producción de chocolate artesanal, se garantizará un mayor cumplimiento de estos estándares, lo que evitará a la microempresa sanciones legales y problemas de reputación.

Por otra parte, Pisco (2021) menciona que algunas empresas son establecidas con conocimientos empíricos sin analizar la sostenibilidad y competitividad del mercado exigente; es así que los resultados que se obtengan dentro de la investigación permitirán mejorar la eficiencia en la producción del chocolate artesanal.

Finalmente, es importante mencionar que el estudio de tiempos y movimientos permitirá dar control y seguimiento a los procesos de elaboración de chocolate artesanal para averiguar si se están ejecutando de acuerdo a lo estructurado en el flujograma y planificación o si cumplen con los requisitos del cliente.

Capítulo I

1. Fundamentación teórica

1.1 Antecedentes investigativos

En la investigación de Pico (2023) sobre estandarización de procesos productivos, se desarrolló una modalidad de estudio no experimental y de campo en la línea de producción de helados, aunque el helado y el chocolate son dos productos diferentes, las técnicas que se evidencian son las apropiadas para el registro de tiempos mediante la observación, herramientas de la ingeniería industrial como tablas de actividades, flujogramas, estudios de tiempos, fórmulas de cálculo de eficiencia y producción.

En la investigación de Aimacaña y Chiluisa (2023) con el fin de estandarizar procesos operativos en diferentes procesos, se utilizó un cronómetro digital para poder tomar el tiempo de cada operario y de cada actividad para poder evaluar resultados. Estos resultados permitieron identificar las estaciones de trabajo, actividades que se realizan, tiempos que agregan y no agregan valor y una tabla de resumen con los tiempos estándar para cada proceso operativo.

En la tesis de grado titulada: “Optimización del proceso de elaboración de chocolate para la fábrica la dulzura” realizada por Sarabia (2021), se emplearon principios de ingeniería de métodos y diseño de distribución de instalaciones con el objetivo de normalizar los procedimientos, los cuales se desglosaron para su análisis en distintas etapas: tostado, descascarillado, conchado, templado-moldeado y empaquetado. Además, se elaboró una fórmula que incorpora un mayor porcentaje de cacao (*Theobroma cacao*), incluyendo la variedad autóctona denominada "cacao

arriba", con la meta de lograr un producto de mayor calidad, en concordancia con los estándares establecidos por la Norma NTE INEN 621:2010.

La investigación de Nájera y Villamarín (2023) titulada "Mejoramiento de la productividad del proceso de obtención del chocolate en la planta de la asociación integral para el desarrollo de productores lita", planteó una propuesta de reingeniería, para ello los investigadores aplicaron una check list (lista de verificación) y diagrama de Pareto; adicionalmente crearon un plan de mejoras y una guía técnica administrativa que sirvió como referencia para los socios y trabajadores de la planta con la única finalidad de mejorar la calidad e inocuidad del chocolate.

Por otra parte, la tesis de "Optimización del tostado de cacao (*Theobroma cacao* L.) en estufa y tambor para retención de polifenoles aplicando superficie de respuesta", optimizaron el proceso de tostado de cacao con dos tostadores: estufa y tambor rotativo, en donde se aplicó la metodología de superficie de respuesta (RSM), esto a su vez con un diseño factorial de tres niveles y dos factores, con tres puntos centrales (Hurtado, 2023). El método utilizado en dicha investigación no fue un estudio de tiempos y movimientos; sin embargo, la metodología utilizada determinó la temperatura y tiempo óptimos para el tostado en tambor rotatorio.

Aunque existen estudios previos sobre la producción de chocolate, la mayoría se ha centrado en aspectos como la calidad del cacao o los procesos de conchado, dejando un espacio significativo en la literatura para investigaciones específicas que aborden la estandarización del proceso productivo, integrando el enfoque de tiempos y movimientos.

La investigación de Pisco (2021) se fundamenta en la premisa de que la optimización de los tiempos y movimientos en la cadena de producción de chocolate no solo contribuyó a la eficiencia operativa; sino que también permitirá una mejor adaptación a los estándares de producción de chocolate orgánico. Al enfocarse en la Cooperativa COOPABAM S.A.C en Lamas, se busca contextualizar los resultados dentro de un entorno específico, considerando factores locales y las características únicas de la producción de cacao en la región.

El estudio de tiempos y movimientos no sólo es utilizado en procesos cacao o chocolate; si no en varios procesos debido a la necesidad de ofrecer productos higiénicamente confiables y de excelente calidad en un tiempo estimado de producción.

En la tesis titulada “Propuesta para la optimización de procesos productivos para la faenadora de aves de corral”, se implementó una banda transportadora aérea con la que se pudo optimizar los tiempos en la producción y los resultados fueron favorables, con un tiempo total de 715 min con una eficiencia de 94,08% en la línea de faenamiento; es decir, se notaron mejoras en los procesos productivos en comparación con los tiempos anteriores que eran de 980 min, con una eficiencia de 76.56% (Casa, 2023).

El artículo científico titulado “El método simplex como herramienta en la optimización de recursos de una empresa agroindustrial”, cuyo objetivo fue evaluar una correcta asignación de recursos dentro de una empresa agroindustrial dedicada a producción de nopal en salmuera, fue realizado a través del método simplex de programación lineal usando la metodología de investigación de operaciones (Ramírez

et al., 2022) esto resalta la importancia de la optimización de procesos, dado que muchas veces las empresas fracasan por no implementarlos.

Por su parte, Hidalgo (2023) expresa que corregir problemas presentados en las líneas de producción por medio de un estudio de tiempos y movimientos, generando diagramas de procesos, diagramas de flujo, análisis de diagramas permite encontrar los tiempos de inactividad, cuellos de botella, movimiento innecesario, uso inapropiado de maquinaria y de los operadores.

Al llevar a cabo un análisis de tiempos en el proceso productivo dentro del área de estudio, identifica actividades y movimientos que no aportan valor al proceso. A través de la metodología de la Teoría de Restricciones, se identifica el cuello de botella en la producción, y finalmente se propone la adquisición de una cinta transportadora con sistema de radiofrecuencia para el transporte eficiente de las piezas y la optimización global de los procesos (Camacho et al., 2023).

En una investigación realizada en Pelileo Ecuador, referente a los procesos de producción de ropa industrial se encontró que cuando los procesos de producción no siguen los parámetros de calidad por la ausencia de control e infraestructura insuficiente, es indispensable que se lleve a cabo un desarrollo en el procedimiento de control de calidad para garantizar un óptimo producto final (Morocho et al., 2023).

El artículo titulado “Propuesta de mejora del proceso productivo de una empresa de confección en la ciudad de palmira mediante el estudio de métodos y tiempos” expone una optimización en el sistema de producción de una empresa dedicada a la confección en la localidad de Palmira, mediante el examen detallado de métodos y tiempos.

A partir de un análisis inicial del estado actual, se buscó identificar los movimientos y lapsos que no aportan valor al proceso y pueden ser eliminados. Una vez identificados, se propusieron cuatro mejoras que incluyen la supresión de dichos elementos, la reorganización de las estaciones de trabajo, la formación del personal y la implementación de un programa de orden y limpieza (Ramírez, 2022).

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Optimización de procesos

La búsqueda de mejorar, ajustar y proponer nuevos procedimientos surge como el motor impulsor de la optimización de procesos, con el propósito fundamental de aumentar la eficacia y eficiencia en la ejecución de dichos procesos. Los objetivos primordiales de esta práctica se centran en la reducción de los costos operativos y del consumo energético, la maximización del rendimiento y el mejoramiento de la calidad de los productos. En consecuencia, la optimización se convierte en una herramienta cuantitativa fundamental en la toma de decisiones dentro del ámbito industrial (Chávez et al., 2023).

1.2.2 Ingeniería de métodos

Esencialmente, se fundamenta en analizar y documentar la metodología actual empleada en la ejecución de una operación específica. Su objetivo principal radica en mejorar la productividad del sistema mediante la aplicación de métodos más eficientes y simplificados. Es relevante destacar que este estudio guarda una estrecha relación con la disminución del contenido de trabajo en una actividad o tarea, además de vincularse con la investigación de tiempos improductivos dentro del proceso.

Para Núñez (2022) los beneficios de la aplicación de la ingeniería de métodos son: la disminución del tiempo de trabajo, se minimizan costos en materia prima, se toma en cuenta la disponibilidad de recursos, proporciona productos confiables y de calidad, el bienestar en los trabajadores aumenta, se toma en cuenta el cuidado del medio ambiente, y aplica una administración basada en un alto nivel humano.

1.2.3 Alcance de la Ingeniería de métodos y el estudio de tiempos

El ámbito de la ingeniería de métodos abarca la concepción, desarrollo y elección de diversos métodos, procesos, herramientas, equipos y la experiencia más idónea para llevar a cabo la producción o transformación de un producto después de su diseño.

En la sección de ingeniería de productos, se elaboran planes de trabajo y estrategias. Por ende, el método más eficiente debe estar en sintonía con las mejores técnicas o destrezas disponibles para lograr una interfaz efectiva entre el ser humano y la máquina.

Una vez que se ha establecido de manera clara un método apropiado, la responsabilidad de determinar el tiempo necesario para la producción del producto forma parte de esa labor. Esto implica garantizar que se cumplan estándares predeterminados y que los trabajadores reciban una compensación adecuada de acuerdo con su desempeño, fortaleza, habilidades, responsabilidades y experiencia, además de sentirse satisfechos con su labor en la empresa (Aimacaña y Chiluisa, 2023).

Estas medidas también engloban la identificación de problemas asociados con el costo previsto, la descomposición del trabajo en diversas actividades, el análisis de

cada actividad para determinar el proceso de producción más económico sin comprometer la seguridad del trabajador ni el interés en el trabajo, la aplicación de plazos apropiados y, en última instancia, la implementación adecuada del método encontrado (Aimacaña y Chiluisa, 2023).

1.3 Marco conceptual

1.3.1 Cacao

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) desempeña un papel fundamental en el sustento de millones de personas a nivel mundial. Los continentes principales en la producción son África, seguido por Asia y América Latina, donde aproximadamente el 90 al 95% del cacao global proviene de pequeños agricultores. A lo largo de la historia, el cacao ha sido un componente significativo en diversas culturas globales, adquiriendo una gran relevancia en la economía de los países dedicados a su cultivo (Guillén et al., 2023).

En Ecuador, se produce cacao de las variedades CCN-51 y nacional, incluyendo el reconocido cacao ecuatoriano conocido como "Arriba". El país ostenta la mayor participación a nivel global en la comercialización de cacao orgánico y convencional, tanto en formas secas como en estado fermentado y sin fermentar (INIAP, 2010). Este producto se vende a exportadores, asociaciones e intermediarios, mayormente en forma de granos. De este modo, en el año 2017, Ecuador logró posicionarse como el principal exportador de cacao en Latinoamérica y el cuarto a nivel mundial.

1.3.2 Chocolate

Para empezar, el cacao es una fruta de origen tropical conocida por ser una fuente de antioxidantes, su semilla es utilizada como ingrediente principal para la

fabricación de chocolate, que también puede ser mezclado con diversos productos como frutas y frutos secos para darle más sabor y comercialización (Ramón, 2021).

Es conocido mundialmente por su aroma y sabor, su alta valoración surge por ello; sin embargo, estas características no son las únicas que resaltan este producto agrícola, sino que también sus altas propiedades nutricionales, debido a que posee grandes cantidades de antioxidantes que generan beneficios como estabilidad en el sistema humano y alivio de estrés; además, de este fruto deriva otro producto apreciado nacional e internacionalmente: el chocolate (Cajo, 2021). Entonces, el chocolate es un alimento que proviene de la mezcla de las semillas de cacao con otros productos para obtener características organolépticas como sabor y olor agradables, textura ligera y brillo.

La palabra chocolate proviene del término xocoatl, una bebida tradicional incorporada en ritos ancestrales religiosos de la cultura Maya, cuya base es el grano de cacao (Bernat, 2019 mencionado por Martínez, 2020).

De acuerdo con Gutiérrez (2021) el chocolate es un producto que en primera instancia proviene del fruto del árbol de cacao (*Theobroma cacao* L) y se utiliza como ingrediente de diferentes bebidas y dulces, es fuente de grasas, proteínas, carbohidratos y minerales. Este mismo autor menciona que según la Norma Codex STAN 87-1981 deberá contener un porcentaje de extracto seco más alto que el 35% del total de cacao; además, un 18% debe ser manteca de cacao y otro 14% extracto seco magro de cacao.

En el Reglamento Sanitario de los Alimentos se menciona que chocolate es aquel producto homogéneo que se obtiene de un proceso de fabricación adecuado de

materias de cacao y que se puede combinar con otros productos lácteos, azúcares o edulcorantes, emulsificadores y saborizantes (Silva, 2020), además pueden agregarse otros ingredientes alimenticios hasta en un 40% del peso total del producto final.

