



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

## TESIS DE GRADO

**Análisis de la factibilidad económica para la adquisición de secadores  
mecánicos rotatorios para el beneficio industrial SAJONIA ESTATE  
COFFEE S.A., Matagalpa, en el año 2025**

**Meneses, E; Valenzuela, A.**

**Tutora**

Mtra. María Elena Ramírez Chavarría

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”  
Departamento de Ciencias, Tecnológicas y Salud

**Análisis de la factibilidad económica para la adquisición de  
secadores mecánicos rotatorios para el beneficio industrial  
SAJONIA ESTATE COFFEE S.A., Matagalpa, en el año 2025**

Trabajo de investigación para optar al grado de Ingeniero Agroindustrial

**Autores**

Erling Jeffssadam Meneses Carrasco  
Andrea Paola Valenzuela Cruz

**Asesor**

Mtra. María Elena Ramírez Chavarria.

Diciembre 2025





## **Dedicatoria**

*A mi hija Francella, mi mayor motivo y la razón de cada paso que doy. Este logro también es tuyo.*

*A mi mamá Paula Cruz, por su apoyo incondicional, por sostenerme en los momentos más difíciles y recordarme que soy capaz de llegar hasta donde me lo proponga.*

*Y a la memoria de mi tía Ileana Cruz, quien, aún sin estar físicamente, sigue siendo una de mis mayores motivaciones para seguir adelante. Su ejemplo y sus palabras permanecen conmigo.*

**Br. Andrea Paola Valenzuela Cruz**

*Dedico este trabajo a mi familia, por su amor incondicional, por motivarme siempre a seguir adelante y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.*

*A mis padres, por su esfuerzo, su ejemplo y por enseñarme que todo sacrificio tiene su recompensa.*

*A quienes me acompañaron en este proceso, brindándome palabras de ánimo, comprensión y apoyo.*

**Br. Erling Jeffssadam Meneses Carrasco**

## **Agradecimiento**

*Primeramente, a Dios, por darme la fortaleza, la claridad y la sabiduría necesaria para culminar la carrera. Por acompañarme en cada etapa del camino y permitirme avanzar aun en los momentos más difíciles.*

*Y a mi madre, Paula Cruz, por estar siempre a mi lado, por su apoyo, paciencia y por nunca dejarme caer. Este logro también es tuyo.*

**Br. Andrea Paola Valenzuela Cruz**

*Agradezco profundamente a Dios por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar este trabajo.*

*A mi familia, por su apoyo incondicional, por su confianza y por ser el pilar que sostuvo cada uno de mis esfuerzos durante este proceso académico. Su amor y comprensión fueron fundamentales para alcanzar esta meta.*

*Extiendo mi agradecimiento a mis docentes y tutores, quienes compartieron sus conocimientos, orientaciones y tiempo para guiarme en el desarrollo de esta investigación. Su dedicación y compromiso con la formación profesional fueron una inspiración constante.*

*A mis compañeros y amigos, gracias por sus palabras de aliento, por las horas de estudio compartidas y por acompañarme en los momentos más difíciles y también en los más gratificantes.*

**Br. Erling Jeffssadam Meneses Carrasco**



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, ESTELÍ

“2025: Eficiencia y Calidad para seguir en victorias”

Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud

### CARTA AVAL DEL TUTOR

Estelí, 03 de diciembre de 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor del trabajo de modalidad de graduación titulado: “Análisis de la factibilidad económica para la adquisición de secadores mecánicos rotatorios para el beneficio industrial SAJONIA ESTATE COFFEE S.A., Matagalpa, en el año 2025” elaborado por los estudiantes:

Erling Jeffssadam Meneses Carrasco

21505659

Andrea Paola Valenzuela Cruz

21513425

Estudiantes de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, hago constar que he brindado acompañamiento académico y metodológico durante el desarrollo de dicho trabajo, cumpliendo con lo establecido en el cronograma y en la normativa institucional vigente. Asimismo, avalo que el trabajo cumple con los requisitos formales, científicos y éticos exigidos por la Universidad, en cumplimiento de la modalidad de graduación correspondiente.

Atentamente,

---

MSc. María Elena Ramírez Chavarría  
ORCID 0000-0002-1496-2302  
UNAN-Managua/CUR-Estelí

CC/

*¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!*

Barrio 14 de abril, contiguo a la subestación de ENATREL, Tel 27137734, Ext 7424  
dceh.curesteli@unan.edu.ni

## Resumen

El presente estudio analiza la factibilidad económica para la adquisición de secadores mecánicos rotatorios para el beneficio agroindustrial SAJONIA ESTATE COFFEE S.A., ubicado en el departamento de Matagalpa, Nicaragua, durante el año 2025. La investigación parte del diagnóstico de las necesidades operativas y productivas asociadas al proceso de secado del café, identificando limitaciones en la capacidad instalada, deficiencias en infraestructura, dependencia del secado natural y ausencia de control tecnológico, factores que afectan la eficiencia y la calidad final del grano. Mediante un enfoque mixto, se evaluó la viabilidad técnica de implementar un sistema de secadores mecánicos rotatorios, considerando parámetros de capacidad, consumo energético, temperaturas de operación, balances de masa y energía, así como requerimientos de infraestructura y mantenimiento. El estudio económico que integró costos de inversión, siendo un total de C\$ 897,759.58; distribuidos en costos operativos, flujos de efectivo y análisis de rentabilidad. Los resultados evidencian que el proyecto es técnica y económicamente viable, ya que al adquirir 14 secadores mecánicos incrementan significativamente la productividad secando entre 6 y 8 días un volumen de 1,209.6 Toneladas de café pergamino, mejorando la uniformidad del secado. La rentabilidad obtenida fue de 8.40, indicando que por cada córdoba invertido se generan más de ocho en utilidades. También los resultados reflejan que la inversión se recuperará después del cuarto año de operaciones. Este estudio concluye que la integración de nuevos secadores de café para SAJONIA es viable técnica y económicamente debido que los ingresos anuales superan la inversión total requerida en este proyecto.

**Palabras clave:** Secado mecánico, factibilidad económica, café pergamino, maquinaria agroindustrial, viabilidad técnica.

## **Abstract**

This study analyzes the economic feasibility for the acquisition of rotary mechanical dryers for the agro-industrial benefit SAJONIA ESTATE COFFEE S.A., located in the department of Matagalpa, Nicaragua, during 2025. The research starts from the diagnosis of the operational and productive needs associated with the coffee drying process, identifying limitations in installed capacity, deficiencies in infrastructure, dependence on natural drying and lack of technological control, factors that affect the efficiency and final quality of the bean. Through a mixed approach, the technical feasibility of implementing a rotary mechanical dryer system was evaluated, considering capacity parameters, energy consumption, operating temperatures, mass and energy balances, as well as infrastructure and maintenance requirements. The economic study was developed that integrated investment costs, totaling C\$ 897,759.58; distributed in operating costs, cash flows and profitability analysis. The results show that the project is technically and economically viable, since by acquiring 14 mechanical dryers they significantly increase productivity by drying between 6 and 8 days a volume of 1,209.6 tons of parchment coffee, improving the uniformity of drying. The profitability ratio obtained was 8.40, indicating that for each córdoba invested, more than eight are generated in profits. The results also reflect that the investment will recover after the fourth year of operations. This study concludes that the integration of new coffee dryers for SAJONIA is technically and economically viable because annual revenues exceed the total investment required in this project.

**Keywords:** Mechanical drying, economic feasibility, parchment coffee, agro-industrial machinery, technical viability

## índice

1.	Introducción .....	1
1.	Antecedentes .....	2
a.	Antecedentes internacionales.....	2
b.	Antecedentes nacionales .....	3
c.	Antecedentes locales .....	3
2.	Planteamiento del problema .....	5
3.	Justificación .....	6
4.	Objetivos .....	7
5.1.	Objetivo general.....	7
5.2.	Objetivos específicos .....	7
6.	Hipótesis .....	8
6.1.	H <sub>1</sub> (Hipótesis de la investigación).....	8
6.2.	H <sub>0</sub> (Hipótesis nula) .....	8
7.	Limitaciones del estudio.....	9
8.	Contexto de la investigación .....	10
9.	Marco teórico .....	11
9.1.	El beneficio agroindustrial del café .....	11
9.1.1.	Concepto y definición.....	11
9.1.2.	Importancia en la cadena de valor .....	11
9.1.3.	Procesos tradicionales vs. procesos modernizados .....	12
9.2.	Necesidades operativas y productivas del secado .....	13
9.2.1.	Diagnóstico de la capacidad operativa .....	13

9.2.2.	Necesidades del proceso de secado .....	14
9.2.3.	Limitaciones del secado tradicional .....	15
9.2.4.	Justificación de la inclusión del secado mecánico .....	15
9.3.	Viabilidad técnica de los secadores mecánicos .....	16
9.3.1.	Tipos de secadores mecánicos.....	16
9.3.2.	Principios de funcionamiento .....	16
9.3.3.	Criterios para la selección del equipo .....	17
9.3.4.	Impacto técnico en la productividad.....	18
9.3.5.	Experiencias y buenas prácticas en la región.....	18
9.4.	Factibilidad económica de la adquisición.....	19
9.4.1.	Concepto de factibilidad económica .....	19
9.4.2.	Costos asociados a la inversión .....	20
9.4.3.	Proyecciones económicas y rentabilidad .....	20
10.	Diseño metodológico .....	22
10.1.	Tipo de diseño mixto .....	22
10.2.	Tipo de investigación.....	22
10.3.	Población y muestra.....	23
10.4.	Variables y categoría (operacionalización de variables).....	24
10.5.	Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.....	29
10.6.	Confiabilidad y validez de los instrumentos.....	29
10.7.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de la información .....	30
10.8.	Criterios de calidad.....	31
11.	Análisis y discusión de resultados .....	32

11.1.	Necesidades operativas .....	32
11.1.1.	Capacidad instalada del secador rotatorio.....	35
11.1.2.	Rendimiento productivo .....	39
11.1.3.	Evaluación del estado físico de las instalaciones .....	43
11.1.4.	Análisis de entrevista aplicada.....	45
11.2.	Descripción del aspecto técnico del proyecto.....	49
11.2.1.	Localización del proyecto.....	49
11.2.2.	Actividad principal:.....	50
11.2.3.	Accesibilidad:.....	50
11.2.4.	Ventajas logísticas clave:.....	50
11.3.	Caracterización de la empresa.....	50
11.3.1.	Misión. ....	50
11.3.2.	Visión. ....	50
11.3.3.	Valores.....	51
11.3.4.	Nombre de la empresa: .....	51
11.3.5.	Naturaleza jurídica: .....	51
11.3.6.	Actividad económica:.....	51
11.3.7.	Objetivo principal: .....	52
11.3.8.	Infraestructura:.....	52
11.3.9.	Alcance comercial:.....	52
11.3.10.	Acceso a fuentes de agua.....	52
11.3.11.	Condiciones de altitud y clima .....	53
11.3.12.	Infraestructura y accesibilidad.....	53
11.4.	Impacto ambiental y sostenibilidad.....	53

11.4.1.	Ubicación geográfica y acceso .....	53
11.4.2.	Uso de suelo .....	53
11.4.3.	Infraestructura y servicios básicos .....	53
11.4.4.	Aspectos socioeconómicos.....	54
11.4.5.	Aspectos ambientales.....	54
11.5.	Descripción del proceso de transformación.....	54
11.6.	Obras Físicas .....	56
11.7.	Cumplimiento con normativas y estándares establecidos .....	57
11.8.	Factibilidad económica de la adquisición de nuevos secadores rotatorios .	57
12.	Conclusiones .....	62
13.	Recomendaciones.....	63
14.	Bibliografía.....	64
15.	Anexos .....	69

## Índice de Tabla

Tabla 1 <i>Matriz de operacionalización de variables</i> .....	24
Tabla 2. <i>Información de cargo en la empresa</i> .....	34
Tabla 3 <i>Ficha técnica del secador mecánico rotatorio Pinhalense (modelo SRE-150)</i> .	37
Tabla 4. <i>Balance por secador (24 horas)</i> .....	40
Tabla 5. <i>Comparativa de consumo energético</i> .....	41
Tabla 6. <i>Hoja de cotización</i> .....	41
Tabla 7. <i>Cálculo del Beneficio Neto y la Razón de Rentabilidad del Proyecto</i> .....	61

## Índice de Figuras

Figura 1. <i>Organigrama actual de la empresa Sajonia State Coffee.</i>	33
Figura 2. <i>Diagrama de balance de materia para el secador</i>	40
Figura 3. <i>Ubicación Sajonia</i>	49
Figura 4. <i>Flujograma del proceso productivo</i>	55

# 1. Introducción

El café constituye uno de los principales productos agrícolas y de exportación de Nicaragua, desempeñando un papel decisivo en la economía nacional al representar entre el 20 y el 25% de las exportaciones anuales. En este contexto, el departamento de Matagalpa se destaca como un eje productivo de gran importancia, al concentrar beneficios y plantaciones de café arábica de alta calidad. Sin embargo, la eficiencia del procesamiento postcosecha, particularmente en la fase de secado, determina en gran medida la productividad, la calidad final del grano y la rentabilidad del beneficio (Banco Central de Nicaragua, 2025).

El proceso de secado es fundamental para reducir el contenido de humedad del café pergamino de un 50-60% hasta un nivel seguro de 10-12%, evitando así fermentaciones indeseadas o la aparición de defectos físicos y microbiológicos. Tradicionalmente, este proceso se ha realizado mediante el secado solar, pero las variaciones climáticas y el incremento en los volúmenes de producción han vuelto indispensable la adopción de tecnologías mecánicas (Perez & Real, 2012).

En este marco, la adquisición de maquinaria de secado mecánico rotatorio surge como una alternativa eficiente para el beneficio agroindustrial SAJONIA ESTATE COFFEE S.A., ya que permite optimizar la capacidad operativa, reducir los tiempos de secado y mejorar la uniformidad del producto final. Esta investigación analiza los beneficios técnicos y productivos de la incorporación de 14 secadores mecánicos rotatorios, en el contexto de la demanda creciente de servicios de procesamiento y de la necesidad de fortalecer la competitividad industrial.

El presente estudio se estructura en los apartados de antecedentes, planteamiento del problema, justificación, objetivos, hipótesis, limitaciones, contexto, marco teórico, diseño metodológico y referencias, abordando de manera integral los factores técnicos, económicos y productivos vinculados con la implementación de esta tecnología.

# 1. Antecedentes

Este acápite refleja los principales estudios encontrados que se relacionan con una de las variables en estudio y que será de gran aporte para el desarrollo de esta investigación.

## a. Antecedentes internacionales

En un estudio realizado por Díaz (2025) en la Sierra Mariscal, Chiapas, México, se evaluó la prefactibilidad termo-económica del secado de granos de café mediante un secador híbrido solar-gas, modelando su eficiencia energética y costos operativos a través de simulaciones en TRNSYS 18, análisis paramétrico y validación experimental con cinética de secado, junto con evaluaciones económicas en Excel que incluyeron VAN, TIR y periodo de recuperación a 20 años para volúmenes de 500 kg por lote. Los resultados destacaron una fracción solar óptima del 43%, un costo de secado de 2.97 USD/kg y un periodo de recuperación de 3.5 años para 90.5 lotes anuales, permitiendo reducir la humedad del 50% al 12% en tres a cuatro veces menos tiempo que el secado solar tradicional, con ahorros del 51-63% en costos energéticos y cumplimiento de estándares de calidad que minimizan defectos microbiológicos. Se concluyó que este enfoque híbrido es económicamente factible y sostenible, recomendando su adopción con subsidios para escalabilidad en regiones cafetaleras.

También, Quinde y Vásquez (2020), analizaron la factibilidad técnica y económica del secado de café mediante un colector solar en el distrito de La Coipa, San Ignacio, Cajamarca, Perú, estimando la radiación solar con datos de NASA y dimensionando colectores mediante ecuaciones de transferencia de calor y flujo de aire, complementado con evaluaciones económicas que incorporaron TIR, VAN y presupuestos para una capacidad de 42.000 kg en cinco días. Se obtuvieron temperaturas de secado de 28.3°C, una reducción de humedad del 50-60% al 10-12% en cinco días, un presupuesto total de S/. 38.139,20, una TIR del 11%, un VAN de S/. 22.757,17 y un retorno en ocho años, junto con un incremento del 3% en el rendimiento del grano y menor incidencia de defectos. Los autores concluyeron que el secado solar resulta factible tanto económicamente como ambientalmente, al reducir tiempos y pérdidas postcosecha, y sugirieron su implementación comunitaria para mayor accesibilidad entre pequeños productores.

## **b. Antecedentes nacionales**

Gómez, Estrada y Pérez (2022), determinaron la prefactibilidad técnica y económica de un beneficio de café en Matagalpa, Nicaragua, centrándose en el secado mecánico rotatorio para reducir la humedad del 52% al 10-12% y producir café molido natural Café Doña Vale durante el período 2022-2027, mediante análisis descriptivo-explicativo con encuestas probabilísticas a 271 participantes, proyecciones lineales de demanda, diseño de procesos vía cursogramas y SLP para layout, así como evaluaciones económicas con VAN, TIR y sensibilidad en escenarios financiados, incluyendo cotizaciones de secadoras rotativas. Los hallazgos revelaron una capacidad de secado de 500 kg/h con mermas del 15-46.5%, un VAN de C\$14.613.227, una TIR del 37.78% y un periodo de recuperación de 4.98 años, cubriendo el 15% de la demanda insatisfecha y con costos energéticos anuales de C\$75.903,95. Se concluyó que el secado mecánico rotatorio es viable, optimizando la calidad y eficiencia en el beneficio, generando 15 empleos y promoviendo sostenibilidad ambiental mediante el tratamiento de residuos, aunque sensible a variaciones en precios de energía.

## **c. Antecedentes locales**

La tesis realizada por Moraga y López (2013), evaluó el proceso de secado de café pergamino en el Beneficio Sajonia para proponer un secadero solar. Se tomó como muestra lotes de café procesados mecánicamente, empleando metodología descriptiva con mediciones de humedad y calidad. Los principales resultados destacaron ineficiencias en el secado solar tradicional, con tiempos de 8-12 días, variabilidad por espesor de capa (óptimo 2-3 cm) y condiciones locales (temperatura media 25-28°C, humedad 70-85%, radiación 4.5-6 kWh/m<sup>2</sup>/día), registrando un 60% de café de calidad media-alta y pérdidas del 5-10%; el prototipo de secadero solar pasivo redujo estos tiempos a 4-6 días, mejorando la uniformidad y eficiencia térmica al 40-50%. En conclusión, el proceso actual es viable pero dependiente del clima y laborioso, por lo que la adopción de secaderos solares pasivos optimiza la sostenibilidad, reduce costos en un 30% y eleva la competitividad del sector cafetalero nicaragüense, confirmando la hipótesis de mejora mediante control ambiental.

Por otro lado, Chavarría y Gómez (2019) analizaron la factibilidad operativa del secado mecánico y natural en el Beneficio Los Pinos, Matagalpa, Nicaragua, para optimizar la producción de café oro y minimizar costos por retrasos en secado durante 2018-2019, mediante una investigación descriptiva-explicativa que incorporó observación, entrevistas a 10 participantes, análisis de

capacidad vía Kardex y Excel, con énfasis en procesos de secado a 85°C hasta una humedad del 28% y trillado para un pronóstico de 44.252 QQ. Los resultados mostraron una capacidad de secado mecánico de 130 QQ/hora, un inventario de 45.216 QQ y una reducción de costos por retrasos mediante un plan maestro, donde el secado híbrido evitó sobre costos y permitió un trillado de 412.79 QQ/día. Se concluyó que el secado mecánico es factible para emergencias climáticas, asegurando exportaciones y rentabilidad, y se recomendó la digitalización para mayor eficiencia en Matagalpa.

## 2. Planteamiento del problema

La producción cafetalera en Nicaragua enfrenta múltiples desafíos derivados de la variabilidad climática, el aumento de los volúmenes de producción y la necesidad de cumplir con estándares de calidad cada vez más exigentes (Porrás, Amrein, & Vorley, 2015). En este contexto, el proceso de secado del café constituye una de las etapas más críticas del beneficio, ya que determina la estabilidad del producto y su valor comercial.

En el beneficio agroindustrial SAJONIA ESTATE COFFEE S.A., ubicado en Matagalpa, se ha detectado una capacidad de secado insuficiente que restringe la eficiencia operativa en la cosecha principal, generando acumulación de lotes, demoras y riesgos de deterioro del grano. La empresa exporta principalmente café verde a Estados Unidos, a través de importadores como Volcafe USA y N.J. Douek & Sons Inc., con envíos documentados hasta septiembre de 2025 (ImportInfo, s.f).

Estas operaciones deben cumplir exigencias del mercado internacional, como humedad inferior al 12%, defectos por debajo del 5% (e.g., granos negros o rotos) y certificaciones obligatorias como las de la Organización Internacional del Café (OIC) para origen y calidad, junto con EU Organic y Fair Trade para segmentos gourmet. Las condiciones climáticas adversas, con lluvias prolongadas y alta humedad, obstaculizan el secado natural e incrementan la reliance en sistemas mecánicos existentes (International Trade Centre, 2012).

