



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Impacto del plan de manejo de la cascarilla de café en la Planta Procesadora Matagalpa Coffee Group S.A, en el II semestre 2025.

Leiva González, M; Rizo Cano, V

Asesor

MSc. Amaru Ernesto Martínez Vega

ÁREA DE CONOCIMIENTO
CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE MATAGALPA

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!

**Área de Conocimiento
Centro Universitario Regional de Matagalpa**

Departamento Ciencias Tecnología y Salud

Informe de Investigación

Impacto del plan de manejo de la cascarilla de café en la Planta
Procesadora Matagalpa Coffee Group S.A, en el II semestre 2025.

Tesis para optar al grado de
Ingeniería Agroindustrial

Autor/es

Mariángeles Leiva González
Virginia Marileysi Rizo Cano

Asesor/es

MSc. Amaru Ernesto Martínez Vega

Noviembre, 2025



Dedicatoria

Agradecemos primeramente a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiarnos y permitirnos concluir este proceso académico con éxito.

Nuestro sincero agradecimiento a nuestros docentes del Centro Universitario Regional de Matagalpa, quienes, con dedicación, entrega y compromiso, contribuyeron a nuestra formación profesional. Su orientación constante, exigencia académica y acompañamiento pedagógico fueron esenciales para el desarrollo de nuestras capacidades y la culminación de esta investigación.

De manera especial expresamos nuestro agradecimiento a nuestro asesor, MSc. Amaru Ernesto Martínez Vega, por su guía, paciencia, aportes técnicos y por impulsarnos a perfeccionar este trabajo con rigor científico y visión ambiental.

A la planta procesadora Matagalpa Coffee Group S.A, por facilitarnos el acceso a la información necesaria para el desarrollo de este estudio y por la apertura brindada durante el proceso de investigación.

Finalmente, gracias a todas las personas que, con palabras de ánimo, apoyo emocional o colaboración técnica, hicieron posible este proyecto. Cada aporte dejó una huella en este logro que hoy celebramos.

Agradecimiento

Primeramente, dedicamos este trabajo a Dios, fuente de vida, guía y fortaleza en cada uno de los pasos dados en nuestro proceso académico. Sin su propósito y protección, este logro no habría sido posible.

A nuestros maestros y docentes, quienes con paciencia, entrega y vocación compartieron sus conocimientos, impulsando nuestro crecimiento profesional y motivándonos a trabajar con responsabilidad y compromiso dentro de nuestra carrera.

A nuestras familias, pilares fundamentales de nuestra vida, por su amor incondicional, comprensión ante nuestras ausencias, apoyo emocional constante y por creer firmemente en nuestra capacidad de alcanzar este sueño. Gracias por sostenernos incluso cuando el cansancio y las dudas aparecían.

Y finalmente, esta dedicatoria es también para nosotras mismas, por la valentía de continuar, por la disciplina de permanecer firmes ante cada desafío, por no renunciar a pesar de las dificultades y por demostrarnos que somos capaces de construir nuestro propio futuro. Este logro representa el fruto de nuestro esfuerzo, perseverancia y determinación.

Con profundo agradecimiento:

Mariángeles & Marileysi.

Carta aval

Por este medio en mi calidad de Tutor emito valoración sobre el trabajo de modalidad de graduación con el título "Impacto del plan de manejo de la cascarilla de café en la Planta Procesadora Matagalpa Coffee Group S.A, en el II semestre 2025", para optar al título de Ingeniero Agroindustrial presentado por: Br. LEIVA GONZÁLEZ MARIANGELES y Br. VIRGINIA MARILEYSI RIZO CANO.

A mi criterio el trabajo en mención cumple con lo estipulado por la UNAN Managua en el Reglamento de Régimen Académico. Existe coherencia entre su título, planteamiento del problema, sus objetivos, preguntas directrices, resultados, conclusiones y recomendaciones.