No obstante, la cantidad de macronutrientes que posee el chocolate puede variar según el tipo de chocolate, razón por la que generalmente el chocolate contiene un 31% de materia grasa, un 6% de proteínas, un 60% de carbohidratos. También, posee un 3% de humedad, minerales (fósforo, calcio, hierro), vitaminas A y del complejo B (Salamanca y Gaviria, 2021). Es importante destacar que, el cacao no es una gran fuente de proteína; por ende, el chocolate tampoco, a excepción del chocolate con leche, pues a este se le agregan las proteínas presentes en la leche.

Por su parte, el contenido de grasa del chocolate proviene en mayor medida de la manteca de cacao, misma que consiste en un 34 % de ácido esteárico, 34% de ácido oleico, y un 27% de ácido palmítico; a su vez, la manteca de cacao se caracteriza por tener un punto de fusión en el rango 27-32°C (Gutierrez, 2021). Esta es una de las más importantes características organolépticas del chocolate, más cuando el chocolate en barra debe fundirse con cierta rapidez una vez que se encuentra en el paladar humano, más no fundirse en las manos de quien va a ingerirlo.

1.3.3 Chocolate artesanal

El cacao es el responsable del sabor tan particular que tiene el chocolate; es decir, amargo y para que este sea más agradable al gusto, es común que se le agreguen ingredientes adicionales como la leche, el azúcar u otras grasas.

Es justamente en esa adición que muchas veces el chocolate pierde mucho de sus beneficios originales; sin embargo, aquellos chocolates como el artesanal

presentan un alto contenido de cacao (más de un 60%) y en su elaboración preservan cualidades del ingrediente original que pueden tener efectos beneficiosos e incluso formar parte de una dieta balanceada (Martín, 2016).

La forma artesanal de producir chocolate no es algo nuevo; es más, proviene de la cultura que se ha transmitido de generación en generación. Para Ramos (2021) no existe una definición exacta de lo que es un chocolate artesanal; sin embargo, la mayoría de exportadores de este tipo de chocolate se consideran artesanales, debido a que en el proceso de producción utilizan sus manos o herramientas manuales como principal utensilio para obtener este producto final.

Como todo proceso, elaborar chocolate artesanal implica la participación de información, calidad, maquinaria, mano de obra y materia prima; a su vez, la calidad del producto depende mayormente del estado y calidad de la materia prima, al igual que del tiempo en que se procesa (Dea, 2022).

Producir y elaborar chocolate se considera un arte ancestral que se va desarrollando y evolucionando con el tiempo. En la actualidad, el cuidado de la salud se ha desarrollado y con esto también el consumo de productos sin conservantes. Aquello ha contribuido a que ciertas empresas produzcan chocolate de manera artesanal, considerando que el paladar y las características nutritivas que los clientes desean en sus productos son cada vez más exigentes (Chanaluiza y Zhingre, 2021). Es un proceso complejo que empieza desde la plantación hasta la fabricación, sea esta de tipo industrial o artesanal (Tapia, 2017 citado por Flores y Pizarro, 2021).

1.3.4 Proceso productivo del chocolate

El Ecuador es uno de los países más conocidos por la producción del cacao fino y aroma, que es reconocido en el extranjero para la fabricación de chocolates finos tanto en la industria europea como norteamericana; puesto que, la industria del chocolate se caracteriza por un crecimiento y dinamización en el proceso de este producto.

Para la elaboración del chocolate es necesaria una mezcla de cacao o polvo de cacao, manteca de cacao y azúcar; después se añaden otros ingredientes como leche, almendras, avellanas, frutas; dependiendo del producto que se quiera obtener (Chanaluiza y Zhingre, 2021).

Cajo (2021) manifiesta que la calidad del grano va a influir significativamente en la calidad del chocolate, aunque también es muy importante el proceso de elaboración, debido a que es en dicho proceso donde las particularidades químicas del cacao se potencian.

Debido a que el grano de cacao es naturalmente amargo, la pepa de cacao debe pasar por diferentes procesos para poder producir una tableta de chocolate en cualquiera de sus presentaciones, tales como: dulce, amargo, de repostería, con saborizantes y más. Para poder lograrlo, el cacao pasa por el tostado del grano, descascarillado, molienda, molienda fina, conchado, templado, moldeado y envasado (Oliveras, 2007 citado por Pico, 2023). Bajo este contexto, el proceso de producción industrial del chocolate consta de las siguientes etapas:

1.3.4.1 Tostado

Se trata de la limpieza que se le da al grano de cacao; ya que, está expuesto a basura, polvo y piedrillas. Una vez limpios, los granos de cacao son puestos en

grandes bombos que giran mientras se mantienen a una temperatura que puede estar de 110 hasta 130 grados centígrados, para que el grano este tostado en el lapso de 20 a 40 minutos (Gutierrez, 2021 citado por Pico, 2023) dicho tiempo puede variar según la humedad del grano y la propia variación de la temperatura.

Es de suma importancia controlar el proceso de tostado; debido a que si el cacao llega a quemarse altera el sabor del producto final, y si por el contrario, se mantiene ante las altas temperaturas por muy poco tiempo, la cáscara no se desprenderá fácilmente.

1.3.4.2 Descascarillado

Gutierrez (2021) dice que durante este proceso los granos tostados se trituran y se separa la cáscara del grano, y el resultado se denomina “nibs”, luego de tostar y una vez se enfrió el grano, es indispensable pasarlo inmediatamente por la máquina para quitar la cáscara. Si no se procede de esa manera, será más fácil que el grano absorba la humedad y más difícil retirar la cáscara. El producto final de esta etapa, no debe tener más del 1% del contenido de cascarilla, porque así evita la astringencia en el licor de cacao o alterar las propiedades de la manteca de cacao.

1.3.4.3 Molienda

Luego de retirar la cáscara en los granos de cacao, se procede a molerlo con el fin de reducir el tamaño, hasta llegar a oscilar entre los 30 a 70 micrones para usarlo posteriormente en la producción de chocolate. Otro fin es separar la manteca de la masa de cacao, con el objetivo de mantener la masa fluida y fácilmente manipulable (Gutierrez, 2021). Esta fase se realiza con una temperatura de 60°C, si se excede de la misma se pueden alterar las propiedades físicas y sensoriales del producto final.

1.3.4.4 Conchado

Durante el conchado, se modifica el sabor, la textura, y aroma porque se eliminan los compuestos volátiles (incluida la humedad) y se dan cambios químicos menores en la mezcla. Asimismo, se rompen los aglomerados que llegan de la refinadora y recubriendo todas las partículas con grasa (Silva, 2020). Es importante saber que este proceso está enfocado en volatizar la acidez del cacao y controlar su humedad.

1.3.4.5 Templado

Es una fase cuya aplicación se debe a que es necesario alinear los cristales que posee la manteca de cacao de la pasta de chocolate.

Primero, se coloca la pasta de chocolate que proviene de la conchadora sobre una mesa de acero inoxidable; luego de esto ocurre el templado de chocolate, que con una espátula inoxidable se hacen movimientos que ayudan a bajar la temperatura del producto a una de entre 32 a 30 °C, dependiendo del tipo de pasta de chocolate (Cajo, 2021).

1.3.4.6 Moldeado

El moldeado consiste en darle forma al chocolate (tabletas o bombones), y según sea la forma que se le quiera dar, se lo coloca en un molde que debe estar previamente tarado en una balanza y así verter la cantidad de pasta de chocolate que concuerde con el gramaje elegido (Cajo, 2021). Hecho esto, se colocan los moldes con el chocolate durante aproximadamente 20 minutos en una cámara de frío, cuya temperatura debe estar entre 10 y 15 °C.

1.3.4.7 Envasado

Después del enfriamiento del chocolate, este se desmolda de las tabletas de manera manual para luego colocarlas en una faja transportadora y que el producto pueda ser embolsado y sellado al mismo tiempo, teniendo como resultado tabletas de chocolate envasadas y selladas en bolsas bilaminadas (Cajo, 2021).

Por su parte, Alarcón (2019) dice brevemente que esta fase es donde el producto final es envasado y está disponible para ser obtenido por los consumidores.

1.3.5 Proceso productivo del chocolate artesanal

El chocolate artesanal es elaborado por la mayoría de los productores y exportadores de cacao “nacional” del Ecuador. Beckett (1988) citado por Chanaluisa y Zhingre (2021) considera que durante muchos años la industria de la fabricación de chocolate fue principalmente atendida por artesanos que desarrollaban sus métodos individuales del trabajo. Pero fue debido a las altas demandas, la industrialización y necesidad de reducir la mano de obra y mejorar la eficiencia del trabajo, que la fabricación de chocolate se ha ido mecanizando cada vez más y con esto la aplicación de saberes técnicos.

Con el propósito de transformar la materia prima que es el cacao nacional al producto final o chocolate artesanal se usa la molienda en el metate tanto como en el molino de granos, mismos que se seleccionan rigurosamente y los ingredientes desde los granos hasta el azúcar son personalizados (Guasumba, 2012 citado por Ramos, 2021); previo a esto, se tuestan las semillas de cacao y se muelen junto a la canela y el azúcar que dan como resultado el chocolate en forma de pasta.

Para Chanaluiza y Zhingre (2021), el proceso productivo del chocolate artesanal, inicia muchas veces desde otro proceso previo conocido como el beneficiado de cacao; es decir, el conjunto de actividades que se dan antes de la industrialización. Siendo así que para estos autores las fases de la elaboración de chocolate artesanal son:

1.3.5.1 Recolección

En esta fase, se recogen las mazorcas de cacao cuando están maduras y listas para ser cosechadas, luego estas se parten con un machete para poder sacar los granos. Para obtener un grano de calidad este proceso es fundamental, y permite la correcta comercialización, logrando así el sabor y el aroma inigualables del cacao (Chanaluiza y Zhingre, 2021).

1.3.5.2 Fermentación

Aquí, se procede a guardar los granos de cacao en cajones de madera durante un periodo que puede durar entre cuatro y siete días para propiciar, la acción de los microorganismos, el aire y las altas temperaturas, la transformación bioquímica interna y externa de las almendras y obtener granos en condiciones óptimas de sabor y aroma (Chanaluiza y Zhingre, 2021).

1.3.5.3 Secado

Ya que el cacao sin cocción tiene un 60% de humedad, esta debe ser reducida a un 7% y para lograrlo se expone al sol extendiendo los granos en el suelo. Este proceso debe realizarse despacio y a temperaturas no tan altas, sino se es posible que el sabor se deteriore, concretamente no debe excederse los 65 °C (Chanaluiza y Zhingre, 2021). El tiempo de secado es usualmente de una semana, más esto dependerá del clima.

1.3.5.4 Clasificación y almacenado

Consiste en apartar manualmente del cacao cualquier basura que no se necesite, además de separar los granos malos de los buenos y que el producto pueda ser lo más homogéneo posible para como último paso clasificar los granos (Chanaluisa y Zhingre, 2021).

1.3.5.5 Limpieza

Al iniciar con el procesamiento del cacao, es importante la limpieza; puesto que consiste en eliminar cuerpos extraños como: piedras, metales, madera, vidrios, etc. Y en caso de quedar residuos, estos se eliminarán luego con las manos (Chanaluisa y Zhingre, 2021).

1.3.5.6 Descascarillado

En esta etapa se elimina la cáscara, que es aquella cubierta exterior en la semilla del cacao, todos los granos deben someterse a este proceso antes de ser transformados en pasta o licor de cacao (Chanaluisa y Zhingre, 2021). Hay que mencionar que este procedimiento se puede realizar de dos maneras. La primera se lleva a cabo el tostado del grano con cáscara, y en la segunda el grano se descascarilla después de ser tostado.

1.3.5.7 Tostado

Una vez limpios los granos de cacao, se inicia con el tostado durante 15 y 20 minutos a una temperatura de 130 °C (Chanaluisa y Zhingre, 2021).

1.3.5.8 Molienda

Los granos de cacao se muelen varias veces para eliminar la cáscara y quedar suficientemente finos. La presión y la fricción producen la pasta de cacao que es una

mezcla líquida y a la vez espesa de textura suave y que sirve para fabricar chocolate, o para hacer cacao en polvo (Chanaluiza y Zhingre, 2021). En la antigüedad la molienda se realizaba en un molino de dos muelas de piedra. Esta pasta se almacena en forma de tortas semisólidas.

1.3.5.9 Alcalinización

La pasta de cacao es sometida a un prensado en donde se le extrae la manteca de cacao; es aquí donde se eliminan la amargura y acidez propias del cacao. Así se obtiene el cacao en polvo que es la materia prima de otros productos (Chanaluiza y Zhingre, 2021).

1.3.5.10 Mezcla

Es cuando la pasta y manteca de cacao, azúcar y la leche (en caso de querer hacer chocolate con leche) se mezclan en una amasadora. Es de esta manera que se obtiene una pasta homogénea lista para pasar por la siguiente fase (Chanaluiza y Zhingre, 2021).

1.3.5.11 Molido fino

El molido fino se da en una refinadora que con las elevadas presiones que produce con sus rodillos de acero reduce el tamaño de la pasta a 25 micras (Chanaluiza y Zhingre, 2021).