Frente a esta situación, la empresa proyecta que la adquisición de secadores mecánicos rotatorios podría aumentar su capacidad productiva, mejorar la uniformidad del secado y garantizar la calidad final del café procesado. Sin embargo, antes de realizar dicha inversión, se requiere analizar los beneficios técnicos, operativos y productivos que esta implementación conllevaría, así como su contribución a la optimización del proceso industrial.

El problema central radica, por tanto, en determinar la factibilidad económica de la adquisición de máquinas secadoras de café para el beneficio industrial SAJONIA Estate Coffee S.A. en el año 2025.

### **3. Justificación**

El presente estudio reviste importancia técnica, económica y ambiental. Desde el punto de vista técnico, la adquisición de secadores mecánicos rotatorios constituye una oportunidad para modernizar la infraestructura del beneficio agroindustrial SAJONIA ESTATE COFFEE S.A., optimizando los procesos de secado y garantizando un control con mayor rigurosidad de las variables de temperatura, tiempo y humedad. Esta modernización permitirá reducir los tiempos de procesamiento, mejorar la calidad del producto final y aumentar la vida útil de los equipos mediante una operación más eficiente.

Desde una perspectiva productiva, la incorporación nuevos secadores incrementará de manera significativa la capacidad instalada del beneficio, permitiendo procesar mayores volúmenes de café en menor tiempo y responder con mayor agilidad a las demandas de los productores locales. Ello contribuirá a disminuir los cuellos de botella que actualmente afectan la logística del proceso y elevará la competitividad del beneficio en los mercados internacionales.

Asimismo, la ampliación de la capacidad de secado beneficiará indirectamente a los productores de la región, quienes podrán acceder a servicios más eficientes y de mayor calidad, fortaleciendo la cadena de valor del café en Matagalpa. Además, la implementación de tecnología moderna favorece la generación de empleo y promueve la capacitación del personal técnico en el manejo de equipos industriales avanzados.

Académicamente, esta investigación aporta un enfoque integral que combina aspectos técnicos, operativos y estratégicos, proporcionando una base conceptual útil para futuras decisiones de inversión en el sector agroindustrial nicaragüense específicamente en la producción del café. De igual forma, contribuye a la literatura nacional sobre modernización tecnológica en la industria del café, promoviendo un modelo de desarrollo sostenible basado en la eficiencia y la innovación.

## **4. Objetivos**

### **5.1. Objetivo general**

Analizar la factibilidad económica para la adquisición de secadores mecánicos rotatorios para la optimización de la productividad en el beneficio industrial SAJONIA ESTATE COFFEE S.A. en el año 2025.

### **5.2. Objetivos específicos**

1. Identificar las necesidades operativas y productivas del beneficio agroindustrial para la inclusión del secado mecánico en el proceso productivo.
2. Evaluar la viabilidad técnica para la adquisición de los secadores mecánicos para la optimización de la productividad en SAJONIA.
3. Determinar la factibilidad económica para la compra de nuevos secadores mecánicos para el beneficio industrial de café SAJONIA.

## **6. Hipótesis**

### **6.1. H1 (Hipótesis de la investigación)**

La adquisición de secadores mecánicos rotatorios para el beneficio industrial SAJONIA Estate Coffee S.A., es económicamente factible, permitiendo el incremento de la productividad y la reducción de costos operativos en la operación del secado del café.

### **6.2. H<sub>0</sub> (Hipótesis nula)**

La adquisición de secadores mecánicos rotatorios no es económicamente factible para SAJONIA Estate Coffee S.A. debido que los costos de inversión y operación no generan mejoras significativas en la productividad ni en la rentabilidad del proceso del secado.

## **7. Limitaciones del estudio**

El presente estudio reconoce limitaciones tanto de orden metodológico como contextual. En primer lugar, la investigación se delimita al beneficio agroindustrial SAJONIA ESTATE COFFEE S.A., por lo que los resultados no son generalizables a todos los beneficios del país, aunque pueden ofrecer pautas comparativas para casos similares.

Asimismo, el análisis se centra en el año 2025, lo que restringe la observación de posibles variaciones en periodos posteriores derivadas de fluctuaciones climáticas, cambios en los precios del mercado internacional del café o innovaciones tecnológicas futuras.

Finalmente, se reconoce que el acceso a información interna de la empresa podría estar condicionado por políticas de confidencialidad, lo cual limita la disponibilidad de ciertos datos específicos sobre costos operativos o volúmenes de producción.

## **8. Contexto de la investigación**

La investigación se desarrolla en el beneficio agroindustrial SAJONIA ESTATE COFFEE S.A., ubicado en el departamento de Matagalpa, Nicaragua. Esta región constituye una de las principales zonas productoras de café arábica del país, reconocida por su topografía montañosa, suelos fértiles y clima húmedo, que favorecen el desarrollo de granos de alta calidad.

La empresa SAJONIA ESTATE COFFEE S.A. se dedica al procesamiento, secado y comercialización de café pergamino seco, brindando servicios a productores locales y cooperativas. Su operación abarca desde la recepción del café húmedo hasta el empaque final, integrando procesos de control de calidad, trazabilidad y cumplimiento de estándares internacionales de exportación.

En los últimos años, el beneficio ha experimentado un aumento considerable en la demanda de servicios de secado, tanto por parte de productores asociados como de terceros. No obstante, la capacidad instalada actual no cubre completamente los picos de producción, generando limitaciones en la gestión del flujo de trabajo y aumentando la dependencia de factores externos, como las condiciones climáticas.

Socialmente, la empresa forma parte del entramado económico de Matagalpa, contribuyendo al empleo directo e indirecto en la zona y fortaleciendo la sostenibilidad de la cadena cafetalera. Por ello, la inversión en maquinaria moderna no solo impactará positivamente en la productividad del beneficio, sino también en el desarrollo socioeconómico local, promoviendo la estabilidad laboral y la competitividad regional.

## **9. Marco teórico**

### **9.1. El beneficio agroindustrial del café**

#### **9.1.1. Concepto y definición**

El beneficio agroindustrial del café se define como el conjunto de operaciones postcosecha que transforman la cereza recolectada en granos de café verde listos para el comercio internacional, integrando procesos de limpieza, despulpado, fermentación, secado y almacenamiento que agregan valor económico y preservan la calidad sensorial del producto. (International Trade Centre, 2022)

Este concepto abarca no solo la transformación física de la materia prima, sino también la aplicación de prácticas sostenibles para mitigar impactos ambientales, como el manejo eficiente de subproductos orgánicos (pulpa, mucílago y aguas residuales), que representan hasta el 45% del peso de la cereza y pueden reciclarse como fertilizantes. (Coffee Barometer, 2023)

En el contexto global, el beneficio se enmarca en una cadena de valor donde el 95% de los productores operan en fincas menores a cinco hectáreas, destacando su rol en la generación de empleo rural y la contribución a ingresos superiores a los 200.000 millones de dólares anuales en el sector cafetalero mundial. (International Trade Centre, 2022)

En términos agroindustriales, el concepto enfatiza la resiliencia ante el cambio climático, incorporando innovaciones como fermentaciones anaeróbicas controladas que optimizan perfiles sensoriales y reducen el consumo de agua en un 30-50%, alineándose con marcos como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU (Coffee Barometer, 2023).

#### **9.1.2. Importancia en la cadena de valor**

El proceso agroindustrial del café desempeña una función esencial dentro de la cadena de valor, ya que convierte la materia prima en productos listos para el comercio, generando puestos de trabajo dignos y favoreciendo la integración social, especialmente en las zonas rurales donde el sector cafetero puede llegar a representar hasta el 25% de las exportaciones nacionales, como ocurre en Nicaragua (Reyes, 2024).

La relevancia de este eslabón se fundamenta en su capacidad para impulsar la sostenibilidad económica, facilitando la diversificación de mercados y aportando estabilidad a los ingresos ante la fluctuación de los precios internacionales. Además, contribuye significativamente al producto

interior bruto agrícola gracias a exportaciones que alcanzan un valor de 19.000 millones de dólares cada año (Observatorio de Complejidad Económica (OEC), 2024).

Desde el ámbito social, el beneficio agroindustrial promueve la igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres y la inclusión de colectivos vulnerables, como jóvenes y mujeres en áreas rurales, a través de la creación de empleo en cooperativas y pequeñas empresas. De este modo, ayuda a paliar la informalidad laboral y la carencia de protección social, retos habituales en estas regiones (Organización Internacional del Trabajo, 2021).

La importancia estratégica del beneficio en la cadena de valor se evidencia en su capacidad para impulsar la resiliencia climática y la innovación, como la adopción de certificaciones voluntarias que elevan el acceso a mercados éticos y generan primas de precio del 5-15% (International Trade Centre, 2022). Este eslabón facilita la medición de impactos multidimensionales, como la creación de equivalentes de tiempo completo (FTE) en empleo de calidad, y promueve la formalización de negocios rurales, contribuyendo a la reducción de la pobreza en un 10-15% en regiones cafetaleras (Organización Internacional del Trabajo, 2021).

### **9.1.3. Procesos tradicionales vs. procesos modernizados**

Los procesos tradicionales de beneficio del café, predominantemente manuales y dependientes de mano de obra intensiva, involucran secado en patios solares y clasificación visual en fincas pequeñas, preservando sabores auténticos pero limitados por bajos rendimientos (hasta 20% de mermas) y vulnerabilidad a lluvias que prolongan el secado de 15-30 días y aumentan defectos microbiológicos (International Trade Centre, 2022).

Estos métodos, comunes en el 95% de las fincas globales menores a cinco hectáreas, fomentan la biodiversidad mediante agroforestería sombreada, pero generan emisiones equivalentes a 45 millones de tCO<sub>2</sub>e anuales por deforestación y carecen de trazabilidad, restringiendo acceso a mercados premium (Coffee Barometer, 2023).

Sus ventajas radican en costos iniciales bajos y adaptación cultural, aunque los desafíos incluyen explotación laboral, con salarios por debajo de mínimos en el 80% de productores, y proyecciones de caída del 45% en producción de Arábica para 2050 debido al cambio climático. (Observatorio de Complejidad Económica (OEC), 2024)

En contraste, los procesos modernizados incorporan tecnologías como secadores mecánicos rotatorios y sensores IoT para control preciso de humedad (11-12% en 3-5 días), reduciendo mermas al 10-15% y minimizando contaminantes mediante fermentaciones controladas que optimizan perfiles sensoriales para segmentos gourmet (International Trade Centre, 2012).

Estas innovaciones, impulsadas por estándares como Rainforest Alliance, integran trazabilidad geolocalizada y auditorías de terceros, elevando la certificación al 55% de la producción mundial y estabilizando precios vía contratos a futuro en bolsas como Nueva York (Coffee Barometer, 2023). Las ventajas incluyen mayor eficiencia energética (reducción del 30% en consumo de agua) y resiliencia ecológica mediante agroforestería intensiva, aunque los desafíos persisten en la adopción por pequeños productores, donde solo el 26% del café certificado se comercializa como tal, transfiriendo costos y marginando regiones tradicionales en África y América Central (International Trade Centre, 2022)

La comparación revela que mientras los procesos tradicionales priorizan la equidad social en comunidades locales mediante empleo intensivo, los modernizados enfatizan la sostenibilidad ambiental y económica, alineándose con regulaciones como la EUDR de la UE que exige debida diligencia en deforestación cero (Coffee Barometer, 2023)

La transición híbrida, combinando manuales con digitales, ofrece el mayor potencial para equilibrar desafíos, como la concentración productiva en Brasil (40% global) que desplaza métodos artesanales, requiriendo inversiones en capacitación para dos tercios de la población cafetalera (Organización Internacional del Trabajo, 2021). En última instancia, los modernizados superan a los tradicionales en escalabilidad y acceso a mercados éticos, pero demandan políticas inclusivas para evitar desigualdades, promoviendo una cadena de valor resiliente y justa (International Trade Centre, 2022)

## **9.2. Necesidades operativas y productivas del secado**

### **9.2.1. Diagnóstico de la capacidad operativa**

El diagnóstico de la capacidad operativa en el secado de café implica una evaluación integral de los recursos disponibles, incluyendo infraestructura, maquinaria y flujo de procesos, para identificar cuellos de botella que afecten la eficiencia postcosecha en beneficios agroindustriales. En contextos como el nicaragüense, este análisis revela que muchos beneficios operan con capacidades subóptimas, donde el secado representa hasta el 40% del tiempo total de procesamiento, limitando el volumen procesado a 200-300 quintales diarios debido a dependencias climáticas y mantenimiento deficiente de equipos (Mora & Lopez, 2015).

Este enfoque diagnóstico incorpora indicadores clave como la tasa de mermas (15-20%) y el tiempo de ciclo, permitiendo priorizar intervenciones que alineen la capacidad con demandas estacionales, especialmente en regiones como Matagalpa donde la cosecha pico genera sobrecargas operativas (Garcia, Estrada, & Perez, 2025)

La evaluación operativa también considera aspectos humanos y logísticos, como la rotación de personal y el almacenamiento intermedio, que en diagnósticos recientes muestran ineficiencias del 25% en la utilización de espacio para secado, agravadas por lluvias que extienden los periodos de espera (Mora & Lopez, 2015).

Mediante herramientas como el análisis de flujo de valor y simulaciones en software, se cuantifican brechas, revelando que una capacidad instalada de 500 kg/hora podría elevarse a 800 kg/hora con optimizaciones, reduciendo costos variables en un 18% y mejorando la trazabilidad para exportaciones. Así, el diagnóstico no solo mide el presente, sino que proyecta escenarios sostenibles alineados con estándares internacionales de calidad (Garcia, Estrada, & Perez, 2025).

### **9.2.2. Necesidades del proceso de secado**

El proceso de secado en el beneficio del café requiere una reducción controlada de la humedad del grano pergamino del 50-60% al 10-12% para prevenir fermentaciones indeseadas y preservar atributos sensoriales, demandando condiciones uniformes de temperatura (40-60°C) y ventilación que minimicen contaminantes microbiológicos como la ocratoxina A (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2020).

Estas necesidades operativas incluyen un manejo homogéneo del café para evitar gradientes de secado que generen defectos físicos, requiriendo superficies de al menos 1 m<sup>2</sup> por quintal y revoluciones frecuentes (3-4 veces al día), lo cual es crítico en climas húmedos donde el secado solar puede extenderse hasta 20 días. Además, el proceso exige monitoreo continuo de variables ambientales para cumplir con normativas de inocuidad, integrando prácticas que optimicen el uso de energía renovable y reduzcan emisiones (Biopp, 2022).

La Federación Nacional de cafetaleros de Colombia (2020) explica que “Desde una perspectiva productiva, las necesidades abarcan la escalabilidad para volúmenes crecientes, donde el secado debe integrarse con etapas previas como el despulpado para maximizar rendimientos (hasta 85%) y minimizar pérdidas postcosecha estimadas en 10-15% globalmente”.

Innovaciones como sensores IoT responden a estas demandas al automatizar controles, asegurando uniformidad y reduciendo mano de obra en un 30%, mientras que el almacenamiento post-secado por 2-3 semanas a 18-20°C estabiliza la calidad. En resumen, estas necesidades subrayan la integración de eficiencia técnica y sostenibilidad para una cadena de valor competitiva (Biopp, 2022).

### **9.2.3. Limitaciones del secado tradicional**

El secado tradicional, predominantemente solar en patios o zarandas, enfrenta limitaciones inherentes como la dependencia climática, que en regiones tropicales prolonga el proceso hasta 15-30 días y eleva riesgos de mermas por exposición a lluvias o contaminantes, resultando en hasta 20% de pérdidas en calidad sensorial (Zamorano University, 2023).

Esta metodología manual exige alta intensidad laboral para revoluciones constantes, lo que genera ineficiencias en fincas pequeñas donde el 95% de productores carecen de espacio adecuado (1-2 m<sup>2</sup>/quintal), exacerbando desigualdades y costos ocultos por defectos microbiológicos. Además, la falta de control térmico homogeniza mal el secado, permitiendo variaciones de humedad que incumplen estándares exportadores (SENA, 2025).

Otras restricciones incluyen impactos ambientales, como el uso de suelos no permeables que generan escorrentías contaminadas con mucílago, contribuyendo a emisiones de metano equivalentes a 5-10% del ciclo de vida del café (Zamorano University, 2023). En contextos de cambio climático, estas limitaciones se agravan con patrones impredecibles de insolación, reduciendo la viabilidad en un 30% para cultivos de altura y marginando a pequeños productores de mercados premium. La transición a métodos híbridos se impone para mitigar estas barreras, priorizando equidad y resiliencia operativa (SENA, 2025).

### **9.2.4. Justificación de la inclusión del secado mecánico**

La inclusión del secado mecánico se justifica por su capacidad para acelerar el proceso a 3-5 días mediante tambores rotatorios que controlan temperaturas uniformes (50-60°C), reduciendo mermas al 10-15% y minimizando defectos en comparación con métodos tradicionales, lo cual es esencial para volúmenes exportadores en países como Nicaragua y Colombia (Valencia, 2024).

Esta tecnología integra ventilación forzada y automatización, elevando la eficiencia energética en un 40% y cumpliendo certificaciones como Rainforest Alliance, que demandan trazabilidad y calidad consistente para primas de precio del 10-20%. En beneficios agroindustriales, justifica inversiones iniciales de 50.000-100.000 USD por su retorno en 2-4 años vía mayor throughput (Instituto Tecnológico Metropolitano, 2023).

Económicamente, el secado mecánico optimiza costos operativos al reducir dependencia laboral y pérdidas postcosecha, generando ahorros anuales de 15-25% en regiones cafetaleras donde

el clima adverso limita lo tradicional (Valencia, 2024). Ambientalmente, minimiza huella de carbono mediante recuperación de calor residual, alineándose con ODS 13 y regulaciones UE como EUDR, mientras fomenta inclusión al capacitar mano de obra local (Instituto Tecnológico Metropolitano, 2023).

### **9.3. Viabilidad técnica de los secadores mecánicos**

#### **9.3.1. Tipos de secadores mecánicos**

Los secadores mecánicos para café se clasifican principalmente en tipos como los de capa estática (silos), de tambor rotatorio y parabólicos o de túnel, cada uno adaptado a volúmenes variables y condiciones ambientales específicas en regiones cafetaleras. Los silos de capa estática permiten un control preciso de la humedad mediante flujo de aire constante, ideales para procesos continuos en fincas medianas, mientras que los tambores rotatorios facilitan el volteo uniforme del grano, reduciendo mermas en hasta un 10% comparado con métodos solares (Osorio, Pabon, Shuler, & Fernandez-Alduenda, 2022). En América Latina, los secadores parabólicos ganan relevancia por su integración con energía solar, procesando hasta 270 kg de café lavado en capas delgadas de 2 cm, lo que optimiza la eficiencia en entornos con alta insolación (Valencia, 2024)

Otro tipo emergente son las paseras inteligentes con componentes IoT, que combinan volteo mecánico automatizado con sensores para monitoreo en tiempo real, diferenciándose de los tradicionales por su capacidad volumétrica de 0,07 m<sup>3</sup> por bastidor y uso de materiales resistentes como madera y PLA (Briñez, Orjuela, & Gonzalez, 2023). Estos sistemas híbridos, como los de túnel, distribuyen calor uniformemente, permitiendo secado en etapas combinadas solar-mecánico, y se adaptan a variedades como el Arábica en Colombia y Ecuador. La diversidad de tipos asegura flexibilidad operativa, alineándose con demandas de escalabilidad en la poscosecha (Valencia, 2024).

#### **9.3.2. Principios de funcionamiento**

El funcionamiento de los secadores mecánicos se basa en principios de convección y conducción térmica, donde el aire caliente circula a través del grano para evaporar la humedad del 50-60% al 10-12%, manteniendo temperaturas por debajo de 40°C para evitar daños en la estructura celular del café (Osorio, Pabon, Shuler, & Fernandez-Alduenda, 2022)

En modelos como los silos de capa estática, el flujo de aire intermitente y rotaciones cada 3 horas homogeneizan el secado, reduciendo gradientes de humedad y minimizando la actividad de agua

(aw) para prevenir microorganismos como productores de ocratoxina A. Estos principios integran controles automáticos, como microcontroladores ESP32 en paseras inteligentes, que alternan ciclos de volteo de 15 minutos con reposos de 25 minutos para optimizar la exposición al calor (Valencia, 2024).

En secadores parabólicos o de túnel, el principio radica en la captación solar para generar convección forzada, con sensores de humedad y temperatura activando mecanismos de volteo vía rastrillos automáticos, asegurando uniformidad en 48 horas para lotes de 50 kg (Briñez, Orjuela, & Gonzalez, 2023). La eficiencia se potencia con lechos vibratorios y recuperación de calor residual, alineando el proceso con estándares de calidad SCA (Specialty Coffee Association) mediante monitoreo (Osorio, Pabon, Shuler, & Fernandez-Alduenda, 2022). Así, estos principios garantizan un secado controlado, esencial para preservar atributos sensoriales en contextos variables.

### **9.3.3. Criterios para la selección del equipo**

La selección de secadores mecánicos debe priorizar la capacidad de procesamiento alineada con la producción diaria, como 500-800 kg/hora para beneficios medianos, junto con eficiencia energética que minimice el consumo de combustible o electricidad en un 40% mediante diseños híbridos (Valencia, 2024). Otros criterios clave incluyen el control preciso de temperatura (40-60°C) y flujo de aire para evitar defectos térmicos, así como materiales resistentes como ABS o PLA que soporten impactos y variaciones climáticas, facilitando mantenimiento accesible en regiones remotas. La robustez rotatorio, con componentes como rieles lineales y sensores de final de carrera, asegura durabilidad y adaptabilidad a superficies irregulares (Briñez, Orjuela, & Gonzalez, 2023).

