



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Estudio de factibilidad en el área de secado mecánico de café del beneficio seco PRODECOOP R.L en el municipio de Palacagüina durante el año 2024

Arauz, C; González, M; Martínez, H.

Asesor/Tutor

Mtro. Luis Enrique Saavedra Torrez

Ingeniero. Ramón Antonio Canales Zeas

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL ESTELÍ

Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Centro Universitario Regional De Estelí

CUR - Estelí

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”

Estudio de factibilidad en el área de secado mecánico de café del beneficio seco PRODECOOP R.L en el municipio de Palacagüina durante el año 2024

Tesis para optar al grado de
Ingeniero en la carrera Ingeniería Industrial

Autor/es

Carmen Yurielis Araúz Palacios
Harold Antonio Martínez Ordoñez
Mayreling Eliamcis González González

Asesor/es

Mtro. Luis Enrique Saavedra Torrez
Ingeniero. Ramon Antonio Canales Zeas

Estelí noviembre 2024

Dedicatoria

La presente investigación va dedicada primeramente a Dios, por la sabiduría, por guiarnos desde el día uno, a nuestros padres, por el apoyo incondicional, por inducirnos en este camino deseado lo mejor para nosotros, gracias por motivarnos en todo momento sin importar que tan difícil se sintiera el proceso, a nuestros hermanos/as que también han sido clave en todo el transcurso de este proceso, por apoyarnos de todas las maneras posibles deseado que nuestros sueños sean posibles, a cada uno de los anteriormente mencionados muchas gracias por ser pieza fundamental en la vida de cada uno de nosotros, por el amor que nos tienen y por desear lo mejor para nosotros, esto es por y para ustedes.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por la sabiduría, por guiar nuestros pasos y guardarnos durante estos 5 años, por siempre darnos fuerzas para continuar con esta carrera universitaria, a nuestros padres por apoyarnos emocionalmente y económicamente, a nuestros maestros por su dedicación, paciencia y sabiduría, su compromiso con nuestra formación ha sido fundamental para nuestro procedimiento académico, a PRODECOOP RL por abrir sus puertas y permitirnos realizar la investigación.

CARTA AVAL



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, CUR ESTELÍ DEPARTAMENTO DE CIENCIAS TECNOLÓGICAS Y SALUD

“2024: Universidad gratuita y de Calidad para seguir en Victorias”

Estelí, 13 de diciembre 2024

Por este medio estamos manifestando que la investigación: **Estudio de factibilidad en el área de secado mecánico de café del beneficio seco PRODECOOP R.L en el municipio de Palacagüina durante el año 2024**, cumple con los requisitos académicos de la clase de Seminario de Graduación, para optar al título de Ingeniero(a) Industrial.

Los autores de este trabajo son los estudiantes: **Carmen Yurielis Arauz Palacios, Mayreling Eliamcis González González y Harold Antonio Martínez Ordoñez**, y fue realizado en el II semestre de 2024, en el marco de la asignatura de Seminario de Graduación, cumpliendo con los objetivos generales y específicos establecidos, que consta en el artículo 9 de la normativa, y que contempla un total de 60 horas permanentes y 240 horas de trabajo independiente.

Consideramos que este estudio será de mucha utilidad para la empresa PRODECOOP R.L, la comunidad estudiantil y las personas interesadas en esta temática.

Atentamente,

MSc. Luis Enrique Saavedra Torres

Tutor

ORCID N° 0009-0003-0486-6784

FAREM-Estelí, UNAN-Managua

Cc/Archivo

¡A la libertad por la Universidad!

Barrio 14 de abril, contiguo a la subestación de ENEL, Tel 27137734, Ext 7430

Cod. Postal 49 – Estelí, Nicaragua

dctysesteli@unan.edu.ni / www.farem.unan.edu.ni

Resumen

Esta investigación se llevó a cabo en Beneficio Seco PRODECOOP RL ubicado en el municipio de Palacagiüina, el objetivo de esta investigación fue desarrollar un estudio de factibilidad en el área de secado mecánico del Beneficio, con el propósito de minimizar las problemáticas existentes en esta área como es el cambio climático, también cabe mencionar el impacto que están teniendo las grandes industrias que con respecto a ello este la escases de colaboradores en el área de secado, PRODECOOP RL lleva 3 años realizando un secado mecánico pero en la actualidad se necesita la utilización de más maquinaria, el secad de café es una frase crucial del proceso, ya que la reducción controlada de la humedad del grano asegura su calidad, durabilidad y sabor. Sin embargo, el área enfrenta desafíos, como la variabilidad climática y la limitada capacidad se secado, que afectan la productividad. Por este motivo es que se realizó el estudio para conocer si ellos cuentan con los recursos necesarios para la instalación de más maquinaria y de qué manera les facilitará más este proceso. Se planteo una metodología de enfoque mixto con predominio cuantitativo, aplicando entrevistas, encuestas y guías de observación al personal del beneficio. Los resultados indicaron que PRODECOOP RL ha implementado secadoras mecánicas durante los últimos tres años, la demanda actual de producción supera la capacidad instalada. El estudio permitió identificar las fortalezas y debilidades del sistema de secado actual y plantear recomendaciones para la mejora continua del proceso, como la incorporación de nueva maquinaria.

Palabras claves: Factibilidad, secado mecánico, maquinaria, proceso, eficiencia

Abstract

This research was carried out at dry benefit PRODECOOP R.L, located in the municipality of Palacagüina, the objective of this research was to develop a feasibility study in the mechanical drying area of the benefit, with the purpose of minimizing the existing problems in this area. such as climate change, it is also worth mentioning the impact that large industries are having, with respect to this the cases of collaborators in the drying area, PRODECOOP RL has been carrying out mechanical drying for 3 years, but currently, the use of more machinery is needed. Coffee drying is a crucial part of the process, since the controlled reduction of the grain's humidity ensures its quality, durability and flavor. However, the area faces challenges, such as climate variability and limited drying capacity, that affect productivity. For this reason, the study was carried out to find out if they have the necessary resources to install more machinery and how it will make this process even easier for them. A mixed approach methodology with a quantitative predominance was proposed, applying interviews, surveys and observation guides to the mill staff. The results indicated that PRODECOOP RL has implemented mechanical dryers during the last three years, the current production demand exceeds the installed capacity. The study made it possible to identify the strengths and weaknesses of the current drying system and make recommendations for the continuous improvement of the process, such as the incorporation of new machinery, which could result in greater operational efficiency and better coffee quality.

Keywords: Feasibility, mechanical drying, machinery, process, efficiency

Índice

1.	Introducción	1
2.	Antecedentes	2
2.1	Internacionales	2
2.2	Nacionales.....	3
2.3	Locales	3
3.	Planteamiento del problema.....	5
3.1	Caracterización general del problema.....	6
3.2	Preguntas de investigación	6
4.	Justificación	7
5.	Objetivos	8
5.1	Objetivo General	8
5.2	Objetivos Específicos.....	8
6.	Fundamentación Teórica.....	9
6.1	Rubro del café	9
6.1.1	Historia y evolución del cultivo del café.....	9
6.1.2	Introducción al proceso de secado de café	10
6.1.3	Procesamiento del café.....	10
6.1.4	Productividad	11
6.1.5	Humedad del café.....	12
6.2	Métodos tradicionales de secado.....	12
6.2.1	Secado al sol.....	12
6.2.2	Secado mecánico	13
6.2.3	Principios de secado de café.....	14
6.2.4	Ventajas de secado mecánico	14
6.2.5	Desventajas del secado mecánico.....	14
6.3	Tipos de secado mecánico.....	16
6.3.1	Secado por convección:.....	16
6.3.2	Secado por contacto:	16
6.3.3	Secado por infrarrojos:	17
6.3.4	Secado dieléctrico:	17
6.4	Tiempo de secado.....	17
6.5	Maquinaria	17
6.5.1	Secadora Horizontal (Guardiolas).....	18
6.5.2	Hornos.....	18
6.6	Factibilidad.....	19
6.6.1	Tipos de factibilidad.....	20

7.	Supuesto de Investigación.....	22
8.	Operacionalización de Variables.....	23
9.	Diseño Metodológico.....	26
9.1	Tipo de investigación.....	26
9.1.1	Paradigma – positivista	26
9.1.2	Enfoque Mixto	26
9.1.3	Metodología cualitativa:.....	26
9.1.4	Metodología cuantitativa:.....	26
9.1.5	Tipo de investigación-Finalidad.....	27
9.1.6	Alcance Temporal	27
9.1.6	Según su profundidad u objetivo.....	27
9.2	Área de estudio.....	27
9.2.1	Área de conocimiento (Área, sub área, líneas y sub líneas)	27
9.2.2	Área geográfica	27
9.3	Población y muestra / Sujetos participantes	28
9.4	Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	28
9.5	Etapas de la Investigación	29
9.5.1.	Primera etapa: Elección del tema	29
9.5.2.	Segunda etapa: Ubicación de la zona de estudio	29
9.5.3	Tercera etapa: Recolección de datos	29
9.5.4.	Cuarta etapa: Plan de análisis de datos.....	29
	Luego de recolectar la información mediante instrumentos, se analizaron los resultados, con el fin de dar respuestas a los objetivos y saber si el estudio es factible para el área de secado mecánico de café.	29
10.	Análisis y discusión de resultados.....	30
	En el primer objetivo: "Descripción del proceso de secado de café en beneficio seco de PRODECOOP RL.	30
	Objetivo 3. Propuesta de un estudio de factibilidad mediante un plan de acción para la integración de nueva maquinaria en el área de secado mecánico del beneficio seco PRODECOOP R, L	54
1.	Introducción	55
2.	Objetivos	56
2.1	Objetivo General:	56
2.2	Objetivos Específicos:.....	56
3.	Propósito del plan.....	57
4.	Historia de la empresa.....	57
5.	Resumen Ejecutivo	59
6.	Análisis del proceso actual.....	59
7.	Alternativas evaluadas	62

8. Metodología	63
8.1 Análisis Técnicos	63
8.1.1 Análisis del sistema actual	63
8.1.2 Tipos de maquinarias	63
Las principales características de las secadoras tipo Guardiola	64
.....	64
.....	64
8.1.3 Necesidades Energéticas y recursos materiales.....	68
8.2 Análisis Económico.....	69
8.3 Análisis Operativo.....	82
9 Plan de acción	84
9.1 Actividades	84
8.2 Cronograma de actividades	85
9. Conclusiones	88
11. Conclusiones	89
12. Recomendaciones.....	1
• Analizar el impacto ambiental que tiene el uso de estas maquinarias, especialmente en relación con el consumo energético. Aunque esta investigación se centra en la eficiencia productiva se considera que un seguimiento que incluya una evaluación ambiental permitirá a PRODECOOP R, L proponer estrategias más sostenibles.	2
13. Referencias Bibliográficas	3
14. Anexos	5

Índice Ilustraciones

Ilustración 1 Ubicación Geográfica de la Empresa.....	28
Ilustración 2 Diagrama de Proceso de Secado Mecánico Actual.....	33
Ilustración 3 Maquinaria del Proceso de Secado Mecánico	42
Ilustración 4 Secadoras Tipo Guardiola	44
Ilustración 5 Hornos Tipo Perello	46
Ilustración 6 Banda Transportadora.....	48
Ilustración 7 Elevador de Cangilones	49
Ilustración 9 Tolva final del proceso	50
Ilustración 8 Tolva.....	50
Ilustración 10 Distribución de Planta Actual en el Área de Secado Mecánico.....	60
Ilustración 11 Distribución de Planta Proyectada en el Área de Secado Mecánico.....	62
Ilustración 12 Secadora Tipo Guardiola	64
Ilustración 13 Presecadora Vertical	65
Ilustración 14 Horno Perello.....	66
Ilustración 15 Maniful con tuberías.....	67

Índice de Tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables objetivo 1.....	23
Tabla 2 Operacionalización de variables objetivo 2.....	24
Tabla 3 Operacionalización de variables objetivo 3.....	25
Tabla 4 Guía de observación.....	34
Tabla 6 Ficha técnica de secadora tipo Guardiola.....	45
Tabla 7 Ficha Técnica Horno Perelló.....	47
Tabla 8 Ficha Técnica Banda transportadora	48
Tabla 9 Ficha Técnica Elevador de cangilones	50
Tabla 10 Análisis FODA.....	52
Tabla 11 Capacidad de secado actual.....	69
Tabla 12 Numero de ciclos.....	69
Tabla 13 Capacidad total.....	69
Tabla 14 Capacidad proyectada	70
Tabla 15 Ciclos por semana	70
Tabla 17 Incremento de producción.....	70
Tabla 16 Capacidad total proyectada	71
Tabla 18 Capacidad de presecadoras.....	71
Tabla 19 Adquisición e instalación de nueva maquinaria	72

Tabla 20 Costos energéticos.....	75
Tabla 21 Incremento de producción con la nueva maquinaria.....	76
Tabla 22 Comparación actual y proyectada	77
Tabla 23 Flujo de Caja Proyectado en Meses	78
Tabla 24 Flujo de Caja Anual	79
Tabla 25 Punto de Equilibrio	80
Tabla 26 Actividades del Plan de acción.....	84
Tabla 27 Cronograma de actividades	85
Tabla 28 Recursos necesarios	86
Tabla 29 Responsabilidades	86

Índice de Graficas

Grafica 1 Análisis de Encuesta	40
Grafica 2 Análisis de Encuesta	41
Grafica 3 Analisis de Encuesta	41
Grafica 4 Análisis de Encuesta	42
Grafica 5 Punto de Equilibrio	81

1. Introducción

Beneficio Seco PRODECOOP R. L se encuentra ubicada en el norte de Nicaragua, en el municipio de Palacagüina, es una cooperativa exportadora de café con aproximadamente 30 años de funcionamiento, en esta se lleva a cabo un estudio de factibilidad en el área de secado mecánico, la cual es fundamental para tomar decisiones y asegurar que el proyecto sea viable, mejore la calidad del café y aumentar la eficiencia operativa.

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la factibilidad del área de secado mecánico del Beneficio Seco PRODECOOP RL, determinando si la implementación del proyecto contribuirá significativamente a las mejoras en los procesos de la cooperativa.

Realizar un estudio de factibilidad es fundamental para asegurar que el proyecto sea viable y exitoso, permitiendo aumentar la productividad, mejorar la calidad del café y fomentar el desarrollo del empleo local,

La estructura de este documento se organiza de la siguiente manera: en la primera sección se incluyen la introducción, el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos generales y específicos. En la segunda sección se desarrollan los antecedentes, marco teórico y la hipótesis. La tercera sección aborda el diseño metodológico. Finalmente, en la última sección se presentan los análisis y discusión de resultados, conclusiones, bibliografía y anexos.

2. Antecedentes

2.1 Internacionales

Según (Ospina, 1991) en su trabajo cuyo objetivo fue presentar una alternativa de secado a los pequeños y medianos caficultores. Se diseñó un método de secado para los agricultores de café de pequeña y mediana escala, partiendo de un modelo de secador solar comúnmente utilizado en la zona cafetalera llamado comúnmente "carro secador". Se realizaron ajustes al diseño original del carro para convertirlo en un dispositivo mecánico, asegurando que aun pueda ser utilizado como secador solar. Se llevaron a cabo seis pruebas para evaluar su eficacia, durante las cuales se midieron varias variables las cuales fueron: los granos de café, el aire y el funcionamiento del secador. En conclusión, se obtuvieron los siguientes resultados: todas las modificaciones realizadas en el carro funcionaron correctamente, el consumo de combustible del quemador fue de 0.239 a 0.275 litros por kilogramo de café pergamino seco, el consumo energético del secador varió entre 4500 y 7000 kJ por kilogramo de café pergamino seco. Se logró una uniformidad en el contenido de humedad final de los granos, con coeficientes de variación cercanos al 10%.

De acuerdo con (José Duban Henao Cuellar, 2009) quien en su investigación tuvo como objetivo desarrollar un innovador equipo mecánico tipo silo con el propósito de mejorar el proceso de secado del café. Se realizaron los cálculos para dimensionar el silo resultaron en una capacidad total de 2340 kilogramos, un volumen de aire de 4540.61 CFM y una pérdida de presión de 2.066 pulgadas de agua, utilizando un motor eléctrico monofásico de 2.5 HP. En conclusión, este estudio permitió obtener datos importantes, como la humedad inicial (50.61%), humedad final (10.09%), temperatura promedio del aire de secado y el tiempo necesario para completar el proceso, así como validar las condiciones de operación del sistema. En particular, se destacó la eficacia del sistema de descarga del café, gracias a la inclinación de 38°, lo que representa una ventaja

Según lo mencionado por (Paola Medina, 2022) en su investigación donde realizó un estudio de factibilidad para resolver el cuello de botella en su proceso de secado, que limitaba la capacidad de producción y generaba incumplimientos en la entrega de pedidos. El objetivo de la investigación fue evaluar la viabilidad técnica y financiera para adquirir torres de secado mediante análisis de mercado, ingeniería de proyectos y proyecciones financieras. La investigación tomó como muestra las operaciones internas de la empresa en el área de secado, descascarados, pulido, selección y empaque. Los resultados demostraron que la implementación de maquinaria automatizada podría

aumentar la capacidad de producción en un 41% mejorando la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado.

2.2 Nacionales

Según Castro & López (2017) el objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad del mantenimiento actual en el área de secado mecánico del Beneficio, el cual fue realizado en el Beneficio de café Seco Atlantic S.A ubicada en la carretera Sebaco, Matagalpa. Se realizaron entrevistas a los operarios de dicha área, así como a todo el personal que labora dentro del área de mantenimiento de la empresa sumando un total de 18 personas, los resultados obtenidos revelaron que la cuadrilla de mantenimiento de la empresa Atlantic S.A realiza un mantenimiento basándose en la aplicación de indicadores medibles, aunque por otra parte hace falta reforzamiento en cuanto a la aplicación de estas.

De acuerdo con Montenegro, Velazquez, & Perez (2016) el presente trabajo consiste en desarrollar un plan de mantenimiento preventivo en el área de secado mecánico para Exportadora Atlantic; S.A ubicada en el municipio de Condega del departamento de Estelí, con una muestra no probabilística e intencional, seleccionando a 9 trabajadores del área de secado mecánico de Exportadora Atlantic; S.A. Según el análisis de los datos recopilados el plan de mantenimiento preventivo se debe poner en práctica una vez al mes para alcanzar la eficiencia y hacer uso de los recursos de manera satisfactoria.

2.3 Locales

Según (Blandón, Montenegro, & Siria, 2023) en su tesis cuyo objetivo fundamental fue diseñar una guía de lineamientos estratégicos en el mantenimiento de maquinarias en el área de procesamiento y secado de café en el beneficio seco de la empresa de PRODECOOP RL ubicado en Palacagüina, Madriz. Para realizar dicha investigación se aplicaron encuestas al personal de mantenimiento y operarios de máquinas de las áreas de procesamiento con la cual se conoció que los operarios son los mismos colaboradores que realizan actividades en apoyo a la ejecución del mantenimiento. Un objetivo más fue determinar la asociación de los factores incidentes en la ejecución del mantenimiento industrial preventivo aplicándose encuesta el encargado de mantenimiento industrial y el vicegerente de producción industrial encontrándose como debilidad en dicha empresa el no contar con espacios disponibles para que el personal haga planificación y seguimiento de mantenimiento preventivo. Llegando a la conclusión de dar una propuesta de guía

facilitando herramientas que serán de ayuda para tener un mejor control y organizar un equipo de trabajo para el manejo de residuos.

3. Planteamiento del problema

La industria mundial del café durante los últimos años se ha visto afectada por diversos aspectos asociados a la producción y calidad. El rubro del café representa el 50% del valor total de la exportación de productos agrícolas a nivel centroamericano. El estudio de Factibilidad permite evaluar si un proyecto es viable antes de que se lleve a cabo su ejecución, y su objetivo es determinar y evaluar el tratamiento con el que se tratará la cooperativa dependiendo de sus características particulares. Su importancia consiste en la capacidad que tiene para minimizar riesgos, maximizar oportunidades y asegurar el éxito de un proyecto de una determinada empresa a largo plazo.

En Beneficio Seco PRODECOOP RL ubicado en Palacagüina que es una empresa dedicada al procesamiento y comercialización de café de alta calidad, se pretende realizar un estudio de factibilidad en el área de secado mecánico con el propósito de minimizar las problemáticas existentes en esta área. Dentro de las principales problemáticas con las que está siendo afectada PRODECOOP RL hoy en día, son las condiciones climáticas que, debido a las variaciones de estas, se ve afectada en la cantidad y calidad de la cosecha lo que causa una disminución de esta misma, así como la oferta de café y su competitividad en el mercado. El fenómeno de la migración y la influencia que están teniendo las grandes industrias como tabacaleras y/o minerías, lo que se resume en escases de mano de obra y genera problemas de reclutamiento y capacitación, además de ejercer presión sobre los recursos naturales y ambientales. Actualmente en PRODECOOP RL, la maquinaria de secado actual no es suficiente para secar la cantidad de café producido, lo que limita la capacidad de la cooperativa para satisfacer la demanda. Además, los patios de secado y el equipamiento mecánico disponible no logran cubrir la producción necesaria. Esta insuficiencia de capacidad genera cuellos de botella, afectando la eficiencia operativa, el proceso de producción y, en consecuencia, los tiempos de entrega. Esto implica para la empresa impactos significativos, afectando su operación desde la accesibilidad de mano de obra hasta la calidad de producción lo que deja a la vista de los consumidores una mala imagen de la empresa.

Al realizar un estudio de factibilidad en el área de secado mecánico se quiere conocer si será viable para la empresa y poder tomar decisiones sobre la adopción de esta técnica, garantizando eficiencia, mejoramiento de calidad, optimización del proceso y si será rentable a largo plazo.