1.3.5.12 Conchado

En unas máquinas denominadas conchas se calientan entre 1.000 a 6.00 kg de masa de chocolate a una temperatura de 80 °C. Aquí, se agita y amasa la pasta de cacao con agitadores mecánicos, y con el fin de obtener las propiedades requeridas (Chanaluiza y Zhingre, 2021). En esta etapa se produce la caramelización y además se

evapora la humedad y eliminan ácidos volátiles, ayudando así a obtener una emulsión idónea. La masa de chocolate es refinada en las conchas a una temperatura que puede oscilar entre 50 °C y 60 °C.

1.3.5.13 Templado

En la etapa del templado se obtiene la cristalización ideal de la manteca de cacao. Se reduce la temperatura del chocolate que durante el chonchado llegó a alcanzar entre 70 °C y 80 °C y que pueda estar listo para ser moldeado.

Posteriormente, se vuelve a calentar sin pasar los 35 °C, para volver a darle fluidez y evitar que se funda la grasa cristalizada. En este punto el chocolate está en condiciones óptimas para moldearse (Chanaluiza y Zhingre, 2021).

1.3.5.14 Moldeado

La masa líquida de chocolate se vierte en moldes y en caso de requerir añadir otros elementos se lo hace. Inmediatamente, los moldes se llevan a un túnel a baja temperatura donde el chocolate se endurece adquiriendo la forma definitiva con la que será vendido una vez envasado (Chanaluiza y Zhingre, 2021).

1.3.5.15 Envasado

El producto final es llevado a las máquinas de embalaje por medio de un transportador y se envuelven en papel de aluminio, la máquina que realiza este proceso suele llamarse empaquetadora; después, se envasa de manera individual y se ingresan los productos en cajas y palés (Sevilla, 2017 citado por Chanaluiza y Zhingre, 2021).

1.3.6 Cantidad de operarios de producción requeridos durante el proceso

La cantidad de operarios de producción que se necesitan para la producción de chocolate artesanal varía según el mecanismo de funcionamiento de la planta. La fabricación de chocolate artesanal consiste en varias etapas que van desde la selección y tostado de los granos de cacao hasta la elaboración del producto final (chocolate), sin embargo, es posible estimar la cantidad de operarios en algunas de las etapas más comunes de la producción de chocolate artesanal, según Sevilla (2017) citado por Chanaluiza y Zhingre (2021):

- **Selección y tostado de granos de cacao:** se necesita al menos un operario para el manejo de las máquinas de selección y tostado.
- **Molienda de los granos de cacao:** se podría necesitar al menos una persona para operar las máquinas de molienda.
- **Conchado y refinado:** este proceso es fundamental para refinar el chocolate. Al ser un proceso mecánico se necesita un operario para el monitoreo y control de la máquina.
- **Temperado:** este proceso es considerado fundamental porque permite obtener un chocolate de calidad. En esta etapa se necesita al menos un operario de producción para asegurar la temperatura y consistencia adecuada.
- **Moldeado y enfriamiento:** la operación de las máquinas de moldeado y enfriamiento podría ser realizada por una o más personas, dependiendo de la escala de la producción.
- **Empaquetado:** se necesitarán operadores para el empaquetado y etiquetado del chocolate.

Es importante señalar que estas son estimaciones generales y que la automatización puede reducir la necesidad de mano de obra en algunas de estas etapas. Además, el tamaño de la operación y la sofisticación de los equipos utilizados también influyen en la cantidad de operadores requeridos.

1.4 Hipótesis y variables

1.4.1 Hipótesis

El estudio de tiempos y movimientos contribuirá a la optimización del proceso productivo de chocolate artesanal en la en la planta "La Florida" del Cantón Junín.

1.4.2 Identificación de las Variables

- **Variable Independiente:** Estudio de tiempos y movimientos
- **Variable Dependiente:** Optimización del proceso de chocolate artesanal

1.4.3 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: Estudio de tiempos y movimientos	Registro de cada uno de los tiempos	Tiempo normal	Nominal
	y movimientos que componen el	Tiempo estándar	Nominal
	proceso de elaboración de	Movimientos eficientes	Nominal
	chocolate artesanal	Movimientos ineficientes	Nominal

en la planta "La
Florida"

Variable			
Dependiente:	Adaptación del	Tiempo óptimo	Nominal
Optimización	proceso del		
del proceso de	chocolate artesanal		
chocolate	en tiempos y		
artesanal	movimientos	Movimiento óptimo	Nominal

1.5 Marco Metodológico

1.5.1 Modalidad básica de la investigación

1.5.1.1 Investigación de Campo

Es una parte fundamental para la obtención de datos en cada proceso realizado durante todas las etapas que conforman el proceso de elaboración del chocolate artesanal (Castro et al., 2022), este tipo de investigación permitió interactuar con los operarios durante el proceso del chocolate. Este tipo de investigación ayudó a que fuera posible localizar los principales problemas y dar una solución proponiendo mejoras al proceso artesanal de chocolate, realizado en la planta "La Florida" del Cantón Junín.

1.5.1.2 Investigación Bibliográfica

Se aplicó con la finalidad de encontrar solución al problema planteado en la presente investigación, para ello se recolectaron datos, conceptos y fórmulas relacionados al estudio de optimización del proceso de elaboración del chocolate artesanal. Dichos datos fueron obtenidos de fuentes como artículos, libros, revistas o

investigaciones relacionadas, logrando así una retroalimentación acerca del objeto de estudio (Cuevas et al., 2020).

1.5.2 Enfoque de la investigación

1.5.2.1 Enfoque cuantitativo

Se llevó a cabo un análisis de tiempos y movimientos que, con los recursos necesarios, suponen estudios de variables cuantificables y medibles; por lo tanto, posee un enfoque cuantitativo, que utiliza la recolección de datos y el análisis de datos para dar respuesta a las hipótesis previamente planteadas y probar hipótesis, también hace uso de la estadística descriptiva e inferencial (Ñaupas et al., 2018). Debido a este tipo de enfoque, se pudieron obtener resultados objetivos, indispensables en la optimización del proceso de elaboración de chocolate artesanal en la planta “La Florida”.

1.5.3 Método de investigación

1.5.3.1 Método deductivo

Este método complementó el enfoque cuantitativo y con él fue posible implementar mejoras y optimizar procesos. El término deductivo proviene de significados como “extraer” o “conducir” y permite pasar de principios generales a hechos particulares; es decir, una vez que se comprueba que el principio de un tema específico es válido se puede aplicar en contextos particulares (Prieto, 2018). Se utilizó para describir tiempos y movimientos estándares que se dieron durante cada etapa del proceso de elaboración del chocolate artesanal.

1.5.4 Nivel de investigación

1.5.4.1 Nivel descriptivo

También denominado diseño de caracterización, ya que está involucrado con la variable de interés y se obtiene de la población; la cantidad de factores a caracterizar dependerá del investigador y sus planteamientos empíricos (Ochoa y Yunkor, 2020).

Con el propósito de obtener la estandarización de tiempos y optimización de procesos, se describió el proceso de elaboración del chocolate artesanal (específicamente los tiempos y movimientos utilizados en su producción).

1.5.5 Población de estudio

La población de estudio estuvo constituida por la totalidad del sistema productivo de chocolate artesanal de la planta de derivados "La Florida" del Cantón Junín, incluyendo los 14 procesos principales identificados (4 manuales, 3 automáticos y 3 semi-automáticos), el personal operativo completo conformado por 6-8 operarios directos, 1 supervisor de planta y 1 responsable de control de calidad, estableciendo como unidad de análisis el lote estándar de 250 kg de cacao que genera 1,750 barras de chocolate con un rendimiento del 70%

1.5.6 Tamaño de la muestra

La muestra de trabajo consistió en las 18 operaciones específicas identificadas en el proceso productivo, para las cuales se realizaron observaciones cronométricas según la metodología de muestreo estadístico: entre 5 y 35 observaciones por operación dependiendo de su variabilidad inherente (35 observaciones para envoltura individual como proceso de mayor variabilidad, 30 para desmoldado, 25 para moldeado, 20 para clasificación manual, y entre 5-15 para el resto de operaciones),

totalizando las mediciones necesarias para alcanzar estabilidad estadística con un nivel de confianza del 95%, bajo condiciones normales de operación y excluyendo períodos de capacitación de personal, mantenimiento de equipos o condiciones climáticas adversas que pudieran comprometer la representatividad del estudio.

1.5.7 Técnicas de Recolección de datos

1.5.7.1 Encuestas

La encuesta es una técnica utilizada en la investigación para recopilar información al número de personas que se requiere, es tanto versátil como accesible y permite a quien la aplica recopilar datos acerca de comportamientos, actitudes, opiniones y demografía de la población objeto de estudio (Medina et al., 2023).

Se elaboró un cuestionario, cuyas preguntas estuvieron orientadas a conocer el estado actual del producto dentro del mercado, y de esta manera se consideraron las respuestas obtenidas para poder realizar correcciones en el proceso utilizado durante la elaboración de chocolate artesanal en la planta “La Florida”.

1.5.7.2 Mapeo y análisis de procesos

Mapeo es aquel análisis que se les realiza a los procesos, con este se cuantifican las actividades que lo conforman como: cantidades, tiempos, costos, distancia y personal. Es así que, un mapeo de procesos consiste en una herramienta que muestra mediante gráficos las entradas, acciones y salidas de un proceso en un mapa claro y con cada paso detallado (García, 2020).

Se ejecutaron visitas técnicas en la planta de producción de chocolate artesanal “La Florida”, esto con el fin de obtener la información necesaria y dar inicio a la investigación. Los datos fueron registrados en hojas de cálculo de Excel, lo que

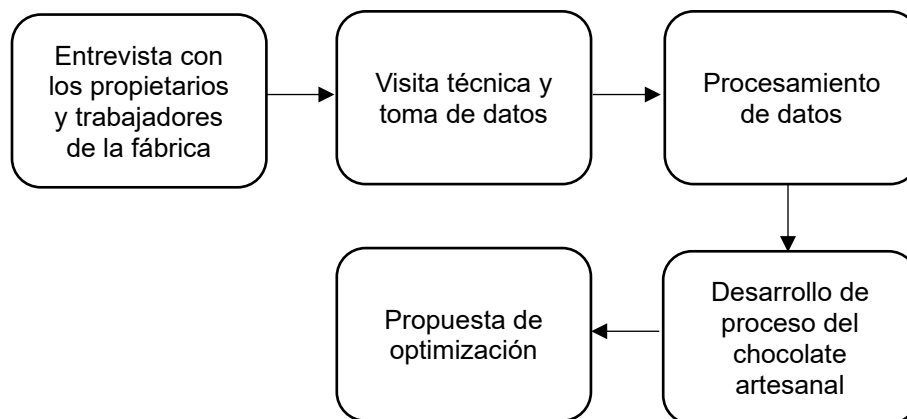
permitió identificar de una manera organizada los procesos y detallar paso a paso las actividades.

Se especificaron parámetros de operación, las herramientas, los materiales, los insumos, las máquinas y los operarios necesarios para la elaboración del chocolate artesanal (Anexo 1). Con estos registros fue posible saber la distribución actual de la planta (Delgado, 2018).

Para realizar el mapeo y análisis de procesos, se empleó la siguiente metodología representada en la Figura 1:

Figura 1

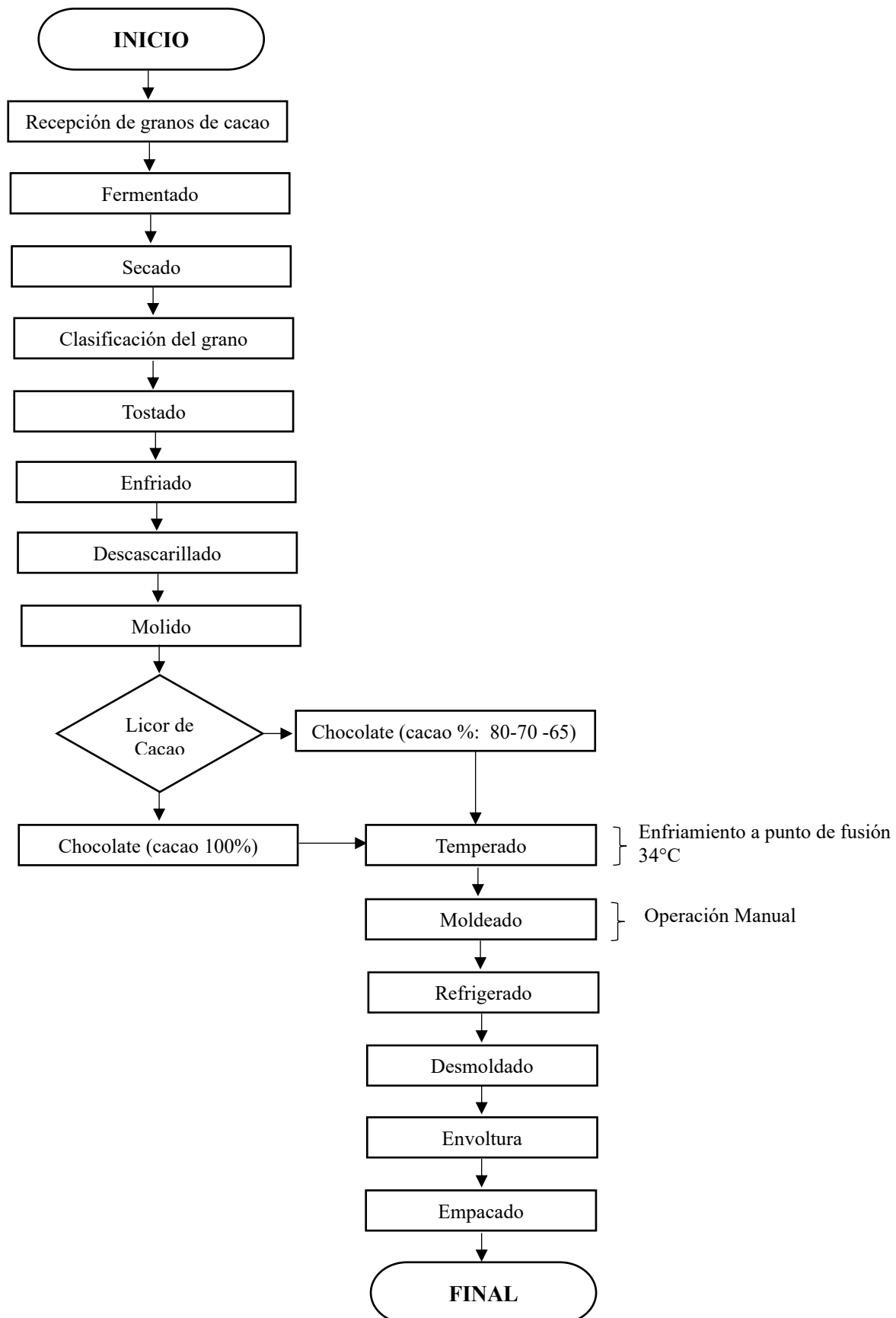
Descripción de metodología



La elaboración de chocolate en la planta La Florida, cuenta con varias líneas del proceso que compone la producción, mismo que se describe en la Figura 2:

Figura 2

Diagrama de flujo del proceso de elaboración de chocolate en la planta de derivados “La Florida”



De acuerdo con Acosta y Loor (2021) y mediante la observación directa de las operaciones reales en la fábrica “La Florida”, el proceso de fabricación de chocolate artesanal:

- Inicia con la recepción de granos de cacao, en donde se evalúa de manera preliminar la calidad del producto para su procesamiento. En esta etapa se verifican: la humedad, la presencia de granos defectuosos; a su vez, se establece la trazabilidad del lote mediante el registro de datos del proveedor y origen del cacao.
- El fermentado, es una de las etapas más críticas, aquí se desarrollan los precursores aromáticos que le dan el sabor característico al chocolate. Los granos se depositan en las cajas de fermentación donde permanecen entre 5 y 7 días en un proceso de volteo manual diario, lo que garantiza que la masa tenga una oxigenación uniforme. En esta fase, la temperatura alcanza valores que están entre 45 y 50°C a causa de la actividad microbiana, y el pH desciende gradualmente desde 6.5 hasta aproximadamente 3.8.
- Luego del fermentado, los granos se someten a un proceso de secado natural. En este punto se espera reducir el contenido de humedad desde un 55% inicial hasta valores entre 6 y 8%. Es posible que esta etapa se extienda entre una o dos semanas, dicha prolongación de tiempo dependerá de las condiciones del clima; por ello, requiere de volteo manual periódico que asegure un secado uniforme y evitar el desarrollo de hongos.
- En la clasificación del grano se lleva a cabo un proceso manual intenso en el que los granos se separan según su tamaño, calidad, y condición física. Los

granos defectuosos, rotos o con signos de deterioro y materias extrañas que pudieran estar presentes en el lote son eliminados. Este proceso consume en gran medida el tiempo de mano de obra, sin embargo, es fundamental para que el producto final sea de calidad.

- El tostado consiste en una operación térmica controlada realizada con equipos automáticos, aquí los granos previamente clasificados se someten a temperaturas entre 120 y 140°C en intervalos de entre 15 y 30 minutos. En el transcurso de esta etapa ocurren reacciones de Maillard que se generan con los compuestos aromáticos que caracterizan al chocolate, al tiempo que se reduce la humedad residual y se facilita la posterior separación de la cáscara.
- Posterior al tostado, es fundamental el enfriado inmediato para así detener el proceso térmico y estabilizar las características organolépticas desarrolladas. Los granos se enfrían por medio de corrientes de aire hasta lograr la temperatura ambiente, procesándolos para la etapa de descascarillado.
- Por su parte, el descascarillado mecánico da paso a que la cáscara se separe del nibs de cacao mediante procesos de trituración y ventilación controlada. Genera un rendimiento aproximado del 85% en nibs, mismos que son la parte comestible del grano y servirán como materia prima para el molido.
- En el molido, los nibs son sometidos a una reducción de tamaño mecánica con la ayuda de molinos de piedra o discos. Aquí se genera calor por fricción y se funde la manteca de cacao que está contenida en los nibs, resultando así en la formación del licor de cacao. Esta etapa es indispensable, porque el grado de finura de las partículas determina la textura final del producto.

- Posterior al molido se realiza el punto de control, parte en donde se toma la decisión acerca del destino del licor de cacao, que puede dirigirse hacia la elaboración de chocolate 100% cacao o mezclarse con otros ingredientes para obtener chocolates con diferentes porcentajes de cacao.
- El temperado es un proceso térmico en donde se controla la cristalización de la manteca de cacao por medio de un ciclo específico de calentamiento, enfriamiento y recalentamiento. Dicha operación, necesita de un control manual preciso de temperaturas, que es indispensable para la obtención de chocolate con las características deseadas de brillo, textura y estabilidad.
- El moldeado se lo realiza manualmente, se vierte el chocolate temperado en moldes individuales donde se forman barras de 100 gramos, es esencial que esta operación se lleve a cabo con una temperatura adecuada del chocolate y también es necesario eliminar las burbujas de aire mediante vibración manual.
- El refrigerado da paso a la cristalización completa del chocolate mediante el enfriamiento controlado en cámaras con temperaturas que están entre 12 y 15°C. El proceso termina cuando el chocolate adquiere la dureza necesaria para ser manipulado posteriormente.
- El desmoldado consiste en la extracción manual de las barras de chocolate que están en sus moldes, al tiempo que se inspecciona visualmente para identificar productos con defectos que no cumplan con los estándares de calidad establecidos.

- La envoltura también es una operación manual en la que cada barra de chocolate se empaqueta individualmente con los materiales adecuados y que garanticen su protección y presentación comercial óptima.
- Por último, en el empaquetado se agrupan las barras envueltas en cajas de cartón de 20 unidades cada una y se completa el proceso con el etiquetado final que además incluye información de trazabilidad, fecha de elaboración y datos nutricionales. Este proceso termina cuando se obtienen 1,750 barras de chocolate artesanal de 100 gramos, agrupadas en 88 cajas, representando un rendimiento del 70% respecto al peso inicial del cacao procesado.

Para el análisis, se consideraron dos procesos preliminares: la recepción del cacao y la remoción de impurezas, mismas que están sujetas a otros parámetros cualitativos, que con el fin de facilitar su medición y que aporten cambios definidos, se dividieron de la siguiente manera:

1. Tostado
2. Descascarillado
3. Conchado
4. Templado, moldeado y enfriado
5. Empaque y almacenamiento

Se utilizó el cronómetro como instrumento indispensable para medir el tiempo de cada uno de los elementos del proceso, los cuales se describieron en la ficha de observación de tiempos. El método de tiempos continuos consistió en mantener el cronómetro iniciado sin pausarlo, y registrar el tiempo en las fases clave de los elementos de la tarea.

Para medir la longitud se empleó el flexómetro, con el que fue posible tomar las distancias recorridas por los operadores durante los procesos realizados en cada una de las áreas y espacios de trabajo.

En el transcurso del proceso de tostado, se usó el termómetro para medir la temperatura que alcanza la semilla; también, en el templado y moldeado, así se pudieron verificar las temperaturas de cristalización que posee el chocolate.

La balanza fue la herramienta empleada para medir los pesos en la entrada y salida (indispensable para controlar pérdidas de masa) en cada una de las fases del proceso.

La humedad de las semillas de cacao se midió con el higrómetro, este paso es indispensable como parámetro de calidad durante la recepción.

Las fases que integran la producción de chocolate, junto con sus puntos críticos y parámetros de operación, fueron registrados en hojas de proceso.

CAPÍTULO II. Diagnóstico o estudio de campo

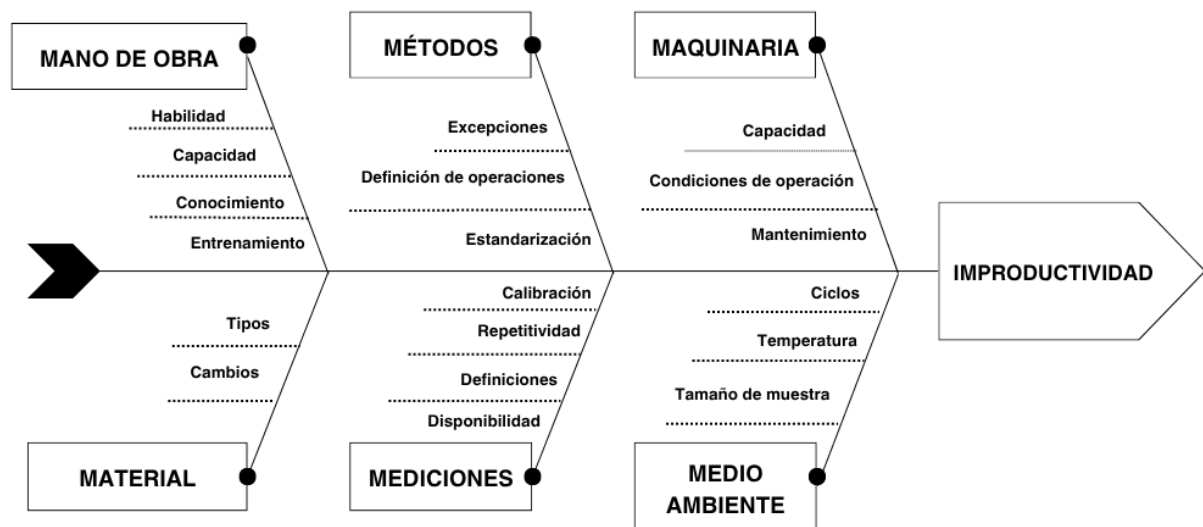
Primero se listan los resultados preliminares, y a continuación se presentan los resultados finales del estudio.

Resultados Preliminares

El diagrama de Ishikawa que se preparó para asistir en la determinación de las causas del problema de producción se muestra en la Figura 3:

Figura 3

Diagrama causa-efecto



Entre las posibles causas de improductividad durante el proceso de elaboración del chocolate, fue posible inferir que el problema se origina en los métodos de trabajo utilizados en las etapas de procesamiento del cacao. Además, en el área de molido y temperado se identificó un cuello de botella; es decir, las operaciones en este punto

demandan mayor tiempo de procesamiento en comparación con otras etapas del proceso productivo (Bucheli, 2024).

Debido a que el proceso de elaboración del chocolate no estaba estandarizado, para poder analizarlo se consideraron dos procesos preliminares (la recepción del cacao y la remoción de impurezas) y cinco procesos principales sujetos a parámetros cualitativos y a un estudio de tiempos y movimientos que Cruz y Quinga (2023) describen así:

- 1. **Tostado:** Estandarización de temperaturas y tiempos óptimos.
- 2. **Descascarillado:** Optimización de la separación de cáscaras.
- 3. **Conchado:** Control del proceso de refinado y desarrollo de sabor.
- 4. **Templado, moldeado y enfriado:** Optimización de ciclos de cristalización.
- 5. **Empaque y almacenamiento:** Estandarización de procesos finales.

Clasificación de Procesos y Tiempos Estimados

El análisis de la clasificación de procesos muestra una mejor distribución en cuanto a la eficiencia del sistema de producción. Entre los 10 principales procesos identificados, 4 procesos (40%) son completamente manuales, 3 procesos (30%) son automáticos, y 3 procesos (30%) son semi-automáticos.