Adicionalmente, se evalúa el costo inicial versus retorno, considerando inversiones de 50.000-100.000 USD con recuperación en 2-4 años, y la integración con IoT para trazabilidad, cumpliendo certificaciones como Rainforest Alliance (Osorio, Pabon, Shuler, & Fernandez-Alduenda, 2022). En América Latina, la selección enfatiza la compatibilidad con energías renovables y facilidad de capacitación, priorizando equipos que reduzcan intervención manual en un 30% para elevar la productividad sin comprometer la seguridad operativa. Estos criterios equilibran viabilidad técnica con sostenibilidad económica (Osorio, Pabon, Shuler, & Fernandez-Alduenda, 2022)

#### **9.3.4. Impacto técnico en la productividad**

Los secadores mecánicos impactan positivamente la productividad al reducir el tiempo de secado de 14 días (solar) a 8,6 días, permitiendo procesar mayores volúmenes y minimizando pérdidas postcosecha en un 10-15% mediante uniformidad en la humedad final del 10-12% (Osorio, Pabon, Shuler, & Fernandez-Alduenda, 2022). Esta eficiencia técnica eleva la capacidad operativa, como en silos que manejan capas de hasta 50 cm con rotaciones programadas, mejorando la consistencia sensorial y puntajes SCA en fragancia y aroma (de 7,72 a 8,01 puntos). La automatización reduce esfuerzo humano, optimizando ciclos y elevando el throughput en un 20-30% para variedades como Suave Lavado (Valencia, 2024).

En términos de calidad, el impacto se manifiesta en la disminución de defectos microbiológicos y mermas, con paseras inteligentes que monitorean en tiempo real para finalizar procesos óptimamente, incrementando rendimientos en un 5-10% y competitividad en mercados premium (Briñez, Orjuela, & Gonzalez, 2023). Combinados con etapas solares iniciales, estos equipos estabilizan la cadena de suministro, reduciendo riesgos climáticos y costos variables en un 18%, fomentando escalabilidad en fincas latinoamericanas. Así, el impacto técnico transforma la poscosecha en un factor de crecimiento sostenible (Osorio, Pabon, Shuler, & Fernandez-Alduenda, 2022).

#### **9.3.5. Experiencias y buenas prácticas en la región**

En Colombia, experiencias como el prototipo de secador parabólico semi-automatizado en Nariño han reducido el secado a 48 horas para 50 kg, integrando lechos vibratorios y sensores para mejorar la calidad de vida de caficultores mediante menor dependencia manual (Valencia, 2024). En el Cauca, sistemas automatizados con rastrillos 3D y ESP32 han validado uniformidad en variedades Honey y Cereza, destacando buenas prácticas como el diseño rotatorio para mantenimiento fácil y validación comparativa con métodos manuales. Estas iniciativas, probadas en secaderos solares irregulares, enfatizan la integración de impresión 3D para prototipado rápido y bajo costo (Briñez, Orjuela, & Gonzalez, 2023).

En Brasil y Colombia, la combinación de secado solar-mecánico en lechos fijos ha demostrado viabilidad, con rotaciones cada 3 horas y temperaturas de 50°C que preservan calidad SCA sin diferencias significativas (82,90 puntos promedio), promoviendo prácticas como períodos intermitentes para eficiencia energética (Osorio, Pabon, Shuler, & Fernandez-Alduenda, 2022)

Las Buenas prácticas regionales incluyen capacitación continua y monitoreo IoT para ajustar parámetros, junto con uso de biomasa en Huila para sostenibilidad, reduciendo emisiones y elevando rentabilidad en un 10-20%. Estas experiencias subrayan la adaptabilidad de secadores mecánicos a contextos latinoamericanos, fomentando innovación inclusiva (Valencia, 2024).

#### **9.4. Factibilidad económica de la adquisición**

##### **9.4.1. Concepto de factibilidad económica**

La factibilidad económica de una adquisición se define como el análisis sistemático que evalúa la capacidad de un proyecto o inversión para generar beneficios financieros superiores a los costos involucrados, considerando flujos de caja futuros, tasas de descuento y riesgos inherentes, con el fin de determinar su viabilidad a largo plazo en contextos agroindustriales como el procesamiento del café (Betancourt, 2019)

Este concepto integra indicadores cuantitativos como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio-Costo (RBC), que permiten comparar alternativas de inversión y asegurar que el retorno supere el costo de oportunidad, especialmente en operaciones volátiles donde factores como precios internacionales y clima afectan la rentabilidad. En el sector cafetalero, esta evaluación enfatiza la sostenibilidad, alineándose con metodologías como la de la ONU para proyectos industriales, que priorizan escenarios reales y corrientes para mitigar incertidumbres (Valencia, 2024).

En el marco de adquisiciones de equipo para secado de café, la factibilidad económica no solo mide la recuperación de la inversión inicial, sino que incorpora análisis de sensibilidad para variaciones en variables clave, como costos energéticos o demanda de mercado, garantizando que el proyecto contribuya al equilibrio financiero de la empresa (Guerrero, 2019).

Este enfoque considera impactos sociales y ambientales indirectos, como la reducción de pérdidas postcosecha que elevan la utilidad neta, posicionando la adquisición como una herramienta estratégica para la competitividad en cadenas de valor globales. Así, el concepto trasciende lo puramente financiero, promoviendo decisiones informadas que fomenten el crecimiento inclusivo en regiones productoras.

#### **9.4.2. Costos asociados a la inversión**

Los costos asociados a la adquisición de secadores mecánicos para café incluyen inversiones fijas como maquinaria y infraestructura (50.000-100.000 USD para modelos de capacidad media), junto con diferidos tales como permisos, capacitaciones y adecuaciones ambientales, que representan el 10-20% del total inicial y son críticos para el cumplimiento normativo en países como Nicaragua y Colombia (Cenicafé, s.f).

Operativamente, se suman gastos variables en combustible (cisco o gas propano, hasta 100 USD/kg) y energía eléctrica (300 USD/kWh), que pueden incrementarse en un 40% con cargas subóptimas, aunque sistemas de control como SISCAT reducen estos en hasta 57% mediante optimización de caudales. En beneficios agroindustriales, estos costos se distribuyen en un 77% para mano de obra y materiales, destacando la necesidad de dimensionar equipos según el pico de cosecha para evitar ineficiencias (Betancourt, 2019).

Adicionalmente, los costos indirectos como mantenimiento y depreciación (5-10% anual) impactan la estructura financiera, particularmente en fincas con producciones variables donde el secado representa el 23% del gasto total en beneficiado. La selección de materiales locales, como en los silos Cenicafé, mitiga estos mediante construcciones económicas con ladrillos y ventiladores nacionales, reduciendo la inversión inicial frente a importaciones. En resumen, una gestión integral de estos costos asegura la alineación con presupuestos operativos, minimizando riesgos y maximizando la eficiencia en el procesamiento postcosecha (Guerrero, 2019).

#### **9.4.3. Proyecciones económicas y rentabilidad**

Las proyecciones económicas para la adquisición de secadores mecánicos involucran flujos de caja proyectados a 5-10 años, considerando ingresos por mayor volumen procesado y reducción de mermas (10-15%), con un VAN positivo que refleja rentabilidad al descontar a tasas del 10-12%, como en casos donde se alcanza 20.000 USD neto tras inversión de 100.000 USD (Betancourt, 2019).

La TIR, típicamente superior al 15% en optimizaciones operativas, supera el costo de capital, mientras que la RBC mayor a 1,23 valida la eficiencia, especialmente con primas por calidad en mercados premium que elevan ingresos en un 20-30%. Estas proyecciones incorporan sensibilidad a volatilidades, como fluctuaciones en precios de café (1.190-1.250 C\$/quintal), asegurando escenarios realistas para decisiones estratégicas (Cenicafé, s.f).

La rentabilidad se evidencia en márgenes de utilidad neta del 27-28%, con periodos de recuperación de 2-4 años mediante ahorros en costos operativos (18-25%) y mayor throughput, como en fincas nicaragüenses donde la relación beneficio/costo alcanza 1,38. Indicadores como el periodo de recuperación (3-4 años) y TIR del 42-72% en proyectos similares confirman la viabilidad, fomentando financiamiento externo (68% del total) para escalabilidad. En última instancia, estas proyecciones posicionan la adquisición como impulsora de sostenibilidad financiera, equilibrando riesgos climáticos con oportunidades de mercado ético (Guerrero, 2019).

## **10. Diseño metodológico**

### **10.1. Tipo de diseño mixto**

El presente estudio emplea un diseño mixto, debido a que integra la recopilación, análisis y la conexión de datos cuantitativos y cualitativos de forma sistemática en una sola investigación, se busca capitalizar los puntos fuertes de ambos métodos. Esto con el propósito de alcanzar un entendimiento más completo y exhaustivo del fenómeno bajo estudio. Tal enfoque permite encarar interrogantes complejas, solidificando la validez de los resultados, utilizando la triangulación generando interpretaciones más completas. Esto se consigue fusionando diversas perspectivas y tipos de datos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Este tipo de diseño es particularmente útil en el estudio, porque explica la propuesta de adquisición de nuevos secadores de café; que posibilita abordar integralmente aspectos técnicos y económicos del proyecto. Al mezclar métodos cuantitativos, como el análisis de costos e inversión, con técnicas cualitativas como guía de observación, se obtiene una visión más completa y robusta de la viabilidad de la inversión. Esta integración facilita la triangulación de datos, robustece la validez de los resultados y permite identificar, no sólo beneficios económicos, sino también los impactos operativos y sociales que la implementación de la nueva tecnología podría producir en el negocio cafetalero.

### **10.2. Tipo de investigación**

Esta investigación es tanto descriptiva como propositiva, ya que primero analiza y detalla la situación actual de SAJONIA, permitiendo comprender sus características y desafíos en el ámbito productivo y financiero. A partir de este diagnóstico, el estudio va más allá de la simple descripción y plantea una propuesta concreta: la integración de secadores de café como alternativa para mejorar la eficiencia. De este modo, no solo se observa y explica la realidad, sino que también se ofrecen soluciones prácticas orientadas a transformar y optimizar los procesos existentes (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

El propósito central entonces, no es solamente analizar sino plantear una mejora útil y factible, apoyada en fundamentos técnicos y financieros. Escoger el enfoque propositivo se basa en que el problema hallado necesita una acción directa, buscando soluciones

provechosas para la empresa. La propuesta técnica y económica que se desarrolla en este estudio ayuda a ver la viabilidad de instalar los secadores de café, considerando costos, ganancias y retorno de inversión. Por lo tanto, la investigación no solo describe la problemática, si no que busca el crecimiento empresarial, fortaleciendo la toma de decisiones estratégicas, contribuyendo al avance del proceso productivo.

Por otra parte, por su alcance temporal, adopta un enfoque transversal, centrado en datos recolectados durante 2025, aunque incorpora proyecciones longitudinales para flujos de caja a mediano plazo (5-10 años) alineadas con el horizonte de análisis económico.

### **10.3. Población y muestra**

La población del estudio abarca los elementos técnicos, operativos, y también documentales, que están unidos con el proceso de secado del café en la empresa SAJONIA. También cuenta con la infraestructura disponible, el equipo empleado, los registros de producción y el consumo energético, y las condiciones operativas vistas durante el secado. Además, se incluyen los espacios productivos donde se hace la actividad, dado que allí se va a usar la guía de observación.

La muestra fue seleccionada a propósito, pensando en los recursos y procesos más importantes para la evaluación técnica y analizar si integrar los secadores de café es factible.

En la parte cuantitativa, el estudio técnico, la muestra incluye los equipos, registros y datos operativos del secado del café que se tienen a mano, como su capacidad, los tiempos que tarda, lo que gasta de energía, los costes de operar, y qué tan bien sale el producto.

En el componente cualitativo, una guía de observación, la muestra son los sitios físicos donde se seca el café y el personal técnico o quienes están a cargo, porque al mirar se describe el trabajo real, cómo está el equipo, cómo es el proceso, y lo que se hace para producir.

Unir esas fuentes permite comparar la información técnica y la cualitativa para apoyar la propuesta de añadir secadores de café.

## 10.4. Variables y categoría (operacionalización de variables)

Tabla 1

*Matriz de operacionalización de variables*

Objetivo Especifico	Variable conceptual	Definición conceptual	Subvariables, Dimensiones, categorías	Variables operativas o indicadores	Tipo de variable estadística	Categoría estadística	Instrumento de recopilación
Identificar las necesidades operativas y productivas del beneficio agroindustrial para la inclusión del secado mecánico en el proceso Productivo	Necesidades operativas	Se refieren a las Necesidades Operativas de Fondos (NOF), que representan la inversión neta que una empresa requiere para sostener su actividad corriente (inventarios, cuentas por cobrar, descontando la financiación espontánea como cuentas por pagar) y mantener el ciclo operativo (Llorenç Bagur & Chamorro Mora, 2020)	Recursos humanos	Capacidad personal	Cuantitativo	# personas	Organigrama
				operario en secado	Cualitativo	# personal calificado	Ficha de contratación

<b>Objetivo Especifico</b>	<b>Variable conceptual</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Subvariables, Dimensiones, categorías</b>	<b>Variables operativas o indicadores</b>	<b>Tipo de variable estadística</b>	<b>Categoría estadística</b>	<b>Instrumento de recopilación</b>
			Equipo y maquinaria	Capacidad productiva secadores	Cuantitativo	# Maquinaria capac qq/ h	Ficha técnica máquina
			Insumos y M. prima	Rendimientos productivos	Cuantitativo	% de rendimiento Productivo	Cálculo de rendimiento por balance de masa
	Necesidades productivas	Los requerimientos del sector empresarial referentes a las competencias y recursos (capital, mano de obra, insumos) necesarios para sostener la productividad, la competitividad y la sostenibilidad en la producción de bienes y servicios (Olarte Dueñas & Martínez Acuña, 2017)	Disponibilidad de recursos(máquina)	Existencia de maquinarias	Cualitativo	% de máquinas disponibles en el mercado	Hoja de Cotización

Objetivo Especifico	Variable conceptual	Definición conceptual	Subvariables, Dimensiones, categorías	Variables operativas o indicadores	Tipo de variable estadística	Categoría estadística	Instrumento de recopilación
			Infraestructura	Estado físico de las instalaciones	Cualitativo	Bueno 5 Regular 3 Malo 1	Lista de cotejo
			Eficiencia de proceso	Insumo utilizados/ volumen producido	Cuantitativo	Índice de productividad	Guía de entrevista
	Secado mecánico	Es un proceso industrial que utiliza secadores mecánicos (como secadores tipo alberca o silos) que emplean altas temperaturas y aire caliente para reducir rápidamente el contenido de humedad de los granos (e.g., café o arroz), permitiendo el	Eficiencia del secado mecánico	Humedad	Cuanti	11-12% humedad	Registro de producción
				Volúmenes y tiempo del secado	Cuanti	Capacidad (qq/h)	Ficha técnica maquinaria

Objetivo Especifico	Variable conceptual	Definición conceptual	Subvariables, Dimensiones, categorías	Variables operativas o indicadores	Tipo de variable estadística	Categoría estadística	Instrumento de recopilación
		manejo continuo de altos volúmenes y asegurando la conservación (Guao.org, n.d.)					
Evaluar la viabilidad técnica de la adquisición de secadores mecánicos para la optimización de la productividad en SAJONIA Estate S.A	Viabilidad técnica	Condición fundamental que se evalúa en un proyecto para determinar si es posible llevarlo a cabo satisfactoriamente y en condiciones de seguridad con la tecnología, recursos técnicos y humanos disponibles (SCALA HED, 2009)	Adquisición de máquinas  Distribución de planta	Disponibilidad de adquisición de máquinas  Tipo de distribución de planta adecuado	Cuali  Cuanti	Adecuado  No adecuado  Distribución por proceso, por producto y por posición fija.	Análisis de capacidad productiva  Investigación documental
Determinar la factibilidad económica para la compra de		Evaluación que se enfoca en la rentabilidad del proyecto, analizando si los beneficios esperados (ingresos,	Viabilidad financiera	Indicador compuesto: Factible/o no factible según el VAN y TIR.	Cuanti	VAN positivo VAN negativo TIR=0	Informe de evaluación financiera (VAN y TIR)

<b>Objetivo Especifico</b>	<b>Variable conceptual</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Subvariables, Dimensiones, categorías</b>	<b>Variables operativas o indicadores</b>	<b>Tipo de variable estadística</b>	<b>Categoría estadística</b>	<b>Instrumento de recopilación</b>
nuevos secadores mecánicos para el beneficio industrial de café SAJONIA	Factibilidad económica	ahorros) superan los costos de inversión y operación, utilizando criterios cuantitativos como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) (SCALA HED, 2009)	Rentabilidad del proyecto	Rentabilidad de ratio (Playback) Tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial	Cuanti	> 1 (proyecto rentable)  Tiempo(años)	Estudios financiero (Rentabilidad de ratio= Beneficios netos/inversión inicial)
			Recuperación de la inversión		Cuanti		Estudios de proyecciones contables

## **10.5. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos**

Para el progreso de esta investigación, se utilizaron técnicas e instrumentos que combinan con el enfoque mixto propuesto, agregando el lado cuantitativo y también el cualitativo.

En la parte cuantitativa, emplearon la técnica de análisis documental y técnico, obteniendo información sobre la capacidad productiva, el costo y disponibilidad de la energía eléctrica y por biomasa, tiempos de secado, costes de operación, y la eficiencia del proceso de producción del café.

Estos datos fueron encontrados al revisar registros contables, informes de producción, y fichas técnicas de los equipos empleados en el secado de café. La información colectada permitió definir los parámetros esenciales para evaluar la factibilidad técnica y económica de la propuesta de integración de secadores de café.

Por otra parte, en la sección cualitativa, se aplicó observación directa no participante, para identificar las condiciones verdaderas en las cuales sucede el secado en la empresa. También se aplicó una guía de entrevista para triangular los datos identificados en la revisión bibliográfica, la observación y la entrevista al gerente general de SAJONIA.

Con esta información, se pudo unir el análisis técnico con la vida real, viendo cómo funciona todo ahora. Eso ayudó a encontrar dónde mejorar, y a plantear la propuesta.

Para conseguir la información, hubo tres momentos: Primero, hablar con la empresa para conseguir datos y entrar al área de secado. Luego, revisar y apuntar datos técnicos y económicos en digital. Y, por último, usar la guía de observación, durante el secado, apuntando los datos de relevancia. Toda la información recogida se organizó, comprobó y analizó para que fuera válida y fiable.

## **10.6. Confiabilidad y validez de los instrumentos**

Para asegurar una metodología rigurosa para el estudio, se implementaron acciones que garantizaron la fiabilidad y la validez de las herramientas usadas para coleccionar información.

En la parte de cuantitativa, la confiabilidad se mantuvo empleando fuentes de documentos formales y registros técnicos, que la misma empresa confirmó. Los datos de producción, costos y rendimiento se compararon con data de otros tiempos, afianzando la concordancia y estabilidad de los resultados. Además, la importancia de las variables analizadas se validó al revisarlas expertos, los cuales aprobaron la relación de los indicadores técnicos con los fines del estudio.

Por otro lado, en el aspecto cualitativo, la validez del instrumento fue más fuerte al examinar la guía de observación, donde participaron especialistas en procesos de producción e investigación metódica. Este proceso ayudó a ajustar los criterios de observación y aseguró que las áreas evaluadas fueron claras, importantes y coherentes con los objetivos de la investigación.

En lo concerniente a la observación, se buscó la fiabilidad empleando el instrumento de forma consistente y reincidente durante todo el proceso de producción, esto, para validar la consistencia de los datos recopilados.

### **10.7. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de la información**

El procesamiento y análisis de la información en esta investigación ocurrió considerando la naturaleza mixta del estudio, fusionando técnicas cuantitativas y cualitativas que permitieron examinar completamente la factibilidad de la propuesta, la integración de secadores de café en la empresa. Para lograrlo, se utilizaron distintos instrumentos adaptados a cada enfoque, que fueron procesados con herramientas informáticas para asegurar la organización, el análisis e interpretación precisa de los datos.

En la parte cuantitativa, se usaron estudios técnicos y económicos, buscando determinar la viabilidad general del proyecto. Este estudio técnico analizó la capacidad existente, las condiciones de la infraestructura, los requisitos de energía, la eficiencia del secado y las características de operación de los equipos. Los datos se guardaron y organizaron en hojas de cálculo de Microsoft Excel, donde se hicieron cálculos de producción, tiempo de secado, costos de operación y rendimiento por quintal de café procesado.

El estudio económico recopiló y procesó información económica y contable crucial para la empresa, con esos, costos fijos y variables, flujo de caja y la inversión inicial y el análisis de la rentabilidad. Dicha información se introdujo en Excel con fórmulas financieras, para saber el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).