3.1 Caracterización general del problema

¿Cómo podemos desarrollar un estudio de factibilidad en el área de secado mecánico de café en el Beneficio Seco de PRODECOOP RL en el municipio de Palacagüina?

3.2 Preguntas de investigación

1. ¿Cuál es el estado actual del proceso de secado en Beneficio Seco de PRODECOOP RL?
2. ¿Cuál es la capacidad de las maquinarias utilizadas en el área de secado mecánico de PRODECOOP RL?
3. ¿Cómo podríamos proponer un estudio mediante un plan de acción para la integración de nuevas maquinarias en el proceso de secado de café?

4. Justificación

En Nicaragua el café es considerado uno de los productos con más importancia económica, también conocidos como uno de los principales productos de exportación generando ingresos significativos para el país. Con el paso de los años las industrias y las tecnologías han ido evolucionando constantemente y es recomendable adaptarse a ellas para obtener productos de mejor calidad y que los consumidores puedan tener mejor satisfacción.

El presente trabajo de investigación pretende identificar las mejoras que se realizarán en el área de secado mecánico de PRODECOOP RL, al igual que determinar cómo dicha área se verá beneficiada en cuanto a eficiencia y calidad de un producto final, lo que será de provecho para resolver problemas actuales en proceso de secado manual, la inestabilidad del tiempo de secado, la manifestación a las condiciones climáticas, y los posibles riesgos de contaminación. De igual manera la información recolectada será de gran utilidad para analizar cómo un sistema de secado mecánico podría resultar beneficioso económicamente para la empresa, además de aumentar la productividad, mejorar la calidad del café y el desarrollo de empleo local.

El trabajo investigativo, pretende argumentar como la implementación de este sistema no solo resolverá los problemas actuales, sino que también, establecerá una base sólida para la progresión y sostenibilidad de la futura cooperativa y la industria del café, al igual que ayudará a fortalecer la posición competitiva en el mercado, y desde un punto de vista ambiental, la adopción de este sistema podría reducir el consumo de recursos naturales y minimizar el impacto asociado al proceso de secado.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

- Desarrollar un estudio de factibilidad en el área de secado mecánico de café en Beneficio Seco de PRODECOOP RL, en el municipio de Palacagüina durante el año 2024.

5.2 Objetivos Específicos

- Describir el proceso de secado del café en Beneficio Seco de PRODECOOP RL.
- Identificar la capacidad de producción de la maquinaria utilizada en el área de secado mecánico de PRODECOOP RL.
- Proponer un estudio de factibilidad mediante un plan de acción para la integración de nuevas maquinarias en el proceso de secado de café.

6. Fundamentación Teórica

6.1 Rubro del café

6.1.1 Historia y evolución del cultivo del café

Según (Un cafecito , s.f.) El café fue traído por primera vez a Nicaragua por los misioneros católicos en 1790 e inicialmente se cultivó como una especie de curiosidad. No fue hasta alrededor de 1840 que ganó importancia económica en respuesta a una creciente demanda mundial. A partir de acá, las primeras plantaciones comerciales aparecieron alrededor de Managua.

El período de cien años entre 1840 y 1940 a menudo se conoce como el ‘boom cafetero’ en Nicaragua, y durante este tiempo el café tuvo un efecto dramático en la economía. De esta manera, a medida que ganó importancia y valor, requirió el aporte de cada vez más recursos y mano de obra. Para 1870, el café era el principal cultivo de exportación de la nación, por lo que el gobierno se esforzó por facilitar a las empresas extranjeras la inversión en la industria y la adquisición de propiedades. Anteriormente, la tierra pública se vendía a particulares, además, la gobernación alentaba la creación de grandes granjas con las Leyes de Subsidio aprobadas en 1879 y 1889, que pagaban a los agricultores \$0.05 por cada árbol plantado.

A finales del siglo XIX, Nicaragua llegó a parecerse a una especie de república bananera, y la mayor parte de las ganancias del café salían del país o iban a parar a un pequeño número de terratenientes locales. Si bien la primera cooperativa de productores se formó a principios del siglo XX, la idea de este tipo de colectivos se promovería solo de vez en cuando durante la dictadura de la familia Somoza entre 1936 y 1979. Sin embargo, el derrocamiento de los Somoza de mano de los sandinistas, así como el acomodo de la llegada del comunismo en 1979 fue el comienzo de una época difícil para la industria cafetalera. Los Contras, grupos rebeldes respaldados por Estados Unidos y la CIA, formados para oponerse al nuevo régimen, atacaron la producción como parte de su campaña; desde los vehículos que transportaban a los trabajadores de las fincas, hasta los molinos de café.

A pesar de estos contratiempos, en 1992 los cafetos seguían siendo el principal producto de exportación de Nicaragua. Luego, la caída de los precios entre 1999 y 2003 volvió a dañar enormemente al sector. Tres de los seis bancos más grandes del país colapsaron debido a su nivel

de exposición a la producción de café. Así mismo, el efecto de los bajos costos quizás se multiplicó aún más después de la devastación del huracán Mitch en 1998 y la sequía del cambio de milenio.

Las cosas están mejorando para el café nicaragüense, con más agricultores enfocándose en la calidad. En el pasado, la trazabilidad de los granos era deficiente y la mayoría se vendía como una marca de molino o como perteneciente a una región en particular. Ahora, los niveles de trazabilidad son muy altos.

El café arábico se cultiva entre los 1000 y 2000 m de altura. Las bebidas preparadas con café Arábico se caracterizan por tener más acidez, cuerpo medio y un aroma afrutado, mientras que el café Robusta es más fuerte y amargo, y contiene más cafeína.

6.1.2 Introducción al proceso de secado de café

Para el desarrollo de esta investigación llamado “Estudio de factibilidad en el área de secado mecánico del beneficio seco PRODECOOP R.L, durante el año 2024”. Se ha proyectado trabajar bajo 3 elementos teóricos fundamentales los cuales son: 1. Rubro del café, 2. Secado mecánico, 3. Factibilidad. Alcanzando de esta manera una visión más amplia y completa sobre el tema a investigar.

El secado es una etapa crucial en el procesamiento del café después de la recolección y el despulpado. Su función principal es reducir el nivel de humedad que contiene el grano de café para evitar daños como el moho y otros microorganismos, preservando así la calidad y estabilidad durante el almacenamiento y transporte.

“El contenido de humedad de café debe de bajar aproximadamente a 11% para preservar los granos de forma segura en el almacenamiento.” (Soto, s.f.) Un secado inadecuado puede llevar a defectos en el café, pérdida de sabor y degradación de los componentes bioquímicos del grano.

6.1.3 Procesamiento del café

Café a nivel pergamino es el grano de café que está cubierto por la cascarilla denominada comúnmente pergamino. Es el grano procedente de frutos maduros, bien despulpados, con fermentación adecuada, lavado, de coloración blanco gris o amarillo claro, no contaminada y de color característico. Nicaragua exporta muy poco de este producto, ya que lo que exporta principalmente es el café a nivel oro o café verde. Este término se usa para el grano de café que se le han separado las distintas envolturas a través del procesamiento agroindustrial.

Una vez se han recolectado los frutos del cafetal, han de ser procesados por uno de dos métodos. En función de si se emplea agua o no en su procesamiento, los cafés se clasifican en lavados y no lavados.

El Método Húmedo, que da lugar a los cafés Lavados, es el más costoso y complejo y se emplea principalmente con los cafés Arábicas de alta calidad, para conservar todas sus propiedades. No es extraño, por tanto, que los cafés más caros y también los mejores sean los Arábicas Lavados.

El Método Seco, más sencillo y económico, se aplica a semillas de menor calidad, principalmente en lugares con mucho sol. El grano arábicas de Brasil se procesa por este método, consistente en extender los frutos en capas delgadas para que se sequen al sol durante 3 o 4 semanas, rastrillándolos de vez en cuando, hasta que la pulpa quede desecada. En ese momento, se procede al descascarillado de los granos de café.

El Método Húmedo, por su parte, consta de varias fases:

1ª Fase: Beneficiado Húmedo tiene 3 etapas:

- **Despulpado:** Mediante una máquina de fricción llamada despulpadora y bajo un chorro de agua, se separa la pulpa o parte carnosa del fruto de los granos que contiene. Este paso debe realizarse dentro de las 24 horas inmediatas a la recolección
- **Fermentación:** Los granos se dejan en remojo durante un periodo que oscila entre las 8 y las 36 h. según la temperatura ambiente, para que comiencen a fermentar, a fin de potenciar sus características de aroma y sabor.
- **Lavado:** Tiene por objetivo interrumpir la fermentación, limpiar todas las impurezas que todavía puedan quedar sobre el grano y eliminar los granos enfermos.

2ª Fase: Beneficiado Seco:

Los granos de café, recubiertos ahora tan sólo por el pergamino, se dejan secar al sol y se trillan. Cuando están adecuadamente secos, el café en este punto se denomina Café Pergamino y es el estado ideal para almacenar el grano hasta su exportación.

6.1.4 Productividad

El café en Nicaragua cuenta con los factores básicos para obtener un buen café competitivo ya que se encuentran en tierras fértiles con alturas adecuadas, cultivos en sombra, abundante mano de obra

para las labores agrícolas y suficientes precipitaciones para el crecimiento del cultivo. Pero hay algo que lo hace poco competitivo a lo interno del país es el bajo rendimiento por manzana, que es un promedio de 10 qq/mz.

Uno de los factores que inciden en el bajo rendimiento es la tecnología atrasada por falta de asistencia técnica en análisis de los suelos, semillas mejoradas, maquinaria adecuada en beneficios húmedos, dificultades de financiamiento, insumos insuficientes debido a esta falta de financiamiento, malos caminos que dificultan el acceso a las plantaciones tanto para la salida de la cosecha como para el transporte de los fertilizantes, de insecticidas y del personal

Para el ciclo 2007-2008, el área sembrada de café fue de 181,970 manzanas en total, con una producción estimada de 1,992,061.0 quintales oro, lo que da un rendimiento de 10.95 qq por manzanas sembrada, superior a la productividad obtenida en el ciclo anterior.

- **Calidad del café**

En palabras de (El Somelier, s.f.) un café de calidad es resultado de la combinación de diversos factores, como el origen, el entorno, las técnicas de cultivo y producción y el proceso de comercialización. A la hora de evaluar la calidad del café se utiliza tanto un análisis físico como uno organoléptico o sensorial,

6.1.5 Humedad del café

La humedad en el café hace referencia al contenido de agua presente en los granos de este.

De acuerdo con (Bry Air, 2023) el control de humedad durante la fase de secado del café es esencial para garantizar la calidad del producto final. Tras la recolección, los granos de café tienen una humedad elevada (entre el 45% y el 55%) y, por lo tanto, deben secarse para alcanzar la humedad ideal para la conservación de la calidad.

6.2 Métodos tradicionales de secado

6.2.1 Secado al sol

“El secado al sol, hace que el proceso de secado sea delicado y suave para los granos. Es por esto que este método es elegido para los cafés más delicados o de especialidad. Pues el secado al sol mantiene las notas enzimáticas, como frutales, florales y herbales presentes en el café.” (Cultura cafetalera , 2019). Históricamente el secado al sol ha sido el método más utilizado por los

productores de café, especialmente en las zonas rurales donde el acceso a la tecnología es limitado. Este método implica esparcir los granos de café en patios o camas de secado lo que requiere de grandes extensiones de terreno y es dependiente de las condiciones climáticas

El secado natural, por exposición al sol o al aire, es la solución más antigua y una forma de secado que no estimula el crecimiento de bacterias.

Sin embargo, este método tiene varias desventajas importantes:

- Requiere espacio para colocar los productos a secar.
- Requiere un paso adicional en el proceso de lavado: retirar los productos de la máquina y distribuirlos para el secado.
- No conserva todas las propiedades y vitaminas del producto.
- Es difícil saber exactamente cuánto tarda el secado porque depende de factores climáticos como la temperatura y la humedad.

Ventajas:

- Aprovecha la energía del sol y aire
- Menor costo y tiempo de construcción
- Mejor control del proceso
- Facilidad de uso
- Menor riesgo de contaminantes químicos
- Ahorro de energía

6.2.2 Secado mecánico

“El secado tiene como objetivo disminuir el contenido de humedad del grano hasta un porcentaje tal (aproximadamente el 12%), que permita su almacenamiento seguro sin adquirir mal olor o sabor” (RGCREATIVE, 2022).

El secado mecánico es una alternativa al secado tradicional al sol, que utiliza equipos controlados que aceleren el proceso de reducción de humedad del café. Esta tecnología se ha desarrollado para optimizar el tiempo de secado, mejorar la eficiencia energética, y garantizar resultados más consistentes, independientemente de las condiciones climáticas.

“El secado mecánico, no es tan fácil como parece, pues puede ser brusco y agresivo para el café. Pero con buenas prácticas y sin sobrepasar los 30°C, puede ser una buena opción para lugares donde la humedad es muy alta y las lluvias son constantes (donde el secado al sol no es una buena opción). También es de gran ayuda, para fincas que requieren procesos de secado rápido y gran rendimiento productivo, pues su café es de alto consumo comercial.” (Cultura cafetalera , 2019).

6.2.3 Principios de secado de café

El secado mecánico se basa en la transferencia de calor a los granos mediante la circulación de aire caliente. Los principales factores que influyen en este proceso son:

1. Temperatura de aire: debe de ser controlada cuidadosamente para evitar daños a los granos. Las temperaturas oscilan entre 55°C y 65°C.
2. Velocidad de aire: A mayor velocidad, más eficiente será el intercambio de calor y, por lo tanto, más rápido será el secado.

6.2.4 Ventajas de secado mecánico

1. Menor requerimiento de espacio para secar
2. El equipo es desarmable, por lo que fácilmente puede ser transportado de un lugar a otro
3. Reducción de mano de obra
4. Se puede obtener mayor volumen de grano seco
5. No depende de las condiciones climáticas
6. Es operable las 24 horas del día
7. Disminución del tiempo de secado

6.2.5 Desventajas del secado mecánico

1. El uso de energía para alimentar los secadores puede aumentar los costos operativos.
2. Mala manipulación del equipo: Es decir si no hay capacitación adecuada se puede echar a perder el café, esto puede ser provocado cuando el horno esta con temperaturas no adecuadas.
3. Al no tener un mantenimiento las maquinas pueden tener una fuga lo que puede llegar a pasar humo a las secadoras mecánicas y contaminar el café o que este tenga mal olor.

Factores que afectan la calidad del café durante el secado:

En palabras de (Jenny Paola Pabón Usaquén, s.f.) la calidad depende de muchos factores entre los cuales se destacan: la especie, la variedad cultivada, las condiciones ambientales, las prácticas agronómicas del cultivo, el método del beneficio empleado, las condiciones de almacenamiento del grano y el procesamiento industrial.

El proceso de secado del café es fundamental para determinar la calidad del producto final, ya que es esta etapa el café pierde humedad hasta alcanzar el rango ideal que lo preparan para tueste y almacenamiento. Uno de los factores críticos a tomar en cuenta son el clima, especialmente la temperatura y la humedad ambiental, puede alterar significativamente el secado. Un clima excesivamente húmedo o frío puede frenar el proceso, lo que aumentaría el riesgo de que el grano pueda desarrollar hongos o fermentaciones indeseadas, afectando negativamente el perfil sensorial del café. De manera opuesta, un clima cálido y seco, beneficia un secado más rápido y seguro. Aunque es importante evitar temperaturas extremas para que el grano no se dañe.

El método de secado empleado, es otro aspecto que influye en la calidad del café. El método más común es el secado al sol, y el secado mecánico. El secado al sol es un proceso natural y artesanal. Sin embargo, requiere un control constante y de tiempo, ya que las variaciones del clima y la exposición prolongada del sol, puede causar daños no deseados al café si no se protege adecuadamente.

En este sentido, el secado mecánico permite un monitoreo más preciso de la temperatura y el tiempo, lo que garantiza eficiencia y uniformidad. Pese a eso el uso de altas temperaturas en exceso provoca que los granos se quemen, esto afecta el perfil del sabor y agrega defectos no deseables al café.

La humedad inicial del grano, también juega un papel importante en este proceso, un exceso de humedad en el grano al comienzo de secado necesitará más tiempo para alcanzar la humedad deseada, este tiempo adicional aumenta el riesgo de que los granos sea expuestos a fermentaciones indeseadas. Un nivel de humedad inicial bien controlado y gestionado, facilita un secado más fácil, rápido y seguro protegiendo la calidad del grano.

Además de esto, el control de la temperatura, es importante, especialmente en el secado mecánico. Un control adecuado permite que el café no se sobrecaliente o seque de forma desigual.

Temperaturas altas en grandes cantidades, pueden dañar la estructura del grano, mientras que las temperaturas bajas, alargan el proceso, exponiendo el café a condiciones que promuevan el deterioro del grano. El secado uniforme de todos los granos es uno de los requisitos para obtener un café de calidad, si existen granos más húmedos que otros, el perfil del sabor del lote será inconsistente, lo que afectará la calidad final durante el tueste.

Una vez que el grano ha alcanzado el nivel adecuado de humedad, es importante almacenarlo en condiciones óptimas. De no hacerlo, el grano absorbe la humedad del ambiente, que no solo anula el trabajo realizado en el secado, si no también lo expone a posibles contaminaciones y pérdida de calidad. Es por ello que cada paso en el proceso y posterior almacenamiento influye en la calidad del café, desde las condiciones finales hasta el proceso final.

6.3 Tipos de secado mecánico

6.3.1 Secado por convección: aplicación directa de aire caliente. Si no se controla adecuadamente, este método de secado puede deshidratar la superficie del producto, provocando la formación de grietas o un resultado final heterogéneo. También puede ser un proceso lento dependiendo del producto y la temperatura de secado.

6.3.2 Secado por contacto: transferencia de calor a través de una pared o superficie para secar el material, por ejemplo, a través de una toalla o pared caliente.

Consiste en secar un producto por contacto con paredes calientes o tambores rotativos para una mejor homogeneidad. Pero en muchos casos pueden usarse también toallas o paños.

Este método de secado tiene varias desventajas importantes cuando se usa a escala industrial:

- No elimina por completo la humedad, y almacenar los utensilios húmedos favorece el desarrollo de bacterias.
- Es un proceso manual que requiere recursos y que se puede automatizar fácilmente.
- El equipamiento utilizado, ya sea una toalla o cualquier otra cosa, es un terreno fértil para la propagación de gérmenes, con el agravante de que es difícil controlar en qué superficies o utensilios se utilizará a continuación.
- El contacto directo del producto con las paredes calientes puede provocar la pérdida de nutrientes del producto y no garantiza la homogeneidad del proceso.

6.3.3 Secado por infrarrojos: evaporación de agua y los detergentes a alta temperaturas.

El secado por infrarrojos evapora el agua y los detergentes a alta temperatura. Se utiliza para concentrar el efecto secante en la superficie del producto, como cuando se quiere obtener un efecto tostado. Sin embargo, esta solución debe evitarse para productos que no soportan bien la exposición a altas temperaturas.

6.3.4 Secado dieléctrico: Con radiación o radiofrecuencias para transferir calor a los materiales, como en un microondas.

El secado dieléctrico, por microondas y radiofrecuencia, calienta todo el volumen de un producto al mismo tiempo. Esta tecnología consigue un secado homogéneo y suave, y está indicada para el secado de productos termosensibles en el sector alimentario, industrial y médico, con el fin de conservar todas sus propiedades.

Sin embargo, el secado dieléctrico consume mucha energía y no se recomienda para todo tipo de productos y materiales, incluidas algunas de las principales alternativas a los envases desechables.

6.4 Tiempo de secado

El tiempo de secado de café se refiere al periodo en que los granos de este, necesitan ser expuestos para perder la mayor cantidad de humedad posible. A lo largo del proceso de secado, es importante tener en cuenta los límites de temperatura para cada tipo de método de procesamiento; los cafés en pergamino no deben secarse a temperaturas superiores a 40 °C, mientras que los naturales no deben secarse a más de 45 °C. También, se recomienda que el productor mantenga la temperatura a un nivel constante durante ciertos períodos de la fase de secado.

6.5 Maquinaria

Podemos entender por maquinaria que es un conjunto de equipos o máquinas que operan para lograr un objetivo común. (2021)

En el ámbito de secado, actualmente se trabaja con dos tipos de maquinarias que son de vital importancia para eliminar la humedad y la preservación del producto final.

6.5.1 Secadora Horizontal (Guardiolas)

- **Capacidad de producción**

Esta máquina secadora de café tiene una capacidad de procesar 300 quintales de café pergamino mojado, lo que equivale a 150 quintales de café pergamino seco. Su diseño está orientado a alcanzar un secado uniforme y consistente, muy similar al que se obtiene mediante el secado en patio. Lo que asegura que el café conserve características de calidad ideales al finaliza el proceso.

El centro de la maquina cuenta con un eje principal o "alma", está construida con un tubo de acero. La máquina cuenta con 20 ductos de paso, cada uno con 60 centímetros de ancho, que permiten el movimiento en cascada del café durante el proceso. Estos ductos están cubiertos con corazas perforadas de lámina galvanizada de 1/8 de pulgada de espesor, lo que facilita una circulación de aire optima en toda la cámara de secado.

Para la carga y descarga del café, la secadora dispone de cuatro compuertas de 0.95×0.45 metros, diseñadas para que el proceso no tome más de 10 minutos. En cuanto a la tracción, utiliza una caja reductora con engranajes cicloidales, y un motor de 3HP con acople directo y freno magnético, un sistema eficiente que reemplaza a los engranajes tradicionales. Este conjunto se acopla al eje de $4 \frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro de la secadora, asegurando un movimiento suave y constante.