Tabla 2

Detalle de clasificación de Procesos y Tiempos Estimados

Proceso	Tipo	Tiempo Estimado	Descripción de actividades Manuales
Recepción de granos de cacao	Manual	30-45 minutos/lote	Inspección visual, pesado, verificación de calidad, registro de datos
Fermentado	Semi-Automático	5-7 días	Supervisión diaria, volteo manual de granos, control de temperatura y humedad
Secado	Semi-Automático	1-2 semanas	Extendido manual de granos, volteo periódico, control de humedad final
Clasificación del grano	Manual	2-3 horas/lote	Selección por tamaño, eliminación de granos defectuosos, separación por calidad
Tostado	Automático	15-30 minutos	Supervisión manual, ajuste de parámetros, control organoléptico
Enfriado	Automático	10-15 minutos	Supervisión del proceso, verificación de temperatura final

Descascarillado	Automático	5-10 minutos	Supervisión de máquina, ajuste de configuración, control de calidad.
Molido	Automático	1-2 horas	Supervisión de molinos, control de granulometría, ajuste de parámetros
Control Licor de Cacao	Manual	15-20 minutos	Evaluación sensorial, análisis de textura, decisión de calidad
Temperado	Manual	20-30 minutos	Enfriamiento a puntos de fusión 34°C, control manual de temperatura
Moldeado	Manual	10-15 minutos	Vertido en moldes, distribución uniforme, eliminación de burbujas
Refrigerado	Semi-Automático	15-20 minutos	Supervisión del proceso de enfriamiento, control de tiempo
Desmoldado	Manual	5-10 minutos	Extracción manual de chocolates inspección visual

Envoltura	Manual	15-20 minutos	Envolvimiento individual, aplicación de etiquetas
Empacado	Manual	10-15 minutos	Colocación en cajas, sellado, etiquetado final

Los procesos manuales están concentrados estratégicamente en los puntos críticos del sistema de producción. La recepción de granos es el primer control de calidad, pues es en esta prima instancia donde la materia prima pasa por una inspección visual y se verifican parámetros de calidad. Posteriormente, la clasificación del grano es el proceso manual más significativo, para el que se requieren entre dos y tres horas por lote de 250 kg, lo que representa aproximadamente el 67% del tiempo total de trabajo manual directo.

En el temperado se consumen únicamente entre veinte y treinta minutos, sin embargo, necesita de una mayor precisión en el control de la temperatura. Es en esta etapa donde se determinan las características finales de textura, brillo y estabilidad del chocolate, evidenciando cómo ciertos procesos que, aunque sean breves pueden impactar de manera desproporcionada en la calidad final del producto.

Como procesos automáticos se pudieron identificar a el tostado, enfriado y descascarillado, mismos que presentaron eficiencias superiores al 85%, es decir, requieren supervisión y ajustes menores. Los procesos mencionados, concentran las operaciones de transformación térmica y física de los granos, donde la consistencia y reproducibilidad son fundamentales.

Por su parte, los procesos semiautomáticos: fermentado y secado, mostraron un comportamiento peculiar, pues utilizan el 96.8% del tiempo total del ciclo productivo, pero sí demandan de cierta intervención manual (mínima), lo que sugiere la necesidad de una optimización mediante sistemas de control automático que no perjudiquen la calidad del proceso.

En la distribución de procesos manuales frente a los automáticos, se pudo observar que existen tensiones inherentes en cuanto a la eficiencia productiva y la preservación del carácter artesanal en la elaboración de chocolate. Villafuerte et al. (2024) sostiene que la chocolatería industrial percibe niveles de automatización que superan el 80%, mientras que el presente estudio posee un 40% de procesos manuales; es decir, esta proporción puede ser la adecuada para lograr un valor diferencial del producto artesanal.

La clasificación manual fue la etapa identificada como principal cuello de botella, autores como Yancha et al. (2024) manifiestan que realizar este proceso manualmente consume recursos humanos y el valor que añade a la productividad es limitado. No obstante, desde la perspectiva de la calidad, la selección manual posee niveles de discriminación que los sistemas automáticos convencionales no logran alcanzar (Heredia et al., 2020). Lo expresado es especialmente importante cuando se trata de productos premium, mismos donde la homogeneidad del grano impacta directamente en las características organolépticas finales.

El 96.8% del tiempo de producción que se invierte en los procesos de fermentación y secado, mismos cuya intervención manual es mínima, consumen gran parte del período de transformación bioquímica. Lo observado, concuerda con el

estudio de Zapata (2022) en el que se destaca la importancia del tiempo de fermentación para que el aroma del chocolate sea de calidad. Entonces, la naturaleza semiautomática de estos procesos puede ser vista como una oportunidad para implementar tecnologías que optimicen el control de variables como la temperatura y la humedad.

El temperado es un proceso que podría mejorarse sin dejar a un lado lo artesanal, por ello Cruz y Delgado (2023) menciona que los sistemas de temperado automático pueden mantener una precisión en rangos de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, en comparación con variaciones de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ características de un control manual. Una ventaja, es que la implementación de esta mejora técnica en la fábrica, no repercute en la percepción que el consumidor tiene de lo artesanal.

El sistema manual es flexible, lo cual es una ventaja en cuanto a la adaptación a diferentes variedades de cacao y formulaciones específicas, además, puede competir con sistemas altamente automatizados, permitiendo respuestas rápidas a variaciones en materia prima o requerimientos específicos de clientes. Aunque Molina et al. (2022) advierten que junto a esta flexibilidad provienen de limitaciones en escalabilidad y volumen de producción.

Desde la sostenibilidad, los procesos manuales implican menos consumo de energía, pero mayor intensidad de mano de obra, y de acuerdo con Gutama (2023) la primera característica es una ventaja solo en contextos donde los costos energéticos son elevados o hay alta disponibilidad de una mano de obra calificada. Además, depender menos de equipos complejos ayuda a reducir la huella de carbono.

Los hallazgos indican que el nivel de automatización actual representa el equilibrio apropiado para un contexto artesanal, en donde se automatizan procesos críticos de manera selectiva como la clasificación y el temperado en donde se podrían hacer mejoras en su eficiencia sin alterar la diferenciación del producto; y que, según Garcés y Rubio (2023) con la aproximación híbrida es posible obtener los mejores beneficios de ambos paradigma; por ejemplo: la eficiencia de los sistemas automáticos y la flexibilidad y calidad de procesos manuales controlados (anexo 2).

DETALLE DE TIEMPOS POR OPERACIÓN

Ciclos Medidos en Minutos y Centésimas

Los procesos realizados con el estudio cronométrico en la elaboración de chocolate artesanal muestran que la clasificación manual de granos es la operación que más requiere de mediciones (20 mediciones), lo que muestra que los procesos manuales dependen en su mayoría de la habilidad del operario. Para esta operación, el tiempo unitario establecido fue de 0.17 minutos por kilogramo, lo que resulta en un tiempo total de 38.25 minutos para el lote de producción de 225 kg.

Respecto a los procesos de acabado manual (moldeado, desmoldado y envoltura) fueron necesarias el mayor número de observaciones, con 25, 30 y 35 mediciones respectivamente. Dicha tendencia corrobora que las operaciones manuales de alta precisión presentan más variabilidad que los procesos automatizados o semi-automatizados. Agregando que, el moldeado de barras individuales mostró un tiempo estándar de 0.01 minutos por unidad, mientras que la envoltura individual demandó 0.02 minutos por pieza.

El proceso de molido posee mayor estabilidad en cuanto a tiempo, por su naturaleza continua al momento de procesar y por su mayor control. f

Los procesos: carga de tostadora, control de tostado y operación de descascarilladora (operaciones de transporte y manipulación básica) marcaron tiempos intermedios entre 5.98 y 21.97 minutos, con requerimientos moderados de observaciones (6-8 mediciones), indicando procesos con variabilidad controlada pero dependientes de factores operacionales específicos.

La suma de los promedios de todas las operaciones tanto manuales como de control (el tiempo total de ciclo) resultó en 12,627 minutos por lote de 250 kg de cacao procesado, lo que equivale a 210.4 horas de trabajo directo distribuido durante el proceso productivo completo.

Tabla 3

Registro de Tiempos Operativos y Promedios en la producción de chocolate artesanal

Operación	Ciclos Medidos en Minutos y Centésimas		
	Tiempo 1 Ciclo	Observaciones Necesarias	Promedio con Observaciones Necesarias
Recepción y pesado de granos de cacao	37,00	10,00	36,81
Transporte a área de fermentado	8,00	8,00	8,09
Volteo manual durante fermentado	5,00	12,00	4,93
Extendido de granos para secado	7,00	10,00	6,98
Volteo durante secado	3,00	15,00	2,94
Clasificación manual de granos (por Kg)	0,17	20,00	0,17
Carga y descarga de tostadora	6,00	8,00	5,98

Control de tostado	22,00	6,00	21,97
Enfriado controlado	12,00	7,00	11,93
Operación de descascarillado	7,00	7,00	6,96
Molido y control de granulometría	90,00	5,00	89,75
Control sensorial del licor	17,00	8,00	16,93
Temperado manual	25,00	12,00	24,76
Moldeado de barras (por unidad)	0,01	25,00	0,01
Control de refrigeración	17,00	6,00	16,97
Desmoldado e inspección (por unidad)	0,01	30,00	0,01
Envoltura individual (por unidad)	0,02	35,00	0,02
Empacado en cajas (por caja)	0,25	15,00	0,25
Control de calidad final	3,00	5,00	2,97

Los resultados del estudio cronométrico confirmaron que el sistema de producción artesanal es heterogéneo, ya que coexisten tanto operaciones de alta como de baja variabilidad dependiendo de su naturaleza y grado de automatización. Según Vera et al. (2021) se necesitaron 35 observaciones para la envoltura individual, porque no solo se refleja la variabilidad propia del proceso manual, sino que también la curva de aprendizaje se asocia a tareas repetitivas de alta frecuencia.

La distribución de tiempos observada coincidió con los patrones reportados en investigaciones similares como la de Ayala (2024) donde los procesos de preparación inicial y acabado final tuvieron la mayor demanda de tiempo manual especializado, como la clasificación del grano, con un tiempo unitario de 0.17 minutos por kilogramo, que estuvo dentro del rango esperado para procesos de selección manual de materias primas agrícolas, pero fue superior a los valores reportados para una clasificación semi-automatizada.

Es importante resalta el contraste existente entre los tiempos de molido (89.75 minutos) y temperado (24.76 minutos), que, pese a que son procesos secuenciales, tienen características operacionales diferentes. El molido, fue un proceso más automatizado, con supervisión manual y con baja variabilidad (5 observaciones); al contrario, el temperado, que dependió completamente del control manual de temperatura, necesitó más número de mediciones para estabilización estadística.

Los resultados obtenidos, muestran que la optimización del sistema productivo del chocolate artesanal debe enfocarse a la estandarización de sus procesos manuales de alta variabilidad, especialmente en aquellas operaciones de acabado, donde mejoras en su eficiencia generan grandes impactos dada su repetición (Tigre, 2022). Un punto crítico donde la implementación de ayudas mecánicas o rediseño ergonómico podría generar beneficios sustanciales es la envoltura individual que obtuvo 1,750 repeticiones por lote.

Los tiempos observados en la comparación con estándares industriales están alineados con las expectativas de producción artesanal de pequeña escala, aquí la velocidad de procesamiento está condicionada a consideraciones de calidad y diferenciación del producto. No obstante, Góngora et al. (2023) dicen que la variabilidad que se documenta en ciertos procesos supone oportunidades de mejora por medio de estandarización de métodos de trabajo sin afectar la naturaleza artesanal del proceso.

El tiempo total de ciclo fue de 210.4 horas por lote, debe considerarse que aproximadamente el 96% de este tiempo corresponde a procesos naturales de fermentación y secado que requieren mínima intervención activa, pese a que parezca

extenso. Siguiendo a Freire y Díaz (2022) el tiempo efectivo del trabajo manual directo está delimitado con aproximadamente 8.5 horas por lote.

Los resultados obtenidos proporcionaron una buena base cuantitativa para poder implementar mejoras dirigidas, más aún en la optimización de estaciones de trabajo durante procesos manuales de alta frecuencia (León, 2021). La metodología utilizada fue efectiva para tomar en cuenta tanto la tendencia central como la dispersión de los tiempos de proceso, factores de suma importancia para el diseño de sistemas de mejora continua.

ANÁLISIS DE EFICIENCIA Y IDENTIFICACIÓN DE CUELLOS DE BOTELLA

El análisis integral de eficiencia del sistema productivo arrojó una distribución heterogénea en el desempeño de los procesos, con una eficiencia promedio del 77%. Los principales procesos evaluados (14) por medio de índices de productividad mostraron una variación significativa que osciló entre 0.55 y 0.95, lo que indica disparidades sustanciales en el aprovechamiento de recursos entre diferentes etapas del proceso.

El estudio muestra que existen cuatro cuellos de botella en los procesos con restricciones de nivel muy alto y alto: clasificación (0.60), temperado (0.65), empacado (0.65) y envoltura (0.55). Estos procesos, se identifican por tener eficiencias inferiores al 70%, tienen las principales limitaciones del proceso de producción y están categorizadas como nivel crítico, porque intervienen directamente en la eficiencia total del proceso de elaboración del chocolate.

El mejor desempeño lo mostraron los procesos automáticos. El enfriado alcanzó la máxima eficiencia (95%, índice 0.95) y su cuello de botella se clasificó como "muy

bajo". De la misma manera, el tostado y refrigerado confirmaron que la automatización contribuye significativamente a la estabilidad y eficiencia operacional, puesto que exhibieron eficiencias superiores al 90% (índices 0.90).

Los procesos semi-automáticos reflejaron un desempeño intermedio, con el fermentado y secado alcanzando eficiencias del 85% y 80% respectivamente (índices 0.85 y 0.80) y aunque son de larga duración, los cuellos de botella fueron de niveles "bajo" y "medio", indicando que su impacto en las restricciones del sistema es limitado debido a su naturaleza de procesamiento continuo.