En el ámbito cualitativo, se empleó una guía de observación no participante, que ayudó a documentar las condiciones físicas, operativas y organizacionales del secado. Se transcribió y codificó la información recabada utilizando Microsoft Excel y Word, lo que facilitó el análisis de datos a través de la identificación de temas, como, por ejemplo: condiciones del sitio, equipos, el flujo del proceso, la seguridad y la eficiencia en la operación. Este instrumento, dejó ver patrones

y relaciones entre las categorías, creando interpretaciones que apoyaron los resultados cuantitativos.

El procedimiento general para procesar y analizar la información siguió un orden lógico: primero, la verificación y limpieza de datos; después, su organización digital en hojas de cálculo; y, al final, el análisis e interpretación de los hallazgos en línea con los objetivos del estudio. Esta unión metodológica aseguró la armonía entre los dos enfoques, posibilitando conclusiones fiables y con base en la viabilidad técnica y económica de la propuesta.

#### **10.8. Criterios de calidad**

La investigación presente, se elaboró con parámetros de calidad metodológica que aseguraron la validez, confiabilidad y rigor científico de los hallazgos. Estos criterios se usaron tanto en el componente cuantitativo, que se enfocó en el estudio técnico, financiero, mercadológico y ambiental, al igual que en el componente cualitativo, basándose en la guía de observación no participante.

En el componente cuantitativo, se dio prioridad a la precisión, consistencia y objetividad de la data. Para tal fin, se trabajó solo con fuentes verificables, como los registros contables, fichas técnicas, informes de producción y documentación oficial de la empresa. Los procedimientos de cálculo y análisis se hicieron con Microsoft Excel, eso facilitó controlar los márgenes de error y también garantizar la reproducibilidad de los resultados financieros y técnicos.

Por otra parte, en el componente cualitativo, se aplicaron los principios de credibilidad, conformabilidad y transferibilidad, característicos de la investigación cualitativa.

## **11. Análisis y discusión de resultados**

Este estudio se desarrolló en el beneficio industrial SAJONIA Estate Coffee S.A. de la comunidad Quebrada Honda del municipio de Matagalpa, en los meses de marzo a septiembre del año 2025, específicamente en el área de secado del café pergamino.

Esta empresa cuenta con un total de 9 personas, todos del sexo masculino en las edades entre 28 a 38 años. De acuerdo con entrevista aplicada al jefe del área, de este total, uno es el jefe de área con grado académico de Ingeniero Industrial, un supervisor, un responsable de mantenimiento con grado académico de técnico y el resto son operarios permanentes en esta área (Aburto, 2025).

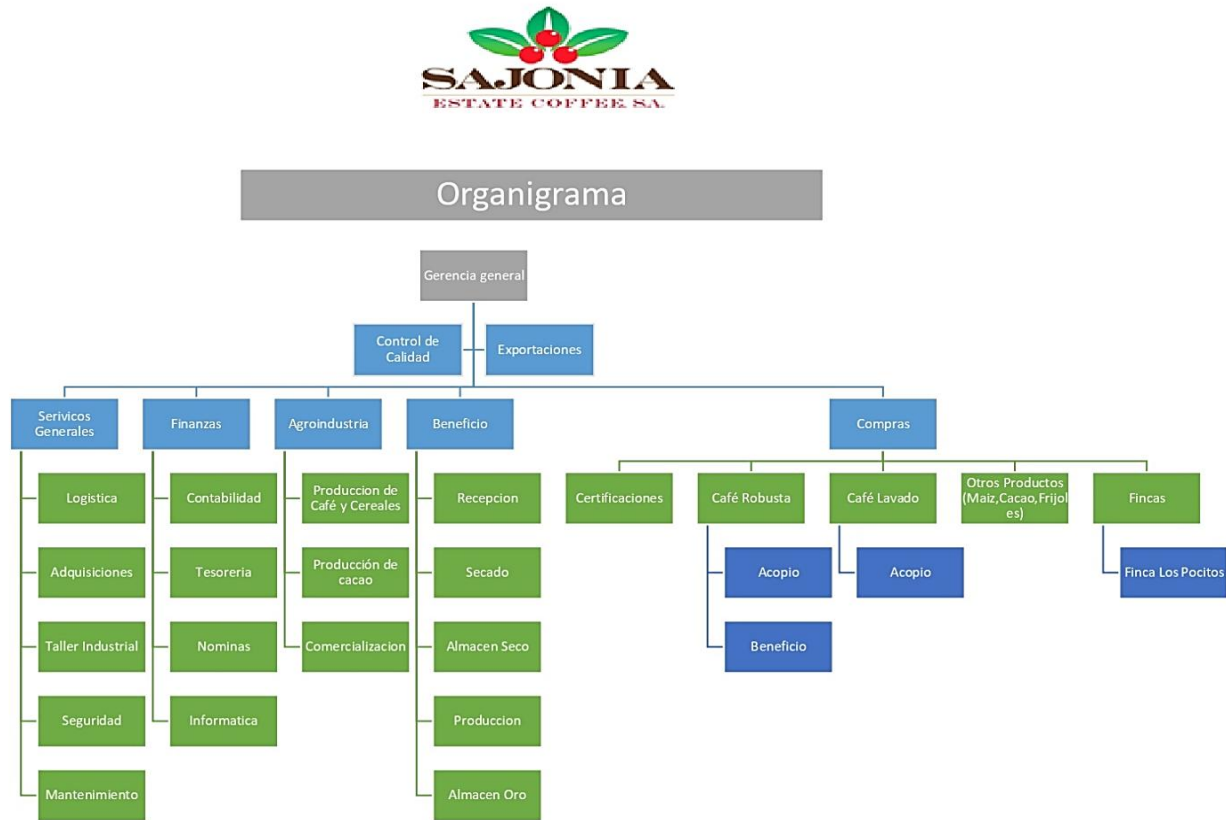
### **11.1. Necesidades operativas**

Se analizaron las necesidades operativas, las cuales reflejan los requerimientos esenciales del proceso para poder desarrollarse adecuadamente. El estudio permitió identificar las actividades indispensables, los flujos de trabajo y las condiciones mínimas necesarias para asegurar la continuidad operativa. El resultado de esta variable es la obtención de un organigrama, que muestra la estructura personal requerida y las relaciones jerárquicas dentro del proceso.

A continuación, se muestra el organigrama actual de la empresa, en el área antes descrita.

**Figura 1.**

*Organigrama actual de la empresa Sajonia State Coffee.*



*Nota:* proporcionado por la gerencia de la empresa.

El análisis también se extendió al recurso humano implicado en el proceso. Se evaluó la capacidad del personal disponible, considerando tanto el número de trabajadores como su nivel académico. El resultado asociado fue la ficha de contratación, donde se documentan los perfiles, requisitos y cantidades de personal que el proceso requiere para operar con eficiencia.

**Tabla 2.**

*Información de cargo en la empresa*

<p><b>Empresa:</b> Sajonia Estate Coffee S.A.  <b>Área:</b> Beneficio seco  <b>Puesto:</b> Operador de secadores mecánicos rotatorios</p>
<p><b>1. Identificación del cargo</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nombre del puesto:</b> Operador de Secadores Mecánicos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Jefe inmediato:</b> Encargado de Beneficio Seco</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Modalidad:</b> Tiempo completo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ubicación:</b> Planta de beneficio, Matagalpa</li> </ul>
<p><b>2. Objetivo del puesto</b></p>
<p>Garantizar la correcta operación del secador mecánico rotatorio, controlando temperatura, humedad y tiempos de secado para asegurar que el café pergamino alcance los parámetros de calidad establecidos por la empresa.</p>
<p><b>3. Funciones principales</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargar y descargar el secador según programación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisar temperatura interna, humedad del café y tiempos de secado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operar el sistema de calefacción por biomasa (cisco).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registrar datos operativos por lote (humedad inicial, final y tiempo del ciclo).</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar limpieza y apoyo en mantenimientos preventivos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reportar fallas o anomalías en el equipo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaborar en la rotación de lotes y el orden del área de secado.</li> </ul>
<b>4. Requisitos del puesto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nivel educativo:</b> Bachillerato técnico o experiencia equivalente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Experiencia:</b> Mínimo 1 año en manejo de maquinaria agrícola o secado de café.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Habilidades:</b> Manejo de higrómetro, control de temperaturas, trabajo bajo presión, atención al detalle.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Condiciones:</b> Disponibilidad de horarios extendidos en temporada alta.</li> </ul>
<b>5. Riesgos del cargo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición a altas temperaturas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruido continuo de maquinaria.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación de biomasa caliente.</li> </ul>

A partir de la información de la ficha de contratación y las declaraciones recolectadas en la entrevista; se determinó que solamente dos operarios son responsables de todas las tareas vinculadas al secado, esto incluye: carga, descarga, supervisión manual de la temperatura, control de la humedad del pergamino, gestión del sistema térmico basado en biomasa, limpieza, y ajustes operacionales.

#### **11.1.1. Capacidad instalada del secador rotatorio**

De acuerdo con la revisión de su ficha técnica original y su posterior validación con información brindada por el gerente general, ha sido confirmada. La maquinaria existente en las instalaciones posee una capacidad aproximada de 200 qq por lote, funcionando en ciclos variables de 37 a 39 horas, aunque puede extenderse a 45 horas si la humedad del ambiente lo exige.

Dicha capacidad denota un rendimiento y desempeño claramente insuficiente considerando la real demanda del beneficio, principalmente en las semanas de mayor producción. El gerente, con sus palabras, destacó que el equipo “*ya no alcanza a cubrir ni el 30% de la demanda en las semanas pico*”, lo cual concatena con la evaluación técnica del rendimiento y evidencia una brecha operativa considerable.

Ante este escenario desafiante, el secador existente exhibe una capacidad limitada, manejando entre 8,000 qq diarios, lo cual genera un acumulo constante de lotes.

Esto desencadena demoras de hasta tres o cuatro días en el ciclo del producto, incrementando los peligros de deterioro, fermentaciones inesperadas, y la pérdida de calidad del pergamino final. Consecuentemente, tanto la evidencia numérica como las evaluaciones del personal apuntan a que el equipamiento presente no se ajusta a las demandas productivas reales.

Ante la necesidad de evaluar la modernización y expansión de la capacidad de secado, el análisis de la ficha técnica del modelo Pinhalense SRE-150 permitió una comparación rigurosa entre el rendimiento del equipamiento actual y la tecnología propuesta. El secador Pinhalense, tiene una capacidad de 2,800 qq por lote, o sea, entre 12 y 15 veces más que el sistema actual.

Dicho equipo garantiza tiempos de secado similares o inferiores, pero con una distribución uniforme de granos, mayor estabilidad térmica y un mejor rendimiento energético, gracias a un sistema de transferencia de calor indirecto. Adicionalmente, al usar biomasa para su funcionamiento, y la posibilidad de emplear cisco generado en el propio proceso, reduce los gastos energéticos respecto a los sistemas basados en combustibles tradicionales.

La adecuación del nuevo equipamiento a la infraestructura actual fue examinada con minuciosidad utilizando una combinación de observación directa y entrevistas. Pese a identificar restricciones relacionadas con la ventilación y el almacenamiento, también se constató, que se podrían subsanar sin grandes reformas estructurales. Según las palabras del gerente general, una pluralidad de equipos se podría activar, una vez que se optimizara la ventilación y el espacio para la biomasa. En otras palabras, la adición de secadores extras es factible desde un punto de vista técnico, y los ajustes requeridos.

A continuación, se presenta la ficha técnica de los secadores mecánicos propuestos donde se aprecia claramente las ventajas de su implementación:

### Tabla 3

*Ficha técnica del secador mecánico rotatorio Pinhalense (modelo SRE-150)*

---

#### **Fabricante**

---

Pinhalense S.A. Máquinas Agrícolas – Brasil

#### **Tipo de equipo**

Secador mecánico rotatorio de flujo continuo para café pergamino.

#### **Modelo de referencia**

Pinhalense SRE-150 (Serie SRE)

#### **Aplicación**

Secado mecánico de café pergamino húmedo posterior al beneficio húmedo, permitiendo llevar el grano desde una humedad de 50–55% hasta 11–12% para almacenamiento y exportación.

#### **Capacidad y rendimiento operativo**

<b>Parámetro</b>	<b>Especificación</b>
Capacidad volumétrica por lote	15 000 L (15 m <sup>3</sup> )
Capacidad estimada de café pergamino	6 000 – 7 500 qq por lote
Humedad de entrada recomendada	50–55%
Humedad final objetivo	11–12%
Tiempo de secado por lote	35a 39 horas (hasta 45 h en humedad ambiental alta)
Tipo de operación	Lotes continuos / operación industrial

#### **Sistema térmico y energético**

---

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de calentamiento	Calor indirecto mediante intercambiador
Combustible	Biomasa (cisco de café, leña u otras biomásas)
Ventilador	Centrífugo de alta presión de 7.5 HP
Eficiencia térmica	Mayor aprovechamiento del calor y reducción de consumo
Control térmico	Manual o compatible con sensores digitales

<b>Construcción y diseño del equipo</b>	
<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>
Tambor rotatorio	Acero industrial con paletas internas para volteo uniforme
Sistema de volteo	Agitación continua por rotación
Sistema de carga	Compatible con elevadores y silos (opcional)
Sistema de descarga	Compuerta inferior de vaciado rápido
Peso aproximado	2.5 – 2.9 toneladas
Durabilidad	Diseñado para trabajo continuo en beneficios industriales

<b>Condiciones de operación</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Rango recomendado</b>
Temperatura de secado	40–60 °C
Personal requerido	1–2 operarios
Control de humedad	Medidor portátil o sensores integrables
Variabilidad	Adecuado para diferentes variedades de café y climas

---

## **Ventajas técnicas**

- Secado rápido y uniforme del café pergamino.
- Reducción del área necesaria para patios solares.
- Disminuye el riesgo de fermentaciones indeseadas.
- Aprovecha biomasa propia del proceso (cisco), reduciendo costos energéticos.
- Facilita el manejo de grandes volúmenes de café en temporada alta.
- Alta durabilidad y fácil mantenimiento.

---

Nota: Pinhalense S.A. Máquinas Agrícolas (2024)

### **11.1.2. Rendimiento productivo**

Los volúmenes de café pergamino húmedo que diariamente se incorporan al proceso de secado corresponden a otro factor considerable en la toma de decisiones del secador.

Analizando los registros de producción y el balance de masa realizado en este estudio reflejan que durante la temporada alta se registran ingresos diarios de entre 150,000 qq de café con humedades comprendidas entre 50% y 55%.

Referente al desempeño del secado, el balance de masa evidenció que, para disminuir la humedad del café desde un promedio de 55% hasta un 12%, el secador en uso necesita más tiempo y energía comparada con uno moderno. Esto se atribuye tanto a sus dimensiones reducidas como a su baja eficiencia térmica.

#### ***Supuestos utilizados***

- Humedad inicial del café: 55%
- Humedad final deseada: 10–12%
- Pérdidas menores: ≈2%
- Rendimiento final: 60.5%

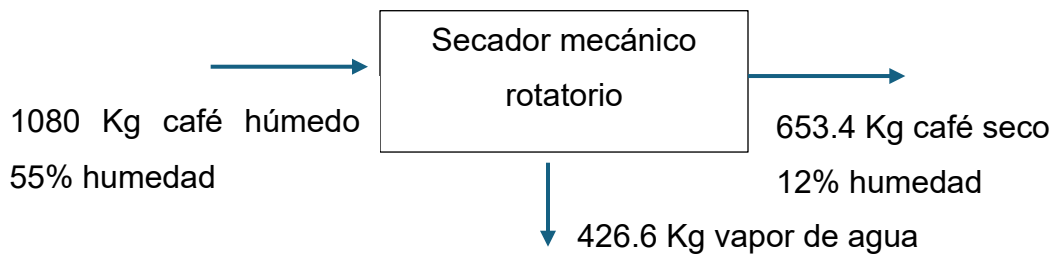
**Tabla 4.**

*Balance por secador (24 horas)*

Elemento	Cantidad	Interpretación
Café húmedo	1,080 kg	Entrada total
Café seco	653.4 kg	Rendimiento 60.5%
Reducción de masa	426.6 kg	Evaporación
Total evaporado en sistema	$426.6 \times 14$	= 5,972.4 kg

**Figura 2.**

*Diagrama de balance de materia para el secador*



*Balance de Energía*

Se consideran:

- calor sensible del grano
- calor latente del agua
- pérdidas por conducción
- pérdidas por radiación
- eficiencia global: 22%

**Tabla 5.***Comparativa de consumo energético*

<b>Concepto</b>	<b>Unidad modular</b>	<b>Sistema (14 unidades)</b>
Consumo horario biomasa	1.2 kg/h	16.8 kg/h
Consumo diario	28.8 kg	403.2 kg
Consumo estacional	2,304 kg	32,256 kg

Nota: elaboración propia.

Se considera que la biomasa disponible internamente es suficiente. Asimismo, se realizó la hoja de cotización, donde se planteó lo siguiente:

**Tabla 6.***Hoja de cotización*

<b>Proveedor:</b> Pinhalense S.A. Máquinas Agrícolas – Brasil
<b>Solicitante:</b> Sajonia Estate Coffee S.A.
<b>Fecha:</b> Agosto 2025
<b>Concepto:</b> Cotización referencial para 14 secadores mecánicos rotatorios modelo SRE-150
➤ <b>Especificaciones técnicas del equipo</b>
<b>Modelo:</b> SRE-150
<b>Capacidad:</b> 6,000 – 7,500 kg por lote
<b>Método de secado:</b> Calor indirecto
<b>Combustible:</b> Biomasa (cisco)
<b>Motor:</b> Ventilador centrífugo de 7.5 HP
<b>Construcción:</b> Acero industrial de alta resistencia

<b>➤ Precio por unidad</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Costo (USD)</b>	
Secador Pinhalense SRE-150	18,500	
Quemador para biomasa	3,500	
Ventilador y motor	1,200	
Subtotal por unidad	23,200	
<b>➤ Adquisición de 14 unidades</b>		
Cantidad	Precio unitario	Subtotal
14 secadores completos	23,200 USD	324,800 USD
<b>➤ Costos adicionales</b>		
<b>Flete internacional y aduanas: 12,800 USD</b>		
<b>Instalación y montaje: 4,200 USD</b>		
<b>Capacitación de operarios: 1,500 USD</b>		
<b>Accesorios y herramientas: 2,000 USD</b>		
<b>Subtotal adicional: 20,500 USD</b>		
<b>➤ Total, general de inversión</b>		
<i>USD 345,300</i>		

Nota: Pinhalense S.A. Máquinas Agrícolas (2024)

### **11.1.3. Evaluación del estado físico de las instalaciones**

Considerando el estado físico del área de secado mecánico que cuenta SAJONIA es regular; de acuerdo con lo que se observó, esta área presenta limitaciones significativas en relación con la ventilación lo que indica que no cuenta con extractores de calor, además que requiere de un tragaluz de techo con láminas traslúcidas para mejorar la visibilidad y ahorro de energía eléctrica por la instalación de bombillos. La importancia de instalar los extractores de calor está en función de las condiciones inapropiadas para el área contando que existen hornos que emiten calor y vapor de agua.

De acuerdo con resultados de la lista de cotejo para la valoración de las condiciones físicas del área de secado, el área de descarga como inadecuada por la ineficiente canalización del producto y, el espacio para almacenamiento temporal se evaluó como regular, por su rápida saturación en momentos de alta producción.

Dichas apreciaciones evidencian que, aunque la infraestructura posibilita la operatividad elemental del secador, esta carece de la dimensión y equipamiento adecuados para volúmenes superiores o la incorporación de dispositivos adicionales, demandando así una previa optimización.

También, se constató, que, aunque el secador mecánico rotatorio existente supuso un gran avance comparado con el método tradicional de secado natural, su capacidad operativa es poca para el volumen total de café procesado en temporada alta. El equipo consigue cubrir entre un 25% y un 30% de la producción diaria, más o menos, obligando a continuar con el secado natural en patios. Este método alternativo, pese a ser útil, ocasiona heterogeneidad en la humedad final, además de más riesgos de contaminación microbiológica y diferencias en la calidad sensorial del producto final.

Por consiguiente, la empresa se esfuerza por cumplir con la producción de café de calidad, que cumpla con el criterio de uniformidad y trazabilidad que exigen los mercados cafeteros especiales.

Aportando a este resultado, Montenegro Rivera, Centeno Suárez & Moreno Rugama (2017, pág. 58), describen que para el mercado estadounidense, los criterios de calidad están definidos por tipo de café aceptable, como todos los tipos comerciales lavados; el tamaño con 100% en zaranda 13/64; el color debe ser homogéneo, verde normal en café verde; con humedad del 10 al 12% en café oro; con un máximo de 12 defectos secundarios y 0 defectos primarios en 300 g

para la variedad de arábigos lavados. Y con relación a su taza, debe de ir sin defectos ni contaminantes (Montenegro Rivera, Centeno Suarez, & Moreno Rugama, 2017).

Además, un descubrimiento significativo son los problemas en la infraestructura física y ambiental. El área de secado exhibe techos goteantes, poca ventilación y sin aislamiento de la humedad ambiental todo esto afectando la eficiencia térmica del proceso. Dichas condiciones, combinadas con la alta humedad promedio de 80–85% en Matagalpa, amplían el tiempo de secado natural y debilitan la eficacia del secador mecánico cuando se usa en entornos saturados de humedad.

Asimismo, el almacenamiento de biomasa la fuente de energía del secador no dispone de barreras impermeables ni sistemas de contención ocasionando peligros de combustión espontánea contaminación cruzada y pérdida de material útil.