6.5.2 Hornos

El Horno tipo "Perelló" JOCA es ideal para el proceso de beneficiado desde pequeñas a grandes cosechas gracias a su capacidad.

Es importante destacar que nuestro horno le brinda un mayor aprovechamiento de radiación térmica hacia las secadoras, además, su bajo consumo eléctrico y de biomasa lo hace amigable con el ambiente.

Estos son esenciales para garantizar la calidad y el sabor del café eliminando la humedad sin afectar a su aroma característico, estos hornos son apreciados en la industria del café por su capacidad para mantener las condiciones óptimas de secado, lo que contribuye a la producción de café de primera calidad.

- **Capacidad de producción**

Tiene una capacidad desde 1 hasta 6 secadoras horizontales y también tienen capacidad para 3 secadoras verticales con una potencia desde 7HP a 11 HP, sistema de recuperación de partículas en suspensión y un aprovechamiento del 95% de su radiación técnica.

- **Costos operativos:**

- **Consumo de energía:**

- “El consumo energético es la cantidad total de energía que se necesita para un proceso determinado y se mide en kilovatios hora (kWh). Aquí se incluye el gasto de energía eléctrica, de gas, de gasoil y de biomasa.” (Repsol, 2023)

Los secadores mecánicos consumen una cantidad considerable de energía, ya que suelen funcionar con fuentes de calor como gas o electricidad para reducir la humedad del grano en un menor tiempo a comparación del secado al sol. El consumo de energía dependerá del tipo de secador, su capacidad, el combustible utilizado y la eficiencia del equipo.

- **Mano de obra**

- Según (indeed , 2024) La mano de obra se define como el número total de personas que están empleadas en una empresa o están disponibles para una asignación de proyecto o trabajo en particular. En una organización, la mano de obra necesaria para un trabajo en particular y en el futuro se estima y planifica a través de diferentes técnicas disponibles.

- El uso de secadores mecánicos de café en una empresa puede reducir significativamente la mano de obra en comparación con los métodos de secado al sol.

- **Eficiencia**

- Como describe (Cárdenas, 2023) la eficiencia es la capacidad que tiene una persona o un proceso para utilizar adecuadamente las herramientas con el fin de lograr los objetivos marcados; ejecuta solo las acciones necesarias. Por lo tanto, para las empresas es la facultad para mejorar la utilización de recursos para completar sus objetivos de negocio.

6.6 Factibilidad

Según Quiroa (2024), factibilidad es un análisis que realizan las empresas para evaluar la viabilidad y el potencial de un nuevo proyecto antes de implementarlo, cuáles son las condiciones ideales para realizarlo y como se podrían solucionar las dificultades que se presenten.

6.6.1 Tipos de factibilidad

1. Factibilidad operativa:

La factibilidad operativa se relaciona con el personal que tiene que realizar el proyecto. Por eso se analiza si el personal posee las competencias laborales y necesarias para desarrollarlo y llevarlo a cabo.

La factibilidad operativa depende de los recursos humanos que forman parte de la organización. Dado que son los que deben efectuar todas las actividades en los diferentes procesos del sistema para cumplir con los objetivos propuestos. Claramente se debe evaluar si cuentan con los requisitos necesarios para llevar a buen término el proyecto.

2. Factibilidad técnica

Este aspecto evalúa si la infraestructura técnica que posee la empresa puede responder de manera favorable y eficiente para desarrollar el proyecto o negocio que se tiene planeado. También se debe verificar si las personas poseen los conocimientos técnicos necesarios para poder utilizar el equipo y el software necesario.

3. Factibilidad económica

En cuanto a la factibilidad económica, se debe realizar un análisis exhaustivo de la relación costo beneficio del negocio o del proyecto y sopesar ambos aspectos. Si en la evaluación se observa que los costos superan a los beneficios sería mejor no desarrollarlo. Mientras que, si el beneficio supera los costos, la decisión de la implementación del proyecto se vuelve menos arriesgada, aunque no implica que no existan riesgos.

- **Costos:**

Como afirma (Editorial, 2020) El costo, también llamado coste, es el desembolso económico que se realiza para la producción de algún bien o la oferta de algún servicio. El costo incluye la compra de insumos, el pago de la mano de obra, los gastos en la producción y los gastos administrativos.

Factibilidad comercial

Se determina si existe una potencial posibilidad que exista un número adecuado de clientes. Estos clientes deben estar dispuestos a consumir o utilizar los productos que el negocio o proyecto permitirá ofrecer al mercado.

Además, se evalúa la logística de distribución y comercialización para saber si se adecúa a las necesidades del mercado.

Factibilidad política y comercial

En esta parte se verifica si el tipo de negocio o de proyecto por desarrollar, no atenta o incumple alguna ley o norma de carácter municipal, estatal o mundial. De lo contrario no puede implementarse porque estará en contra de las disposiciones legales y por lo tanto no resulta viable.

Factibilidad de tiempo

La factibilidad de tiempo permite conocer si el tiempo que se tiene planificado para llevar a cabo el proyecto coincide con el tiempo real que se necesita para poderlo implementar.

Factibilidad ambiental

La factibilidad ambiental se refiere a la evaluación de los posibles impactos que un proyecto o actividad podría tener sobre el medio ambiente. Este concepto se utiliza para determinar si un proyecto es sostenible desde el punto de vista ambiental y si cumple con las normativas y regulaciones aplicables.

7. Supuesto de Investigación

Al implementar un sistema de secado mecánico disminuirá los tiempos de secado, mejorará la calidad del grano de café en comparación con los métodos naturales de secado y reducirá los costos operativos.

8. Operacionalización de Variables

Tabla 1

Operacionalización de variables objetivo 1

Objetivo Especifico	Matriz de categoría	Definición						
		Categoría	Indicador	Conceptual	Operacional	Instrumental	Técnicas e instrumentos	Ítems
Describir el proceso de secado del café en Beneficio Seco de PRODECOOP R. L	Proceso de Secado	Temperatura del secado	Termómetros	Es el procedimiento mediante el cual se elimina gradualmente el exceso de agua presente en los granos de café, utilizando fuentes de calor controladas, con el fin de alcanzar un nivel óptimo de humedad	Consiste en medir y registrar el tiempo, temperatura y humedad en cada etapa del proceso, desde el ingreso de los granos al área	Se basa en el uso de equipos especializados como termómetros para monitorear la temperatura, cronómetros para medir la duración del proceso e higrómetros para determinar el porcentaje de humedad residual en los granos de café	Guía de observación, entrevista y encuesta	¿Cuál es la situación actual del proceso de secado mecánico en el beneficio seco PRODECOOP?
		Tiempo de secado	Cronómetros					¿Qué volumen de café puede secarse en la maquinaria actual en un día/semana/mes?
		Humedad del café	Higrómetros					

Tabla 2

Operacionalización de variables objetivo 2

Objetivo Especifico	Matriz de categoría	Definición					
		Categoría	Conceptual	Operacional	Instrumental	Técnicas e instrumentos	Ítems
Identificar la capacidad de producción de la maquinaria utilizada en el área de secado mecánico en PRODECOOP	Capacidad de producción de la maquinaria	Capacidad nominal de las guardiolas	Es el volumen de café en quintales que las maquinas del área de secado mecánico pueden procesar en un periodo de tiempo específico, bajo condiciones normales de operación.	Consiste en medir la cantidad de quintales en café que las maquinas logran secar en un ciclo completo	Análisis de los registros históricos de producción y observación directa. Entrevistas a operadores y revisión de informes	Guía de entrevistas Análisis FODA Revisión de documentos	¿Cuál es la capacidad de la maquinaria utilizada?
		Capacidad efectiva de las guardiolas					¿Qué volumen de café puede secarse en la maquinaria actual en un día/semana/mes?
		Tiempo de procesamiento					

Tabla 3

Operacionalización de variables objetivo 3

Objetivo Específico	Matriz de categoría	Definición						
		Categoría	Instrumental	Conceptual	Operacional	Instrumental	Técnicas e instrumentos	Ítems
Proponer un estudio de factibilidad mediante un plan de acción para la integración de nuevas maquinarias en el proceso de secado de café	Integración de nuevas maquinarias en el proceso de secado de café	Selección de maquinaria	Técnicas para la selección de maquinaria	La integración de nuevas maquinarias en el proceso de secado de café se refiere a la incorporación de tecnologías y equipos adicionales para mejorar la eficiencia, capacidad y calidad del proceso de secado, optimizando los recursos y reduciendo los tiempos de procesamiento	Evaluar las necesidades técnicas y logísticas del proceso actual, analizando los costos, beneficios y proyecciones de la implementación de nuevas maquinarias mediante estudios técnicos y cálculos de capacidad	Uso de herramientas como análisis de costos, proyecciones de eficiencia, cálculos de tiempos de secado y medición de rendimientos para determinar el impacto de las nuevas maquinarias en términos de capacidad de producción, tiempos y costos operativos	Entrevistas y encuestas	¿Cuántas nuevas maquinarias podrían seleccionarse?
		Costos de implementación	Presupuesto de cotizaciones de proveedores				Análisis financieros y consultas a proveedores	¿Cuál es el costo estimado para la adquisición de nueva maquinaria?
		Capacidad de producción	Cálculos basados en la eficiencia y capacidad técnica de las nuevas maquinarias				Entrevistas, análisis de datos y capacidad de maquinarias	¿Cuántos quintales y en qué tiempo podrían secarse con las nuevas máquinas?
		Reducción de tiempo de secado	Medición del tiempo basado en datos de rendimiento de las nuevas maquinarias				Análisis de datos	¿Cuántas horas menos se requieren para secar café con la nueva maquinaria?

9. Diseño Metodológico

9.1 Tipo de investigación

9.1.1 Paradigma – positivista

Ballina (2004) el paradigma positivista o naturalista, se caracteriza por el alto interés por la verificación del conocimiento a través de predicciones. Algunos lo llaman el “paradigma prediccionista”, ya que lo importante es plantearse una serie de hipótesis como predecir que algo va a suceder y luego verificarlo o comprobarlo.

La investigación se clasifica como paradigma positivista por la recopilación y análisis de datos, también utiliza métodos cuantitativos para evaluar la viabilidad y los beneficios del estudio.

9.1.2 Enfoque Mixto

Se utilizará el enfoque mixto, este es una combinación de los métodos cualitativos y cuantitativos para proporcionar una evaluación completa del proyecto

9.1.3 Metodología cualitativa:

Entrevistas y grupos focales: se tomará un grupo de informantes claves conformados por técnicos, trabajadores del beneficio seco de PRODECOOP RL y productores de café para obtener información de primera mano sobre las percepciones y experiencias con diferentes métodos de secado.

Observación directa: se observarán los procesos de secado en el beneficio seco de PRODECOOP RL

9.1.4 Metodología cuantitativa:

Encuestas: encuestar a productores y trabajadores del beneficio para recopilar datos de costos, eficiencia y calidad del secado.

Análisis de Datos: recolectar y analizar los datos técnicos y financieros obtenidos de las técnicas de investigación.

9.1.5 Tipo de investigación-Finalidad

El tipo de investigación implementado para este estudio según su finalidad es la investigación aplicada, esta se enfoca en encontrar soluciones prácticas para problemas específicos, en este caso evaluar la viabilidad de implementar sistemas de secado mecánico de café en el beneficio seco de PRODECOOP RL.

Métodos Utilizados:

En esta investigación se aplicará el enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para evaluar de mejorar la evaluación.

9.1.6 Alcance Temporal

El tipo de investigación según su alcance temporal es transversal si se realiza en un solo punto en el tiempo o en un periodo específico. En el estudio se evaluará la factibilidad del secado mecánico de café en una temporada que en este caso es durante el año 2024.

9.1.6 Según su profundidad u objetivo

El tipo de investigación según su profundidad y objetivo es exploratorio, tiene el objetivo de explorar un tema poco estudiado, proporcionando una comprensión inicial y generando hipótesis para estudios futuros. En el estudio pretende conocer que tan factible es la incorporación de más maquinaria en el área de secado mecánico.

9.2 Área de estudio

9.2.1 Área de conocimiento (Área, sub área, líneas y sub líneas)

La línea de investigación a la que corresponde la presente investigación es el Campo amplio:07. Ingeniería, industria y construcción, en el campo específico: 072. Industria y producción, en el tema: 0721. Procesamiento de alimentos, por ende, el tema de investigación es estudio de factibilidad en el área de secado mecánico del beneficio seco PRODECOOP RL en el municipio de Palacagüina durante el año 2024.

9.2.2 Área geográfica

La investigación se realizó en el Beneficio Seco de PRODECOOP R. L localizada en el municipio de Palacagüina, del departamento de Madriz a 40 km a las oficinas centrales ubicadas en Estelí.

Las coordenadas del Beneficio de Café PRODECOOP R, L. del municipio de Palacagüina son 13.4557° latitud N 86.4170039,346° latitud O.



Fuente: Google Maps.

9.3 Población y muestra / Sujetos participantes

- **Población**

En esta investigación, la población de estudio es el Beneficio Seco de PRODECOOP RL

- **Muestra**

Para la recopilación de la información necesaria se tomará una muestra no probabilística en la que se incluye al gerente, personal del laboratorio de catación, jefe de patio y responsable de maquinaria en el área de secado mecánico a los cuales se realizarán entrevistas y guías de observación.

9.4 Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Entrevista

Se recopila información mediante la entrevista aplicada a la muestra seleccionada, todo esto con el fin de tener una visión completa del secado en patio, la perspectiva operativa y evaluar la calidad del producto final, lo que permitirá una evaluación concreta para la integración de más maquinaria en el área de secado mecánico.

Guía de Observación

La aplicación de esta técnica es fundamental para recopilar datos detallados sobre los procesos de secado en ambos métodos incluyendo tiempo de secado, la temperatura, humedad, entre otros, de manera que se pueda realizar un análisis comparativo.

9.5 Etapas de la Investigación

9.5.1. Primera etapa: Elección del tema

De acuerdo con los integrantes del grupo se dialogó sobre el tema que se elegía para la investigación, considerando realizar un estudio de factibilidad en el área de secado mecánico de café, con la necesidad de evaluar la viabilidad de implementar mejoras específicas en el área de secado mecánico.

9.5.2. Segunda etapa: Ubicación de la zona de estudio

Se buco un lugar que se desempeñara en el rubro del café y fue cuando acudimos al beneficio seco PRODECOOP R, L ubicado en el municipio de Palacagüina en la cual se solicitó permiso para tener acceso al beneficio en general y poder realizar observaciones en el área de estudio para luego aplicar instrumentos de investigación.

9.5.3 Tercera etapa: Recolección de datos

En esta etapa es donde se abarcan los objetivos específicos de la investigación, en las cuales se mencionan las técnicas e instrumentos que se van a utilizar como son entrevistas, encuesta y guía de observación para obtener la información necesaria.

9.5.4. Cuarta etapa: Plan de análisis de datos

Luego de recolectar la información mediante instrumentos, se analizaron los resultados, con el fin de dar respuestas a los objetivos y saber si el estudio es factible para el área de secado mecánico de café.

10. Análisis y discusión de resultados

Se presenta el análisis y discusión de resultados el cual fue aplicado para dar respuesta y saber si se cumplió con los objetivos específicos planteados en la investigación. Para poder cumplir con lo planteado se aplicaron diferentes técnicas e instrumentos como entrevistas, encuestas, guía de observación, también se realizó un diagrama de procesos para poder dar respuesta al primer objetivo. Los instrumentos se aplicaron para conocer más a fondo cuáles eran las problemáticas existentes y que estaban afectando directamente en el área de secado mecánico del beneficio.

Es importante mencionar que los instrumentos fueron aplicados a colaboradores claves en el beneficio: gerente, jefe de producción, responsable del área de secado mecánico, personal del laboratorio de control y calidad.

Para el análisis y discusión de resultados se permitió obtener información detallada y precisa sobre el fenómeno estudiado. Para lograr una comprensión profunda, se emplearon diversos instrumentos de recolección de datos, entre estos destacan la entrevista, la encuesta y la guía de observación, los cuales permitieron analizar las diferentes perspectivas de la muestra seleccionada.

En el primer objetivo: **Descripción del proceso de secado de café en beneficio seco de PRODECOOP RL.**

Para dar respuesta al primer objetivo se aplicó una guía de observación en el área de secado mecánico para conocer los puntos clave que se deben tener en cuenta al momento de que se está realizando el proceso, además se hizo uso de un diagrama de procesos para conocer con más detalles cual es el proceso que lleva el café desde que es incorporado en el área de secado mecánico hasta que llega a estar listo para ser almacenado o para su exportación.

Se sabe que todos los procesos para llevar a cabo un producto final de calidad son importantes, pero se debe tener presente que el proceso de secado es clave ya que si se tiene un secado adecuado se puede evitar que los granos sufran una fermentación incontrolada que afectaría. Además, un buen secado permite que al momento de que el café pase a otro proceso no se corra el riesgo de que pueda sufrir daños, también es importante conocer que si se obtiene un secado de calidad el café en el proceso de tostado homogéneo facilitara un café con un sabor de calidad.

En PRODECOOP RL el proceso de secado del café se lleva a cabo de manera natural para realizarlo de esta manera se utilizan patios grandes al aire y también se cuenta con un área de secado mecánico mediante secadoras mecánicas especializadas para optimizar el proceso.

Proceso de secado al sol: Una vez que pasa por el proceso de lavado, el café pergamino es transportado a los patios de secado, donde el jefe de patio y su equipo monitorean continuamente el nivel de humedad del café. Teniendo en cuenta que la humedad ideal debe mantenerse entre un 13% y 14%, ajustándose a las condiciones climáticas. Este control es constante ya que cualquier variación podría afectar la uniformidad del secado y por ende la calidad final del grano.

El café es distribuido en los patios de secado ya especializados en los cuales se remueven varias veces al día, aproximadamente seis veces durante ocho horas, teniendo en cuenta que esto depende de la intensidad del sol. Este proceso es fundamental para asegurar que el secado sea uniforme y se realiza durante un periodo de cuatro días, que es el tiempo promedio que tarda en alcanzar la humedad deseada.

Después de las 2:00 pm, cuando la radiación solar está en su punto más alto, el café se cubre con plásticos negros y se asegura con piedras. Este procedimiento es vital para evitar que el grano se sobreexponga al calor y pierda la calidad. Una vez que se haya alcanzado el nivel de humedad adecuado, el café se recoge y se almacenan en sacos que son marcados con el número de lote correspondiente. El auxiliar del jefe de patio registra electrónicamente la cantidad de sacos y el nivel de humedad final de cada lote.

Proceso de secado mecánico:

El secado de café en secadoras mecánicas es un proceso clave para garantizar la calidad del grano esto incluye mantener el control preciso de temperatura, humedad en cada etapa lo que permite que el producto final cumpla con los estándares esperados.

El proceso de secado mecánico en PRODECOOP RL comienza con la recepción del café. Antes de iniciar con el proceso el café se clasifica según su tipo: café comercial o café de cooperativa. El café comercial es el que está destinado para entrar al proceso de secado mecánico.

1. El proceso comienza con un elevador de recibo para café en guacal, con una capacidad de carga de 600qq por hora. Los colaboradores depositan el café en una tolva de recepción, de la cual el elevador transporta el producto hacia una banda transportadora superior. Esta

banda cuenta con un tripper o carrito de posicionamiento, la función de este es ubicarse en la tolva de almacenamiento para posteriormente trasladar el café a la secadora.

2. Las tolvas de almacenamiento cuentan con un sistema de aireación que utiliza ventiladores para extraer aire natural. Evitando el uso de aire caliente, ya que este podría causar un spring (salto de humedad irregular) en los granos de café. La aireación homogénea asegura que no haya un secado desigual que afecte la calidad del café manteniendo temperatura ambiente que permita un secado sin dañar la estructura interna del grano.
3. Desde la tolva superior, el café se deposita en la secadora cilíndrica seleccionada, donde se somete a un proceso de secado controlado con una duración de 28 a 32 horas hasta que se alcance el nivel de humedad deseado.
4. Una vez secado el café se descarga en las tolvas inferiores y se deja reposar para que la humedad se distribuya de manera uniforme entre los granos, permitiendo que el producto se homogenice. Este paso es vital para evitar que haya diferencias en los granos y preservar la calidad.
5. Después del reposo, el café es descargado en una banda inferior para luego ser llevado a un elevador de café seco y finalmente el café es empaquetado en sacos y transportado al área donde continuara con las etapas posteriores del procesamiento.

Diagrama de proceso de secado mecánico

Ilustración 2

Diagrama de Proceso de Secado Mecánico Actual



Se utilizó una guía de observación como herramienta principal para la recolección de datos. Esta guía permitió analizar detalladamente los métodos claves aplicados en el proceso de secado, abarcando desde la clasificación inicial del café hasta el control de variables fundamentales como la temperatura y la humedad. Este análisis consideró todas las etapas del proceso: inicio, desarrollo y finalización. La observación directa fue crucial para obtener una comprensión profunda de las prácticas operativas y de los factores críticos que influyen en la calidad final del café.

Tabla 4*Guía de observación*

Aspectos a evaluar	Si	No	Hora/min	°C / %	Observaciones
Limpieza del equipo de secado	x				Se hace limpieza antes y después del proceso
Hora de inicio			10:00 am		Se lleva un registro de cuando se comienza a operar para tener un control.
Hora de finalización			3:15 pm		También se registra la hora en que finaliza el proceso.
Temperatura inicial de la secadora				60°C	se realiza toma de temperatura a la secadora, esta no debe excederse de los 60°C.
Temperatura promedio de la secadora				50°C	Durante el proceso se toma la temperatura para mantenerla dentro de los parámetros que se recomiendan.
Temperatura final de la secadora				40°C	Se realiza una última medición para saber si la temperatura mantuvo su estabilidad.
Humedad inicial del café				49.60%	Se mide la humedad con la que ingresan, se debe saber que en los diferentes lotes de café la humedad varía.
Tiempo total del secado			32 horas		El tiempo de secado puede variar de acuerdo a la humedad con la que, entre el café, pero normalmente se espera que el tiempo sea de 32 horas.
Humedad final del café				12.90%	Se mide la humedad para saber si está en el rango óptimo de 12 a 13%.
Imperfección del café				16%	Antes de iniciar el proceso este porcentaje representa los estándares que no pertenecen a la calidad deseada.