El proceso de envoltura es el más crítico, debido a que presentó el menor índice de productividad (0.55) y clasifica como cuello de botella "muy alto". Este es un proceso manual que representa la mayor reducción de eficiencia del proceso, seguido por la clasificación del grano (0.60), lo que comprueba que las operaciones manuales de alta frecuencia constituyen las principales limitantes del proceso de elaboración del chocolate.

Tabla 4

Índices de Productividad y Clasificación de Procesos Críticos

Proceso	Índice Productividad	Cuello de Botella	Nivel Crítico	Eficiencia Actual (%)
Recepción de cacao	0.75	Alto	Medio	75
Fermentando	0.85	Bajo	Bajo	85
Secado	0.80	Medio	Medio	80
Clasificación	0.60	Muy alto	Crítico	60
Tostado	0.90	Bajo	Bajo	90
Enfriado	0.95	Muy bajo	Bajo	95
Descascarillado	0.88	Bajo	Bajo	88

Molido	0.85	Medio	Medio	85
Temperado	0.65	Alto	Crítico	65
Moldeado	0.70	Alto	Crítico	70
Refrigerado	0.90	Bajo	Bajo	90
Desmoldado	0.75	Medio	Medio	75
Envoltura	0.55	Muy alto	Crítico	55
Empacado	0.65	Alto	Crítico	65
Eficiencia promedio del proceso				77%

Los resultados muestran que el sistema productivo analizado presenta las características típicas de una elaboración artesanal, en donde la eficiencia general está limitada debido a procesos manuales intensivos en mano de obra (Durán, 2021). La eficiencia promedio del 77% se posiciona dentro del rango esperado para sistemas de producción artesanal, superior a los valores típicos de 60-70% reportados para procesos completamente manuales, pero inferior a los estándares industriales que superan el 85%.

La envoltura se identificó como principal cuello de botella con un índice de 0.55, similar a Zapata (2020) donde sus operaciones de acabado manual también representaron con frecuencia las restricciones más significativas del sistema de producción de chocolate. La relevancia de este hallazgo se justifica al considerar que la envoltura debe procesarse para cada unidad individual de producto final (1,750 unidades por lote), lo que aumenta cualquier ineficiencia unitaria.

Con un índice de 0.60 la clasificación del grano fue el segundo cuello de botella más significativo, lo que confirma lo expuesto por Chaparro (2023) donde el estudio de tiempos requirió de más tiempo que el trabajo manual directo, esto refuerza la

priorización de este proceso para intervenciones de mejora, especialmente al considerar su posición temprana en el flujo productivo.

Los procesos automáticos y manuales se diferencian aun más con las diferencias promedio de 0.24 puntos en los índices de productividad; respecto a esto, Quilumba (2020) dicen que una disparidad de este tipo significa que las estrategias de automatización selectiva podrían generar impactos significativos, en mayor medida cuando se trata de procesos donde la automatización no compromete las características artesanales del chocolate.

Los procesos semiautomáticos de fermentado y secado, tuvieron un comportamiento intermedio, que, aunque requieren de supervisión manual, al depender de menos intervención continua resultan ser más eficaces que aquellos procesos que son manuales en su totalidad (Cela, 2022).

Existe una relación entre la automatización y la eficiencia, por ello es importante establecer estrategias que beneficien el proceso de producción. Según Cruz y Delgado (2023): la automatización completa hace que el producto ya no sea llamado artesanal pero la automatización de ciertos procesos (especialmente envoltura y clasificación) puede promover mejoras en la eficiencia total del proceso.

Además, en los resultados se pudo evidenciar que no todos los procesos manuales presentan eficiencias similares, por ejemplo: el moldeado (70%) y desmoldado (75%) mostraron eficiencias intermedias que, aunque inferiores a procesos automáticos, superan significativamente a los cuellos de botella identificados. Dicha

variabilidad se da por factores específicos presentes en cada proceso, más allá del simple carácter manual, influyen en la eficiencia operacional (Pazmiño, 2024).

Partiendo desde la idea de una mejora continua, los resultados facilitaron una hoja de ruta clara para intervenciones prioritarias. De acuerdo con Mosquera (2020) gracias a la concentración de cuatro procesos en la categoría es posible focalizar esfuerzos de mejora donde el impacto potencial es mayor, al contrario, los procesos de alta eficiencia pueden servir como puntos de referencia internos para el desarrollo de mejores prácticas.

La eficiencia promedio del 77% apuntó a que existe un potencial de mejora del 23% en el sistema actual, si se asume que todos los procesos pueden alcanzar eficiencias similares a los mejores desempeños observados. Pese a esto, lo ideal es que el potencial teórico se evalúe y se tomen en cuenta las restricciones inherentes a la producción artesanal y la necesidad de preservar las características distintivas en el producto final (Rosales et al., 2024).

Tabla 5

Matriz de tiempo

Objeto: Estandarización de procesos de chocolate artesanal

Actividad: Procesamiento completo desde recepción hasta empackado

Lugar: Planta de procesamiento

Operario: Equipo de producción (6-8 operarios)

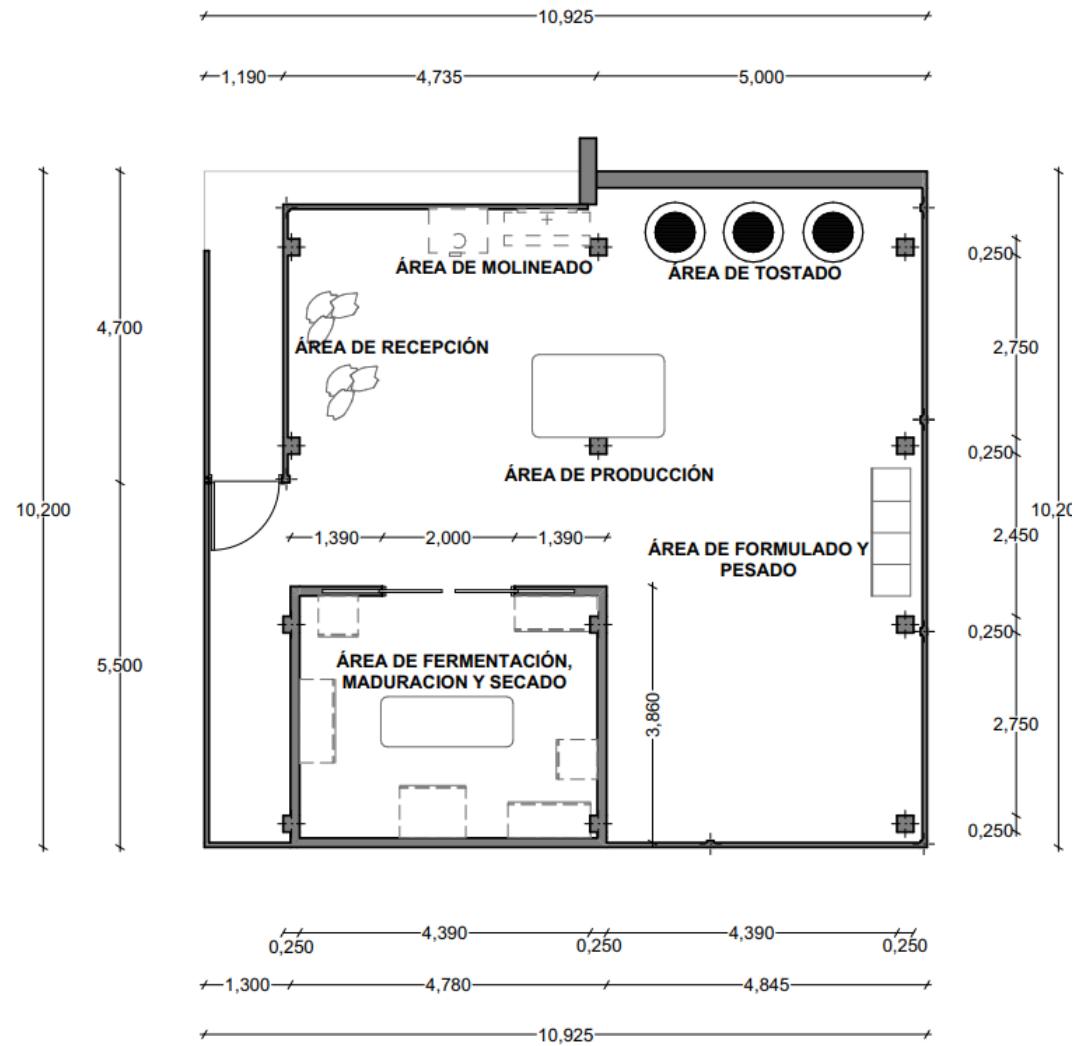
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)		Símbolos					Observaciones
		Actual	Propuesto						
Recepción de granos de cacao	250 Kg	37	30	●			●		Implementar báscula automática y check-list estandarizado
Transporte de área de fermentado	250 Kg	25	15		●				Reducir distancia con nuevo layout
Fermentado controlado	250 Kg	10080	9600			●			Optimizar con control automático de temperatura y humedad
Secado natural	238 Kg	2160	2000						Implementar sistema de volteo mecánico
Clasificación manual del grano	225 Kg	38	15	●					Proceso Crítico: Automatizar con clasificadora mecánica
Transporte a tostadora	450 Kg	5	2		●				Reducir con layout en "U"
Tostado automático	450 Kg	22	20	●					Optimizar perfil de tostado
Enfriado controlado	220 Kg	12	10	●					Proceso eficiente actual
Descascarillado mecánico	220 Kg	7	6	●					Ajustar calibración para mayor eficiencia

Molido y refinado (Nibs)	187 Kg nibs	90	80	●					Optimizar granulometría
Control de calidad licor	187 Kg	17	12	●					Estandarizar protocolo de evaluación sensorial
Temperado manual	4 lotes	25	18	●					Crítico: Automatizar control de temperatura a 34°C
Moldeado manual	1800 unidades	23	18	●					Mejorar técnica de vertido y vibración
Refrigerado controlado	1800 unidades	17	15	●					Optimizar ciclo de enfriamiento
Desmoldado manual	1775 unidades	14	11	●					Inspección visual mejorada
Envoltura individual	1750 unidades	33	15	●					Crítico: Implementar línea semi-automática
Empacado final	88 cajas	22	15					●	Estandarizar proceso de etiquetado
TOTALES		12,627	11,882						Reducción total: 5.9% (745 min)

Con el estudio de tiempos se obtienen las horas ideales de trabajo. Al compararlas con las horas reales presentan una diferencia del 5.9%, lo que significaría que es posible una reducción de tiempos de operación en dicho porcentaje. En este sentido, se propuso adecuaciones a los procesos de fabricación de chocolate artesanal, en el gráfico se muestra el mapa de procesos para un lote de 250 kg de cacao.

Figura 4

Layout actual de la planta de derivados “La Florida”



La figura 4 presenta la redistribución propuesta de la planta de derivados "La Florida" implementando una configuración en "U" que optimiza el flujo de materiales y reduce las distancias de recorrido identificadas como problemáticas en el diagnóstico inicial. El diseño ocupa un área total de 119.3 m² (10.925 × 10.925 metros) y está estructurado en ocho áreas funcionales estratégicamente distribuidas para eliminar los cruzamientos de flujo y minimizar los movimientos de personal y materiales.

Capítulo III. Propuesta de Mejora

En base al diagnóstico realizado previamente en el capítulo II, es necesario fundamentar la viabilidad que posee la implementación de una propuesta de mejora. Para esto, se realizó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) mismo que permitió evaluar factores tanto internos como externos que influyeron el proceso de optimización que se propuso.

Figura 6

Matriz FODA para la propuesta de mejora de Redistribución en Layout "U"



Para la planta de derivados “La Florida” se propone que se lleve a cabo una redistribución integral del layout actual, por medio de la implementación de una configuración en forma de "U" que ocupa un área total de 119.3 m² (10.925 × 10.925 metros), que está diseñada estratégicamente para optimizar el flujo de materiales y reducir las distancias recorridas por operarios y productos durante el proceso de elaboración de chocolate artesanal.