Desde la vista del personal, se ve que los operarios no tienen entrenamiento técnico al día en el manejo del secador y sus sistemas de vigilancia. A pesar de contar con experiencia empírica no se usan protocolos formales de calibración de temperatura, mantenimiento preventivo ni control de humedad.

Esto, limita la precisión del proceso, lo que puede causar variaciones entre lotes. Por otra parte, la cantidad de trabajadores no alcanza para cubrir todos los turnos, especialmente durante la temporada alta, causando mucha carga de trabajo y menos supervisión.

Por otra parte, se ven muchas deficiencias en seguridad laboral y control ambiental: señalización casi inexistente, falta de extintores a mano y una forma incorrecta de tratar los residuos de biomasa. Estas falencias, no solo son un peligro para los trabajadores, sino que violan las reglas básicas de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), esenciales para mantener la calidad del producto y las certificaciones ambientales de sostenibilidad (como Rainforest Alliance y Fair Trade).

En cuanto al control de calidad, la compañía guarda datos de temperatura y humedad a mano, sin unirlos a sistemas digitales que rastrear todo. No tener sensores bien ajustados y un programa especial para esto evita que se haga un seguimiento preciso de los aspectos más importantes del proceso. Esto hace duro obtener pruebas técnicas para revisiones externas o certificados, e incluso analizar bien qué tan bien funciona el secado.

Así pues, se observa la diferencia tecnológica y operativa entre lo que se necesita producir y lo que se tiene ahora. Los datos indican que Sajonia Estate Coffee S. A. debe, como algo muy importante, comprar al menos 14 secadores mecánicos extra. Esto ayudaría:

- Aumentar el secado mecánico hasta casi 80–90% de toda la producción.
- Bajar las pérdidas por suciedad en más de 70%.
- Controlar la humedad final entre 10–12%.
- Que no importe tanto el clima.
- Obtener puntuaciones sensoriales SCAA de café, por encima de 85 puntos, esto fijará su posición en el competitivo mercado premium.

Asimismo, se considera el robustecer la gestión operativa con la formación constante del equipo, instalar sistemas de control digital, tal como Cropster o algo similar, y modernizar la infraestructura. Adopten también protocolos formales de mantenimiento y seguridad. Estas mejoras, en conjunto, ayudarán a optimizar la productividad, aumentando así la competitividad y la sostenibilidad del beneficio Sajonia Estate Coffee S. A. Asegurando su éxito, en los desafiantes mercados internacionales.

#### ***11.1.4. Análisis de entrevista aplicada***

La entrevista conducida al Ing. Elmer Herrera, en su función de gerente general de Sajonia Estate Coffee S. A., proporciono una perspectiva a raíz de la operatividad del beneficio, así como los elementos que impactan, sobre la calidad del café transformado y la productividad del secado. En su análisis, el entrevistado destaca que la entidad, va más allá de tareas de beneficio húmedo y seco, constituyéndose en un eje de cambio para agricultores locales. Tal función diversa requiere mantener un flujo de trabajo constante y orquestado, englobando desde la llegada del café en cereza hasta su disposición para la exportación. La mención detallada de trazabilidad y control de calidad revela el apego a estándares rigurosos, donde cada fase es crítica, especialmente el secado, ya que impacta la calidad física y sensorial del pergamino.

Al afirmar que Sajonia Estate Coffee supervisa cada fase de producción, el gerente sugiere que el secado mecánico es un componente primordial de un sistema aún más intrincado. De este modo, cualquier fallo en esta etapa impacta significativamente, no solo en la eficiencia diaria, sino también en la integridad de los procesos previos y subsiguientes.

La crucial dependencia de la exportación directa denota que ligeras alteraciones en la humedad, tiempos de secado o el deterioro físico del grano pueden repercutir en una menor competitividad, una disminución en el precio final, o inclusive, el rechazo de lotes enteros en los mercados globales.

En consecuencia, el estudio cualitativo de esta entrevista debe ser comprendido en el marco de esta complejidad operacional: Sajonia es más que un modesto negocio; es una empresa que

exige maquinarias duraderas, aptas para manejar grandes cantidades de producto con rigurosa consistencia técnica.

Entre los detalles más prominentes que surgieron durante la conversación, destaca la edad del secador mecánico actual, el cual fue implementado hace, más o menos, una década. Este hallazgo resulta crucial ya que manifiesta la capacidad de la planta para operar exitosamente, utilizando maquinaria que ha excedido su vida útil, especialmente considerando el incremento en la producción actual.

El gerente destaca el sobreuso del equipo, cuya capacidad se ha vuelto insuficiente en relación con el volumen de producción presente.

Esta observación resalta una disparidad entre el crecimiento productivo y la inversión tecnológica, un problema persistente en empresas que experimentan aumentos rápidos en la demanda sin una renovación proporcional de su infraestructura.

La información de que el secador solo satisface menos del 30% de la demanda en las semanas pico, sirve como una clara señal de saturación operativa, por lo que refuerza con creces la urgencia de expandir tecnológicamente.

Realmente, la capacidad operativa del secador se queda corta frente a las exigencias diarias. El gerente puntualiza, que el equipo procesa entre 450 y 500 kg por lote, consumiendo de 8 a 10 horas, llegando incluso a 12 horas si el clima es desfavorable.

Estas estadísticas revelan una productividad restringida, circunstancia que, en el ámbito de un rendimiento industrial, conduce a la acumulación de café húmedo, la saturación de los patios y la amenaza de pérdidas debido a una fermentación inapropiada. Si un proceso se extiende 10 horas por lote en un entorno con fuerte demanda, resulta claro que no existe capacidad apropiada para procesar el flujo diario entrante, con lo que impacta de manera directa sobre la calidad del pergamino. El gerente señala que, al elevarse la humedad ambiental, se prolongan los tiempos de secado, circunstancia que, a su vez, demora aún más la rotación de los lotes. Esta situación demuestra que el secador no solamente se ve limitado por su diseño estructural, sino que también es susceptible a las condiciones climáticas.

El tipo de combustible empleado constituye otro factor que condiciona el desempeño del secador. La planta utiliza biomasa, primordialmente cisco, un subproducto del mismo proceso. Pese a que esta práctica resulta económica y sostenible, el gerente reconoce que su rendimiento térmico no siempre se mantiene estable, particularmente cuando el cisco exhibe un elevado nivel de humedad.

Esto implica que el sistema térmico del secador carece de una compensación o regulación automática que sea apropiada para enfrentar las alteraciones en la biomasa, lo que es notorio. Además, salta a la vista otra limitación: la dificultad del equipo para mantener una temperatura uniforme frente a cambios. Aunque un secador contemporáneo podría disminuir estas fluctuaciones usando sistemas de control automático, el equipo actual se basa por entero en la destreza del operador y condiciones externas, las cuales son difíciles de anticipar.

El control de temperatura y humedad destaca como una de las principales falencias. Herrera expone que la monitorización se realiza, completamente a mano empleando termómetros analógicos y mediciones puntuales con higrómetros portátiles. Este tipo de control reduce la precisión operativa disminuyendo también la capacidad de reaccionar ante los cambios térmicos e impactando de manera negativa la uniformidad del proceso, ya se ve. En un secado efectivo la estabilidad térmica es esencial para prevenir daño al grano asegurando una homogenización correcta. Al depender de controles manuales, el proceso es susceptible a errores humanos, variaciones climáticas imprevistas, y la incapacidad de hacer ajustes de inmediato particularmente durante jornadas de alta producción.

Uno de los más preciados con tributos del entrevistado reside en su explicación detallada de los parámetros relacionados con la humedad, es algo bien interesante. El gerente, con precisión notable, especifica que el café ingresa al secador exhibiendo niveles de humedad fluctuantes entre el 50% y el 55%, para luego emerger, idealmente, con una humedad que oscila entre un mínimo del 11% y un máximo del 12%.

Estos datos no solo ratifican el compromiso del beneficio con los más elevados estándares internacionales de calidad, sino que también revelan la naturaleza rigurosa y a veces, exigente del proceso. El gerente admite que, frente a la acumulación de lotes o presiones temporales, mantener la curva de secado perfecta no siempre es factible, circunstancia que podría comprometer la calidad del grano final. De este modo, la propia dinámica operativa impone ciertas condiciones que el equipo actual no consigue resolver de manera plenamente satisfactoria.

Además, las fluctuaciones intrínsecas en la propia variedad del café y las condiciones climáticas del entorno acentúan, más aún, la imperiosa necesidad de un sistema tecnológicamente avanzado. Herrera, experto en el tema, señala que las variedades como Caturra y Catuaí, por su mayor densidad, necesitan más tiempo de secado, es lógico. Por añadidura, el rendimiento del equipo sufre un menoscabo significativo cuando la humedad relativa supera el umbral del 80%. Esto pone de manifiesto que la planta no sólo afronta limitaciones tecnológicas, sino que,

además, debe lidiar con constreñimientos ambientales que complejizan, más si cabe, la situación general.

Durante jornadas pluviales o de elevada humedad, la acumulación del café sin secar podría escalar a cotas preocupantes, menoscabando la calidad del grano debido a la fermentación, emanaciones fétidas y recalentamiento en las zonas de secado. El gerente subraya "en esos días, somos superados por la demanda y algo del café se rezaga a la espera", revelando un peligro real de degradación y, por consiguiente, una disminución del capital.

La entrevista también muestra que el personal designado al proceso resulta escaso frente a las exigencias del momento. Con tan solo dos operarios, lidiando con todas las labores del secado, desde la carga y descarga, el monitoreo y la limpieza, salta a la vista que la instalación carece de una plantilla humana idónea para gestionar la carga operativa. Adicionalmente, al depender de un control manual, la vigilancia es continua y asfixiante, restringiendo la facultad de los operarios para manipular más de un equipo a la vez. El gerente admite la necesidad de una formación, caso de integrarse equipos adicionales, algo que, en lugar de ser una barrera, evidencia la predisposición de la empresa a ampliar su capacidad operativa.

Por último, el gerente manifiesta que el mantenimiento, de carácter preventivo, se efectúa cada dos meses. Sin embargo, la agobiante sobrecarga laboral, provoca un aceleramiento en el deterioro de los componentes. Las recurrentes fallas en el motor, y la transmisión, evidencian un sobreuso que expone al equipo, un claro punto de saturación técnica. Esto acarrea costos extras, e interrumpe el proceso productivo, comprometiendo acuerdos comerciales. El entrevistado, sintetiza esta problemática, aseverando que el equipo ya no está concebido para el volumen que se manipula. Esta aseveración corrobora, desde la perspectiva gerencial, que la expansión de la capacidad instalada, con equipos modernos, se percibe más allá de una simple mejora; es una necesidad imperiosa.

Como síntesis de la entrevista, se revela un panorama inequívoco: se observa un desequilibrio estructural entre las exigencias productivas del proceso y la capacidad tecnológica del secador mecánico existente.

La obsolescencia del equipamiento, la ausencia de automatización, la deficiencia en el control de la temperatura, la exposición a las inclemencias climáticas, los tiempos extendidos por ciclo, el deterioro acelerado y la saturación de la operación, todos esto remarcan la imperiosa necesidad de integrar equipos con mayor capacidad y eficacia. Lo que informa el gerente no tan solo pinta un cuadro técnico; sino que también expone los riesgos financieros y de desempeño

que emergen al conservar un proceso medular en circunstancias precarias. Finalmente, la disertación del entrevistado respalda que la compra de nuevos secadores mecánicos, como los ejemplares Pinhalense, representa una solución adecuada, factible y fundamental, asegurando la permanencia, calidad y competitividad de Sajonia Estate Coffee S. A.

## 11.2. Descripción del aspecto técnico del proyecto

### 11.2.1. Localización del proyecto

#### Figura 3.

Ubicación Sajonia



Sajonia State Coffee S.A. se encuentra ubicada en el kilómetro 116.5 de la carretera Managua–Matagalpa, en el departamento de Matagalpa, Nicaragua. El beneficio está situado en la comunidad de Quebrada Onda, una zona caracterizada por su relieve montañoso y condiciones climáticas favorables para el cultivo y procesamiento de café de alta calidad. Su localización estratégica permite un fácil acceso desde la ciudad de Matagalpa y otras zonas productoras de café del norte del país, facilitando el transporte de materia prima y la distribución del producto final.

### **11.2.2. Actividad principal:**

Procesamiento de café (beneficio húmedo y seco), orientado a la producción de café de alta calidad para mercados nacionales e internacionales.

### **11.2.3. Accesibilidad:**

La empresa se encuentra ubicada estratégicamente a la orilla de una de las principales vías de comunicación del país, la carretera Managua–Matagalpa, lo que le brinda excelente accesibilidad vehicular durante todo el año. Esta carretera está pavimentada y en buenas condiciones, lo cual facilita el transporte de materia prima (café en uva) desde las fincas proveedoras, así como la salida del producto procesado hacia centros de acopio, exportadores y puertos de salida.

Además, la cercanía con centros urbanos como Matagalpa (a unos 10–15 km) permite el acceso rápido a servicios logísticos, técnicos, bancarios, repuestos, y mano de obra calificada.

### **11.2.4. Ventajas logísticas clave:**

- Acceso inmediato a carretera principal.
- Cercanía a zonas productoras de café de altura.
- Reducción de costos de transporte.
- Mejor conectividad con la cadena de suministro y exportación.

## **11.3. Caracterización de la empresa**

### **11.3.1. Misión.**

Procesamos y comercializamos café cumpliendo con las necesidades de nuestros clientes, impulsando una cultura de calidad basada en la mejora continua, eficiencia en nuestros procesos e implementación de nuevas actividades que generen valor. Nos enfocamos en resultados económicos tangibles para todos los involucrados en el negocio incluyendo a la comunidad del sector.

### **11.3.2. Visión.**

Crear nuevos productos con mayor valor agregado para el mercado nacional e internacional. Ser la empresa líder en la industria por su excelencia en la atención al cliente, enfocándonos en la confiabilidad en el manejo y trazabilidad del producto.

### **11.3.3. Valores.**

- ✓ ECEXELENCIA: Cumplimos con los requerimientos del cliente estandarizando y controlando todas nuestras actividades.
- ✓ TRANSPARENCIA: Somos competitivos por establecer una relación de confianza con nuestros clientes.
- ✓ RESPETO: Valoramos las ideas y opiniones dentro de la empresa. Promovemos la crítica constructiva para el mejoramiento del equipo.
- ✓ TRABAJO EN EQUIPO: Creemos que los éxitos de los resultados de la compañía provienen de la interacción en conjunto.
- ✓ COMPROMISO: Garantizar que si el cliente este satisfecho con los beneficio del producto o servicio.

### **11.3.4. Nombre de la empresa:**

Sajonia Estate Coffee S.A.

### **11.3.5. Naturaleza jurídica:**

Empresa privada de capital nacional, registrada legalmente bajo el régimen mercantil nicaragüense.

### **11.3.6. Actividad económica:**

Procesamiento y comercialización de café, especialmente café de altura de alta calidad. La empresa opera un beneficio húmedo y seco para el tratamiento del grano desde su estado en uva hasta pergamino y oro (verde), listo para exportación.

### **11.3.7. Objetivo principal:**

Agregar valor al café producido en la región mediante un procesamiento eficiente, sostenible y con altos estándares de calidad, garantizando trazabilidad, sostenibilidad ambiental y beneficio social a productores y trabajadores asociados.

### **11.3.8. Infraestructura:**

- ✓ Área de recepción de café en uva.
- ✓ Tanques de fermentación y lavado.
- ✓ Patio de secado.
- ✓ Almacenes de pergamino y café oro.
- ✓ Laboratorio de catación para control de calidad.
- ✓ Oficinas administrativas.

### **11.3.9. Alcance comercial:**

Comercializa café en el mercado nacional y de exportación, principalmente hacia mercados especializados que valoran café de origen, trazabilidad y prácticas sostenibles (EE. UU., Europa, Asia).

Determinar la localización más adecuada en base a factores que condicionen su mejor ubicación

La localización del beneficio en Sajonia Estate Coffee está cuidadosamente elegida para maximizar la calidad del café procesado, reducir tiempos críticos postcosecha, y facilitar la implementación de procesos diferenciados con un enfoque sostenible. Esta ubicación estratégica permite destacar en el competitivo mercado de cafés de especialidad.

### **11.3.10. Acceso a fuentes de agua**

El beneficio húmedo requiere abundante agua limpia para el despulpado y lavado del café. Sajonia cuenta con nacientes naturales y acceso a fuentes de agua de montaña, esenciales para un proceso eficiente y sostenible y además, permite el uso de tecnologías de recirculación y tratamiento de aguas, reduciendo el impacto ambiental.

#### **11.3.11. Condiciones de altitud y clima**

La altitud (1,200–1,500 msnm) y la temperatura fresca permiten fermentaciones lentas y controladas, ideales para procesos naturales, honey y lavados especiales.

#### **11.3.12. Infraestructura y accesibilidad**

La finca tiene acceso a caminos rurales que permiten el transporte de café ya beneficiado hacia los centros de secado o exportación.

Dispone de instalaciones adecuadas para un beneficio húmedo eficiente, con áreas de despulpado, fermentación, lavado y presecado.

### **11.4. Impacto ambiental y sostenibilidad**

La finca está rodeada de áreas boscosas que protegen los mantos acuíferos.

Se utilizan prácticas de manejo ecológico de aguas residuales y compostaje de pulpa, esto permite alinearse con certificaciones sostenibles y responsabilidad social empresarial.

#### **11.4.1. Ubicación geográfica y acceso**

El beneficio se localiza en el km 116.5 de la carretera Managua–Matagalpa, una vía asfaltada y transitada que conecta el norte del país con la capital. Esta ubicación brinda una ventaja logística clave para el transporte del café procesado hacia centros de acopio, exportación y distribución nacional.

#### **11.4.2. Uso de suelo**

Predomina la agricultura, especialmente la caficultura. También hay cultivos menores como maíz, frijol y cítricos. Existen áreas boscosas y de vegetación secundaria, lo cual aporta a la conservación del ecosistema.

#### **11.4.3. Infraestructura y servicios básicos**

Transporte: cercanía a carretera pavimentada facilita entrada y salida de productos.

Energía eléctrica: cobertura casi total en comunidades cercanas.

Agua: el recurso hídrico proviene de fuentes naturales (quebradas, nacientes y pozos) que deben ser protegidas.

Telecomunicaciones: hay cobertura móvil e internet en algunas zonas.

#### **11.4.4. Aspectos socioeconómicos**

- La población local depende de la caficultura como principal fuente de empleo e ingreso.
- Hay presencia de fincas familiares, trabajadores temporales y cooperativas cafetaleras.
- Los niveles educativos varían, pero existen escuelas rurales.
- Salud: hay puestos de salud comunitarios con atención básica.

#### **11.4.5. Aspectos ambientales**

La zona es rica en biodiversidad, con especies de flora y fauna propias del bosque húmedo.

Existen recursos hídricos importantes (como quebradas que alimentan el Río Grande de Matagalpa).

### **11.5. Descripción del proceso de transformación**

El proceso de transformación es el conjunto de actividades mediante las cuales se convierten insumos o materias primas en productos terminados o servicios, agregando valor en cada etapa.

Durante este proceso, los recursos materiales, humanos, tecnológicos y financieros se combinan para generar un resultado final que satisfaga las necesidades del cliente o del mercado.

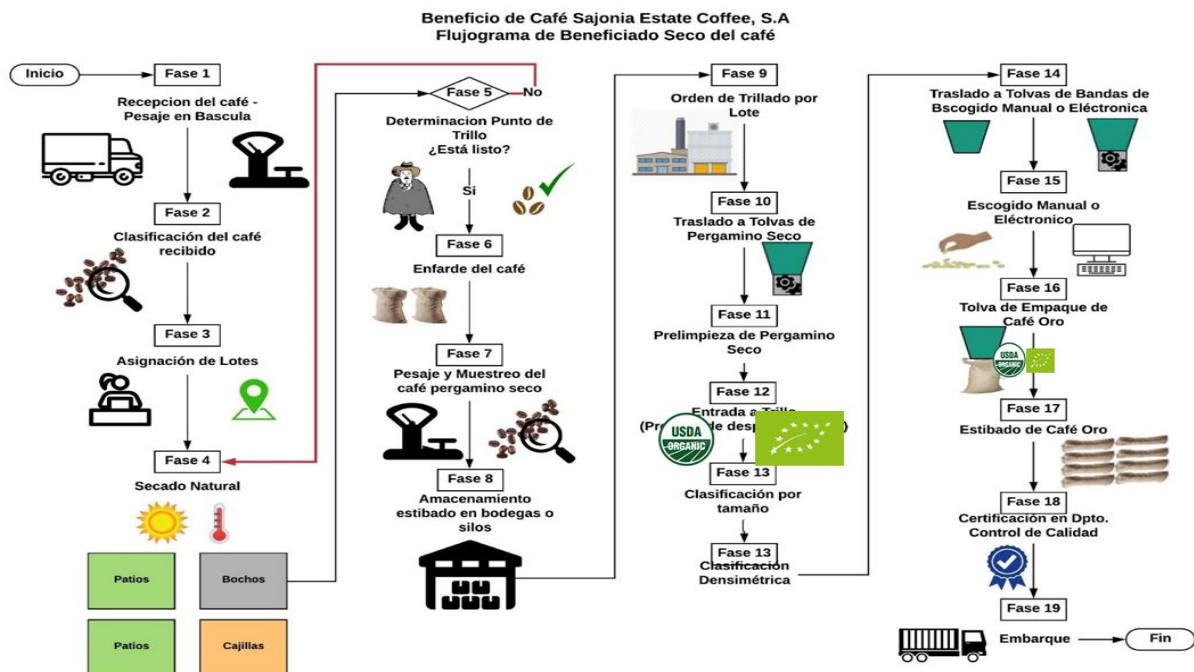
El proceso productivo en Sajonia abarca el beneficio húmedo y el secado del café, con la implementación del secador mecánico como mejora clave. A continuación, se describe el flujo completo, destacando la integración del nuevo equipo:

1. Recepción y selección: El café cereza, cosechado de las fincas de Sajonia y de algunos productores que trabajan con ella misma.
2. Desulpado: Una despulpadora mecánica separa la pulpa del grano, generando café pergamino húmedo (humedad: 50-55%). La pulpa se destina a compostaje. Pérdidas: <2%.
3. Fermentación: El café pergamino se fermenta en tanques durante 12-24 horas para eliminar el mucílago, controlando pH (4.5-5.0) y temperatura (20-25°C). Rendimiento: 98%.