1. Limpieza de los equipos:

En el primer aspecto evaluado en la guía es la limpieza del equipo de secado, el cual si se realiza cada que la maquinaria va ser puesta en uso teniendo en cuenta que es esencial para garantizar que no haya residuos o partículas del café que se procesó anteriormente que pueden llegar a contaminar el café durante el proceso. También tienen en cuenta que la limpieza frecuente de las maquinas minimiza el riesgo de acumulación de suciedad y asegurar la eficiencia del equipo. La limpieza se realiza al inicio y al final de cada cosecha

Se considera que esta práctica que ellos aplican no solo protege la calidad del café, sino prolonga la vida útil de residuos en las máquinas de secado, previniendo daños por acumulación de residuos que podrían interferir con el funcionamiento de las secadoras, también de esta manera se evitan el incurrir en gastos debido a que una máquina de estas llegue a dañarse por falta de limpieza.

2. Hora de inicio y finalización del secado

El café entra al área de secado a las 10:00 am y se procede a hacerle las tomas de peso, humedad, imperfección, además se toma la temperatura de la secadora para una vez que ya todo está listo distribuir el café en las secadoras y desde ese punto se empezó a monitorear constantemente el desarrollo del proceso.

El proceso concluyó a las 3:15 pm y durante el proceso se estuvieron tomando mediciones de la temperatura de las secadoras, la humedad del café, todo esto con el fin de que el secado siempre avance de manera controlada. Esta práctica contribuye a una mayor organización y evitar retrasos que podrían afectar los tiempos de entrega o la calidad del producto final.

3. Temperatura inicial de la secadora

Antes de que se inicie el proceso de secado se toma la temperatura inicial de la secadora, esto es importante para asegurar que no supere los 55° o 65° de la secadora ya que si eso sucede la temperatura más alta de lo recomendado podría sobrecalentar el café afectando sus características y comprometiendo el resultado final.

Además, controlar la temperatura desde el inicio permite monitorear el comportamiento del equipo. Esto no ayuda a preservar la calidad del café, si no a identificar posibles problemas en el equipo de secado.

4. Temperatura promedio de la secadora

Durante el secado, es esencial monitorear la temperatura en diferentes intervalos para garantizar que se mantenga en un promedio adecuado, en el caso del promedio de la guía de observación aplicada es de 50°C, pero se tiene en cuenta que estos datos siempre varían. Tener este control ayuda a evitar problemas que pueden llegar a desestabilizar el proceso y ocasionar daños en el café. La consistencia de la temperatura es clave para logra un secado uniforme.

5. Temperatura final de la secadora

Cuando el café ya ha llegado a su punto final la temperatura de la secadora estaba en 40°C. Esto es parte del proceso para permitir que el grano de café se enfríe progresivamente, lo cual es beneficioso para la estabilidad del café una vez que el proceso ha sido completado. Al obtener una temperatura final apropiada asegura que el café no esté expuesto a un calor excesivo innecesario.

Se debe considerar que, si la temperatura final se mantiene estable en repetidas ocasiones, es una señal de que el equipo esta operado de manera eficiente.

6. Humedad inicial del café

Siempre que el café será introducido en las secadoras se mide el nivel de humedad que en este caso fue de 49.60%. Se debe tener en cuenta que la humedad inicial siempre tiende a variar es decir no siempre se va a tener una humedad exacta. La humedad inicial del café es un factor crítico a registrar antes de iniciar el secado. Conocer esta variación ayuda a planificar el tiempo de secado adecuado para cada lote, evitando que el café quede demasiado húmedo o demasiado seco.

7. Tiempo total de secado

De acuerdo a la guía de observación el tiempo total que estuvo el café en la etapa del secado fueron 32hrs que son normalmente las que dura el proceso. Aunque el tiempo total del secado puede varias muchas veces debido a la humedad inicial con la que se encuentre el café a procesar. Se conoce que el tiempo promedio de estas secadoras horizontales también conocidas como guardiolas es de 28 a 32 horas para llevar el grano de café desde un estado de humedad inicial superior al 40% hasta niveles que aseguren su conservación, generalmente entre el 11% y 12% de humedad. Respetar el tiempo es crucial para lograr el nivel de secado ideal y evitar problemas de conservación en el producto final.

8. Humedad final del café

Tanto al inicio, en el transcurso y al final del proceso se hacen mediciones de humedad. Al finalizar el proceso el café alcanzó un nivel de humedad de 12.90%. El cual es un valor que se encuentra dentro del rango permitido para almacenar el café de manera segura o para que el café ya sea traslado a su siguiente proceso. Logrando este nivel es crucial para la calidad del mismo de manera que asegura que el café pueda mantenerse fresco sin comprometer sus características.

Medir la humedad final también permite verificar que el proceso de secado fue exitoso y cumplió con lo que se esperaba. Esta medición final asegura que el café se haya secado adecuadamente y esté listo para su almacenamiento o distribución.

9. Imperfecciones del café

Antes de iniciar el secado, se evalúa el porcentaje de imperfecciones en el café, esto representa la cantidad de granos que cumplen con los estándares de calidad deseada. En este lote de café procesado el nivel de imperfecciones fue del 16%. Identificar la proporción de granos ayuda a anticipar el rendimiento del lote y ajustar las expectativas de calidad.

Durante el análisis de café procesado en el área de secado de PRODECOOP RL se encontraron defectos como grano negro, grano agrio, cereza seca, daños por hongos, inmaduro, a veranado, concha, partido/mordido/cortado y dañado ligeramente por insectos. Además de afectar en la apariencia física de los granos, el efecto sobre la calidad sensorial en la taza puede variar, desde su sabor (ácido, rancio, terroso, agrio) hasta un riesgo de ocratoxina (micro toxina producida por ciertos hongos) que podría comprometer la seguridad alimentaria y la aceptabilidad del café en los mercados internacionales

El realizar este análisis inicial es útil para realizar mejoras en el proceso de producción o en la selección de los granos en las etapas por la que pasa antes de llegar al área de secado. Conocer el porcentaje de imperfección permite que se pueda perfeccionar los estándares de calidad ya que si se minimiza la cantidad de granos que cuentan con imperfección se asegura que el proceso de secado maximice el rendimiento del café.

➤ **Objetivo 2. Identificación de la capacidad de producción de la maquinaria utilizada en el área de secado mecánico de PRODECOOP R, L.**

El uso de maquinarias especializadas es importante para reducir el contenido de humedad en los granos de café, garantizando que alcancen un nivel óptimo para su almacenamiento. Este proceso es fundamental para preservar la calidad del café ya que un secado inadecuado puede provocar fermentación no deseada. A diferencia de el secado tradicional al sol que puede ser irregular y depende de las condiciones climáticas el secado mecánico permite una mayor precisión y rapidez en el proceso, además de garantizar la uniformidad de los lotes.

Este tipo de secado es de gran importancia en grandes volúmenes de producción como es el caso de PRODECOOP R, L donde el tiempo y la consistencia en el secado son críticos para mantener la calidad y evitar pérdidas.

A través de la aplicación de instrumentos entrevista y encuesta se identificó que las maquinarias utilizadas son secadoras de tipo guardiola, de la marca JOCA. Estas máquinas han sido fundamentales para optimizar el proceso de secado, gracias a su diseño eficiente y capacidad de carga.

Para obtener estos resultados se utilizaron como instrumentos la guía de entrevista y la encuesta que fueron aplicadas a personas claves.

En la entrevista aplicada se realizó la pregunta N° 2 **¿Qué tipo de maquinaria se utiliza actualmente en el área de secado?**

De acuerdo a las respuestas de los entrevistados se pudo conocer que en el área de secado mecánico de PRODECOOP R, L actualmente se utilizan secadoras de tipo Guardiola de la marca JOCA, las cuales son reconocidas por su eficiencia y capacidad para manejar grandes volúmenes de café.

Comentaron también que el uso de estas guardiolas ha demostrado tener un impacto positivo en la calidad del café. Los resultados del secado son evidentes en el mejor aspecto visual y la homogeneidad de los granos, lo que es crucial para cumplir con las expectativas de calidad.

El funcionamiento de esta maquinaria se basa en un diseño que facilita la rotación constante de los granos de café, asegurando una exposición uniforme al calor y al flujo de aire caliente. Esto resulta en un secado homogéneo y permitiendo que los granos alcancen un nivel óptimo de humedad.

También se planteó la pregunta N°3 **¿Cuánto tiempo toma el proceso de secado con la maquinaria actual?**

Se dio a conocer que el proceso de secado con la maquinaria actual que incluye el uso de guardiolas, tiene una duración de 32 horas. Este tiempo asegura que el grano alcance la humedad óptima, durante este tiempo el grano pierde la cantidad deseada de agua, evitando que quede demasiado seco o húmedo. Sin embargo, a pesar de cumplir con estos objetivos, se considera que este tiempo no es del todo adecuado, ya que puede no ser lo suficientemente eficiente en términos de ahorro energético y rapidez.

De acuerdo a lo mencionado en la entrevista se da a conocer que optimizar este tiempo es de gran importancia no solo para reducir costos y mejorar productividad, sino también para que la maquinaria utilizada se mantenga al día con las necesidades del mercado y más en las temporadas de mayor cosecha.

En la pregunta N°4 de la entrevista aplicada **¿Qué volumen de café puede secarse en la maquinaria actual?**

Se dijo que la maquinaria actual que incluye 5 guardiolas, el volumen total de café que puede secar en cada ciclo es de 1500 quintales en 2 días. Cada una tiene una capacidad de 300 quintales. Sin embargo, a pesar de su efectividad se ha identificado que la capacidad de secado actual de secado no es suficiente para manejar el volumen total de producción.

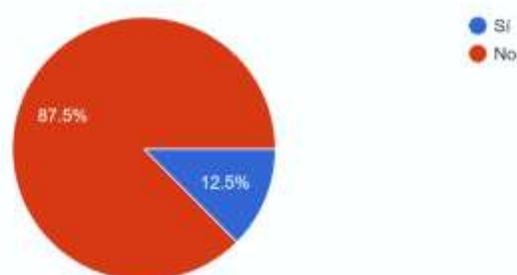
La aplicación de las encuestas a los colaboradores seleccionados para obtener información relevante y directa sobre las maquinarias utilizadas, su rendimiento y sus desafíos permitieron recoger opiniones y experiencias permitieron obtener opiniones sobre la capacidad, el impacto en la calidad y la necesidad de mejoras.

Grafica 1

Análisis de Encuesta

1. ¿Considera que la maquinaria actual en el área de secado es suficiente para la demanda de producción?

8 respuestas



Nota. El gráfico representa que debido a la encuesta aplicada el 87.5% de los encuestados consideran que la maquinaria actual a pesar de que tenga una buena capacidad de producción no es suficiente para satisfacer la demanda de producción, lo que podría estar afectando la eficiencia y el rendimiento del proceso.

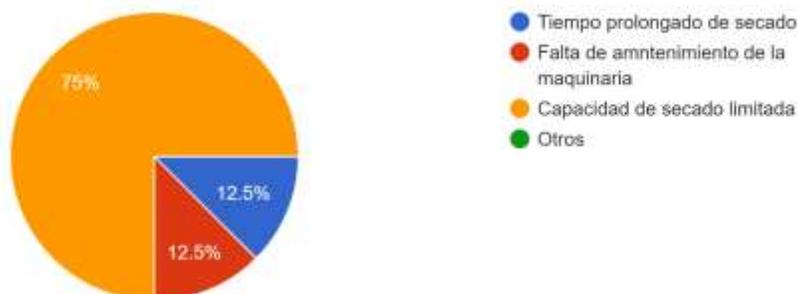
Por otro lado, solo el 12.5% de los encuestados han considerado que la maquinaria es suficiente para la demanda de producción, lo que representa una minoría. Lo que permite considerar la importancia de buscar alternativas para realizar mejoras en la capacidad de secado, como la integración de nuevas tecnologías que vayan de la mano con las maquinarias con las que ya cuenta PRODECOOP R, L pero que permita optimizar el proceso y responder adecuadamente las necesidades del mercado.

Grafica 2

Análisis de Encuesta

2. ¿Cuáles son los principales desafíos del proceso de secado con la maquinaria actual?

8 respuestas



Nota. Según la gráfica el desafío identificado por el 75% de los encuestados es la capacidad de secado limitada. Esto refleja la preocupación predominante de que el volumen de café que las secadoras actuales pueden procesar no es suficiente para las necesidades de producción de PRODECOOP R, L. La capacidad insuficiente se traduce en cuello de botella en el flujo de trabajo.

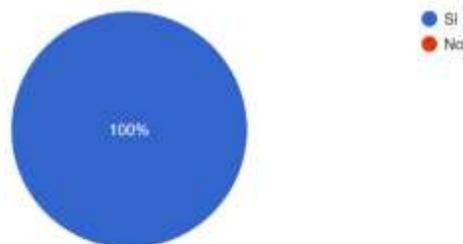
Además de la capacidad de producción, otros desafíos mencionados incluyen el tiempo prolongado de secado, identificado por el 12.5% de los encuestados. Esto se refiere que al tomar 32 horas por carga disminuye la capacidad de repuesta frente a grandes volúmenes de café. Un retraso en el secado puede generar cuellos de botellas y limitar la capacidad de manejar mayores volúmenes en épocas de cosechas

Grafica 3

Análisis de Encuesta

¿Cree que es factible la integración de oreadoras en el proceso de secado mecánico de Prodecoop?

4 respuestas



Nota. El 100% de los encuestados respondió que si creen que es factible integran más maquinaria

Ilustración 3

Maquinaria del Proceso de Secado Mecánico

al proceso de secado mecánico. Esta respuesta refleja una percepción positiva por parte de los trabajadores, lo que da a entender que existe un consenso sobre los beneficios que traería dicha integración, como es la optimización del proceso y la mejora de la eficiencia.

Sin embargo, es importante que esta opinión este respaldada por análisis técnicos y financieros para asegurar que la incorporación de nuevas maquinarias es viable no solo desde el punto de vista práctico sino también en términos de inversión. El hecho que el 100% de los encuestados este de acuerdo indica que están dispuestos al cambio, pero debe considerarse la capacidad operativa y los costos asociados para tomar una decisión final.

Grafica 4

Análisis de Encuesta

7. ¿Desde su opinión, cree que con la incorporación de más maquinaria se obtendrá mayor productividad y reducción de tiempo?

8 respuestas



Nota. En la gráfica mostrada el 100% de los encuestados coincide en que la incorporación de más maquinaria al proceso de secado resultará en un aumento significativo de la productividad y una reducción de tiempo necesario para completar cada ciclo. Esto refleja que al incorporar más maquinaria se podrá manejar un volumen mayor de café en menos tiempo, optimizando el flujo de trabajo. Además, la reducción de los tiempos de secado disminuirá los cuellos de botella, permitiendo que el proceso sea más eficiente beneficiando la operación diaria como la capacidad para dar respuesta a altos niveles de producción.

Maquinaria utilizada en el proceso de secado mecánico



- **Secadora Horizontal (Guardiola)**

La secadora guardiola desempeña un papel fundamental en el proceso de secado mecánico del café. Se basa en un tambor rotatorio que distribuye el café de manera uniforme mientras es sometido a un flujo constante de aire caliente que pasa a través del tambor en movimiento, extrayendo la humedad de los granos de café. El objetivo principal de la guardiola es reducir el contenido de humedad del café hasta el nivel óptimo. La rotación constante del tambor asegura que los granos reciban una exposición uniforme al aire caliente, lo que resulta en un secado homogéneo, factor clave para mantener la calidad final del producto.

Además de su capacidad para secar grandes volúmenes de café, permite un control más preciso en el proceso que en comparación con métodos tradicionales de secado al sol. Este tipo de maquinaria no solo incrementa la eficiencia del proceso, sino que también reduce la dependencia de condiciones climáticas, permitiendo operar de manera continua y asegurar un producto final de alta calidad.

Ilustración 4

Secadoras Tipo Guardiola



Tabla 5

Ficha técnica de secadora tipo Guardiola

Imagen	Nombre	Marca	Características	Especificaciones
	Secadora tipo Guardiola	JOCA	<ul style="list-style-type: none">• Tiempo de secado: 32 horas• Calidad del secado: 100% (sin manchas)	<p>Capacidad: 300qq café pergamino húmedo o 150qq café pergamino seco</p> <p>Longitud: 6.10 Mts de largo.</p> <p>Diámetro: 2.30 Mts</p> <p>Compuertas: 4 de 0.95 x 0.45 Mts</p> <p>Motor: 3Hp</p> <p>Incluye: Bases metálicas de 2.50 Mts de alto para soportarse, mezanines para carga y descarga del café, juego de tolvas, ventilador de 25,000 Mts cúbicos de aire por hora con su respectivo motor de 15 HP trifásico.</p>

- **Hornos modelo “Perelló”:**

Cumplen con una función clave al generar el calor necesario para el proceso de secado del café. Estos hornos generalmente funcionan mediante cascarilla de café como fuente de combustible. Al quemar la cascarilla los hornos generan aire caliente necesario para el proceso de secado, lo que contribuye a la eficiencia energética de la operación al reutilizar recursos propios de la producción del café.

La temperatura del aire se regula cuidadosamente para asegurar que el calor sea suficiente para eliminar la humedad del café, pero sin afectar la calidad, ni provocar daño. Además de proporcionar calor, los hornos deben garantizar un suministro constante y estable de aire caliente a la secadora, lo que significa que deben ser capaces de mantener temperaturas constantes durante todo el ciclo de secado.

Al trabajar en conjunto con las guardiolas, los hornos permiten un control del proceso, lo que sigue contribuyendo a la homogenización del secado, mejora la eficiencia energética y asegura que los granos de café mantengan su integridad.

Ilustración 5

Hornos Tipo Perelló



Tabla 6

Ficha Técnica Horno Perelló

Imagen	Nombre	Marca	Características	Especificaciones
	Hornos modelo "P"	JOCA	<ol style="list-style-type: none">1. Mayor eficiencia en la transferencia calorífica2. Alta durabilidad y bajo costo de mantenimiento3. Mayor rendimiento en el consumo de combustible	Tienen capacidad para abastecer a 6 secadoras horizontales. Dimensiones: 8.00 mts Largo, 3.20 mts Ancho y 3.65 mts Alto.

- **Banda Transportadora:**

En el proceso de secado las bandas transportadoras cumplen con la función de transportar de manera eficiente los granos de un punto a otro dentro de las instalaciones, optimizando el flujo de trabajo. Esto es esencial ya que evita que haya daños en los granos.

También ayuda a evitar la contaminación y el desperdicio de granos durante el traslado. Esto es importante en la fase del secado cuando los granos aun contienen altos porcentajes de humedad y tienden a ser más susceptibles a daños. Las bandas transportadoras contribuyen a un proceso de secado más rápido y ordenado, permitiendo que la operación funcione de manera continua y eficiente.

Ilustración 6

Banda Transportadora



Tabla 7

Ficha Técnica Banda transportadora

Imagen	Nombre	Marca	Características
	Banda transportadora	JOCA	Permite descargar en diferentes puntos a lo largo de la banda. Descarga del 100% del producto.

- **Elevador de Cangilones**

La función en el proceso de café tiene la función principal de transportar los granos de forma vertical dentro de la planta. Estos equipos son esenciales para mover grandes volúmenes de café de un punto a otro de manera rápida y eficiente permitiendo un flujo continuo del proceso. Los elevadores se encargan de recoger el café en la parte inferior y los transportan a la parte superior donde se descarga en tolvas o en las siguientes máquinas para que continúe su procesamiento como las secadoras guardiolas.

Los elevadores además de su función de transporte están diseñados para proteger la integridad de los granos de café. Estos equipos permiten que se reduzca la necesidad de trabajo manual, lo que optimiza el tiempo. Su uso asegura que el manejo de los granos de café sea más higiénico y controlado del café, lo que es importante para mantener la calidad del producto final.

Ilustración 7

Elevador de Cangilones



- **Tolva**

Las tolvas van de la mano con los elevadores y la función de estas el almacenar los granos en diferentes etapas del proceso. Cuentan con depósitos intermedios que recién el café desde las áreas

Tabla 8

Ficha Técnica Elevador de cangilones

Imagen	Nombre	Marca	Características	Especificaciones
	Elevador de Cangilones	JOCA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuenta con poleas auto-limpiables 2. Incluye tolva con parrilla 3. Guacales plásticos 9 pulgadas 	<p>La fuerza motriz la determina la altura y el tamaño de Guacal que tenga el elevador, la velocidad aconsejable oscila de 70 a 80 R.P.M.</p>

de recepción o transporte que en este caso son los elevadores y lo liberan de forma controlada hacia los siguientes procesos, como es el caso de las secadoras y los demás procesos. Su diseño inclinado permite que le café fluya por gravedad hacia los mecanismos de descarga, evitando atascos y garantizando un flujo continuo de producción.

Las tolvas al igual que las demás maquinarias contribuyen a reducir la manipulación manual del café, protegiendo la integridad de los granos y asegurando que permanezcan en buenas condiciones para continuar con el procesamiento.