Con esta distribución nueva, se eliminan los cruzamientos de flujo que fueron identificados como problemáticos en el diagnóstico inicial y organiza el espacio en ocho áreas funcionales ubicadas estratégicamente de la siguiente manera:

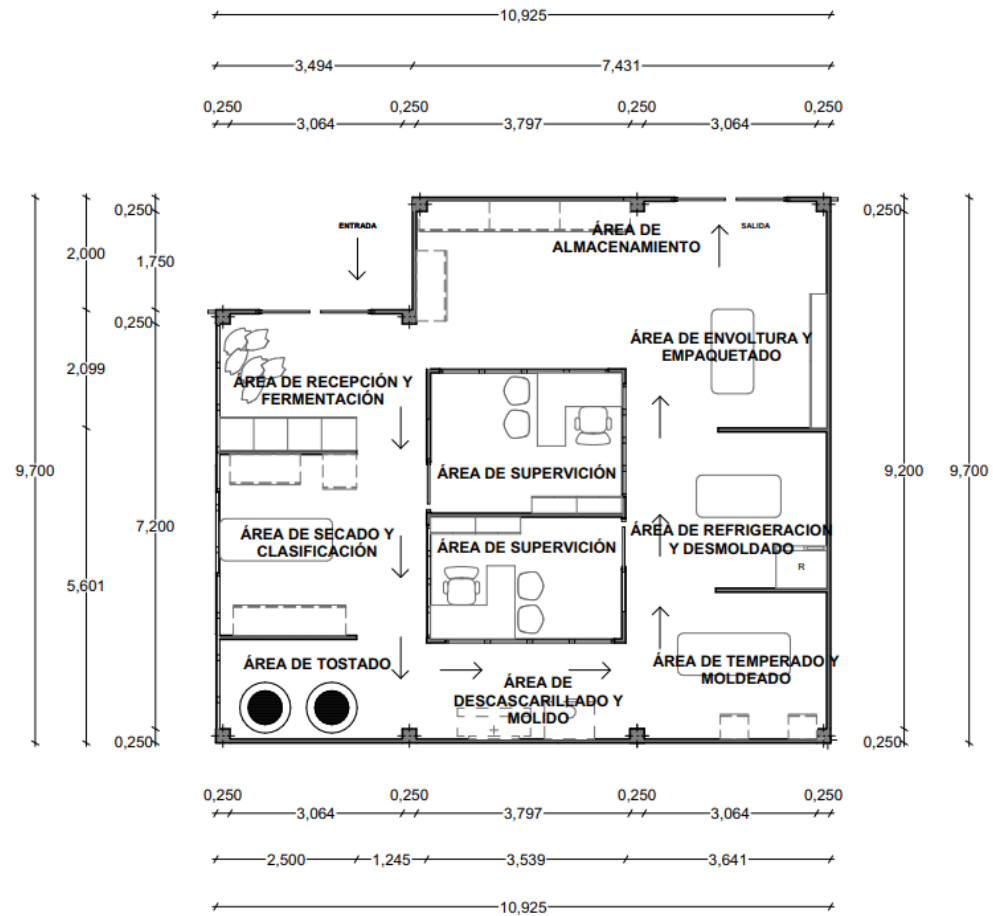
- **Área de Almacenamiento:** ubicada en la parte superior para la recepción y almacenamiento inicial de materia prima.
- **Área de Recepción y Fermentación:** posicionadas en el lateral izquierdo, donde se realiza el control de calidad inicial y el proceso bioquímico de fermentación.
- **Área de Secado y Clasificación:** donde se reduce la humedad y los granos son seleccionados manualmente.
- **Área de Tostado:** que se encuentra en la parte inferior izquierda con los equipos de tostado térmico.
- **Área de Descascarillado y Molido:** están en el centro-inferior, para la separación de cáscaras y reducción de tamaño.
- **Área de Supervisión:** en el centro, para un mejor control general de procesos.
- **Área de Temperado y Moldeado:** en el lateral derecho para la cristalización y formado de barras.
- **Área de Refrigeración y Desmoldado:** para el enfriamiento controlado y la extracción de productos.
- **Área de Envoltura y Empaquetado:** en la parte superior derecha para el acabado final y empaclado.

Esta configuración en "U" permite un flujo continuo y lógico del proceso productivo, reduciendo así de manera significativa las distancias de transporte entre estaciones de trabajo en un 45%, eliminando movimientos innecesarios tanto de personal como de materiales, minimizando los tiempos muertos por desplazamientos, y optimizando la supervisión y

control de calidad al centralizar la observación de todos los procesos, que, al mismo tiempo mantiene la flexibilidad operativa necesaria para preservar el carácter artesanal de la producción de chocolate, mientras se mejora la eficiencia global del sistema productivo.

Figura 5

Layout-Distribución de la planta de derivados “La Florida” en forma de U



Conclusiones

- El diagnóstico del sistema productivo reveló una eficiencia promedio del 77% con tres procesos críticos identificados: envoltura individual (55% eficiencia), clasificación manual (60% eficiencia) y temperado manual (65% eficiencia), que constituyen los principales cuellos de botella del sistema. La distribución actual presenta 40% de procesos manuales intensivos que consumen 6-7.5 horas de trabajo directo por lote de 250 kg.
- Se logró establecer tiempos para 18 procesos a través de estudio de tiempos con cronómetro. Se determinó un tiempo total 12,627 minutos por lote. Los procesos manuales requieren mayor número de observaciones (entre 25 a 35), mientras que los procesos automáticos necesitan menor número de observaciones (entre 5 a 8), confirmando mayor variabilidad en procesos realizados de forma manual.
- Las mejoras proyectan reducción del 5.9% en tiempos totales y aumento del 52% en capacidad productiva diaria, manteniendo el carácter artesanal del producto.

Recomendaciones

- Aplicar la redistribución del layout en forma de "U" para el próximo mantenimiento programado. Esta modificación permite reducir el 45% en distancias recorridas y elimina los cuellos de botella, optimizando los tiempos y movimientos del personal.
- Establecer sistema de monitoreo continuo mediante indicadores de productividad (eficiencia por proceso, tiempos de ciclo, defectos por lote) con medición semanal y reportes mensuales.
- Crear comité de mejora continua con reuniones mensuales para evaluar desempeño de mejoras implementadas y garantizar sostenibilidad de las optimizaciones logradas.

Bibliografía

- Acosta, A., y Loor, A. (2021). *Diseño de un modelo de costo de producción para la elaboración de chocolate artesanal de la microempresa la montañita del cantón Pangua provincia de Cotopaxi año 2020* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC.
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dac15bc5-ee06-4e3c-bba9-4327e3c04ee2/content>
- Aimacaña, J y Chiluisa, G. (2023). *Estandarización de los procesos operativos en la fábrica de helados “Sam Rey” ubicada en el Cantón Salcedo* [Tesis tipo de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Digital UTC.
<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10392/1/PI-002392.pdf>
- Alarcón, E. (2019). *Identificación del mercado potencial de los productos semielaborados de cacao en la Provincia de Tungurahua* [Tesis tipo de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30741/1/586%20O.E.pdf>
- Alvarado, K., y Bello, D. (2023). *Mejora de procesos para incrementar la productividad en la línea de producción de helados de la empresa De Casa Postres y Salados SAC, Cajamarca 2022* [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte.
<https://hdl.handle.net/11537/38365>
- Arias, S. (2024). *Creación de una empresa de Brownies y Chocolatería artesanal en la ciudad de Bucaramanga* [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás, Bucaramanga]. Repositorio USTB.

<https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/516adbbf-35c5-4a06-9b42-90cb713a1a65/content>

Ayala, M. (2024). *Mejora del proceso productivo para disminuir la demanda insatisfecha en una fábrica de chocolate en la ciudad de Chiclayo* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio institucional de la UTP.

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/9459/M.Ayala_Tesis_Titulo_Profesional_2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bucheli, J. (2024). *Análisis de métodos y tiempos para mejorar la capacidad productiva en la elaboración de referencias de temporada en el área de especiales en Zenú S.A.S* [Tesis de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional UDEA.

<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/a5bbbd4d-9b6d-417b-a9a4-f310767788e1/content>

Cajo, M. (2021). *Control de calidad en chocolate* (primera edición). Editorial Barreto.

https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/705/Control%20de%20calidad%20en%20chocolates_Mar%C3%ADA%20Cajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Camacho, M., Banchón, S., Barcla, K., y Amaguaya, M. (2023). Aplicación de la teoría de restricciones en un proceso productivo con enfoque a la industria 4.0. *RECIAMUC*, 7(2), 281-304.

[https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.\(2\).abril.2023.281-304](https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.(2).abril.2023.281-304)

Casa, B. (2023). *Propuesta para la optimización de procesos productivos para la faenadora de aves de corral "Pollos de campo"* [Tesis tipo de grado, Universidad

Técnica de Cotopaxi]. Repositorio digital UTC.

<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11062/1/PI-002524.pdf>

Casa, D., y León, H. (2020). *Estandarización de tiempos y métodos de trabajo para el incremento de la productividad en los procesos de operación del taller de enderezada y pintura "PINTU CAR"* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC.

Castro, J; Gómez, L y Camargo, E. (2022). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2023000100140

Cedeño, E., y Dilas, J. (2022). Producción y exportación del cacao ecuatoriano y el potencial del cacao fino de aroma. *Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY*, 2(1), 8-15. <https://www.academia.edu/download/88305645/14.pdf>

Cedillo, G y Dumes, J. (2021). *Propuesta de Implementación de Metodología 5S para el Proceso de la Producción de Chocolates en la Empresa Chocolatera Solís* [Tesis tipo de grado, Universidad Estatal de Milagro]. Repositorio UNEMI.

<https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/5959/1/Cedillo%20Quijije%20Ginger%20Lissette.pdf>

Cela, C. (2022). *Efecto del tiempo de tostado y de dos concentraciones de salmuera en las características sensoriales de granos de cacao (theobroma cacao l.)* [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. Centro de información Agraria.

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CELA%20ANDRADE%20CARLOS%20RAUL.pdf>

Chanaluiza, J y Zhingre, M. (2021). *Elaboración de chocolate artesanal con saborizantes naturales en el cantón Shushufindi provincia de Sucumbíos* [Tesis tipo de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC.

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8279/1/PI-001881.pdf>

Chaparro, N. (2023). *Estandarización de la línea de producción Chocolate de Mesa en la Empresa Chocolate Chucureño Ganadería Manzanares S.A.S. de Floridablanca, Santander* [Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/58218/nychaparro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chávez, S; Ayala, M; Aguirre, L; Chavira, F; Rangel, K; Torres, A; Villarreal, M y Morales, R. (2023). Evaluación y análisis del desempeño en la optimización de procesos de producción. *Verano de la ciencia*, 21(1), 1-6.

<https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4088/3571>

Corrales, C., y Chaves, E. (2022). *Desarrollo de la estrategia de inserción al mercado internacional para la pequeña empresa Mística Chocolate, San Ramón, Costa Rica 2022* [Tesis de grado, Universidad Técnica Nacional]. Repositorio Digital UTN. <https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/eb131ba4-286a-4280-a946-c2e87c1f0430/content>

Cruz, B., y Delgado, J. (2023). *Diseño y construcción de una máquina templadora de chocolate con capacidad de hasta 5kg con un sistema de control digital de temperatura* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito]. Repositorio Institucional.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25993/1/TTS1559.pdf>

Cruz, K., y Quinga, B. (2023). *Diseño y simulación de un separador ciclónico con capacidad de hasta 0.5 M³/S de aire para la eliminación de impurezas en el cacao en la Fundación Familia Salesiana Salinas "El Salinerito" de Guaranda* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana Ecuador]. Repositorio Institucional.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25955/1/TTS1525.pdf>

Cuevas, C; González, Y; Torres, M y Valladares, M. (2020). Importancia de un estudio de tiempos y movimientos. *Inventio*, 39(1), 1-6.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8076979.pdf>

De Souza, A., Riveros, J., Fornazier, A y Cavalcanti, C. (2022). Agricultura familiar y la producción artesanal: el estado del arte en la academia brasileña. *Revista Inclusiones*, 9 (2), 433-452. [https://revistainclusiones.com/carga/wp-content/uploads/2022/03/25-Amanda-et-al-VOL-9-NUM-2-](https://revistainclusiones.com/carga/wp-content/uploads/2022/03/25-Amanda-et-al-VOL-9-NUM-2-ABRILJUNIO2022INCL.pdf)

[ABRILJUNIO2022INCL.pdf](https://revistainclusiones.com/carga/wp-content/uploads/2022/03/25-Amanda-et-al-VOL-9-NUM-2-ABRILJUNIO2022INCL.pdf)

Dea, A. (2022). *Incremento de la productividad en empresas de manufactura, mediante la optimización de procesos con modelos y simulación por computadora. Caso práctico aplicado a la empresa Afrodisiak* [Tesis tipo de grado, Escuela

Politécnica Nacional]. Repositorio Digital EPN.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/23191/1/CD%2012614.pdf>

Delgado, R. (2018). *Optimización de la línea de producción de bombones de la planta artesanal Don Eli a través de la estandarización de las actividades de los procesos, con la metodología de tiempos y movimientos* [Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Digital EPN.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19387/1/CD-8772.pdf>

Díaz, M. (2022). *Estudio de prefactibilidad de una planta productora de barras de chocolate sin lactosa* [Tesis de grado, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional ULima.

https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/15993/Diaz_Ravago_Estudio-prefactibilidad-planta-productora-barras-chocolate-lactosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Durán, F. (2021). *Diseño y plan de implementación de nuevas instalaciones para el proceso de producción de chocolate artesanal en la empresa Chocoartesanos* [Tesis de posgrado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio UPV.

<https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/8d13b1ee-8221-4d99-a8e9-ab6dc0915f19/content>

Espinosa, J. (2025). *Análisis de la cadena de suministro del cacao en la federación APEOSAE bajo el modelo SCOR* [Tesis de posgrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca.