4. Lavado: El café se lava con agua limpia para remover residuos, alcanzando una humedad del 45-50%. El agua residual se trata en lagunas de oxidación, cumpliendo la Ley 217 de Nicaragua.
  
5. Secado (proceso propuesto): El café húmedo (45-50% humedad) se introduce en el secador rotatorio de tambor (capacidad: 500 kg/hora), alimentado por biomasa (cáscara de café). El equipo opera a 50-60°C con un flujo de aire controlado (velocidad: 2-3 m/s), reduciendo la humedad a 10-12% en 24-48 horas. Sensores monitorean la humedad en tiempo real, asegurando uniformidad. El café seco se clasifica y almacena en sacos de yute (60 kg). Pérdidas por contaminación: <2%, frente al 15% del secado natural.
  
6. Almacenamiento y preparación para exportación: El café pergamino seco se almacena en un almacén ventilado (humedad relativa: <65%) y se trilla para obtener café verde, que se empaqueta para exportación (puntuación SCAA proyectada: 85-88).

Figura 4.

Flujograma del proceso productivo



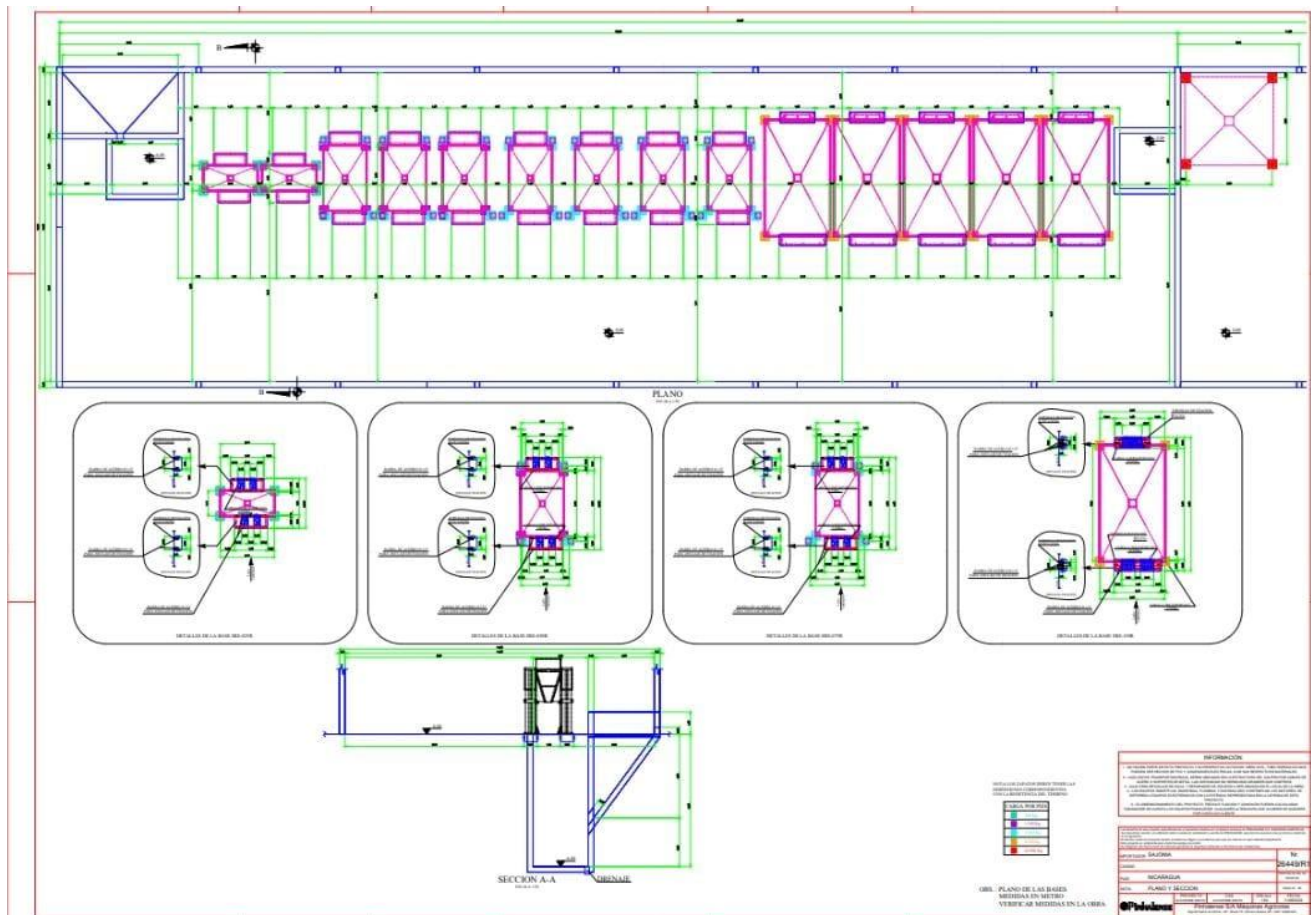
Fuente: SAJONIA, 2025

## 11.6. Obras Físicas

En el beneficio agroindustrial Sajonia State Coffee S.A., las máquinas estarán ubicadas estratégicamente dentro de un área específica, con el objetivo de optimizar el proceso de beneficiado y secado del café. La distribución se ha planificado de acuerdo con el flujo productivo, iniciando desde la recepción del café en uva, pasando por el despulpado, fermentado, lavado, secado y finalmente el almacenamiento del grano.

**Figura 1**

*Plano de distribución de maquinarias en el área de secado*



Fuente: SAJONIA, 2025

Los secadores mecánicos se ubicarán en una zona de fácil acceso cercana al área de lavado, permitiendo el traslado rápido del café húmedo y reduciendo las pérdidas de tiempo. Asimismo, se dejará espacio suficiente para la circulación del personal y maquinaria de transporte interno. Las tolvas, bandas transportadoras y elevadores se dispondrán de manera lineal para mantener un flujo continuo del producto, con una distancia de 3 m entre cada máquina, evitando cruces o

interrupciones en el proceso.

Esta organización permitirá un mejor aprovechamiento del espacio, mayor eficiencia en la producción y cumplimiento de las normas de seguridad industrial e higiene, garantizando así la calidad del café procesado y la productividad general del beneficio.

### **11.7. Cumplimiento con normativas y estándares establecidos**

- **Nicaragua:**

- Ley 168 (1996): Gestión de residuos/emisiones. Cumple con filtros y compostaje.

El presente texto contiene incorporadas todas sus modificaciones consolidadas al 09 de diciembre de 2020, de la Ley N°. 168, Ley que Prohíbe el Tráfico de Desechos Peligrosos y Sustancias Tóxicas, aprobada el 19 de enero de 1994 y publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 102 del 2 de junio de 1994, y se ordena su publicación en La Gaceta, Diario Oficial, conforme la Ley N°. 963, Ley del Digesto Jurídico Nicaragüense, publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 203 del 25 de octubre de 2017 y la Ley N°. 1051, Ley del Digesto Jurídico Nicaragüense de la Materia de Medio Ambiente y Recursos Naturales, aprobada el 09 de diciembre de 2020.

- Ley 559 (2005): Uso de agua. Cumple con lagunas y reutilización.

La presente Ley tiene por objeto tipificar como delitos contra el medio ambiente y los recursos naturales, las acciones u omisiones que violen o alteren las disposiciones relativas a la conservación, protección, manejo, defensa y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales, así como, el establecimiento de la responsabilidad civil por daños y perjuicios ocasionados por las personas naturales o jurídicas que resulten con responsabilidad comprobada. Los delitos contra el ambiente, incluye: Contaminación del Suelo; Contaminación de Aguas; Contaminación Atmosférica; Contaminación por Ruido; Transporte de Materiales y Desechos Tóxicos, Peligrosos o Contaminantes; Almacenamiento, Manipulación o Derrame de Sustancias Tóxicas, Peligrosas o Contaminantes; y Desechos Degradables o no Biodegradables.

### **11.8. Factibilidad económica de la adquisición de nuevos secadores rotatorios**

La evaluación de la capacidad instalada para el secado se sustenta en el funcionamiento combinado de catorce secadores mecánicos rotatorios. Así, los cálculos iniciales permanecen intactos, únicamente reemplazándose la jerga técnica referente a “módulos” por el término

"secadores rotatorios". Cada uno de estos equipos rotatorios conserva su capacidad de 45 kilogramos por hora, resultando en una capacidad agregada de 630 kilogramos por hora; eso asegura un flujo continuo de procesamiento térmico del café pergamino.

Bajo un ciclo de trabajo de 24 horas, típico durante la temporada alta, esta capacidad horaria produce 15.120 kilogramos diarios, eso es, una producción semanal de 105.840 kilogramos. Considerándose un mes con treinta días de trabajo ininterrumpido, la cifra se incrementa a 453.600 kilogramos. Extrapolando el análisis al período completo de cosecha, estimado en ochenta días, la capacidad acumulada llega a los 1.209.600 kilogramos; esto demuestra que el sistema de secadores rotatorios exhibe una holgura operativa notablemente superior a las necesidades reales del beneficio.

La interconexión se revela, contrastando la capacidad montada y la producción real del centro, aproximadamente 46,000 kilogramos, constituyendo tan solo un 3.8% del tope.

Operativamente y a nivel estratégico, estos resultados ponen de manifiesto que los catorce secadores rotatorios no solamente cubren por completo las demandas de secado presentes, sino también ofrecen a la planta una holgura significativa, respondiendo a aumentos en el volumen de entrada, las fluctuaciones climáticas, incluso acumulaciones de café húmedo; asegurando la continuidad operativa, la eficiencia energética y la estabilidad en el tratamiento postcosecha del café pergamino.

Por último, el estudio económico, la lista de activos revela que la inyección financiera inicial más notable se dirige a la compra de 14 secadores mecánicos, valorados en 600,000 córdobas, constituyendo, en esencia, el núcleo de la actualización tecnológica de la entidad. Adicionalmente, se incluyen mobiliario y equipos administrativos por 30,000 córdobas junto con los costos de organización que totalizan 200,000 córdobas, para que tanto la infraestructura física como la estructura administrativa estén listas, para su eficiente funcionamiento. La publicidad inicial no recibirá recursos, mostrando que la atención primordial recae sobre la capacidad productiva y de gestión (Ver Anexo D, en la página 76)

En los gastos mensuales se percibe, un gran desembolso principal asociado a materiales de embalaje y sacos de yute, llegando a los 43,499 córdobas al mes, seguidamente la mano de obra directa e indirecta que suma 20,311 córdobas. Las provisiones laborales, y servicios fundamentales como agua, energía, teléfono y mantenimiento, que alcanzan los 4,151 córdobas mensualmente. Este análisis indica que los gastos operativos son adecuadamente estructurados

y cubren producción, así como, obligaciones legales y administrativas, lo cual asegura la estabilidad operativa del emprendimiento. (Ver Anexo E, en la página 77)

Por otro lado, analizando la inversión general necesaria, se presenta un monto global de 897,759 córdobas para la puesta en marcha de los secadores mecánicos. De este total, una suma sustancial, 630,000 córdobas, se destina a la inversión fija, englobando maquinaria y mobiliario; adicionalmente, 200,000 córdobas se asignan a los gastos de organización, y 67,759 córdobas al capital de trabajo. Dicha distribución de fondos procura garantizar que la empresa no solo adquiera el equipamiento esencial, sino también la capacidad operativa desde el principio, reduciendo al máximo los potenciales inconvenientes de liquidez, un aspecto crucial. (Ver Anexo F, en la página 78)

Ahora bien, el programa de inversiones detalla que el financiamiento se compone en un 60% por recursos propios, en tanto que el 40% restante proviene de un crédito, subdividiéndose entre maquinaria, muebles, costos de organización y capital de trabajo. La configuración financiera implementada concede a la empresa la capacidad de dividir el riesgo y, además, de preservar una posición patrimonial robusta, agilizando, de esta manera, la obtención de créditos y la ejecución del proyecto sin deteriorar la estabilidad financiera de la empresa. Esto en un periodo de recuperación de entre 3 a 4 años aproximadamente. (Ver Anexo G, en la página 78)

Por otro lado, el balance inicial arroja una empresa con unos activos agregados por un valor de 897,759 córdobas; destacan aquí el efectivo y los activos fijos. Como principal obligación se señala un préstamo bancario de 359,103 córdobas, contrapuesto al capital propio, que alcanza los 538,655 córdobas. La composición presenta una arquitectura financiera robusta demostrando suficiente respaldo de capital para enfrentar obligaciones y desenvolverse con solidez. (Ver Anexo H, en la página 79)

En el plan de pagos del préstamo revela un compromiso anual de 109,674 córdobas durante un lapso, con una tasa de interés del 16% es la que se aplicara. El desglose entre capital e intereses facilita anticipar el flujo de caja requerido para cumplir con las responsabilidades financieras evidenciando la capacidad del proyecto para absorber el costo del financiamiento, esto sin impactar la liquidez. (Ver Anexo I, en la página 79)

También, la depreciación anual de los activos cuantifica 114,000 córdobas para la maquinaria, y 5,700 para los muebles, estimada bajo una vida útil de cinco años. Este apunte es esencial para manifestar el deterioro de los equipos, también su repercusión en los costos verdaderos,

propiciando una valoración certera de la utilidad neta y la reinversión ulterior. (Ver Anexo J, en la página 80)

Sumando a lo anterior, la proyección anual de costos exhibe un ascenso continuo con costes totales que transitan de 1,032,709 a 1,233,705 córdobas en un lapso de cinco años. Los costos fijos permanecen estables a pesar de todo, mientras que los variables aumentan a medida que aumenta la producción. (Ver Anexo K, en la página 80)

El comportamiento, recurrente en expansiones, facilita la predicción de ajustes operativos cruciales para asegurar la rentabilidad, ciertamente.

Al mismo tiempo, se exhibe una proyección de ventas en constante ascenso, empezando con 2,160,000 córdobas el primer año, culminando en 3,162,456 en el quinto, arrojando un total de 13,187,016 a los cinco años. Este auge, claro está, materializa el influjo benéfico de los secadores mecánicos en la capacidad productiva y competitividad empresarial, consolidando así la viabilidad económica del proyecto. (Ver Anexo L, en la página 81)

También, el estado de resultados pronostica utilidades netas en aumento; desde 789,104, hasta 1,350,125 córdobas anuales, contabilizando 5,279,463 en un periodo. Los impuestos y gastos, meticulosamente estimados, la utilidad bruta exhibe una alta rentabilidad del proyecto, con márgenes aptos para reinversión y crecimiento empresarial. (Ver Anexo M, en la página 81)

De ahí que, el flujo de caja, tanto anual como acumulado, presenta una perspectiva favorable, mostrando un VAN de 2,384,355 y una TIR del 107,54%. Esto indica, sin lugar a duda, que el proyecto no solo amortiza la inversión, sino que además produce considerables excedentes. El flujo acumulado, de 5,718,859 córdobas al término del período, confirma la robustez financiera y la aptitud de la empresa para emprender nuevas inversiones. (Ver Anexo N, en la página 82)

Un elemento, es el estado del flujo de efectivo exhibe, la empresa generando unos considerables 6,267,227 córdobas netos originados en sus operaciones, cubriendo debidamente el pago del préstamo, finalizando así con un saldo final en caja de 5,786,619 córdobas. Esta situación revela, una administración bastante eficiente de los recursos junto con una posición de liquidez solvente, capaz de enfrentar contingencias, y por qué no, de financiar su propio crecimiento. (Ver Anexo O, en la página 83)

Del mismo modo, la conclusión de estos cinco años, el balance general refleja una empresa sin pasivos pendientes, con activos circulantes por 5,786,619 córdobas y, junto con eso, activos fijos netos de depreciación que ascienden a 31,500 córdobas. El capital propio experimenta un incremento substancial, impulsado por la utilidad acumulada, fortaleciendo de manera decisiva

la solidez financiera de la compañía, mostrando con evidencia clara que la inversión en secadores mecánicos resultó ser algo estratégica y tremendamente exitosa. (Ver Anexo P, en la página 84)

Finalmente, los resultados del análisis económico reflejan que el proyecto presenta una alta solvencia financiera. Los ingresos totales ascienden a 13,187,016 córdobas, mientras que los costos totales representan 5,644,925.63 córdobas. Al realizar la diferencia entre ambos rubros, se obtiene un beneficio neto de 7,542,090.37 córdobas. A partir de este valor se calcula la razón de rentabilidad dividiendo los beneficios netos entre la inversión inicial del proyecto (897,757.58 córdobas), obteniendo un índice de 8.40. Este valor indica que por cada córdoba invertido se generan 8.40 córdobas de retorno, lo cual evidencia que el proyecto es altamente rentable y financieramente atractivo. Cabe recalcar que la mayoría de estos datos son aproximados y no se pudieron obtener cifras exactas debido a principios confidenciales de la empresa.

**Tabla 7.**

***Cálculo del Beneficio Neto y la Razón de Rentabilidad del Proyecto***

<b>Variable Financiera</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cálculo Aplicado</b>	<b>Resultado Final</b>
Ingresos Totales	Total generado por la operación del proyecto	—	13,187,016 C\$
Costos Totales	Suma de todos los costos operativos y administrativos	—	5,644,925.63 C\$
Beneficio Neto	Diferencia entre ingresos y costos totales	13,187,016 – 5,644,925.63	7,542,090.37 C\$
Inversión Inicial	Capital requerido para la implementación del proyecto	—	897,757.58 C\$
Razón de Rentabilidad	Indicador económico que muestra el retorno por córdoba invertido	$7,542,090.37 \div 897,757.58$	8.40
Conclusión	Interpretación del indicador	—	<i>El proyecto es financieramente viable</i>

## 12. Conclusiones

El análisis de la realidad actual del beneficio Sajonia Estate Coffee S. A. revela constricciones notorias, limitaciones severas en capacidad de secado, infraestructura y manejo operativo, sin mencionar la disponibilidad de recursos, todo lo cual impacta, directamente, la eficiencia, la calidad y la uniformidad del café que se procesa. La dependencia del secado natural conlleva demoras en temporada alta, aumento de los riesgos de deterioro del grano, además de la variabilidad en la humedad final, a las dificultades que impiden cumplir los estándares internacionales de trazabilidad y certificación.

Ahora bien, el estudio técnico demuestra que integrar secadores mecánicos (especialmente bajo un modelo rotatorio) se ve factible, en su totalidad, para las condiciones operativas de SAJONIA. Dicha tecnología habilita un control muy preciso de la temperatura, del flujo de aire, de la humedad relativa y la uniformidad en el secado, elementos clave para asegurar la calidad óptima del café y que minimiza las pérdidas postcosecha.

Aparte de eso, la capacidad proyectada de los secadores rotatorios supera con creces la demanda productiva corriente; esto facilita el procesamiento de microlotes, la absorción de picos estacionales, y también, una menor dependencia climática. El sistema, además, brinda ventajas considerables en redundancia, eficiencia energética, trazabilidad y simplificado mantenimiento y escalabilidad en cuanto a la infraestructura.

Por otra parte, el análisis económico valida la viabilidad financiera y la gran rentabilidad de la adquisición de secadores mecánicos para la empresa. Las proyecciones sugieren ingresos totales que superan los costos operativos; esto genera un beneficio neto sustancial y una ratio de rentabilidad de 8.40, lo cual señala que por cada córdoba invertido se obtiene un retorno superior a ocho. Los indicadores financieros, tales como el beneficio neto la relación costo-beneficio y la recuperación de la inversión, demuestran con claridad que este proyecto no sólo justifica la inversión realizada sino que además impulsa la estabilidad económica y, de manera, robusta afianza la competitividad a medio y largo plazo.

### **13. Recomendaciones**

Se recomienda ejecutar un plan integral de modernización operativa que incluya mejoras en infraestructura de secado, reforzamiento de la logística interna, adecuación del almacenamiento de biomasa y actualización de protocolos de seguridad e inocuidad. Del mismo modo, resulta primordial la inversión en capacitación técnica constante del personal involucrado. De la misma forma, se deben normalizar las rutinas de monitoreo de humedad, temperatura y tiempos de secado, sin olvidarse de robustecer los mecanismos de trazabilidad digital. Tales acciones permitirán optimizar la operativa actual, creando bases sólidas para la incorporación de novedosos secadores mecánicos.