Ilustración 9

Tolva

Ilustración 8

Tolva final del proceso



Análisis FODA

Tabla 9

Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">• Reconocimiento y experiencia en el sector.• Compromiso con la calidad• Red de productores afiliados• Enfoque en sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none">• Demanda creciente de café de calidad• Acceso a nuevas tecnologías• Mercados internacionales• Programas de financiamiento externo
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">• Capacidad insuficiente de secado• Dependencia de condiciones climáticas	<ul style="list-style-type: none">• Competencia en el mercado• Impacto del cambio climático• Aumento de costos operativos

El cuadro FODA revela una visión general de la situación actual de PRODECOOP R, L destacando tanto sus fortalezas como sus debilidades, a la vez pone en evidencia las debilidades y amenazas que afectan su operación.

Fortalezas: PRODECOOP R, L cuenta con bases sólidas gracias a su experiencia, reputación y compromiso con la calidad. Su red de productores afiliados es una ventaja estratégica que garantiza un suministro estable de café. Estas fortalezas son un pilar fundamental para mantener la competitividad en el mercado y atraer a clientes que valoren la calidad y las prácticas responsables.

Oportunidades: el mercado presenta un entorno favorable para el crecimiento, especialmente con la demanda creciente del café. Además, el acceso a nuevas tecnologías y financiamiento, ofrece a PRODECOOP RL la posibilidad de superar sus limitaciones actuales y extenderse internacionalmente. Si bien estas oportunidades son bien aprovechadas, podrían transformar las debilidades actuales en fortalezas.

Debilidades: uno de los factores principales que afecta a PRODECOOP R, L es la capacidad insuficiente de secado que no cubre la demanda de café. Este cuello de botella afecta en la eficiencia operativa y puede comprometer la calidad del producto final. Además de la dependencia climática para el secado al sol representan desafíos que limitan el rendimiento y la sostenibilidad de la cooperativa.

Amenazas: sin una intervención estratégica, estas amenazas podrían debilitar aún más su posición en el mercado, especialmente frente a competidores con tecnologías avanzadas.

Objetivo 3. Propuesta de un estudio de factibilidad mediante un plan de acción para la integración de nueva maquinaria en el área de secado mecánico del beneficio seco PRODECOOP R, L



Facultad Regional Multidisciplinaria, CUR-Estelí

Plan de acción para la integración de nueva maquinaria en el área de secado mecánico del beneficio seco PRODECOOP RL del municipio de Palacaguina-2024.

Trabajo de seminario de graduación para optar al grado de Ingeniero en la carrera Ingeniería Industrial

Autores

Carmen Yurielis Arauz Palacios

Harold Antonio Martínez Ordoñez

Mayreling Eliamcis González González

Tutores

Mtro. Luis Enrique Saavedra Torrez

Ingeniero. Ramón Antonio Canales Zeas

1. Introducción

El proceso de secado mecánico del café es un aspecto crucial en la producción de café de calidad, y en PRODECOOP R, L se ha identificado una necesidad urgente de modernizar este sistema. Actualmente la planta enfrenta limitaciones significativas debido a la capacidad insuficiente de las secadoras Guardiolas, y al prolongado tiempo de secado de 32 horas, lo que genera cuellos de botella en la producción, especialmente durante las temporadas de cosecha. Estas ineficiencias no solo afectan la capacidad de producción, sino que también incrementan los costos operativos y comprometen la calidad del producto final.

Este estudio propone un plan de acción enfocado en la incorporación de nueva maquinaria que optimice tanto el tiempo como el proceso de secado, garantizando así una respuesta adecuada a la demanda del mercado. A través de la evaluación de tecnologías avanzadas y un enfoque en la sostenibilidad, se busca mejorar la capacidad de secado y la calidad de café, al mismo tiempo que se reduce el impacto ambiental.

Además, el estudio tiene como objetivo no solo aumentar la eficiencia operativa, sino también mejorar las condiciones laborales del personal mediante la automatización y la capacitación de las nuevas maquinarias. Mediante la incorporación de más secadoras se espera reducir considerablemente el tiempo de secado, de 32 horas a 24, permitiendo que se procese mayor cantidad de café en las temporadas de alta demanda.

Este plan busca fortalecer las relaciones comerciales de PRODECOOP RL ya que al acortar los tiempos de secado y mejorar la homogeneidad del grano se espera elevar la clasificación de café lo que contribuirá a que el beneficio y sus productores cuente con más ingresos.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General:

- ✓ Integrar nueva maquinaria en el área de secado mecánico del beneficio seco PRODECOOP RL para mejorar la eficiencia y calidad del proceso de secado de café.

2.2 Objetivos Específicos:

- ✓ Optimizar el secado mecánico reduciendo tiempos y mejorando el consumo energético.
- ✓ Capacitar al personal en el manejo y mantenimiento de la nueva de maquinaria.
- ✓ Monitorear y evaluar continuamente el desempeño de la nueva maquinaria para asegurar la eficiencia.

3. Propósito del plan

El propósito del plan es optimizar el proceso de secado mecánico de café en PRODECOOP RL garantizando una mayor eficiencia operativa, reducción de costos y mejora en la calidad del producto final. Este plan busca implementar soluciones que minimicen el tiempo de secado, reduzca el consumo de energía, y aseguren la sostenibilidad del proceso a través de la instalación de equipos avanzados y la capacitación del personal, contribuyendo así a la competitividad de PRODECOOP R, L en el mercado.

Reducir los tiempos de secado mediante la incorporación de nuevas maquinarias para un proceso mucho más rápido y homogéneo, minimizar la necesidad de trabajo manual, lograr un secado de grano más uniforme esto evitara daños por falta de secado, preservar las características del grano como lo es el sabor, aroma, textura mejorando el producto final. Este plan busca disminuir los costos operativos relacionados con el secado del grano, un proceso más controlado reducirá el riesgo de sobrecalentamiento o secado insuficiente preservando los sabores y aromas característicos, Este plan busca mejorar la calidad del producto final, aumentando la eficiencia del proceso y contribuyendo al desarrollo sostenible de la industria.

4. Historia de la empresa

PRODECOOP RL (promotora de desarrollo cooperativo de las Segovia) es una cooperativa de segundo grado fundada en 1993 en el norte de Nicaragua, específicamente en la región de Las Segovia. Su objetivo principal es apoyar a los pequeños productores de café de la región, promoviendo el comercio justo y la sostenibilidad. En Palacagüina, una de las zonas claves de su operación, PRODECOOP RL ha ganado un papel importante en la capacitación de productores, mejora de procesos de producción y secado de café, así como en la promoción de prácticas amigables con el medio ambiente.

La cooperativa no solo ofrece asistencia técnica y acceso a mercados internacionales, sino que también se enfoca en mejorar las condiciones sociales y económicas de las comunidades cafetaleras. A lo largo de los años, PRODECOOP RL ha logrado consolidar su presencia en el mercado global, exportando café de alta calidad, reconocido por su sabor y sus certificaciones de sostenibilidad.

La cooperativa surgió como respuesta a la necesidad de mejorar las condiciones de vida de los pequeños caficultores en unas de las regiones más empobrecidas de nicaragua. El objetivo principal de PRODECOOP RL fue organizar a los productores para enfrentar los retos del mercado, accediendo a mejores precios y condiciones para su café, en un contexto donde los pequeños agricultores tenían poco acceso a los mercados internacionales y aprecio justos.

Desde sus primeros años, PRODECOOP RL decidió apostar por el café orgánico, viendo en este modelo una oportunidad para acceder mercados especializados, principalmente en Europa y América del Norte.

Al centrarse en la producción orgánica, también promovió prácticas agrícolas sostenibles, fomentando la salud de los suelos y el medio ambiente. Además, PRODECOOP RL fue una de las primeras organizaciones en certificarse en nicaragua bajo el sello de comercio justo (FAIR TRADE), lo que permitió a sus miembros acceder a precios más estables y justos, mejorando significativamente los ingresos de los productores.

Dentro de las generalidades de la empresa se encuentra:

- 1. Visión:** Su visión es ser una empresa líder en el procesamiento y comercialización de café en alta calidad, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región.
- 2. Misión:** Su misión es ofrecer a sus clientes un café de alta calidad, producto de manera sostenible y con responsabilidad social.
- 3. Productos y Servicios:** PRODECOOP RL Benéfico Seco de Palacagüina se dedica al procesamiento de café de alta calidad. Ofrecen servicios de recepción, clasificación, selección, tostado y empaque de café verde. Además, también ofrecen servicios de capacitación a los productores de café de la región.
- 4. Certificaciones:** La empresa cuenta con certificaciones internacionales que garantizan que su producción se realiza de manera sostenible y responsable socialmente.
- 5. Compromiso Social:** PRODECOOP RL está comprometido con el desarrollo sostenible de la región donde opera. Como parte de este compromiso, han implementado proyectos de educación, salud y medio ambiente en beneficio de la comunidad local.

5. Resumen Ejecutivo

Este estudio se centra en el área de secado mecánico del café en PRODECOOP RL, cuyo objetivo es mejorar la capacidad de secado mediante la incorporación de nueva maquinaria. Actualmente cuentan con un sistema de secado que no satisface la demanda de producción, esto incluye la capacidad insuficiente de las secadoras (Guardiolas) y también el tiempo que tardan es bastante, Esto representa una limitación significativa que afecta la eficiencia del proceso.

El estudio indica la necesidad de modernizar y expandir la maquinaria de secado. El análisis reveló que la capacidad de secado es limitada, es decir no está alineada con el volumen de café que la planta produce anualmente y el tiempo que tarda el secado, lo que genera cuellos de botella en la producción. Por lo tanto, es fundamental establecer un plan de acción que contemple la incorporación de nuevos equipos que permitan optimizar el tiempo y el proceso de secado y mantener o mejorar la calidad del café.

Los objetivos del plan de acción incluyen la identificación y adquisición de maquinaria que eleve la capacidad de secado, la implementación de un sistema de monitoreo y control de humedad en tiempo real y la capacitación del personal en el uso de las nuevas tecnologías. La viabilidad técnica se sustenta en el análisis de las especificaciones de la maquinaria propuesta, que se adapta a las condiciones del proceso actual. En cuanto a la viabilidad económica, se prevé que la inversión inicial se compensará con la reducción de costos operativos a largo plazo y el aumento de la producción. Finalmente, desde el punto de vista ambiental, la nueva maquinaria se seleccionará considerando su eficiencia energética y su menor impacto ambiental, alineándose con las políticas sostenibles de PRODECOOP. Esto garantizará no solo una mejora en la productividad, sino también un compromiso con la sostenibilidad.

6. Análisis del proceso actual

El proceso de secado mecánico actual del café en el beneficio seco PRODECOOP RL se basa en el uso de secadoras guardiolas que, aunque son efectivas y han sido de gran ayuda en el proceso de secado, presentan limitaciones significativas que afectan la capacidad de producción. Actualmente PRODECOOP RL en el área de secado mecánico cuenta con 5 guardiolas con una capacidad para 300 quintales cada una y con un tiempo de secado de 32 horas. Este tiempo prolongado genera

cuellos de botellas en el proceso productivo, especialmente en las temporadas de cosechas. Se considera que la maquinaria actual no es suficiente para cubrir la demanda total.

Entre los principales problemas identificados se encuentra la capacidad limitada para atender la producción actual, impidiéndole a la planta operar a su máximo potencial. También el tiempo prolongado de secado que es de 32 horas retrasa el proceso, incrementa los costos operativos. Esta situación resalta la necesidad de modernizar el proceso de secado integrando tecnologías eficientes que permitan la reducción de tiempo de secado y aumento en la capacidad de producción.

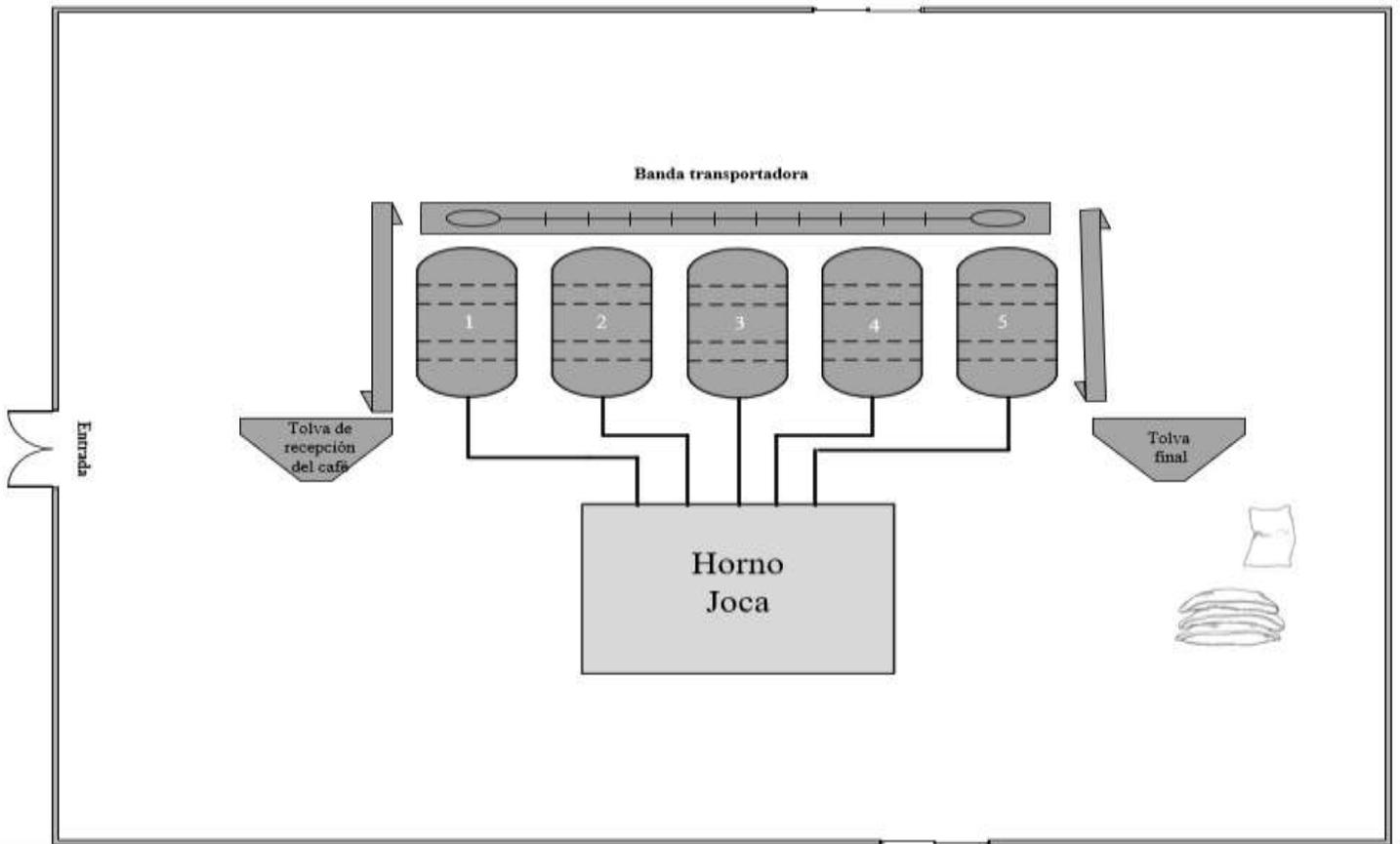
Al comparar las prácticas actuales con las demás existentes en el mercado, se observa la existencia de secadoras verticales que tienen como función principal pre secar el café después que ha sido lavado este proceso comúnmente se conoce como oreado reduciendo su humedad desde aproximadamente un 50-60% hasta un 20-30%.

Una vez que el café ha sido pre secado, pasa a las guardiolas, donde se lleva a cabo el secado final. La función de estas es secar el café desde el nivel de humedad alcanzado en el oreado hasta un nivel aproximadamente de 10-12% que es el adecuado para su almacenamiento o siguiente proceso.

6.1 Distribución de planta actual

Ilustración 10

Distribución de Planta Actual en el Área de Secado Mecánico



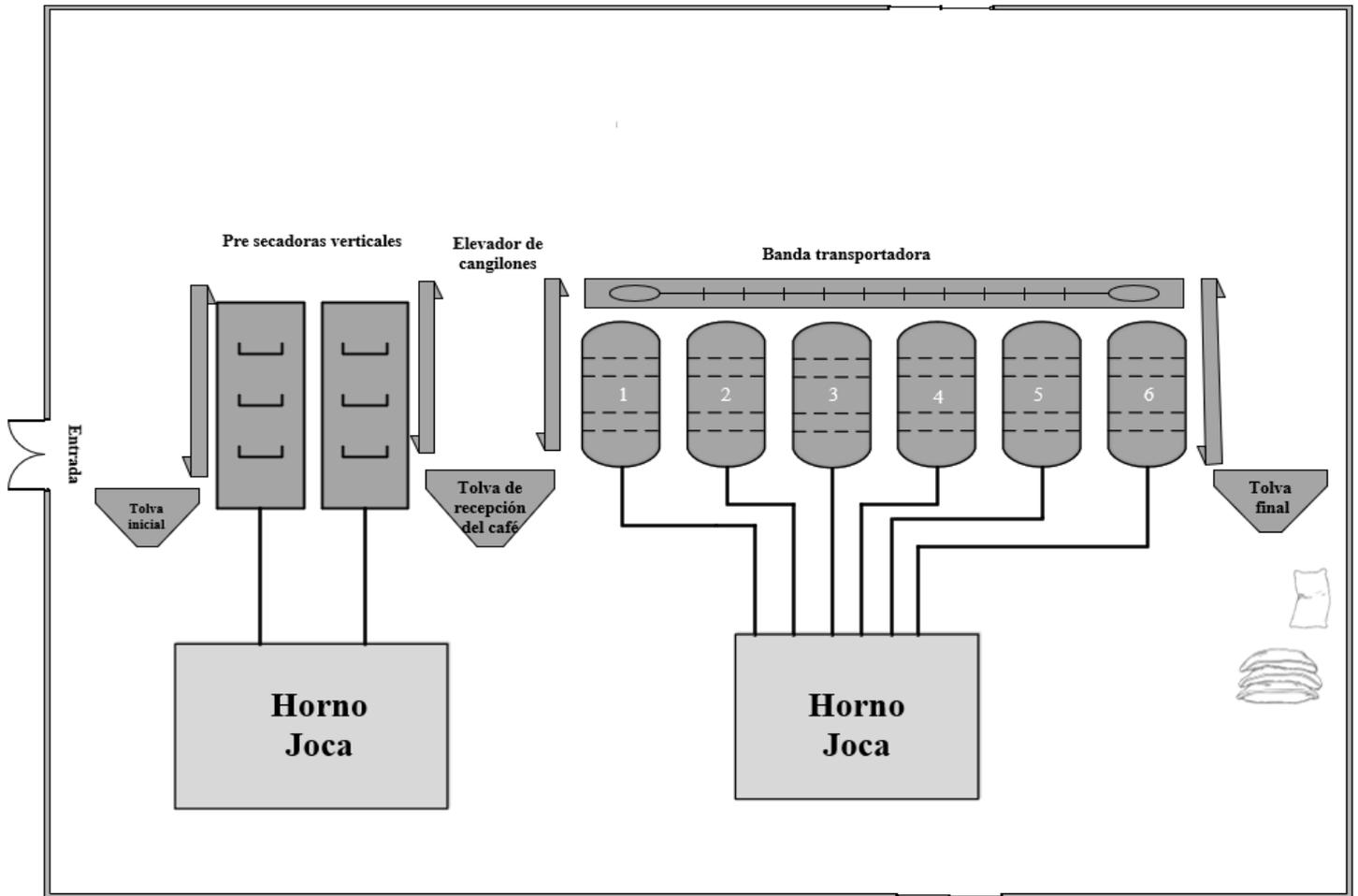
Nota. De esta manera se encuentran ubicadas las maquinarias en el proceso de secado actual

6.2 Distribución de planta proyectada

Nota. Esta distribución representa como quedarían ubicadas las maquinas en el área de secado

Ilustración 11

Distribución de Planta Proyectada en el Área de Secado Mecánico



mecánico en PRODECOOP RL si se integra la nueva maquinaria.

7. Alternativas evaluadas

Las alternativas evaluadas para el proceso de secado de café en PRODECOOP RL incluyen el secado al sol tradicional, que tiene la ventaja de ser un método de bajo costo operativo al no requerir energía, pero depende del clima, lo que prolonga los tiempos de secado y genera variabilidad en la calidad del café, también se necesita de muchos operadores para que este proceso se realiza de la manera correcta.

Otra opción es el secado mecánico que ofrece mayor control sobre la uniformidad y rapidez del proceso, aunque implica un mayor costo de inversión y consumo energético. A diferencia del secado al sol, este no depende del clima lo que permite secar el café con mayor rapidez y uniforme, incluso en grandes volúmenes. Su eficiencia y control sobre este proceso lo convierten en una opción atractiva para operaciones que buscan aumentar su capacidad de producción y garantizar la calidad del café, especialmente en temporadas de alta demanda o condiciones climáticas adversas.

8. Metodología

8.1 Análisis Técnicos

El presente análisis técnico se centra en la comparación del secado tradicional con la maquinaria actual en el área de secado mecánico en PRODECOOP RL y la posible integración de nueva maquinaria que es 1 secadora horizontal más y 2 secadoras verticales. Este análisis incluirá una evaluación de las maquinarias disponibles, requerimientos de instalación y operación, así como las necesidades energéticas y de recursos materiales.

8.1.1 Análisis del sistema actual

Actualmente PRODECOOP RL en el área de secado mecánico cuenta con 5 secadoras horizontales también conocidas como guardiolas en las cuales cada una de ellas tiene una capacidad para secar 300qq con un tiempo de secado de más de 32 horas por ciclo. Además, cuentan con un horno especializado para las secadoras horizontales con capacidad de abastecer hasta a 6 secadoras horizontales lo que permite la integración de una secadora horizontal más sin comprometer el funcionamiento actual de horno.