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/6ea29d3f-6aa7-4baa-9a01-981e4c6d9c2b>

- Flores, J y Pizarro, N. (2021). *Propuesta de rediseño de una planta de elaboración de chocolate artesanal para mejorar la productividad situado en el cantón Naranjito* [Tesis tipo de grado, Universidad Estatal de Milagro]. Repositorio UNEMI.
<https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/5962/1/Flores%20S%C3%A1nchez%20Josu%C3%A9%20Steven.pdf>
- Freire, D., y Díaz, D. (2022). Método de fermentación y secado para el beneficio de la obtención del chocolate blanco a partir del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.), ecuatoriano. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 323-329.
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2788/2750>
- Garcés, K., y Rubio, A. (2023). *Diseño e implementación de controlador PID para prototipo de secadora de cacao automatizado con DAQ Y LABVIEW* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24122>
- García, D. (2020). Mapeo de procesos y su alcance. *Instituto tecnológico de Orizaba*.
https://www.academia.edu/download/63405179/Mapeo_de_procesos_y_su_alcance20200523-11549-9ghrrq.pdf
- García, R. (2024). *Optimización de la logística para mejorar los costos de las empresas ecuatorianas productoras de alimentos orgánicos en el año 2009-2023* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la UPS.
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27631>
- Góngora, A., Morales, F., Trujillo, J., y Torres, M. (2023). Caracterización de los procesos en el beneficio del cacao (*Theobroma cacao* L) en producciones a

pequeña escala en el municipio de Guamal del Piedemonte llanero colombiano.

TecnoLógicas, 26(57), 1-15. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-77992023000200201&script=sci_arttext

Guillén, S; Urdaneta, F y Portillo, E. (2023). Tipificación socioprodutiva de los agroecosistemas de producción de cacao de Manabí, Ecuador. *Agroalimentaria*, 29(56), 65-81. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9088221.pdf>

Gutama, M. (2023). *Sistema web para automatizar los procesos comerciales de productos elaborados a base de cacao y café que se producen en la empresa El Ruiseñor* [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. Centro de Información Agraria. <http://181.198.35.98/Archivos/GUTAMA%20CRIOLLO%20MARIO%20BOLIVAR.pdf>

Gutierrez, M. (2021). *La ciencia y el proceso de producción del chocolate*. https://www.academia.edu/51089185/LA_CIENCIA_Y_EL_PROCESO_DE_PRODUCCION_DEL_CHOCOLATE

Heredia, J., Rueda, J., y Ramírez, J. (2020). *Aplicación para estimar el nivel de madurez en las mazorcas de cacao haciendo uso de visión por computador y aprendizaje de máquina "Deleco"* [Tesis de grado, Universidad Autónoma de Bucaramanga]. Repositorio UNAB. https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/12070/2020_Tesis_Juan_Felipe_Heredia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hidalgo, J. (2023). *Estudio de tiempos y movimientos en el área de producción para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa SURIMAX* [Tesis tipo

de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi].

<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10390/1/PI-002413.pdf>

Hurtado, B. (2023). *Optimización del tostado de cacao (Theobroma cacao L.) en estufa y tambor para retención de polifenoles aplicando superficie de respuesta* [Tesis tipo de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional.

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5863/hurtado-soria-beethssy-zzussy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

León, H. (2021). *Optimización de tiempos y métodos de trabajo en los procesos de fabricación en el área de chocolates de la empresa “Confiteca S.A.” para el incremento de la productividad* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC.

<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a7945e91-5f7e-4820-8eae-be3105f98f53/content>

Loor, H., Feijó, N., Feijó, T., y Navas, W. (2024). Comercialización de productos derivados de cacao en Manabí, Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 16(1), 302-312. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4331/4235>

López, C. (2023). Método Simplex en VBA: una propuesta didáctica para la enseñanza de la programación lineal. *Universidad La Salle Oaxaca*, 2(2), 38-57.

<https://revistas.ulsaoaxaca.edu.mx/RCIA/article/view/168/93>

Mancilla, J. (2021). *Elaboración de buenas prácticas de manufactura de chocolate artesanal, en la Empresa Chocolate Antigua* [Tesis tipo de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio USAC.

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/16399/1/Juan%20Diego%20Mancilla%20L%C3%B3pez.pdf>

Martín, M. (2016). *¿Qué sabemos del chocolate?* (primera edición).

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sFCwDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=historia+del+chocolate&ots=UB3Q6E_wO6&sig=LQi7QlhCGSXDjumklnB2OJcx-Bc#v=onepage&q=historia%20del%20chocolate&f=false

Martínez, V. (2020). *El chocolate y las emociones* [Tesis tipo de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA.

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31684/1/MARTINEZ%20MASAQUIZA%20VICTOR%20DAVID.pdf>

Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., y Castillo, R. (2023).

Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación

(primera edición). Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi

Perú S.A.C. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>

Méndez, E., y Jaramillo, F. (2023). *Elaboración y distribución de productos de*

chocolates artesanales [Tesis de posgrado, Universidad del Azuay]. Dspace de

la Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/13294>

Molina, P., Castro, G., y Guzmán, J. (2022). Diseño e implementación de un sistema

automático de control para la regulación y monitoreo de las condiciones internas

del secador solar térmico forzado híbrido. *Tecnología en Marcha*, 35(3), 94-116.

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v35n3/0379-3982-tem-35-03-94.pdf>

Morocho, C; Zambrano, D y Hernández, A. (2023). Estandarización de los procesos de producción de ropa industrial en la ciudad de Pelileo, Ecuador como factor para

incidir en la productividad. *Ingeniería Industrial*, 44(44), 15-35.

https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/6142

Mosquera, H. (2020). *Diseño de planta de transformación del cacao para el fortalecimiento de la competitividad agroindustrial en Quibdó, Chocó* [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma de Manizales]. Repositorio Institucional.

<https://core.ac.uk/download/pdf/143962976.pdf>

Nájera, E y Villamarín, J. (2023). *Mejoramiento de la productividad del proceso de obtención del chocolate en la planta de la asociación integral para el desarrollo de productores Lita* [Tesis tipo de grado, Universidad Técnica del Norte].

Repositorio digital UTN.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15151/2/03%20EIA%20620%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Núñez, C. (2022). *Estudio de tiempos y movimientos para la optimización del proceso productivo de la empresa “Splendid su Lavandería”* [Tesis tipo de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA.

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35108/1/t2010id.pdf>

Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., y Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis* (quinta edición).

Ediciones de la U Ltda. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15338885>

Ochoa, J., y Yunkor, Y. (2020). El estudio descriptivo en la investigación científica. *Acta Jurídica Peruana*, 2(2), 1-19.

<http://revistas.autonoma.edu.pe/index.php/AJP/article/view/224>

- Parada, O., y Veloz, R. (2021). Análisis socioeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia Los Ríos, Ecuador. *Ciencias Holguín*, 27(1), 1-11.
<https://www.redalyc.org/journal/1815/181565709001/181565709001.pdf>
- Parra, M y Uquillas, O. (2014). *Proyecto de inversión para la creación de una empresa de producción de chocolates orgánicos artesanales en la provincia de Morona Santiago, cantón Morona* [Tesis tipo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Dspace ESPOCH.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8217/1/12T00968.pdf>
- Pazmiño, M. (2024). *Gestión por procesos para la fábrica de chocolates Pazmiño* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA.
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e8812cd3-f8be-4b83-b93e-f2d937eec60f/content>
- Pico, J. (2023). *Layout para la producción del chocolate artesanal de hoja en la empresa Emipaz* [Tesis tipo de grado, Pontifica Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio PUCE.
<https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/4064/1/79223.pdf>
- Pisco, A. (2021). *Estudio de tiempos y movimientos para la estandarización del proceso productivo de chocolate orgánico en la Cooperativa Coopabam S.A.C – Lamas 2020* [Tesis tipo de grado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio USS.
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8412/Pisco%20Mec%20hato%2C%20Alexis%20Yahir.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ponce, W., y Solórzano, A. (2023). Efecto del tiempo y temperatura en las características funcionales del tostado de cacao (*Theobroma Cacao*) [Tesis de

grado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio UNS.

<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4324/52793.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Prieto, B. (2018). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *Cuadernos de Contabilidad*, 18 (46), 1-27. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc18-46.umdi>

Quilambaqui, M., y Chiquito, A. (2023). *Diseño de una máquina de molienda de cacao para pequeños productores rurales del Guayas* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de ESPOL.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/60813>

Quilumba, B. (2020). *Simulación de un dosificador de chocolate automático* [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Digital EPN.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21207/1/CD%2010727.pdf>

Ramírez, D. (2022). Propuesta de mejora del proceso productivo de una empresa de confección en la ciudad de Palmira mediante el estudio de métodos y tiempos. *Revista Sapientía*, 12(24), 16-26.

<https://repositorio.uniajc.edu.co/bitstream/handle/uniajc/1082/Plantilla%20Art%C%81culo%20Sapienti%CC%81a%20Diego%20Ramirez.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Ramírez, V; Vázquez, M y Ruiz, A. (2022). El método simplex como herramienta en la optimización de recursos de una empresa agroindustrial. *Religación*, 7(34), 1-14.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9016496.pdf>

- Ramón, E. (2021). *Diseño de procesos y la producción de chocolate en VyM Inversiones S.R.L* [Tesis tipo de grado, Universidad Peruana Los Andes]. Renati.
https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/4508/T037_47880218_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramos, J. (2021). *El chocolate artesanal en el Turismo vivencial en el cantón Tisaleo* [Tesis tipo de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33615/1/INFORME%20FINAL%20DE%20TRABAJO%20DE%20TITULACION%20PDF.pdf>
- Ramos, T., Guevara, D., Sarduy, L., y Diéguez, K. (2020). Producción más limpia y ecoeficiencia en el procesado del cacao: un caso de estudio en Ecuador.
Investigación y Desarrollo, 20(1), 135-146.
http://www.scielo.org.bo/pdf/riyd/v20n1/v20n1_a10.pdf
- Rodríguez, M. (2023). *Propuesta de mejora en los procesos de producción de cerveza artesanal* [Tesis de grado, Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25533>
- Rosales, B., García, L., Pérez, J., Contreras, E., Pérez, E., y García, C. (2024). Influencia de la fermentación del cacao y del uso de cultivos iniciadores sobre las características organolépticas del chocolate: un análisis integral. *Padi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 12(23), 31-43.
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/12047/11091>
- Salamanca, M y Gaviria, L. (2021). *Desarrollo de un chocolate a base de una emulsión de agua en manteca de cacao orientado a la producción de un producto bajo en*

calorías con las mismas características organolépticas de un chocolate tradicional [Tesis tipo de grado, Universidad de los Andes]. DSpace Uniandes.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/3e26584c-467c-47f1-8a55-d711d4222c2c/content>

Sarabia, S. (2021). *Optimización del proceso de elaboración de chocolate para la fábrica La Dulzura* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Académico ESPOCH.
<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/5401ce30-7f82-41d5-ad61-90fa0228d9de/content>

Silva, A. (2020). *Diagnóstico del proceso de refinado y mezclado en la elaboración del chocolate en una empresa de la ciudad de Lima* [Tesis tipo de grado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio institucional USS.
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7127/Silva%20Lab%C3%A1n%20Abel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Steglish, J., y Serna, R. (2022). *Análisis de la cadena de suministros a través del modelo SCOR de la cooperativa agro exportadora de cacao orgánico en el Perú: Caso Allima Cacao* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la PUCP.
<https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f3a1ca63-ab6a-43b2-81bc-241cf941a5ed/content>

Tigre, F. (2022). *Estandarización de tiempos de producción para la elaboración de pasta de cacao en la empresa Saquifracia* [Tesis de grado, Universidad Técnica

de Ambato]. Repositorio UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/3d83a17c-7934-42f7-8f0e-159f40a89119>

Tipanluisa, A. (2023). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de chocolate tipo artesanal en el cantón el Carmen, provincia de Manabí* [Tesis de grado, Universidad Uniandes]. Repositorio Digital Uniandes.

<https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/17282>

Vera, J., Álvarez, M., y Ibáñez, A. (2021). Sistema de producción de la almendra y del cacao: Una caracterización necesaria. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(3), 372-390. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8081778>

Villafuerte, F., Sancho, D., Enríquez, M., Basantes, E., y Ruíz, H. (2024). Operaciones unitarias para la producción de chocolate negro, con leche y blanco. Una revisión sistemática. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 11 (2), 64-86. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9807007.pdf>

Yancha, M., Barreno, M., y Llerena, A. (2024). Chocolate artesanal: una opción lucrativa para emprendedores en Santo Domingo. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 1(3), 1-17.

<https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/4191/4073>

Zapata, A. (2020). *Aplicación de metodología SMED para reducir tiempos de aseo en línea de chocolates semi-elaborados* [Tesis de grado, Universidad de Chile]. Repositorio Académico.

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/197974/aplicacion-de->

[metodologia-smed-para-reducir-tiempos--de-aseo-en-linea-de-chocolates.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Zapata, J. (2022). *Análisis y evaluación de la calidad en la fermentación y secado del cacao (Theobroma cacao L.) de productores del municipio de Guachené Cauca* [Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD.

[https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/52370/Jezapata.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Anexos

Anexo 1. Especificación de parámetros de operación



ANEXO 2. CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO FINAL



ANEXO 3. CONTROL DE PROCESOS MANUALES