Al lado de ellos, se sugiere la adquisición e instalación de secadores mecánicos rotatorios, los cuales posibiliten una operación descentralizada, adaptable y ampliable, con una capacidad adecuada para cubrir la demanda estacional y brindando altos grados de uniformidad y control térmico. Conjuntamente, se hace necesario instaurar un sistema digital de monitoreo de variables relacionadas con el secado y desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y predictivo que asegure la vida útil de los equipos.

Finalmente, se sugiere efectuar la propuesta ya que los indicadores financieros revelan rentabilidades que favorecen demasiado el negocio. Se sugiere agregar, con una estrategia bien definida, la planificación financiera: es preciso considerar las demandas futuras, las variaciones de precios, sin olvidar los costes energéticos, y un modelo de amortización que asegure, si o si, la sostenibilidad del proyecto. Por otro lado, es crucial, con la capacidad que ganan estos nuevos equipos, ofrecer servicios a terceros, generando, por ende, mayores ingresos y, en consecuencia, un mejor retorno de inversión.

## 14. Bibliografía

- Aburto, D. (22 de Agosto de 2025). Caracterización técnica de SAJONIA. (A. P. Valenzuela Cruz, Entrevistador) Digital. Matagalpa. Recuperado el 22 de agosto de 2025
- Banco Central de Nicaragua. (2025). *Informe de Comercio Exterior I Trimestre 2025*. Managua. Obtenido de [https://www.bcn.gob.ni/sites/default/files/documentos/Informe\\_de\\_Comercio\\_Exterior\\_I\\_trimestre\\_2025.pdf](https://www.bcn.gob.ni/sites/default/files/documentos/Informe_de_Comercio_Exterior_I_trimestre_2025.pdf)
- Betancourt, J. (2019). *Estudio de factibilidad para la elaboración y comercialización de un producto energizante a base de panela orgánica en Cajibío, Cauca*. Repositorio Institucional EAFIT. Obtenido de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/14271/JhonnathanJose\\_BetancourtArenas\\_2019.pdf](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/14271/JhonnathanJose_BetancourtArenas_2019.pdf)
- Biopp. (2022). *Manejo del café postcosecha*. Obtenido de <https://bpp.org.do/wp-content/uploads/2022/12/Guia-1-Postcosecha.pdf>
- Briñez, J., Orjuela, W., & Gonzalez, C. (2023). *Desarrollo de pasera inteligente para el secado del café*. Innovagro. Obtenido de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/INNOVAGRO/article/download/6760/6449>
- Cenicafé. (s.f). *Optimización operacional de secadores mecánicos para café beneficio*. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/librosecado.pdf>
- Chavarria, Z., & Gomez, W. (2019). *Evaluación de la situación actual del proceso productivo en Beneficio Los Pinos para la implementación de plan maestro de producción y control de inventario en el municipio de Matagalpa, 2018*. Managua: Repositorio UNAN-Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/12052/1/7054.pdf>
- Coffee Barometer. (2023). *Barómetro de café 2023*. Obtenido de [https://coffeebarometer.org/documents\\_resources/coffee\\_barometer\\_2023\\_spanish.pdf](https://coffeebarometer.org/documents_resources/coffee_barometer_2023_spanish.pdf)

- Diaz, S. (2025). *Optimización termo-económica de un secador híbrido solar-agua-aire-gas para el secado de café en la Sierra Mariscal, Chiapas-México*. Mexico: Repositorio Institucional del TECNM. Obtenido de [https://rinacional.tecnm.mx/jspui/bitstream/TecNM/10843/1/DM\\_Danier\\_Santizo\\_Diaz\\_2025.pdf](https://rinacional.tecnm.mx/jspui/bitstream/TecNM/10843/1/DM_Danier_Santizo_Diaz_2025.pdf)
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2020). *Economía del secado del café: Un estudio de caso*. Colombia. Obtenido de <https://caldas.federaciondecafeteros.org/app/uploads/sites/11/2020/07/AVT0286-Econom%C3%ADa-del-secado-del-caf%C3%A9.-Un-estudio-de-caso..pdf>
- Garcia, E., Estrada, B., & Perez, E. (2025). *Propuesta de un plan de mejora en la gestión operativa de la empresa agropecuaria José Alejandro González Molinares*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <https://ribuni.uni.edu.ni/6511/1/200125.pdf>
- Guao.org. (s.f.). *Guao*. Obtenido de Sistemas de secado de granos.: <https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/Sistemas%20de%20secado%20de%20granos.pdf>
- Guerrero, J. (2019). *Análisis de la rentabilidad del cultivo de café (Coffea arábica L.) en la finca Las Parcelas, Boaco, Nicaragua*. Repositorio UNA. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4052/1/tne11g216.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta(1ra edición)*. México: McGraw-Hill Education.
- ImportInfo. (s.f.). *SAJONIA ESTATE COFFEE S.A. | U.S. Import Activity*. Obtenido de <https://www.importinfo.com/sajonia-estate-coffee-s-a>
- Instituto Tecnológico Metropolitano. (2023). *Secado de café pergamino con tambor rotatorio asistido por energía solar*. Obtenido de <https://repositorio.itm.edu.co/bitstreams/98623bd1-60d6-4bc3-92cd-cabb2f52cddc/download>

- International Trade Centre. (2012). *The coffee exporter's guide (3rd ed.* Obtenido de <https://bootcoffee.com/wp-content/uploads/2014/10/Coffee-Exporters-Guide-2012.pdf>
- International Trade Centre. (2022). *La guía del café (4ª ed.)*. Obtenido de [https://intracen.org/sites/default/files/media/file/media\\_file/2022/06/29/itc\\_coffee\\_4th\\_report\\_20211029\\_es\\_web.pdf](https://intracen.org/sites/default/files/media/file/media_file/2022/06/29/itc_coffee_4th_report_20211029_es_web.pdf)
- Lincoln, Y., & Guba, E. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- Llorenç Bagur, F., & Chamorro Mora, L. (2020). *ACCID*. Obtenido de Las necesidades operativas de fondos: un caso práctico basado en información contable.: [https://accid.org/wp-content/uploads/2020/08/Las\\_necesidades\\_operativas\\_de\\_fondos\\_1-1.pdf](https://accid.org/wp-content/uploads/2020/08/Las_necesidades_operativas_de_fondos_1-1.pdf)
- Montenegro Rivera, M. J., Centeno Suarez, U. M., & Moreno Rugama, L. d. (2017). *Proceso de producción para la exportación de café de calidad en la Empresa Familiar Beneficio El Milagro del municipio de San Fernando, Nueva Segovia en el periodo 2016-2017*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-ESTELÍ. Estelí: Repositorio UNAN-Managua. Recuperado el 11 de noviembre de 2025, de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/8862/1/18829.pdf>
- Mora, C., & Lopez, W. (2015). *Diagnóstico de la situación actual del proceso de beneficiado de café del Beneficio La Providencia*. Matagalpa: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/6024/1/6237.pdf>
- Moraga Castro, J. J., & López Orozco, V. (2013). *Evaluación del proceso de secado de café pergamino en Beneficio Sajonia S.A. Matagalpa 2012*. UNAN-Managua/FAREM-Matagalpa, Facultad Muntidisciplinaria Matagalpa. Matagalpa: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua). Recuperado el 21 de octubre de 2025, de [https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/7156/1/6587.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/7156/1/6587.pdf?utm_source=chatgpt.com)

- Observatorio de Complejidad Económica (OEC). (2024). *Observatorio de Complejidad Económica (OEC)*. Obtenido de Café (HS: 0901) Comercio de Productos, Exportadores e Importadores: <https://oec.world/es/profile/hs/coffee>
- Olarte Dueñas, M. Y., & Martínez Acuña, J. (2017). *ResearchGate*. Obtenido de Análisis de las necesidades y requerimientos del sector productivo para la vinculación laboral de administradores de empresas: [https://www.researchgate.net/publication/317671863\\_ANALISIS\\_DE\\_LAS\\_NECESIDADES\\_Y\\_REQUERIMIENTOS\\_DEL\\_SECTOR\\_PRODUCTIVO\\_PARA\\_LA\\_VINCULACION\\_LABORAL\\_DE\\_ADMINISTRADORES\\_DE\\_EMPRESAS](https://www.researchgate.net/publication/317671863_ANALISIS_DE_LAS_NECESIDADES_Y_REQUERIMIENTOS_DEL_SECTOR_PRODUCTIVO_PARA_LA_VINCULACION_LABORAL_DE_ADMINISTRADORES_DE_EMPRESAS)
- Organización Internacional del Trabajo. (2021). *Desarrollo de cadenas de valor para el trabajo decente: Guía de la OIT*. Obtenido de <https://www.ilo.org/es/media/388681/download>
- Osorio, V., Pabon, J., Shuler, J., & Fernandez-Alduenda, M. (2022). *Efecto de la combinación de procesos de secado en la calidad del café natural obtenido vía seca*. Revista Cenicafé. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/es/publications/Revista73-1.pdf>
- Perez, A., & Real, O. (2012). *Efecto del presecador solar tipo domo en el secado de granos de café orgánico (Coffea arabica L.), en fincas de pequeños productores de las cooperativas San Isidro R.L Boaco y PROCOSER Nueva Segovia. Noviembre 2010- Febrero 2011*. Camoapa. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2771/1/tnq02p438.pdf>
- Pinhalense S.A. (2024). *Pinhalense S.A.* Obtenido de Catalogo maquinas agricolas: <https://pinhalense.com.br/maquinas/cafesecadores-de-caffe>
- Porras, I., Amrein, A., & Vorley, B. (2015). *Café y créditos de carbono para productores de pequeña escala: ¿Las finanzas de carbono pueden promover la producción más limpia de café en Nicaragua?* Nicaragua: International Institute for Environment and Development. Obtenido de <https://www.iiied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/16599SIIED.pdf>

- Quinde, M., & Vasquez, V. (2020). *Diseño de un secador de café mediante colectores solares para el distrito de La Coipa, San Ignacio, Cajamarca*. Repositorio Institucional UNJ. Obtenido de [https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/220/1/Marchena\\_QHH\\_Vicente\\_VJW.pdf](https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/220/1/Marchena_QHH_Vicente_VJW.pdf)
- Reyes, O. (2024). *Swissinfo*. Obtenido de Nicaragua espera producir 3,3 millones de quintales de café en la cosecha 2024-2025: <https://www.swissinfo.ch/spa/nicaragua-espera-producir-3%2C3-millones-de-quintales-de-caf%C3%A9-en-la-cosecha-2024-2025/87764804>
- Salgado, E., Estrada, B., & Perez, M. (2022). *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de un beneficio de café en la ciudad de Matagalpa para la producción y comercialización del Café Doña Vale para el periodo 2022-2027*. Matagalpa: Repositorio Institucional UNI. Obtenido de <https://ribuni.uni.edu.ni/5112/1/16348.pdf>
- SCALA HED. (2009). *Viabilidad y planeación de la ejecución del proyecto*. Obtenido de [https://repositorio.scalahed.com/recursos/files/r171r/w28097w/FormulacionyEvaluaciondeProyectos\\_Ant\\_B5\\_C.pdf](https://repositorio.scalahed.com/recursos/files/r171r/w28097w/FormulacionyEvaluaciondeProyectos_Ant_B5_C.pdf)
- SENA. (2025). *Desarrollo de pasera inteligente para el secado del café*. Obtenido de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/INNOVAGRO/article/download/6760/6449>
- Valencia, V. (2024). *Desarrollo de un sistema automatizado para el proceso de secado del café*. Universidad del Cauca. Obtenido de [https://repositorio.unicomfacauca.edu.co/jspui/bitstream/3000/402/1/Tesis\\_Brian\\_Valencia.pdf](https://repositorio.unicomfacauca.edu.co/jspui/bitstream/3000/402/1/Tesis_Brian_Valencia.pdf)
- Zamorano University. (2023). *Revisión de literatura sobre avances en beneficiado y secado de café*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/d2be1749-b3d0-4825-a499-80c9bbe52ef0/download>

## 15. Anexos

### Anexo A. Guía de observación aplicada

Dimensión	Aspectos observados	Hallazgos observados	Escala de valoración			Observaciones del investigador
			Adecuado	Parcialmente adecuado	Inadecuado	
Infraestructura y equipamiento	Estado físico del área de secado, distribución del espacio, ventilación, mantenimiento del equipo actual.	El área de secado presenta techos parcialmente deteriorados, filtraciones menores en época de lluvia y limitada ventilación. El secador rotatorio existente muestra signos de desgaste por uso continuo, con capacidad de carga insuficiente para la demanda actual.		✓		Se recomienda ampliación del área techada y mantenimiento preventivo más frecuente del secador actual.
Proceso técnico de secado	Duración del proceso, control de humedad y temperatura, uniformidad del secado.	El secado natural continúa siendo dominante. El secador mecánico permite reducción de tiempo a 36 horas, pero no logra cubrir toda la producción. No se cuenta con sensores de temperatura calibrados ni control automatizado.		✓		Se requiere adquisición de al menos dos secadores adicionales para cubrir picos de producción y mejorar la estandarización.
Personal operativo	Cantidad y capacitación del personal, supervisión técnica, cumplimiento de seguridad.	El personal demuestra experiencia empírica, pero no ha recibido capacitación técnica reciente sobre mantenimiento del secador. El número de operarios (6) resulta insuficiente en temporada alta.		✓		Implementar capacitaciones semestrales y aumentar el personal operativo en temporada de cosecha.

Seguridad e higiene laboral	Uso de EPP, señalización, condiciones del entorno.	Uso limitado de equipo de protección. El área carece de señalización visible y extintores accesibles. Se observan residuos de biomasa sin contención adecuada.			✓	Urge reforzar medidas de seguridad industrial y saneamiento en la zona de biomasa.
Aspectos ambientales	Manejo de residuos, control de emisiones, uso de biomasa, limpieza general.	El uso de biomasa es eficiente, pero el almacenamiento no cuenta con separación impermeable. Hay acumulación de polvo y partículas en el entorno cercano al secador.			✓	Se sugiere instalar filtros adicionales y mejorar la ventilación del sistema para reducir emisiones de partículas.
Logística y organización del proceso	Secuencia de etapas, coordinación, almacenamiento de café seco, transporte interno.	El flujo de trabajo es ordenado, pero se observan cuellos de botella al trasladar el café desde el beneficio húmedo al área de secado. El almacenamiento temporal es reducido.			✓	Se recomienda rediseñar el flujo interno y aumentar el área de acopio temporal del café húmedo.
Calidad y control del producto	Uniformidad del grano, control de humedad final, registros de calidad, trazabilidad.	El control de humedad se realiza manualmente con instrumentos analógicos. No existen registros digitales de trazabilidad para lotes secados mecánicamente.			✓	Integrar sensores digitales y software de trazabilidad (Cropster o similar) para monitoreo y control de calidad.

## **Anexo B. Guía de entrevista aplicada**

**Entrevistado:** Ing. Elmer Herrera – Gerente General, Sajonia Estate Coffee S.A.

**Fecha:** 22 de agosto 2025

**Lugar:** Planta de beneficio, Matagalpa

### **1. ¿Podría describir brevemente las funciones principales de Sajonia Estate Coffee dentro del proceso de beneficio del café?**

Sajonia se encarga del proceso completo de beneficio húmedo y seco para productores de la zona. Recibimos café en uva y manejamos despulpado, fermentación, lavado, presecado y secado, hasta la obtención del pergamino seco apto para exportación. Además, brindamos servicios de trilla y clasificación cuando el cliente lo solicita. Nuestro enfoque es mantener calidad uniforme y trazabilidad, porque la mayor parte de nuestro café va a exportación directa.

### **2. ¿Desde cuándo operan con secadores mecánicos rotatorios en la planta?**

Desde hace aproximadamente diez años tenemos un secador rotatorio. Sin embargo, el equipo ya está sobreutilizado y su capacidad se quedó corta en función del volumen que procesamos actualmente.

### **3. ¿Qué tipo de secadores mecánicos rotatorios utilizan actualmente (marca, modelo, capacidad)?**

El equipo que tenemos es un secador rotatorio de fabricación nacional, modelo estándar de 500 kg por hora. Es un modelo básico, sin automatización avanzada, pero ha sido de mucha utilidad. El problema es que ya no cubre ni el 30% de la demanda en las semanas pico.

### **4. ¿Cuál es la capacidad de carga por lote y el tiempo promedio de secado?**

Por lote cargamos entre 450 y 500 kilos, dependiendo de la humedad inicial. En promedio, un ciclo de secado completo nos toma entre 8 y 10 horas, pero cuando la humedad ambiente está alta, el tiempo se nos sube hasta 12 horas. En temporada fuerte eso provoca atrasos y acumulación de café húmedo.

**5. ¿Qué tipo de combustible o fuente de calor emplean para el sistema?**

Trabajamos principalmente con biomasa, cisco y subproductos. Es más económico para nosotros, pero el rendimiento varía mucho cuando hay humedad ambiental alta o cuando el cisco no viene completamente seco.

**6. ¿Cómo controlan la temperatura y la humedad durante el proceso de secado?**

El control que tenemos es bastante manual. Utilizamos termómetros analógicos y mediciones puntuales de humedad con el medidor portátil. No contamos con sensores digitales ni sistemas automatizados. Eso hace difícil mantener una temperatura estable, sobre todo cuando el clima cambia rápido.

**7. ¿Existen parámetros específicos de humedad inicial y final del café pergamino antes y después del secado?**

Sí. Normalmente el café entra con una humedad entre el 50% y 55% después del lavado, y necesitamos llevarlo a un 11% o 12% como máximo. El problema es que con el secador actual no siempre logramos mantener la curva ideal, especialmente cuando tenemos acumulación de lotes y hay que trabajar contra el tiempo.

**8. ¿Qué variaciones presentan los secadores según la variedad del café o las condiciones climáticas?**

Las variedades más densas, como Caturra y Catuaí, requieren más tiempo. Y cuando la humedad ambiental pasa del 80%, el secador pierde eficiencia y los tiempos se alargan. En esos días prácticamente no damos abasto y parte del café queda esperando turno, lo que afecta la calidad.

**9. ¿Cuántas personas se encargan de operar los secadores?**

Actualmente tenemos dos operarios asignados. Ellos hacen todo el trabajo: carga, monitoreo, descarga y limpieza. Pero la carga de trabajo es muy alta porque el control es manual y el equipo no tiene automatización. Para manejar más equipos necesitaríamos capacitación, pero aumentaría muchísimo nuestra eficiencia.

**10. ¿Qué protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo se aplican a los equipos?**

Hacemos mantenimiento preventivo cada dos meses, limpieza interna y revisión de rodamientos. El problema es que cuando la demanda es muy alta y el equipo trabaja casi sin descanso, el desgaste se acelera. Ya hemos tenido fallas en el motor y la transmisión por sobreuso. El equipo simplemente ya no está diseñado para el volumen que manejamos.

## Anexo C. Ficha de contratación

**Empresa:** Sajonia Estate Coffee S.A.

**Área:** Beneficio seco

**Puesto:** Operador de secadores mecánicos rotatorios

### 1. Identificación del cargo

- **Nombre del puesto:** Operador de Secadores Mecánicos
- **Jefe inmediato:** Encargado de Beneficio Seco
- **Modalidad:** Tiempo completo
- **Ubicación:** Planta de beneficio, Matagalpa

### 2. Objetivo del puesto

Garantizar la correcta operación del secador mecánico rotatorio, controlando temperatura, humedad y tiempos de secado para asegurar que el café pergamino alcance los parámetros de calidad establecidos por la empresa.

### 3. Funciones principales

- Cargar y descargar el secador según programación.
- Supervisar temperatura interna, humedad del café y tiempos de secado.
- Operar el sistema de calefacción por biomasa (cisco).
- Registrar datos operativos por lote (humedad inicial, final y tiempo del ciclo).
- Realizar limpieza y apoyo en mantenimientos preventivos.
- Reportar fallas o anomalías en el equipo.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaborar en la rotación de lotes y el orden del área de secado.</li> </ul>
<b>4. Requisitos del puesto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nivel educativo:</b> Bachillerato técnico o experiencia equivalente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Experiencia:</b> Mínimo 1 año en manejo de maquinaria agrícola o secado de café.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Habilidades:</b> Manejo de higrómetro, control de temperaturas, trabajo bajo presión, atención al detalle.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Condiciones:</b> Disponibilidad de horarios extendidos en temporada alta.</li> </ul>
<b>5. Riesgos del cargo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición a altas temperaturas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruido continuo de maquinaria.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación de biomasa caliente.</li> </ul>

Nota: elaboración propia en base a información de Sajonia State Coffe.