Pero se ha identificado que el tiempo prolongado de secado y la limitada capacidad de las secadoras horizontales generan cuellos de botella, especialmente en las temporadas donde las cosechas son altas y lo que hace es retrasar el procesamiento y aumentar los costos operativos.

8.1.2 Tipos de maquinarias

- **Secadora tipo Guardiola:** Son un tipo de secadora mecánica ampliamente utilizada en la industria del café a nivel mundial, esta máquina es utilizada para secar grandes volúmenes de café de manera uniforme y eficiente. La función de estas es mediante un cilindro horizontal en el que se introduce el café con una corriente de aire que circula a través del

mismo. El movimiento giratorio del cilindro y la distribución del calor permiten que se realice un secado homogéneo, reduciendo el contenido de humedad del café de forma controlada.

Las principales características de las secadoras tipo Guardiola

1. Tienen la capacidad de manejar grandes volúmenes de café en menos tiempo en comparación con métodos tradicionales, permitiendo una mayor capacidad de producción.
2. El cilindro horizontal rotatorio asegura que el producto final tenga un secado uniforme en términos de secado, evitando zonas de granos húmedos o sobrecalentados.
3. Están construidas con materiales de alta durabilidad, como acero inoxidable en las partes de contacto con el café, previene la corrosión y asegura un largo tiempo de vida útil de la máquina.
4. Incorporan un aislamiento térmico que optimizan la retención de calor dentro de la secadora. Permite una distribución uniforme de calor en el tambor rotatorio, mejorando la eficiencia del secado al mantener una temperatura estable.
5. Están diseñadas para que se le realicen mantenimientos sencillos, con fácil acceso a componentes críticos como el motor, el cilindro, el sistema de ventilación. Esto reduce el tiempo de inactividad y facilita las reparaciones.

Ilustración 12

Secadora Tipo Guardiola



Presecadoras verticales: Están diseñadas específicamente para adelantar el proceso de secado del café en grano (café pergamino), permitiendo que las operaciones de secado sean más rápidas y eficientes.

Cada presecadora tiene una capacidad de 600 quintales de café pergamino húmedo o 300 quintales de café pergamino seco. Esta capacidad permite procesar grandes volúmenes de café, lo cual es importante para manejar la producción de manera rápida en temporadas de alta cosecha. Las paredes de la presecadora están hechas de lámina perforada galvanizada que es ideal para resistir la humedad y permite una buena circulación de aire a través del café, mejorando la eficiencia del secado. La estructura general está construida con hierro negro, lo que aporta durabilidad y resistencia para soportar el peso y la presión del café.

Además, garantizan una mayor uniformidad en el secado del café, ya que el diseño y potencia de sus ventiladores permitan distribuir el aire caliente de forma constante. Esto ayuda a prevenir problemas de secado desigual. El uso de estas presecadoras es esencial para mantener la calidad del grano alta optimizando los recursos como el tiempo y asegurando que el café se encuentre en condiciones óptimas para el mercado.

Ilustración 13

Presecadora Vertical



- **Hornos Perelló**

El horno modelo 235 FI Perelló #3 de la marca Joca tiene la función principal de generar el calor necesario para el proceso de secado de café en las presecadoras verticales. Con una potencia de 22 millones de BTU, calienta un volumen de 180 mil metros cúbicos de aire por hora, proporcionando el flujo de aire caliente requerido para secar 1,200 quintales de café en dos presecadoras de 600 quintales cada una, con la posibilidad de agregar una tercera en el futuro. Su diseño permite un calentamiento uniforme y controlado del aire, optimizando así la eficiencia en el proceso

Para alcanzar esta función, el horno utiliza una hornilla con Múltiples sopletes y un ventilador de doble caracol, que oxigena el sistema y recircula los gases crudos para una combustión más completa. Además, el sistema cuenta con intercambiadores de calor y un separador ciclónico, lo que permite filtrar partículas y asegurar que únicamente salga humo limpio por la chimenea, reduciendo la contaminación y mejorando la eficiencia energética. Este sistema de control térmico contribuye a mantener un flujo constante de calor, facilitando un secado efectivo y preciso para el café.

Ilustración 14

Horno Perello



- **Manifol de mezcla con sus tuberías**

El Maniful con sus tuberías cumplen la función de distribuir el aire caliente generado en el horno hacia las dos presecadoras verticales, con una conexión adicional para una tercera presecadora en el futuro. Este sistema de distribución, fabricado en lámina de hierro al carbono de 3/32" y reforzado con marcos angulares y compuertas, asegura que el flujo de aire caliente se dirija de manera controlada hacia cada presecadora según las necesidades de secado. Las compuertas de cierre de flujo de aire permiten ajustar o aislar el paso de aire a cada presecadora, contribuyendo a un secado uniforme y eficiente.

Además, el diseño incluye soportes y transiciones para facilitar una conexión estable y eficiente, mientras que los empaques de asbesto aseguran la resistencia al calor y evitan fugas de aire caliente en las uniones. La tornillería refuerza la estructura, manteniendo el sistema hermético y seguro en condiciones de alta temperatura. Este manifol de mezcla es, por lo tanto, una pieza clave en la distribución eficiente del calor, maximizando el rendimiento de las presecadoras y permitiendo la expansión futura del sistema de secado.

Ilustración 15

Maniful con tuberías



8.1.3 Necesidades Energéticas y recursos materiales

- **Infraestructura física:** Actualmente PRODECOOP RL cuenta con un amplio espacio e infraestructura bien establecida en el área de secado mecánico, lo que permite llevar a cabo el proceso de integrar maquinaria sin necesidad de realizar cambios grandes. La estructura actual fue diseñada pensando en un futuro para maximizar la eficacia en el secado, lo cual resulta crucial para mantener la calidad del café. En la actualidad PRODECOOP RL cuenta con 5 secadoras tipo guardiolas con una capacidad adecuada en el secado del café. Estas secadoras han demostrado ser eficientes en el proceso. Las secadoras son alimentadas por un horno y este tiene capacidad para abastecer 6 secadoras tipo guardiolas.

Al incorporar una secadora tipo guardiola mas no se necesitará realizar remodelaciones en la infraestructura, teniendo en cuenta que ya se cuenta con un espacio para ella. Con respecto a las presecadoras verticales tienen un diseño vertical y gracias a esto no necesitan de mucho espacio para su instalación en el área de secado mecánico.

- **Consumo de energía de la maquinaria:** En el proceso de secado de café en PRODECOOP RL el consumo de energía de las maquinas es un aspecto crucial para la eficiencia del sistema. La secadora tipo guardiola consume 18 HP, funcionando de manera continua para asegurar un secado de café homogéneo, las presecadoras verticales con un consumo de 51.5 HP cada una, la función de las presecadoras es de reducir la humedad de café de 600 qq de café pergamino húmedo o 300 qq pergamino seco. También está el horno que su consumo es de 11HP. Estas máquinas se han diseñado para aprovechar el consumo energético de forma eficiente.
- **Mano de obra calificada:** Aunque en el secado mecánico ya se cuenta con maquinaria igual a una de la que se va a integrar, es importante que los colaboradores que se van a encargar de monitorear durante el proceso realicen un proceso de capacitación esto con el fin de que puedan saber cómo es la función de las nuevas presecadoras y el nuevo horno. Esto con el fin de que posean las habilidades necesarias para evitar errores de su operación, además no solo prevendrá posibles fallas en el equipo, sino que también contribuirá a la optimización del proceso de secado

8.2 Análisis Económico

- **Capacidad de secado actual**

Maquinaria	Cantidad	Capacidad	Capacidad total
Secadora tipo Guardiola	5	150 qq	750 qq

Tabla 10

Capacidad de secado actual

N° de ciclos por	24 * 7	168 hrs/días	5.25
Tabla 11	32 horas	32 hrs	

Numero de ciclos

Capacidad total de Guardiola	N° de ciclos	Total
750 qq	5.25	3,937 qq

Tabla 12

Capacidad total

Nota. Actualmente en el área de secado mecánico de PRODECOOP RL, se utilizan cinco secadoras tipo Guardiola, cada una tiene una capacidad de 300 qq de café pergamino húmedo, obteniendo

150 qq de café seco en un total de 750 quintales por ciclo de secado. Cada ciclo tiene una duración de 32 horas, (24 horas al día por 7 días), es un total de 168 horas disponibles divididas en las 32 horas, lo que permite realizar aproximadamente 5.25 ciclos por semana.

En la tabla se refleja que la capacidad total de todas las maquinarias es de 750qq multiplicándolo por el total de ciclos d semanas que es 5.25 lo que nos da como respuesta los 3,937 qq que es el total de quintales de café de una semana.

- **Capacidad secado proyectada**

Tabla 16

Incremento de producción

Secadora tipo Guardiola

Tabla 13

Capacidad proyectada

Capacidad actual	Capacidad nueva	Total
750	150	900 qq

Tabla 14

Ciclos por semana

Ciclos por semana	$\frac{168}{32}$	5.25
-------------------	------------------	------

Capacidad de secado proyectada	N° de ciclos proyectado	Total
900 qq	5.25	4,745 qq

Tabla 15

Capacidad total proyectada

Capacidad total proyectada	Capacidad total actual	Total
4,745 qq	3,937 qq	788 qq

Nota. Al incrementar la capacidad de maquinaria se incorpora otra guardiola más con una capacidad de 300 qq adicionales, alcanzando un total de 900 quintales de secado. Esto representa un aumento importante en la capacidad, que permite procesar una mayor cantidad de café en el mismo tiempo de operación.

Al incluir otra secadora tipo guardiola el aumento es de 788 quintales

Presecadoras

Presecadoras	Capacidad	Total	Horas	Día
2	600 qq	1200 qq	11 horas	22 horas
Total, de presecado al día				2,400 qq

Tabla 15

Capacidad de presecadoras

Nota. Las presecadoras tiene una capacidad de 600 qq de café pergamino húmedo cada una, al integrar dos presecadoras se pretende que se reduzca el tiempo de secado y se duplique la producción al ingresar el café húmedo entre un 50 o 56% de humedad la maquina se encargaría de

reducirle la humedad hasta un 25% teniendo una duración de tiempo de 10 a 11 horas para que luego el café pase a las secadoras tipo guardiolas a reducirle la humedad hasta el porcentaje deseado. Esta tabla representa que en un día podemos obtener 2400 qq de café presecado, el cual estará listo para que las guardiolas realicen el procedimiento final del secado.

- **Costo de adquisición e instalación de maquinaria**

Tabla 16	Cantidad	Maquinas	Precio
	1	Secadora tipo Guardiola	\$ 86,900.00
	<i>Adquisición e instalación de nueva maquinaria</i>		
	2	Presecadoras	\$ 178,000.00
	1	Horno	\$ 102,000.00
	1	Maniful	\$ 15,000.00
	Subtotal		\$ 381,900.00
	Descuento		\$ 11,900.00
	Transporte		\$ 4,500.00
	Total		\$ 374,500.00

Secadora tipo Guardiola

Con Capacidad de 300 Quintales Café Pergamino Mojado, equivalente a 150 Quintales Café Pergamino Seco; construida con un Diseño para alcanzar un Punto en el Café, con Idénticas

Características al Secado en Patio. El Eje Central (Su Alma) en un Tubo sin Costura calibre Cedula N° 80 de 46 Centímetros de diámetro de donde nacen 96 Flautas de 4" Diámetro, cada una con sus Perforaciones necesarias para alcanzar un Secado y Revolcamiento Uniforme del Grano. Cuenta con 20 Ductos de Paso cada uno de 60 centímetros de Ancho para un movimiento constante en forma de cascada del Producto; sus Corazas Perforadas en Lámina Galvanizada de 1/8" Espesor. Esta con Cuatro (4) Compuertas de 0.95 x 0.45 Mts. para una Carga y Descarga no mayor a 10 Minutos. Para la Tracción, cuenta con una Caja Reductora con Engranajes Cicloidales, Motor de 3 HP de acople directo, con su Freno Magnético, dicho conjunto acoplado al Eje de 4 ½" Ø de la Secadora. Esta suplanta el Sistema de Engranajes Tradicionales.

Dimensiones de la Secadora: 6,10 Mts. de Largo por 2,30 Mts. de diámetro. Incluye: su Juego de muros o bases metálicas de 2.50M de alto para soportarse, mesaninas para Carga y descarga del Café, Juego de tolvas, instalado sobre una estructura metálica, construida con Vigas, Piso en Lámina Expandida, con sus respectivas Escaleras y Barandas. ventilador de 25.000 Mts. Cúbicos de Aire por Hora con su respectivo Motor de 15 HP Trifásico y Base para Soportarse con su Pedestal. Y Ductería tipo Telescopio para guiar el Aire hacia Cuatro Veleros instalados en cada Cono de las Tolvas Superiores de la Secadora Horizontal.

Además, incluye su respectiva Ductería de Conexión entre le Manifull del horno Existente Y también Incluye 3.5m de Banda Superior con su Mezanine para cargar la Secadora nueva.

Presecadoras

Para Adelantar el secado del Café, cada una con capacidad para 600 Quintales de Café Pergamino Húmedo o 300 Quintales de Café Pergamino Seco.

Las paredes de Secamiento construidas en Lámina Perforada Galvanizada #14, su Estructura construida en Hierro Negro para usar Bajo Techo con una altura a la Tolva de 12.60 Mts., Ancho 1,80 Mts., por 5,60 Mts. de Largo Total al Ducto del Ventilador y un Elevador de 15,65 Mts. de Alto. Estas con sus Moto reductores de 0.6 HP; para la Tracción de los Botadores, 0.75 HP para la Banda Inferior que hará recircular el Café y con 1.5 HP para el Transportador de Gusano Superior Repartidor de la Tolva.

El Elevador de Guacales de estas Máquinas es accionado por un Moto Reductor Trifásico de 5 HP. Cuenta cada una con un ventilador centrifugo de Alta Potencia con Propela tipo Aero - estar que produce un Volumen de Aire de 60 Mil Mts. Cúbicos de Aire por Hora con 5" de Presión Estática, accionado por un Motor Trifásico de 40 HP. Este Inyecta el Aire Caliente a través de un Ducto Vertical en la Columna de la Secadora para mayor Eficiencia del Secado.

Horno MOD 235 F. I. Perelló

Dimensiones: 8.00 mts Largo, 3.20 mts Ancho y 3.65 mts Alto. Radiación que genera: 22 Millones de B.T.U. para calentar 180 Mil m³ de aire por Hora. Capacidad para abastecer las 2 Pre Secadoras Verticales de 600qq cada una.

La Hornilla de 2.15 Mts Ø: Con una Fragua con 28 Sopletes protegida con Concremix y Pegamix, un Turbo Exterior con 12 Sopladores para Oxigenar el Cilindro que va forrado con Ladrillo Refractario y su Mortero.

Para la Combustión lleva: 1 Ventilador de Doble Caracol uno para oxigenar la Fragua y succionar el calor y humo de la chimenea para recircular y quemar de nuevo en la Hornilla los gases crudos. Y el otro inyecta la Cascarilla, accionados por un Motor de 3 HP, con Moto vibrador, Termostato para Graduar el Flujo de Combustible. El Ventilador cuenta con un Recolector de Granos quebrados que dejan pasar los cedazos de las Trillas en la Cascarilla.

El Domo de la Hornilla: En Acero Inoxidable de ¼" Espesor Tipo 316-L conectado a un Sistema de Intercambiadores de Calor, función que hace 1 Extractor con Motor de 7½ HP el que descarga los gases a un Separador Ciclónico de Partículas en Suspensión, botando por la chimenea únicamente lo que es Humo; esta con un Alto Total de 20 Mts con su expansión a 60 cmts de Ø, sombrero tipo Diamante y sus cables de Acero para los vientos.

Maniful

Para conducir el Aire Caliente entre el Horno y las Dos Pre Secadoras Verticales y para una futura. Fabricado en Lámina de Hierro al Carbono de 3/32", con sus Marcos en Angular, Compuertas de Cierre de Flujo de Aire, Soportes, Transiciones, Empaques de Asbesto y su Tornillería.

Costos energeticos

Maquinaria	HP	Kw	C\$
1 Guardiola	18	(0.746) =13.42	(8) = 107.36
2 Presecadoras	103	76.83	614.704
Tabla 17			
1 horno	11	8.2	65.6
<i>Costos energéticos</i>			
Total	C\$		787.66

Nota. La tabla muestra el análisis del consumo energético y los costos de operación asociados a la maquinaria propuesta para el secado mecánico de café en PRODECOOP R.L. Se incluyen la potencia nominal (HP), su conversión y el cálculo del costo eléctrico estimado en córdobas.

- **Incremento de la producción**

Tabla 18

Incremento de producción con la nueva maquinaria

Cantidad	Máquinas	Cantidad unitaria	Capacidad total	Horas	Ciclos en el día	qq día	qq semanas	qq 3 meses
2	Presecadoras	600 qq	1200	10 horas	2	2,400	16,800	218,400
6	Secadoras tipo Guardiola	150 qq	900	12 horas	2	1,800	12,600	163,800

Nota. La tabla muestra la capacidad operativa de las maquinarias propuestas para el secado mecánico de café en PRODECOOP RL. Incluyendo la cantidad de máquinas, capacidad unitaria y total, el tiempo de secado y los volúmenes proyectados de café procesado en distintos periodos. Los valores tienen como objetivo ilustrar el potencial de mejora en eficiencia y productividad.

Comparación

Tabla 19

Comparación actual y proyectada

Capacidad actual	Capacidad proyectada
3,937qq * 13 semanas = 51,181qq/semanas	12,600 * 13 semanas = 163,800 qq/semanas
51,181 * \$300= \$15,354,300	163,800* \$300= \$ 49,140,000

Nota. La tabla muestra el total de quintales de café procesados en la capacidad actual frente a la capacidad proyectada al integrar nueva maquinaria. También se muestra el valor total calculado al multiplicar la cantidad de quintales por el precio estimado. La diferencia entre ambos tiene un incremento de \$ 33,785,700.

Retorno de inversión (ROI)= $\frac{49,140,000 - 374,500}{374,500}$

374,500

$$\text{ROI} = \frac{48,765,500}{374,500} * 100$$

ROI= 13,021%

El retorno de la inversión es de 13,021 % lo que indica un rendimiento extremadamente alto en comparación con la inversión inicial, este porcentaje evidencia que la integración de la maquinaria de secado no solo es factible, sino altamente beneficiosa. Este retorno de inversión confirma que la inversión optimizara el proceso productivo, incrementará la capacidad de producción y mejorara la rentabilidad de la empresa.

Flujo de caja proyectado mensual

Tabla 20

Flujo de Caja Proyectado en Meses

Flujo de caja proyectado														
(Expresado en dólares)														
Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
INGRESOS														
Ingresos		\$187,250.00	\$196,612.50	\$206,443.13	\$216,765.28	\$227,603.55	\$238,983.72	\$250,932.91	\$263,479.55	\$276,653.53	\$290,486.21	\$305,010.52	\$320,261.04	\$2,980,481.94
Capital inicial	\$374,500.00	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$187,250.04
TOTAL DE INGRESOS		\$202,854.17	\$212,216.67	\$222,047.30	\$232,369.45	\$243,207.72	\$254,587.89	\$266,537.08	\$279,083.72	\$292,257.70	\$306,090.38	\$320,614.69	\$335,865.21	\$3,167,731.98
EGRESOS														
Costo de maquinaria		\$381,900.00	\$400,995.00	\$421,044.75	\$442,096.99	\$464,201.84	\$487,411.93	\$511,782.53	\$537,371.65	\$564,240.23	\$592,452.25	\$622,074.86	\$653,178.60	\$6,078,750.62
Mantenimiento		\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00	\$24,000.00
Transporte		\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$4,500.00	\$54,000.00
Consumo de energía		\$21.40	\$21.40	\$21.40	\$21.40	\$21.40	\$21.40	\$21.40	\$21.40	\$21.40	\$21.40	\$21.40	\$21.40	\$256.80
Amortización de capital	\$374,500.00	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$15,604.17	\$187,250.04
TOTAL DE EGRESOS		\$404,025.57	\$423,120.57	\$443,170.32	\$464,222.56	\$486,327.41	\$509,537.50	\$533,908.10	\$559,497.22	\$586,365.80	\$614,577.82	\$644,200.43	\$675,304.17	\$6,344,257.45
EXEDENTE O DÉFICIT		\$201,171.40	\$210,903.90	\$221,123.03	\$231,853.11	\$243,119.69	\$254,949.61	\$267,371.02	\$280,413.50	\$294,108.10	\$308,487.44	\$323,585.74	\$339,438.96	\$3,176,525.48
SALDO ACUMULADO		\$201,171.40	\$412,075.30	\$633,198.33	\$865,051.43	\$1,108,171.12	\$1,363,120.73	\$1,630,491.75	\$1,910,905.24	\$2,205,013.34	\$2,513,500.78	\$2,837,086.52	\$3,176,525.48	

Se inicia en el mes 0 con un ingreso base de \$187,250 y un capital inicial de \$374,500. A partir del mes 1 los ingresos aumentarán en 5% mensualmente, lo que generará un aumento progresivo en los ingresos a lo largo de los meses, logrando alcanzar un total de \$2,980, 481.94.

El total de ingresos es la suma de los ingresos y el capital inicial en cada mes, lo que muestra un aumento debido al incremento del 5% en los ingresos. El total de ingresos proyectados es de \$3,167731.98.

Para los egresos, los principales gastos incluyen costo total de maquinaria, mantenimiento, transporte, consumo de energía, la amortización del capital se distribuye mensualmente y se mantiene constante en una cantidad de \$15,604.17.