Este trabajo constituye un importante aporte en la búsqueda de soluciones a problemas de manejo de residuos agroindustriales, también aporta al desarrollo socioeconómico de la industrialización de la caficultura del departamento Matagalpa.

Se extiende la presente a los veinticuatro días del mes de noviembre del año dos mil veinticinco.



MSc. Amaru Ernesto Martínez Vega
Tutor_U

Resumen

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la planta procesadora Matagalpa Coffee Group S.A., con el propósito de analizar el manejo y aprovechamiento de la cascarilla de café generada durante el proceso de beneficiado seco. La investigación se fundamentó en un enfoque descriptivo, mediante la aplicación de entrevistas dirigidas al personal administrativo y de calidad, con el fin de obtener información relacionada con el almacenamiento, comercialización y posibles alternativas de valorización del subproducto.

Los resultados reflejan que la cascarilla de café es almacenada por períodos aproximados de dos a tres meses y posteriormente es comercializada, destinándose en su mayoría como combustible, lo que representa una fuente de ingreso adicional para la planta. No obstante, se identificó la ausencia de protocolos específicos de limpieza, desinfección y control de plagas, así como una limitada implementación de estrategias de aprovechamiento de carácter ambiental o productivo. Se evidencian también impactos ambientales vinculados a su acumulación, tales como generación de polvo, olores y presencia de insectos.

A partir del análisis se concluye que, si bien existe un beneficio económico por la venta de la cascarilla, la empresa no ha desarrollado procesos de transformación orientados al compostaje, generación de biocombustibles, sustratos agrícolas u otras alternativas de valorización, representando una oportunidad para fortalecer la sostenibilidad del proceso productivo. En consecuencia, se propone un plan de manejo integral que promueva mejoras operativas, ambientales y económicas vinculadas al aprovechamiento de este subproducto agroindustrial.

Abstract

This research work was carried out at the Matagalpa Coffee Group S.A. processing plant, with the purpose of analyzing the handling and use of the coffee peel generated during the dry beneficiary process. The research was based on a descriptive approach, through the application of interviews with administrative and quality personnel, in order to obtain information related to storage, marketing and possible alternatives for the valorization of the by-product.

The results reflect that the coffee peel is stored for approximate periods of two to three months and is then marketed, being used mostly as fuel, which represents an additional source of income for the plant. However, the absence of specific cleaning, disinfection and pest control protocols was identified, as well as a limited implementation of environmental or productive use strategies. Environmental impacts linked to their accumulation are also evident, such as dust generation, odors and the presence of insects.

From the analysis it is concluded that, although there is an economic benefit from the sale of the shell, the company has not developed transformation processes oriented to composting, generation of biofuels, agricultural substrates or other recovery alternatives, representing an opportunity to strengthen the sustainability of the production process. Consequently, a comprehensive management plan is proposed that promotes operational, environmental and economic improvements linked to the use of this agro-industrial by-product.

Índice

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	3
2.1 Antecedentes internacionales	3
2.2 Antecedentes Nacionales:.....	4
2.3 Antecedentes Locales:	5
3. Planteamiento del problema	7
4. Justificación.....	9
5. Objetivos de investigación.....	11
6. Preguntas de investigación	12
7. Limitaciones	13
8. Contexto de la investigación	14
9. Marco teórico.....	16
9.1 La caficultura en Nicaragua.....	16
9.1.1. Importancia económica y productiva del café.....	16
9.1.2. Breve descripción del beneficio seco del café.....	16
9.1.3. Generación de la cascarilla como subproducto	17
9.2. Cascarilla de café.....	17
9.2.1. Características físico-química generales	18
9.2.2. Usos potenciales y riesgos asociado cuando no se maneja correctamente.....	19