## Anexo E. Plan de gastos

<i>SAJONIA STATE COFFEE</i>					
<i>Item</i>	<i>Descripción</i>	<i>UM</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor Unitario</i>	<i>Valor Total</i>
1	Empaque retail (bolsas 340 g, mensual)	Unidad	1	43,137.25	43,137.25
2	Sacos de yute 69 kg (mensual)	Saco	1	362.32	362.32
3					-
4					-
5					-
6					-
7					-
8					-
9					-
10					-
11					-
12					-
13					-
14					-
15					-
16					-
17					-
18					-
19					-
20					-
21					-
<b>TOTAL</b>			<b>2.00</b>	<b>43,499.57</b>	<b>43,499.57</b>

### *Detalle de Mano de Obra Directa e Indirecta*

<i>Item</i>	<i>Descripción</i>		<i>Cantidad</i>	<i>Valor Unitario</i>	<i>Valor Total</i>
1	Responsable de área (mensual)		5.00	1,624.90	8,124.50
2	Ayudantes (mensual)		5.00	1,083.27	5,416.35
3	Operadores (mensual)		5.00	1,354.08	6,770.40
4					-
5					-
6					-
7					-
<b>TOTAL</b>			<b>15.00</b>	<b>4,062.25</b>	<b>20,311.25</b>

### *Provisiones de Gastos*

<i>Item</i>	<i>Descripción</i>		<i>Cantidad</i>	<i>Valor Unitario</i>	<i>Valor Total</i>
1	Vacaciones		1.00	338.38	338.38
2	Decimo Tercer Mes		1.00	338.38	338.38
3	Indemnización		1.00	203.12	203.12
4	INSS Patronal		1.00	914.00	914.00
5	Inatec		1.00	81.25	81.25
<b>TOTAL</b>			<b>5.00</b>	<b>1,875.13</b>	<b>1,875.13</b>

### *Detalle de Servicios y Otros Gastos*

<i>Item</i>	<i>Descripción</i>		<i>Cantidad</i>	<i>Valor Unitario</i>	<i>Valor Total</i>
1	Servicio de Agua Potable		1.00	210.92	210.92
2	Servicio de Energía Eléctrica		1.00	956.18	956.18
3	Servicio Telefónico		1.00	105.47	105.47
4	Renta de Edificio		1.00	812.45	812.45
5	Mant. De Maquinaria y Equipo		1.00	191.73	191.73
<b>TOTAL</b>			<b>5.00</b>	<b>2,276.75</b>	<b>2,276.75</b>

## Anexo F. Inversión total requerida

<b>Inversión Total Requerida</b>		
<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor</b>
1	Inversión ( a + b )	<b>830,000.00</b>
	<b>a) Inversión Fija</b>	<b>630,000.00</b>
	Maquinaria y Equipo	600,000.00
	Muebles y Enseres	30,000.00
	<b>b) Inversión Diferida</b>	<b>200,000.00</b>
	Gastos de Organización	200,000.00
2	<b>Capital de Trabajo</b>	<b>67,759.58</b>
	Materiales	43,499.57
	Mano de Obra	21,983.26
	Servicios	2,276.75
	<b>Inversión Total ( 1 + 2 )</b>	<b>897,759.58</b>

## Anexo G. Programa de inversiones

<b>Programa de Inversiones</b>				
		60%	40%	
<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Aporte Propio</b>	<b>Aporte Solicitado</b>	<b>Total</b>
1	Inversión ( a + b )	<b>498,000.00</b>	<b>332,000.00</b>	<b>830,000.00</b>
	<b>a) Inversión Fija</b>	<b>378,000.00</b>	<b>252,000.00</b>	<b>630,000.00</b>
	Maquinaria y Equipo	360,000.00	240,000.00	600,000.00
	Muebles y Enseres	18,000.00	12,000.00	30,000.00
	<b>b) Inversión Diferida</b>	<b>120,000.00</b>	<b>80,000.00</b>	<b>200,000.00</b>
	Gastos de Organización	120,000.00	80,000.00	200,000.00
				-
2	<b>Capital de Trabajo</b>	<b>40,655.75</b>	<b>27,103.83</b>	<b>67,759.58</b>
	Materiales	26,099.74	17,399.83	43,499.57
	Mano de Obra	13,189.96	8,793.30	21,983.26
	Servicios	1,366.05	910.70	2,276.75
	<b>Inversión Total ( 1 + 2 )</b>	<b>538,655.75</b>	<b>359,103.83</b>	<b>897,759.58</b>

## Anexo H. Balance general inicial

SAJONIA STATE COFFEE						
Balance General						
Inicial						
Expresado en Córdoba						
<b>ACTIVO</b>			<b>PASIVO</b>			
<b>Circulante</b>			<b>Circulante o a Corto Plazo</b>			
Efectivo		67,759.58				
<i>Total Activo Circulante</i>		<b>67,759.58</b>	<i>Total Pasivo Circulante</i>			-
<b>Fijo</b>			<b>Obligaciones a Largo Plazo</b>			
Mobiliario y Equipos		600,000.00		Préstamos Bancarios		359,103.83
Muebles y Enseres		30,000.00				
Obras Civiles e Instalaciones		-		<i>Total Pasivo a Largo Plazo</i>		359,103.83
<i>Total Activo Fijo</i>		<b>630,000.00</b>	<b>TOTAL PASIVO</b>			<b>359,103.83</b>
<b>Cargos Diferidos</b>			<b>CAPITAL</b>			
Gastos de Organización e Instalación		200,000.00		Capital social		538,655.75
<i>Total Cargos Diferidos</i>		<b>200,000.00</b>	<b>TOTAL CAPITAL</b>			<b>538,655.75</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>			<b>TOTAL PASIVO + CAPITAL</b>			<b>897,759.58</b>
Elaborado por: _____			Revisado por: _____			Autorizado por: _____

## Anexo I. Plan de pagos

Plan de Pagos (Forma de Pago Variable)						
Importe del Préstamo			\$359,103.83			
Interés anual			16%			
Período del Préstamo en años			5.00			
Número de pagos anuales			1.00			
Pago N°	Fecha	Saldo Inicial	Pago programado	Capital	Intereses	Saldo Final
1	jun-07	359,103.83	109,673.68	52,217.07	57,456.61	306,886.77
2	jun-08	306,886.77	109,673.68	60,571.80	49,101.88	246,314.97
3	jun-09	246,314.97	109,673.68	70,263.28	39,410.40	176,051.68
4	jun-10	176,051.68	109,673.68	81,505.41	28,168.27	94,546.28
5	jun-11	94,546.28	109,673.68	94,546.28	15,127.40	-
			548,368.40	359,103.83	189,264.56	

## Anexo J. Depreciación anual

<b>Depreciación Anual</b>					
<b>N°</b>	<b>Depreciaciones</b>	<b>Valor Inicial</b>	<b>Años de Vida Útil</b>	<b>Valor Residual</b>	<b>Depreciación Anual</b>
1	Maquinaria y equipo	600,000.00	5.00	30,000.00	114,000.00
2	Muebles y Enseres	30,000.00	5.00	1,500.00	5,700.00
3	Obras Civiles				
<b>TOTAL</b>		<b>630,000.00</b>	<b>10.00</b>	<b>31,500.00</b>	<b>119,700.00</b>

## Anexo K. Proyección de costos anuales

<b>Proyección de Costos Anuales.</b>							
<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Producción</b>					<b>Total</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
1	Costos Totales ( a + b )	1,032,709.01	1,076,783.84	1,124,764.87	1,176,962.51	1,233,705.39	5,644,925.63
	a) Costos Fijos	450,956.80	450,956.80	450,956.80	450,956.80	450,956.80	2,254,784.00
	Depreciación	119,700.00	119,700.00	119,700.00	119,700.00	119,700.00	598,500.00
	Amortización Inversión Diferida	40,000.00	40,000.00	40,000.00	40,000.00	40,000.00	200,000.00
	Mano de Obra	266,236.56	266,236.56	266,236.56	266,236.56	266,236.56	1,331,182.80
	Servicios	25,020.24	25,020.24	25,020.24	25,020.24	25,020.24	125,101.20
	a) Costos Variables	581,752.21	625,827.04	673,808.07	726,005.71	782,748.59	3,390,141.63
	Materiales	521,994.84	574,194.32	631,613.76	694,775.13	764,252.65	3,186,830.70
	Costo Financiero (Intereses)	57,456.61	49,101.88	39,410.40	28,168.27	15,127.40	189,264.56
	Otros	2,300.76	2,530.84	2,783.92	3,062.31	3,368.54	14,046.37

## Anexo L. Ingresos anuales proyectados

Ingresos Anuales Proyectados				
Año	Descripción	Producción	Precio de venta	Ingreso Total
1	Ingresos por ventas	1,440.00	1,500.00	2,160,000.00
Total Anual		1,440.00	1,500.00	2,160,000.00
2	Idem	1,584.00		2,376,000.00
3	Idem	1,742.40		2,613,600.00
4	Idem	1,916.64		2,874,960.00
5	Idem	2,108.30		3,162,456.00
TOTAL		8,791.34	1,500.00	13,187,016.00

## Anexo M. Estado de pérdidas y ganancias

Estado de Pérdidas y Ganancias							
N°	Detalle	Producción					
		1	2	3	4	5	Total
1	Ingresos	2,160,000.00	2,376,000.00	2,613,600.00	2,874,960.00	3,162,456.00	13,187,016.00
	<b>Ingresos por ventas</b>	2,160,000.00	2,376,000.00	2,613,600.00	2,874,960.00	3,162,456.00	13,187,016.00
2	Costos Totales ( a + b )	1,032,709.01	1,076,783.84	1,124,764.87	1,176,962.51	1,233,705.39	5,644,925.63
	<b>a) Costos Fijos</b>	450,956.80	450,956.80	450,956.80	450,956.80	450,956.80	2,254,784.00
	Depreciación	119,700.00	119,700.00	119,700.00	119,700.00	119,700.00	598,500.00
	Amortización Inversión Diferida	40,000.00	40,000.00	40,000.00	40,000.00	40,000.00	200,000.00
	Mano de Obra	266,236.56	266,236.56	266,236.56	266,236.56	266,236.56	1,331,182.80
	Servicios	25,020.24	25,020.24	25,020.24	25,020.24	25,020.24	125,101.20
	<b>a) Costos Variables</b>	581,752.21	625,827.04	673,808.07	726,005.71	782,748.59	3,390,141.63
	Materiales	521,994.84	574,194.32	631,613.76	694,775.13	764,252.65	3,186,830.70
	Costo Financiero (Intereses)	57,456.61	49,101.88	39,410.40	28,168.27	15,127.40	189,264.56
	Otros	2,300.76	2,530.84	2,783.92	3,062.31	3,368.54	14,046.37
3	Utilidad Bruta ( 1 - 2 )	1,127,290.99	1,299,216.16	1,488,835.13	1,697,997.49	1,928,750.61	7,542,090.37
4	Impuestos	338,187.30	389,764.85	446,650.54	509,399.25	578,625.18	2,262,627.11
5	Utilidad Neta ( 3 - 4 )	789,103.69	909,451.31	1,042,184.59	1,188,598.24	1,350,125.43	5,279,463.26



**Anexo O. Estado de flujo de efectivo**

<b>SAJONIA STATE COFFEE</b>		
<b>Estado de Flujo de Efectivo</b>		
Flujo de Efectivo Actividades Operativas		
	Ventas en Efectivo	13,187,016.00
	Efectivo pagado a proveedores y empleados	- 4,657,161.07
	Impuestos sobre la renta	- 2,262,627.11
	<b>Caja neta suministrada por las actividades operacionales</b>	<b>6,267,227.82</b>
Flujo de Efectivo Actividades de Inversión		
	Compra de activo fijo	-
	<b>Caja neta utilizada en las actividades de Inversion</b>	<b>-</b>
Flujo de Efectivo Actividades Financieras		
	Producto de los prestamo	
	Reembolso del prestamo	- 548,368.40
	<b>Caja neta suministrada por las actividades financieras</b>	<b>- 548,368.40</b>
	<b>Aumento neto de caja neta en caja</b>	<b>5,718,859.43</b>
	Saldo inicial de caja	67,759.58
	<b>Saldo final de caja</b>	<b>5,786,619.01</b>

## Anexo P. Balance general al finalizar los 5 años

SAJONIA STATE COFFEE							
Balance General							
Al finalizar los 5 años							
Expresado en Córdoba							
<b>ACTIVO</b>				<b>PASIVO</b>			
<b>Circulante</b>				<b>Circulante o a Corto Plazo</b>			
Efectivo		5,786,619.01		Cuentas por pagar			
Inventario de materiales				Impuestos por pagar			
Inventario de Artículos terminados							
<i>Total Activo Circulante</i>			<b>5,786,619.01</b>	<i>Total Pasivo Circulante</i>			-
<b>Fijo</b>				<b>Obligaciones a Largo Plazo</b>			
Maquinaria y Equipos		600,000.00		Préstamos Bancarios			
Deprec Acum Maq y Equipos	-	570,000.00					
Muebles y Enseres		30,000.00		<i>Total Pasivo a Largo Plazo</i>			-
Deprec Acum Muebles y Enseres	-	28,500.00					
Obras Civiles e Instalaciones		-					
Deprec Acum Obras Civiles e Inst	-	-					
<i>Total Activo Fijo</i>			<b>31,500.00</b>	<b>TOTAL PASIVO</b>			<b>-</b>
<b>Cargos Diferidos</b>				<b>CAPITAL</b>			
Gastos de Organización		200,000.00		Capital inicial		538,655.75	
Amortización de Gastos de Organizac.	-	200,000.00		Utilidad Acumulada		5,279,463.26	
<i>Total Cargos Diferidos</i>			-	<b>TOTAL CAPITAL</b>			<b>5,818,119.01</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>			<b>5,818,119.01</b>	<b>TOTAL PASIVO + CAPITAL</b>			<b>5,818,119.01</b>
Elaborado por: _____ Revisado por: _____ Autorizado por: _____							

## Anexo Q. Carta de constancia de juicio experto de la guía de observación



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

## Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí)

*"2025: Eficiencia y Calidad para seguir en Victorias"*

### Constancia de Juicio Experto

Yo, Cliffor Jerry Herrera Castrillo, Doctor en Matemática Aplicada, docente del Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua/CUR-Estelí, por medio de la presente hago constar que he leído y revisado, con fines de validación, el instrumento de investigación: guía de observación, de la tesis de grado titulada: "Análisis de la factibilidad económica de la adquisición de secadores mecánicos rotatorios para el beneficio industrial SAJONIA ESTATE COFFEE S.A., Matagalpa, en el año 2025.", elaborado por los estudiantes Andrea Paola Valenzuela Cruz y Erling Jeffsadam Meneses Carrasco, de la carrera Ingeniería Agroindustrial, bajo la tutoría de Mtra. María Elena Ramírez Chavarría.

#### Evaluación de los instrumentos

La guía de observación presenta una estructura clara y pertinente para evaluar las condiciones de infraestructura, proceso técnico, personal operativo, seguridad, logística y calidad del secado, permitiendo identificar hallazgos relevantes para el análisis de factibilidad. Sin embargo, se sugiere mejorar el instrumento incorporando algunos indicadores cuantitativos básicos que complementen la valoración cualitativa, ampliar ligeramente la escala de valoración para facilitar criterios más uniformes entre evaluadores y ajustar la redacción de ciertos ítems para fortalecer la precisión técnica.

El instrumento diseñado a su juicio es:

Válido ( X )

No válido ( )

Con base en lo anterior, el instrumento se considera válido para su aplicación en la investigación propuesta.

Para que conste a los efectos oportunos, extendiendo la presente en la ciudad de Estelí, a los 04 días del mes de septiembre del año dos mil veinticinco.

Nombre y apellidos del revisor

Orcid: 0000-0002-7663-2499

Correo: cliffor.herrera@unan.edu.ni

## Anexo R. Carta de constancia de juicio experto de guía de entrevista



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

### Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí)

*"2025: Eficiencia y Calidad para seguir en Victorias"*

#### Constancia de Juicio Experto

Yo, Cliffor Jerry Herrera Castrillo, Doctor en Matemática Aplicada, docente del Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua/CUR-Estelí, por medio de la presente hago constar que he leído y revisado, con fines de validación, el instrumento de investigación: guía de entrevista, de la tesis de grado titulada: "Análisis de la factibilidad económica de la adquisición de secadores mecánicos rotatorios para el beneficio industrial SAJONIA ESTATE COFFEE S.A., Matagalpa, en el año 2025.", elaborado por los estudiantes Andrea Paola Valenzuela Cruz y Erling Jeffsadam Meneses Carrasco, de la carrera Ingeniería Agroindustrial, bajo la tutoría de Mtra. María Elena Ramírez Chavarría.

#### Evaluación del instrumento

Después de revisar la guía de entrevista, considero que el instrumento es pertinente y coherente con los objetivos de la tesis; sin embargo, requiere algunos ajustes para fortalecer su claridad y validez. Se recomienda mejorar la redacción de ciertas preguntas para evitar ambigüedades, reorganizar el orden de los ítems para lograr una secuencia temática más lógica, y ampliar algunos contenidos para profundizar en aspectos técnicos y económicos vinculados a la factibilidad de los secadores mecánicos rotatorios. Asimismo, se sugiere incorporar preguntas que aborden directamente indicadores económicos como costos, retorno de inversión y riesgos, garantizando así mayor precisión en la información a recolectar. En general, el instrumento es válido, siempre que se integren estos ajustes.

El instrumento diseñado a su juicio es:

Válido ( X )

No válido ( )

Con base en lo anterior, el instrumento se considera válido para su aplicación en la investigación propuesta.

Para que conste a los efectos oportunos, extendiendo la presente en la ciudad de Estelí, a los 04 días del mes de septiembre del año dos mil veinticinco.

Nombre y apellidos del revisor

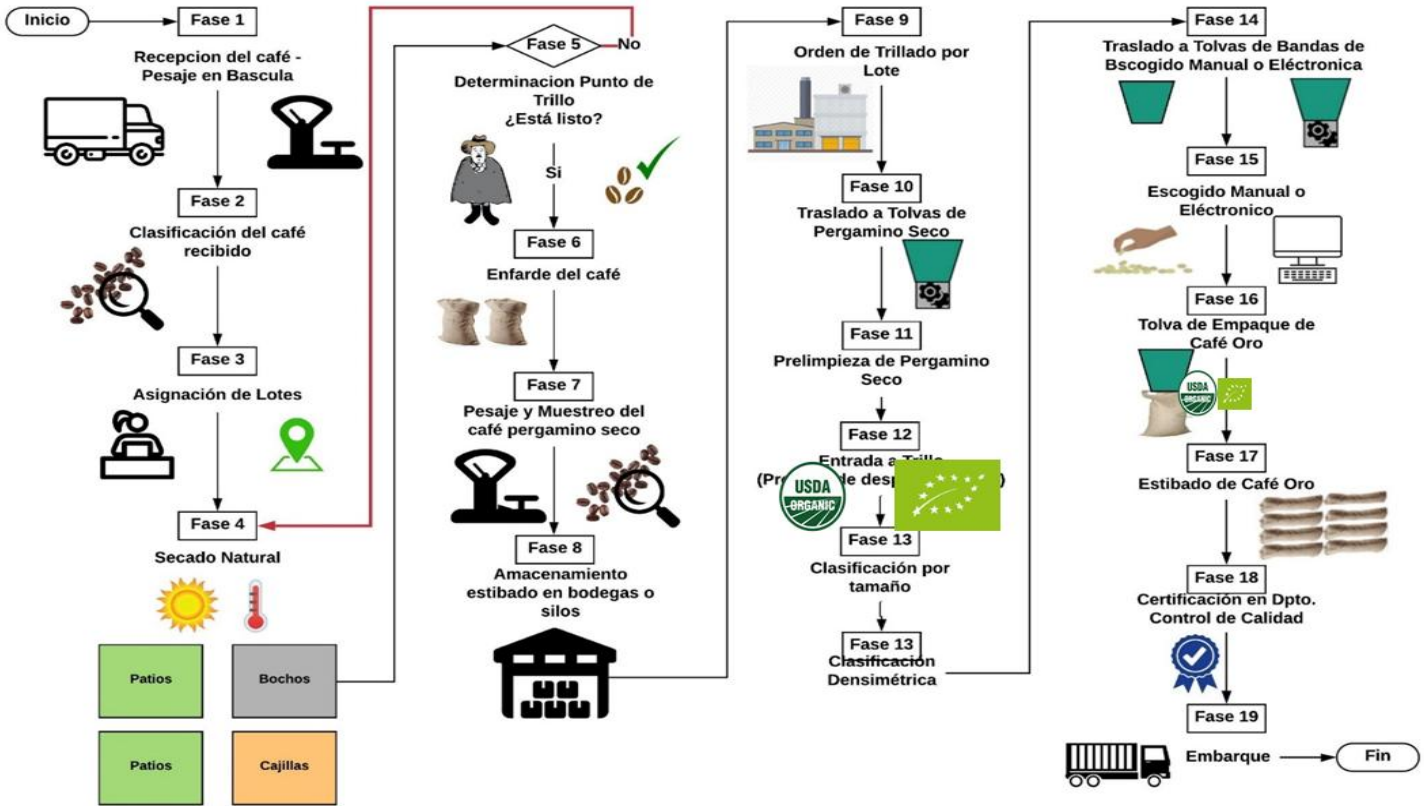
Orcid: 0000-0002-7663-2499

Correo: cliffor.herrera@unan.edu.ni

*¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!*

## Anexo T. Flujoograma de proceso proporcionado por la empresa

### Beneficio de Café Sajonia Estate Coffee, S.A Flujoograma de Beneficiado Seco del café



Anexo U. Imagen del secador mecánico rotatorio Pinhalense



Anexo V. Plano de distribución de la planta