El excedente o déficit representa la diferencia entre el total de egresos en cada mes, el valor es positivo, lo que indica que los ingresos superan a los egresos, generando un excedente.

El saldo acumulado, es el acumulado mensual del excedente, comenzando el mes 0 con \$201,171.40 aumentando constantemente, y finalizando con \$3,176,525.28 al final del año.

Flujo de caja proyectado anual

Tabla 21

Flujo de Caja Anual

Flujo de caja proyectado				
Años	2024	2025	2026	TOTAL
Ingresos	\$2,980,481.94	\$3,189,115.68	\$3,412,353.77	\$9,581,951.39
Capital inicial	\$187,250.04	\$187,250.04		\$374,500.08
TOTAL DE INGRESOS	\$3,167,731.98	\$3,376,365.72	\$3,412,353.77	\$9,956,451.47
EGRESOS				
Costo de maquinaria	\$6,078,750.62	\$6,504,263.16	\$6,959,561.58	\$19,542,575.37
Mantenimiento	\$24,000.00	\$24,000.00	\$24,000.00	\$72,000.00
Transporte	\$54,000.00	\$54,000.00	\$54,000.00	\$162,000.00
Consumo de energía	\$256.80	\$274.78	\$294.01	\$825.59
Inversiones	\$187,250.04	\$187,250.04		\$374,500.08
TOTAL DE EGRESOS	\$6,344,257.46	\$6,769,787.98	\$7,037,855.60	\$20,151,901.03
EXCEDENTE O DÉFICIT	\$3,176,525.48	\$3,393,422.26	\$3,625,501.83	\$10,195,449.57
SALDO ACUMULADO	\$3,176,525.48	\$6,569,947.74	\$10,195,449.57	

Se extiende el análisis a tres años para evaluar la rentabilidad a un nivel más amplio.

En la proyección anual, los ingresos aumentarán en un 7% cada año (como un promedio de crecimiento para todo el año). Partiendo de \$2,980,481.94 en el año 2024 y llegando a \$3,412,353.77 en 2026. Lo que hace un total acumulado en 3 años de \$9,581,951.39.

Al sumar el capital inicial al total de ingresos anuales, llega a un total de \$9,956,451.47 para los tres años. Los gastos principales seguirán siendo los mismos, alcanzando para 3 años un total de \$20,151,901.03 lo que representa el costo de operación proyectado.

El excedente anual seguirá mostrando ganancias acumulando un total de \$10,195,449.57. Este valor es positivo, lo que indica que el proyecto es rentable y que los ingresos superan los egresos en 3 años.

El saldo acumulado muestra un incremento de las ganancias, alcanzando un total de \$10,195,449.57 al final de 2026.

El proyecto es factible en términos monetarios, tanto en la proyección mensual, como en la anual, se observa un aumento positivo por cada periodo, lo que significa que los ingresos proyectados son suficientes para cubrir los egresos y aun generar ganancias. El proyecto no solo es autosostenible,

Tabla 22

Punto de Equilibrio

sino también genera excedentes.

Punto de equilibrio

PUNTO DE EQUILIBRIO			
COSTOS FIJOS			
Descripción	Importe		
Mantenimiento	\$2,000.00	Punto de equilibrio	67.14
Salarios del personal	\$256.00		
TOTAL	\$2,256.00	Ingreso de equilibrio	\$20,142.86
COSTOS VARIABLES POR UNIDAD			
Descripción	Importe		
Energía	\$21.40		
Costo de materia prima	\$245.00		
TOTAL	\$266.40		
Precio de venta			
	\$300.00		

El análisis del punto de equilibrio realizado demuestra que es financieramente factible. Esto se debe a que los números de unidades necesarios para cubrir todos los costos es alcanzable dentro de las proyecciones de producción y demanda de la empresa.

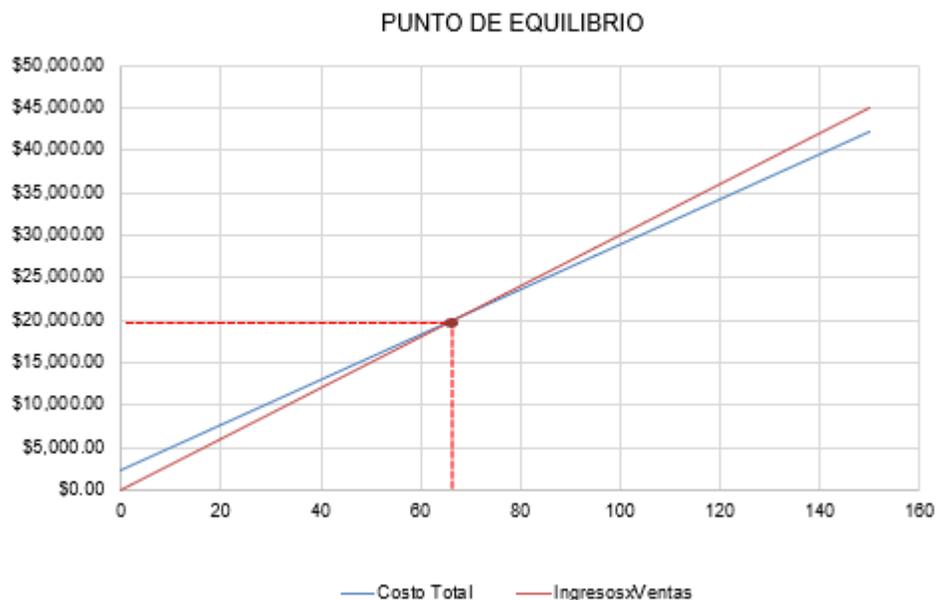
Los costos fijos son los costos que permanecen constantes sin importar el volumen de producción. Estos costos incluyen mantenimiento, salarios del personal, y el total de costos fijos. Estos expresan los gastos que la empresa debe de cubrir para operar, incluso si no se produce ni se vende ninguna unidad.

Los costos variables por unidad varían en función del volumen de producción, incluyendo energía, costo de materia prima y total de costos variables por unidad. Cada unidad adicional producida aumenta los costos en \$266.40 lo que implica que mientras más se produzca, más altos serán los costos variables totales, pero también aumenta el ingreso al vender las unidades.

El precio de ventas es de \$300 por unidad este valor es crucial para determinar el margen de ganancia, ya que debe de ser mayor que el costo variable para generar ganancias una vez alcanzado el punto de equilibrio.

Grafica 5

Punto de Equilibrio



Se calculó que el punto de equilibrio es de 67.14 unidades, es decir, PRODECOOP RL necesita vender aproximadamente 68 unidades para cubrir todos los costos y no tener pérdidas. Vender esta cantidad, generará ganancias.

El ingreso total necesario para cubrir todos los costos es de \$20,142.86 esto implica que al alcanzar esta cifra en ingresos por ventas, la empresa estará en un punto neutro, donde no obtendrá pérdidas ni ganancias.

La integración de nueva maquinaria sería rentable debido a que permitirá aumentar la producción por encima del punto de equilibrio. Al incrementar la capacidad de producción PRODECOOP R, L tendría las posibilidades de generar mayores ingresos y, por lo tanto, aumentar ganancias.

8.3 Análisis Operativo

Como las nuevas maquinarias se integrarían en el proceso existente

Con la incorporación de las dos presecadoras verticales y una secadora tipo guardiola se puede esperar incremento significativo en la capacidad del secado

- **Optimización de tiempo:** Al aumentarse la capacidad de secado, los tiempos de procesamiento se reducen significativamente, lo que permite que el grano de café seque mucho más rápido y esté disponible en el mercado en menos tiempo.
- **Costos operativos:** Evaluar los costos operativos incluye no solo energía, sino también el mantenimiento y los insumos necesarios. Si las nuevas secadoras que se agregan tienen un costo operativo más bajo, este puede traducirse en un ahorro significativo al pasar el tiempo.
- **Calidad del grano:** Las secadoras pueden ofrecer un control más preciso de las condiciones de secado, lo que ayuda a mantener en igualdad el producto final. Esto es de función vital para la calidad del café, ya que un secado inconsistente puede resultar en granos con diferentes perfiles de sabor.
- **Control de temperatura y humedad:** Con los equipos y herramientas adecuados con el fin de que se puedan hacer mediciones claras y completas obteniendo así resultados de calidad en todo el proceso.

- **Capacitación del personal:** La capacitación del personal que monitoreará las maquinarias es importante porque se incorporaran otras máquinas y así evitar que suceda algún problema en el proceso o que la maquinaria falle.
- **Espacio y logística:** Se cuenta con un espacio amplio y que tiene las condiciones necesarias para que se instale la nueva maquinaria sin necesidad de hacer grandes modificaciones.
- **Flujo de trabajo:** El diseño del flujo del trabajo debe tener acceso fácil y eficiente a todas las máquinas. Esto ayuda a evitar cuellos de botella y asegura que los productos fluyan sin problemas.

9 Plan de acción

9.1 Actividades

Tabla 23

Actividades del Plan de acción

Actividades	Descripción	Objetivo
1. Adquisición de la nueva maquinaria	La adquisición de 2 secadoras verticales y 1 secadora tipo guardiola y un horno más, tiene como propósito mejorar la eficiencia y capacidad del proceso de secado en PRODECOOP R, L.	<ul style="list-style-type: none">✓ Aumentar la capacidad total de secado reduciendo los tiempos de operación actuales.✓ Mejorar la homogeneidad del secado, manteniendo la calidad del producto.
2. Instalación y puesta en marcha de los equipos	La instalación de las nuevas máquinas requiere de un proceso técnico en el que se adaptaran las conexiones eléctricas y mecánicas para su funcionamiento, en conjunto con el sistema que ya existe.	<ul style="list-style-type: none">✓ Asegurar que las secadoras estén bien instaladas, cumpliendo con los estándares técnicos y de seguridad.✓ Integrar las secadoras sin afectar el proceso existente.
3. Capacitar al personal encargado del área de secado mecánico en el uso de la nueva maquinaria	La capacitación del personal se enfoca en la operación, mantenimiento y monitoreo de las nuevas secadoras.	<ul style="list-style-type: none">✓ Asegurar el uso manejo y el uso correcto de las secadoras.✓ Prevenir fallos y mejorar el mantenimiento.
4. Monitoreo de parámetros (humedad, imperfección, temperatura)	El estar monitoreando los parámetros claves como la humedad, imperfección del grano y la temperatura de las secadoras es fundamental para asegurar un proceso de secado de calidad.	<ul style="list-style-type: none">✓ Mantener el monitoreo constante de la humedad, temperatura y las imperfecciones de los granos de café.✓ Optimizar el consumo de energía

8.2 Cronograma de actividades

Tabla 24

Cronograma de actividades

Fase	Actividad	Duración estimada	Inicio	Finalización
Fase de planificación	<ul style="list-style-type: none"> Definición de requerimientos técnicos Selección de proveedores 	2 semanas	semana 1	semana 2
Fase de adquisición	<ul style="list-style-type: none"> Compra de secadoras (1 horizontal, verticales JOCA) 1 horno Transporte de equipos 	2 semanas	semana 3	semana 4
Fase de instalación	<ul style="list-style-type: none"> Instalación física de las secadoras Conexiones eléctricas y pruebas de funcionamiento 	3 semanas	semana 5	semana 7
Fase de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación del personal operativo en el uso y mantenimiento de las secadoras 	1 semana	semana 8	semana 8
Fase de calibración	<ul style="list-style-type: none"> Ajustes iniciales de los secadores según el tipo de café Pruebas de calibración 	1 semana	semana 9	semana 9
Fase de pruebas	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas piloto del proceso de secado Ajustes de parámetros según los resultados 	2 semanas	semana 10	semana 11
Fase de operación	<ul style="list-style-type: none"> Inicio de la operación continua del proceso de secado Monitoreo de parámetros clave (humedad, tiempo de secado, calidad) 	2 semanas	semana 12	semana 13

8.3 Recursos necesarios

Tabla 25

Recursos necesarios

Tabla 26

Tipos de Recursos Responsabilidades	Descripción	Detalles
Recursos Humanos	Personal necesario para la implementación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Operadores de maquinarias ✓ Supervisores de planta ✓ Personal de mantenimiento ✓ 2 presecadoras verticales ✓ 1 secadora tipo guardiola ✓ 1 horno
Recursos Materiales	Equipos, Maquinaria, insumos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 Maniful con sus tuberías ✓ Materiales de instalación ✓ Energía y combustible
Recursos Financieros	Presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Costo de adquisición ✓ Costo de instalación ✓ Costos de capacitación ✓ Costos de operación inicial

8.4 Responsabilidades

Actividades	Responsables	Tareas
1. Adquisición de nueva maquinaria	Gerente	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluar y seleccionar los proveedores. ✓ Negociar los términos de adquisición ✓ Coordinar la logística para la entrega. ✓ Asegurar el cumplimiento de los tiempos de entrega y las especificaciones técnicas de la maquinaria.
2. Instalación y puesta en marcha de la maquinaria	Jefe de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Supervisar la instalación de las secadoras verticales y la secadora horizontal. ✓ Realizar las pruebas para ver el funcionamiento y asegurarse que las maquinas están operando correctamente.
3. Monitoreo de parámetros	Jefe de producción	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer sistemas de monitoreo para medir y controlar (humedad, imperfección de los granos de café, temperatura) durante el proceso.
4. Capacitación del personal encargado del área de secado mecánico	Coordinador de recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planificar y ejecutar un programa de capacitación para los operadores del área de secado. ✓ Asegurar que el personal encargado del uso de las secadoras tenga conocimientos para operarlas de manera eficiente.
5. Líder del proyecto general	Gerente o jefe de producción	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coordinar a todos los equipos encargados de todo este proceso para asegurar una comunicación eficiente y que las actividades a realizar sean más eficientes. ✓ Supervisar el cumplimiento de las actividades.

9. Conclusiones

En este estudio de factibilidad mediante el plan de acción se ha analizados detalladamente la viabilidad técnica, económica y operativa para integrar más maquinaria en el área de secado mecánico en PRODECOOP RL, mediante la evaluación del secado actual, el incremento en la eficiencia del proceso la incorporación de esta maquinaria es factible y permitirá significativamente optimizar el proceso de secado del café, permitirá reducir el contenido de humedad del café de manera más eficiente, obteniendo un grano uniforme de manera que se alinee a los estándares de producción en el mercado.

La implementación del plan de acción se centra en asegurar la capacitación de los operarios, sostenibilidad del proceso y que se cumplan los objetivos, por lo tanto, se recomienda continuar con la fase de adquisición de instalación de maquinaria, de la mano con un monitoreo constante para evaluar los resultados.

11. Conclusiones

Al culminar el presente trabajo de investigación enfocado en la factibilidad del secado mecánico de PRODECOOP R, L ubicado en el municipio de Palacaguina en el departamento de Madriz. Se concluye en base a los objetivos específicos lo siguiente:

- El proceso de secado mecánico a través de las secadoras tipo Guardiolas, permiten un control preciso sobre las variables de temperatura y humedad, factores clave para alcanzar un secado uniforme y mantener la calidad del café. Se observó que la maquinaria reduce eficazmente el nivel de humedad del café desde un 49.60% - 50% hasta un 12.9% en un periodo promedio de 32 horas, lo que asegura que el café esté en condiciones óptimas para el almacenamiento o para su posterior almacenamiento. La limpieza constante de los equipos de secado es un aspecto crítico que garantiza la ausencia de residuos que podrían comprometer la calidad del café, además de prolongar la vida útil de las máquinas. La medición y monitoreo de la temperatura durante las diferentes etapas del proceso inicial a 60°C, promedio de 50° y final a 40° aseguran un secado gradualmente uniforme, evitando daños al grano por cambios bruscos de temperatura. Este control térmico también contribuye a evitar un secado excesivo o insuficiente, que podría afectar negativamente la calidad del producto final. Así mismo, el análisis de las imperfecciones del café, con un porcentaje del 16% en este caso, resalta la importancia de este proceso en la clasificación y selección del grano para diferentes mercados, permitiendo un control de calidad más riguroso. El secado mecánico no solo mejora la eficiencia del proceso, sino que también reduce la dependencia de factores climáticos externos como el sol, que pueden ser variables y poco confiables, especialmente en condiciones meteorológicas adversas. La implementación del secado mecánico en PRODECOOP RL es altamente factible y aporta múltiples ventajas en términos de control de calidad, eficiencia operativa y estandarización del producto. Esta modalidad reduce tiempos de secado, garantiza una mayor uniformidad en los lotes procesados y permite obtener un café con los niveles adecuados de humedad para su conservación, asegurando que el producto final cumpla con los estándares de calidad exigidos en los mercados internacionales.

- La identificación de las maquinarias utilizadas en el proceso de secado mecánico en PRODECOOP RL revela la importancia de los equipos especializados, como las secadoras tipo guardiola, los hornos Perelló, las bandas transportadoras, los elevadores de cangilones y las tolvas, en la optimización del proceso de secado. Estos equipos permiten un control más preciso de la temperatura y humedad, mejorando la eficiencia y la calidad del café procesado. Las secadoras guardiola marca JOCA, fundamentales en este proceso, proporcionan un secado homogéneo gracias a su diseño rotatorio, lo que asegura una distribución uniforme del calor y permite manejar grandes volúmenes de café. Sin embargo, el estudio muestra que, a pesar de su capacidad y eficacia, el tiempo de secado de 32 horas y la capacidad de procesamiento actual, que alcanza 1500 quintales en dos días, no son suficientes para satisfacer las necesidades de producción de PRODECOOP R, L en épocas de cosecha alta. Además el uso de hornos Perelló, que funciona a base de cascarilla de café, resulta clave para mantener un proceso energéticamente eficiente. La investigación basada en entrevistas y encuestas a los colaboradores, señala que el 87.5% de los encuestados considera que la capacidad de secado actual no es adecuada para manejar el volumen de producción requerido. Esta limitación representa un cuello de botella en la operación, afectando la eficiencia general. Así mismo se identificó una necesidad clara de incorporar más maquinarias o tecnologías que mejoren el proceso de secado, lo que podría reducir los tiempos de operación y aumentar la capacidad de producción. Aunque las maquinarias utilizadas en el área de secado mecánico de PRODECOOP R, L son eficientes y de muy buena calidad, existe una necesidad de aumentar la capacidad de procesamiento para evitar retrasos y garantizar la capacidad de respuesta frente a la alta demanda de producción, principalmente durante las altas temporadas de cosecha. La adquisición de nueva maquinaria podría mejorar el flujo de trabajo y la productividad general.
- La integración de la nueva maquinaria en el proceso de secado permitirá aumentar la capacidad de producción de café y reducir los tiempos de secado. Esta integración de máquinas no solo optimiza el uso de recursos, también mejora la rentabilidad al permitir procesar más café en menos tiempo. El estudio de factibilidad demuestra que la incorporación de nuevas maquinarias es viable tanto desde el punto de vista técnico y logístico. La incorporación de las secadoras y presecadoras verticales, la capacidad de la maquinaria

permite aumentar la producción de café procesado y reducir los tiempos de secado, lo que resulta en una mejora de la eficiencia operativa y obtener un grano uniforme en el proceso de secado. El proyecto de secado mecánico es factible financieramente. Debido a que, tanto en la proyección mensual como en la anual, se observa un flujo de caja positivo en cada periodo. Los ingresos proyectados superan constantemente los egresos, lo cual permitirá no solo cubrir los costos operativos sino también generar un excedente haciendo que el proyecto sea rentable y autosostenible.

12. Recomendaciones

A PRODECOOP R, L

- Es necesario que exista una mejor comunicación fluida entre el equipo de investigación y los responsables de la empresa. Esto permite responder a cualquier duda rápidamente y continuar con la investigación sin retrasos.
- Para garantizar calidad y estabilidad en el café, se recomienda que grado de humedad del café alcance un nivel de humedad del 11% y 12% en lugar del 13% y 14%. Este rango de humedad ayuda a preservar el grano evadiendo el desarrollo de mohos o daños mientras el café es almacenado y transportado, lo cual es importante para preservar la calidad del café. Este ajuste permitirá un tostado uniforme y mejorará el perfil del sabor del café, lo que aporta valor al producto final.
- Se recomienda que PRODECOOP R, L se mantenga abierta a colaborar con las diferentes investigaciones realizadas por estudiantes universitarios siempre y cuando este a su alcance, ya que estas pueden aportar nuevas perspectivas que contribuyan a las mejoras de sus procesos que pueden ser de gran valor para optimizar su rendimiento y competitividad.
- Considerando los hallazgos de nuestra investigación se sugiere que la empresa revise con atención el plan propuesto. El plan que se expone incluye estrategias para la integración de nueva maquinaria en el proceso de secado mecánico, cuya factibilidad ha sido meticulosamente analizado. La integración de esta maquinaria adicional sería de gran valor para optimizar los tiempos de secado y mejorar la eficiencia operativa en el beneficio. Por tal razón, se recomienda considerar la inversión como una oportunidad para aumentar la capacidad productiva de la empresa y fortalecer su competitividad, asegurando mejor eficacia en el proceso.

A UNAN–MANAGUA, CUR-ESTELI

- Considerar los hallazgos y metodologías empleadas en esta investigación como un punto de partida o referencia para futuros estudios, ya que puede servir como un complemento valioso para enriquecer el análisis en investigaciones similares, fomentando la continuidad en la exploración y optimización de procesos.
- Continuar promoviendo líneas de investigación alineadas con los recursos, necesidades y capacidades actuales en nuestro país, permitiendo que las investigaciones tengan un enfoque en áreas donde los estudiantes puedan ofrecer soluciones prácticas y aplicables, contribuyendo directamente al mejoramiento de diferentes empresas o sectores productivos.

A los estudiantes de Ingeniería Industrial

- Analizar el impacto ambiental que tiene el uso de estas maquinarias, especialmente en relación con el consumo energético. Aunque esta investigación se centra en la eficiencia productiva se considera que un seguimiento que incluya una evaluación ambiental permitirá a PRODECOOP R, L proponer estrategias más sostenibles.

13. Referencias Bibliográficas

- Ballina, F. (2004). *PARADIGMAS Y PERSPECTIVAS TEÓRICO*.
<https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/paradigmas2004-2.pdf>.
- Blandón, M., Montenegro, A., & Siria, M. (2023). *Repositorio centroamericano*. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/20642/>
- Bry Air*. (2023).
- Cárdenas, F. (20 de Enero de 2023). <https://blog.hubspot.es/sales/eficiencia-y-eficacia#:~:text=La%20eficiencia%20es%20la%20capacidad,completar%20sus%20objetivos%20de%20negocio>.
- Castellano, N. (30 de Noviembre de 2020). *PERFECT DAILY GRIND* . Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2020/11/30/guia-para-el-secado-de-cafe/#:~:text=El%20secado%20del%20caf%C3%A9%20es,en%20alguna%20etapa%20del%20proceso>.
- Castro, J., & López, P. (2017). *Evaluación de la Calidad del Mantenimiento y su Impacto en la Productividad*. UNAN MANAGUA Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa . Sebaco, Matagalpa, Nicaragua: <https://repositorio.unan.edu.ni/5222/1/6059.pdf>.
- Castro, K. (2021). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA TRANSFORMACIÓN Y COMERCIALIZACION DEL GRANO PERGAMINO DE CAFE. (*Tesis de Master en proyectos de inversion*). UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA, Esteli.
- Cultura cafetalera . (23 de agosto de 2019). *Apasionados por el café* . Obtenido de www.apasionadosporelcafe.com
- Editorial, E. (25 de Septiembre de 2020). *Concepto* . Obtenido de <https://concepto.de/costo/>
- El Somelier. (s.f.).
- española, R. a. (2021).
- indeed . (2024). Obtenido de www.indeed.com
- Jenny Paola Pabón Usaquén, V. O. (s.f.). *cenicafe.org* . Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4227/1/Cap07.pdf>
- José Duban Henao Cuellar, L. A. (2009). *dianlet*.
- Lopez, J. (2010). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE CAFE. (*Tesis de ingenieria*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Montenegro, S., Velazquez, R., & Perez, J. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el área de secado mecanico en Exportadora Atlantic S.A ubicada en el municipio de condega del departamento de Esteli*. Seminario de graduacion Ingenieria Industrial y Sistemas , Condega, Esteli, Nicaragua.
- Ospina, J. (1991). *Repositorio institucional* . Obtenido de <http://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/33613>
- Quiroa, M. (20 de marzo de 2024). *Economipedia* . Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/estudio-de-factibilidad.html>

Repsol. (11 de Septiembre de 2023). Obtenido de <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/consumo-energetico/index.cshtml#:~:text=El%20consumo%20energ%C3%A9tico%20es%20la,%20gasoil%20y%20de%20biomasa.:> www.repsol.com

RGCREATIVE. (29 de Abril de 2022). *Cafes El Salvador* .

Somengil. (30 de Diciembre de 2021). *Multi Washer* . Obtenido de <https://blog.somengil.com/es/metodos-de-secado-industrial-cual-es-el-mas-adecuado/>

Soto, I. L. (s.f.). *CONATRADEC*. Obtenido de https://conatradec.net/gallery/Secamiento%20del%20caf%C3%A9_Taller%20Procesos_RSoto.pdf

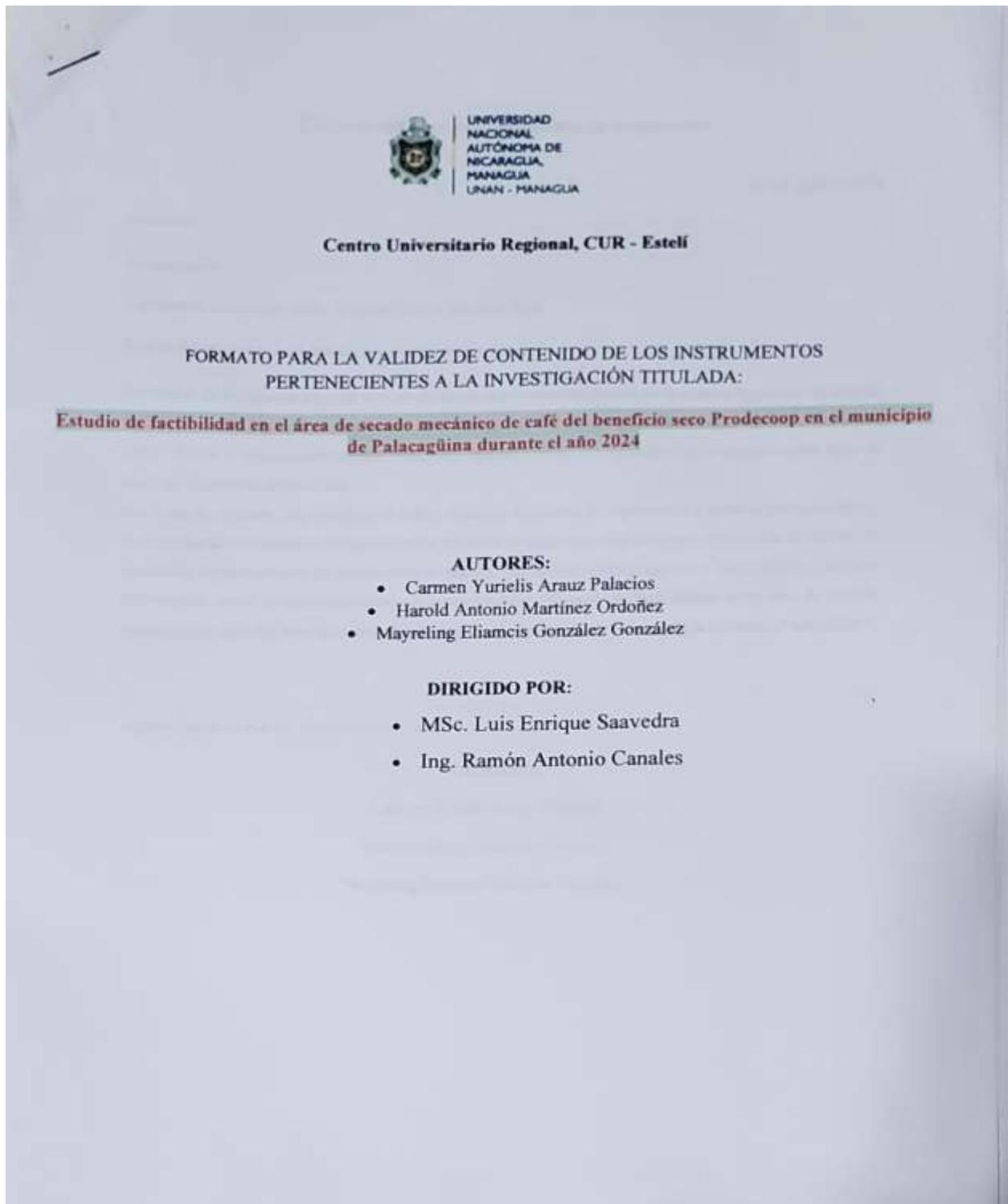
Un cafecito . (s.f.).

14. Anexos

Bosquejo

- 1. Rubro del café**
 - 1.2 Introducción al proceso de secado
 - 1.3 Procesamiento del café
 - 1.4 Productividad
 - 1.5 Humedad del café
- 2. Métodos tradicionales de secado**
 - 2.1 Secado al sol
 - 2.2 Secado mecánico
 - 2.3 Desventajas del secado mecánico
- 3. Tipos de secado mecánico |**
 - 3.1 Secado por convección
 - 3.2 Secado por infrarrojos
 - 3.3 Secado dieléctrico
- 4. Tiempos de secado**
- 5. Maquinaria**
 - 5.1 Maquinaria horizontal (guardiola)
 - 5.2 Hornos
- 6. Factibilidad**
 - 6.1 Tipos de factibilidad
 - 6.2 Factibilidad operativa
 - 6.3 Factibilidad técnica
 - 6.4 Factibilidad económica
 - 6.5 Factibilidad comercial
 - 6.6 Costos
 - 6.7 Factibilidad política y comercial
 - 6.8 Factibilidad de tiempo
 - 6.7 Factibilidad ambiental

Validación de encuesta



Instrucciones

Por favor, lea detenidamente cada uno de los enunciados y de respuesta de cada ítem.

Utilice el siguiente formato para indicar su grado de acuerdo o desacuerdo con cada enunciado que se presenta, marcando con una equis (x) en el espacio correspondiente según la siguiente escala:

5. Excelente
4. Muy Bueno
3. Bueno
2. Regular
1. Deficiente

Si desea plantear alguna sugerencia para enriquecer el instrumento, utilice el espacio correspondiente a observaciones, ubicado en la parte inferior del formato.

Constancia de juicio de experto

Yo, Edgardo Javier Palacios Ruiz, **Master** en Gestión Integrada de Calidad; por medio de la presente hago constar que he leído y revisado, con fines de validación, el instrumento de investigación: **Encuesta**, que será aplicado en el desarrollo del estudio: "Estudio de factibilidad en el área de secado mecánico de café en el Beneficio seco Prodecoop R.L.", por los estudiantes de Ingeniería Industrial.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Evaluación de instrumento:

N°	Indicadores	Valores				
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1.	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.					✓
2.	El instrumento evidencia el problema a solucionar.					✓
3.	El instrumento guarda relación con los objetivos y preguntas propuestas en la investigación.					✓
4.	El instrumento utiliza un lenguaje apropiado					✓
5.	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.					✓
6.	La redacción de las preguntas es clara y apropiada para cada dimensión.					✓
7.	Relevancia del contenido					✓
8.	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.					✓

El instrumento diseñado a su juicio es: válido (X) no válido ()

Observaciones: _____

Para que conste a los efectos oportunos, extendiendo la presente en la ciudad de Estelí, a los 03/07 del año dos mil veinticuatro.



Firma del experto

Validación entrevista

Instrucciones

Por favor, lea detenidamente cada uno de los enunciados y de respuesta de cada ítem.
Utilice el siguiente formato para indicar su grado de acuerdo o desacuerdo con cada enunciado que se presenta, marcando con una equis (x) en el espacio correspondiente según la siguiente escala:

5. Excelente
4. Muy Bueno
3. Bueno
2. Regular
1. Deficiente

Si desea plantear alguna sugerencia para enriquecer el instrumento, utilice el espacio correspondiente a observaciones, ubicado en la parte inferior del formato.

Constancia de juicio de experto

Yo, Edgardo Javier Palacios Ruiz, **Master** en Gestión Integrada de Avenues por medio de la presente hago constar que he leído y revisado, con fines de validación, el instrumento de investigación: **Guía de Entrevista**, que será aplicado en el desarrollo del estudio: "Estudio de factibilidad en el área de secado mecánico de café en el beneficio seco Prodecoop R.L.", por los estudiantes de Ingeniería Industrial.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Evaluación de instrumento:

N°	Indicadores	Valores				
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1.	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.					✓
2.	El instrumento evidencia el problema a solucionar.					✓
3.	El instrumento guarda relación con los objetivos y preguntas propuestas en la investigación.					✓
4.	El instrumento utiliza un lenguaje apropiado					✓
5.	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.					✓
6.	La redacción de las preguntas es clara y apropiada para cada dimensión.					✓
7.	Relevancia del contenido					✓
8.	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.					✓

El instrumento diseñado a su juicio es: válido (✓) no válido ()

Observaciones: _____

Para que conste a los efectos oportunos, extendiendo la presente en la ciudad de Estelí, a los 03/09 del año dos mil veinticuatro.



Firma del experto

Validación guía de observación

Instrucciones

Por favor, lea detenidamente cada uno de los enunciados y de respuesta de cada ítem. Utilice el siguiente formato para indicar su grado de acuerdo o desacuerdo con cada enunciado que se presenta, marcando con una equis (x) en el espacio correspondiente según la siguiente escala:

5. Excelente
4. Muy Bueno
3. Bueno
2. Regular
1. Deficiente

Si desea plantear alguna sugerencia para enriquecer el instrumento, utilice el espacio correspondiente a observaciones, ubicado en la parte inferior del formato.

Constancia de juicio de experto

Yo, Edgardo Javier Palacios Ruiz, **Master** en Gestión Integrada de Recursos; por medio de la presente hago constar que he leído y revisado, con fines de validación, el instrumento de investigación: **Guía de Observación**, que será aplicado en el desarrollo del estudio: "Estudio de factibilidad en el área de secado mecánico de café en el beneficio seco Prodecoop R.L.", por los estudiantes de Ingeniería Industrial.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

Evaluación de instrumento:

N°	Indicadores	Valores				
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1.	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.					/
2.	El instrumento evidencia el problema a solucionar.					/
3.	El instrumento guarda relación con los objetivos y preguntas propuestas en la investigación.					/
4.	El instrumento utiliza un lenguaje apropiado					/
5.	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.					/
6.	La redacción de las preguntas es clara y apropiada para cada dimensión.					/
7.	Relevancia del contenido					/
8.	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.					/

El instrumento diseñado a su juicio es: válido (X) no válido ()

Observaciones: _____

Para que conste a los efectos oportunos, extendiendo la presente en la ciudad de Estelí,
a los 02/09 del año dos mil veinticuatro.



Firma del experto

Formato de Entrevista

Lugar:

Fecha:

Entrevistado:

Entrevistador:

Somos estudiantes de V año de INGENIERIA INDUSTRIAL y estamos realizando una investigación que lleva por nombre “Estudio de factibilidad en el área de secado mecánico de café del beneficio seco PRODECOOP RL en el municipio de Palacagüina durante el año 2024”

A través de la siguiente entrevista se pretende explorar a profundidad el proceso actual de secado mecánico en el beneficio seco de PRODECOOP RL, con el objetivo evaluar la viabilidad de implementar nuevas maquinarias en el proceso de secado.

Agradecemos su aporte y su valioso tiempo que es fundamental para llevar a cabo nuestra investigación.

Preguntas

- 1. ¿Puede describir el proceso actual del secado de café en el beneficio Seco PRODECOOP RL?**
- 2. ¿Cuál es la situación actual del proceso de secado mecánico en el beneficio seco PRODECOOP RL?**
- 3. ¿Qué tipo de maquinaria se utiliza actualmente en el área de secado?**
- 4. ¿Puede describir el proceso actual del secado de café en el beneficio Seco PRODECOOP RL?**
- 5. ¿Qué volumen de café puede secarse en la maquinaria actual en un día/semana/mes?**
- 6. ¿Existe alguna variabilidad en la calidad del café, debido al proceso de secado actual?**
- 7. ¿Es factible, desde el punto de vista logístico y técnico, agregar más maquinaria en el área de secado?**
- 8. ¿Cómo influirá la incorporación de Secadoras estilo Guardiolas de la marca JOCA en el rendimiento y la uniformidad del proceso de secado?**
- 9. ¿Qué mejoras se esperan en términos de tiempo y eficiencia con la integración de esta nueva maquinaria?**

10. ¿Cuál sería la inversión inicial estimada para la adquisición e instalación de la maquinaria?

11. ¿Existen posibles fuentes de financiamiento o apoyo externo para la compra de la maquinaria?

12. ¿Cómo contribuirá la incorporación de más maquinaria al crecimiento del beneficio a largo plazo?

Formato de Encuesta

Somos estudiantes de V de INGENIERIA INDUSTRIAL de la universidad UNAN-MANAGUA, CUR-ESTELI, actualmente estamos realizando una investigación que tiene como objetivo recopilar información sobre opiniones y experiencias del personal de beneficio seco PRODECOOP RL sobre el uso de la maquinaria actual en el área de secado, así como evaluar la viabilidad y el impacto de la integración de nueva maquinaria en el proceso. Su participación es crucial para identificar los principales retos y oportunidades de mejora que beneficien tanto a la producción como a la calidad del café.

Nombres y apellidos: _____

Sexo: M: _____ F: _____

Cargo que desempeña: _____

INSTRUCCIONES: Marca con x o ✓ la respuesta de su preferencia.

1. **¿Considera que la maquinaria actual en el área de secado es suficiente para la demanda de producción?**
 - Si
 - No
2. **¿Cuáles son los principales desafíos del proceso de secado con la maquinaria actual?**
 - Tiempo prolongado de secado
 - Falta de mantenimiento de la maquinaria
 - Capacidad de secado limitada
 - Otros (especifique)

3. ¿Considera que el proceso de secado actual afecta la calidad final del café en términos de sabor, cuerpo y aroma?

Si

No

No estoy seguro

4. ¿Con que frecuencia el café que pasa por el proceso de secado mecánico requiere ajustes debido a problemas de calidad?

Frecuentemente

A veces

Nunca

5. ¿Ha notado variaciones significativas en los resultados del café que puedan estar relacionadas con el rendimiento de las máquinas de secado actuales?

Si

No

6. ¿Cree que es factible integrar más secadoras estilo Guardiola al proceso de secado?

Si

No

7. ¿Desde su opinión, cree que con la incorporación de más maquinaria se obtendrá mayor productividad y reducción de tiempo?

Si

No

8. ¿Considera que la nueva maquinaria podría mejorar la consistencia en la calidad del café?

Si, mejoraría

No, no afecta la calidad

¡Hemos finalizado, muchas gracias por su aporte!

Guía de observación aplicada en el proceso de secado mecánico

Aspectos a evaluar	Si	No	Hora/min	°C -%	Observaciones
Limpieza del equipo de secado	x				Se hace limpieza antes y después del proceso
Hora de inicio			10:00 am		Se lleva un registro de cuando se comienza a operar para tener un control sobre el tiempo total que se utiliza.
Hora de finalización			3:15 pm		Al igual que el inicio también se registra la hora en que finaliza el proceso.
Temperatura inicial de la secadora				60°C	se realiza toma de temperatura a la secadora, esta no debe excederse de los 60°C.
Temperatura promedio de la secadora				50°C	Durante el proceso se toma la temperatura para mantenerla dentro de los parámetros que se recomiendan.
Temperatura final de la secadora				40°C	Al finalizar se realiza una última medición de temperatura para saber si la temperatura mantuvo su estabilidad.
Humedad inicial del café				49.60%	Se mide la humedad con la que ingresan, se debe saber que en los diferentes lotes de café la humedad varía.
Tiempo total del secado			32 horas		El tiempo de secado puede variar de acuerdo a la humedad con la que, entre el café, pero normalmente se espera que el tiempo sea de 32 horas.

Humedad final del café	12.90%	Se mide la humedad para saber si está en el rango óptimo de 12 a 13%.
Imperfección del café	16%	Antes de iniciar el proceso este porcentaje representa los estándares que no pertenecen a la calidad deseada.

Triangulación de la información

- **Objetivo 1**

Objetivo	Variable conceptual	Encuesta	Entrevista	Observaciones	Resultados
Describir el proceso de secado de café en beneficio seco de PRODECOOP RL	Proceso de secado	Considera que la maquinaria actual en el área de secado es suficiente para la demanda de producción	¿Cuál es la situación actual del proceso de mecánico en el beneficio seco PRODECOOP RL?	Durante el proceso de secado, el personal realiza revisiones de secado del café para asegurar que los niveles de humedad estén dentro del rango aceptable, pero se notó que la cantidad de personal es limitada. Además de que las condiciones climáticas externas, ambiente afectan el tiempo requerido para completar el proceso de secado.	La entrevista con el encargado del proceso reveló que, aunque el proceso ha venido mejorando y ha tenido una buena aceptación, el incremento en la producción ha generado la necesidad de más equipo para evitar cuellos de botella. En conclusión, el proceso de secado en PRODECOOP RL, es funcional, pero enfrenta desafíos operativos que podrían solucionarse con una inversión en equipo adicional.

- **Objetivo 2**

Objetivo	Variable conceptual	Encuesta	Entrevista	Observaciones	Resultados
Identificar cuáles son las maquinarias utilizadas en el área de secado mecánico de PRODECOOP RL	Maquinarias utilizadas en el área de secado mecánico	¿considera que la maquinaria actual en el área de secado es suficiente para la demanda de producción?	¿Qué tipo de maquinaria se utiliza actualmente en el área de secado?	El proceso de secado requiere de 32 horas al sol, lo que implica que el tiempo puede verse afectado por falta de maquinaria y por las condiciones climáticas.	El tiempo requerido de 32 horas al sol pone en evidencia la importancia de la gestión de tiempo y las condiciones climáticas en la producción. Esto sugiere que se podrían explorar alternativas para reducir ese tiempo, como la mejora de la infraestructura de secado o la adquisición de más maquinarias.
		¿Cree que es factible integrar más maquinaria al proceso de secado?	¿Qué volumen de café puede secarse en la maquinaria actual en un día/semana/mes?	La capacidad de secado es de 300 quintales por guardiola, lo que sugiere que cada unidad tiene un rendimiento específico. Esto puede llevar a consideraciones sobre la cantidad total de maquinaria necesaria para satisfacer la demanda de producción.	La capacidad de 300 quintales por guardiola refleja la eficiencia de cada unidad, pero también subraya la necesidad de evaluar si la cantidad de guardiolas disponibles son suficientes para para
		¿Considera que la nueva maquinaria podría mejorar la eficiencia del proceso?		La dependencia de las guardiolas para el secado mecánico puede ser una limitación si se considera la necesidad de aumentar la producción en el futuro, por lo que la capacidad	
		¿Considera que la nueva maquinaria podría mejorar la calidad del café procesado?			

actual y el número de cubrir la demanda
unidades disponibles actual y futura
son factores críticos a producción de café.
evaluar.





Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