9.3. Impactos ambientales del manejo inadecuado.....	22
9.3.1. Definición de impacto ambiental.....	22
9.3.2. Tipos de impactos ambientales.....	22
9.3.3. Efectos del manejo inadecuado del residuo.....	23
9.4. Marco legal: NTON 05 014-02:	24
9.4.1. Principales disposiciones relacionadas con higiene, seguridad y medio ambiente en plantas procesadoras:.....	24
9.4.2. Responsabilidades de las empresas frente al manejo de residuos sólidos:	25
9.4.3. Relevancia de aplicar esta ley al caso de la cascarilla:	25
9.5. Planes de manejo de residuos: cascarilla de café	26
9.5.1. Definición teórica de plan de manejo ambiental aplicado al residuo	26
9.5.3. Importancia de los planes de manejo en industrias agroalimentarias.....	28
10. Diseño metodológico.....	29
10.1. Enfoque.....	29
10.2. Tipo de investigación	29
10.3. Diseño de investigación:.....	29
10.4. Población y muestra:	30
10.4 Variables y categorías.....	31
10.5. Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.....	32
10.6. Confiabilidad y validez de los instrumentos.....	33

10.8. Criterios de calidad.....	33
11. Análisis y discusión de resultados	34
11.2 Resultados de las entrevistas	35
11.3. Análisis del Objetivo Específico 1:	37
11.3.1 Condiciones del área de almacenamiento:	37
11.3.2 Procedimientos de manejo y transporte interno:	38
11.3.3 Presencia de polvo, olores e impactos ambientales:.....	39
11.3.4 Presencia de plagas y riesgos sanitarios:.....	40
11.3.5 Afectación a la calidad del café:.....	41
11.3.6 Disposición final actual:	42
11.4. Análisis de objetivo específico 2:.....	44
11.4.4.1 Introducción y justificación del PMA:	47
11.4.4.2 Objetivo general del PMA:.....	48
11.4.4.3 Objetivos específicos del PMA:	48
11.4.4.4 Lineamientos normativos aplicables:	48
11.4.4.5 Diagnóstico resumido del manejo actual:.....	48
11.4.4.6. Componentes del PMA:	49
11.5. Análisis beneficio/costo del plan de manejo de la cascarilla de café	53
11.5.1. Supuestos iniciales.....	53
11.5.2. Beneficios estimados	53

11.5.3 Costos estimados	54
11.5.3.1 Inversión inicial (CAPEX)	54
11.5.3.2 Costos operativos (OPEX)	54
11.5.4. Relación Beneficio/Costo (B/C).....	55
11.5.5. Interpretación de resultados.....	55
12. Conclusiones.....	56
13. Recomendaciones	58
14. Referencias bibliográficas	59
Anexos	64
Instrumentos de Recolección de Datos.....	64

Índice de Tablas

Tabla 1. Composición química de la cascarilla de café.....	18
Tabla 2. Principales riesgos ambientales por el mal manejo de la cascarilla	20
Tabla 3. Operacionalización de variables	31
Tabla 4. Resultados de entrevistas aplicadas a personal administrativo.	36
Tabla 5. Diagnóstico del manejo actual.....	48
Tabla 6. Indicadores del PMA.....	52
Tabla 7. Cronograma de implementación del plan.....	52
Tabla 8. Beneficios mensuales y anuales proyectados	53
Tabla 9. Inversión inicial	54
Tabla 10. Costos operativos.....	54
Tabla 11. Resultados del análisis B/C	55

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Componentes básicos aceptados en planes de manejo de residuos sólidos	27
Ilustración 2. Resultados de encuestas aplicadas a personal de Matagalpa Coffe Group.....	34
Ilustración 3. Resultados del análisis B/C.....	55

1. Introducción

La caficultura nicaragüense representa uno de los sectores más importantes del país, no solo por su tradición productiva, sino también por el impacto ambiental que generan sus procesos de transformación. Dentro de la cadena del beneficio seco, donde el café pergamino se convierte en café oro, se originan subproductos que requieren un manejo adecuado para evitar afectaciones al entorno. Entre ellos, la cascarilla de café es uno de los residuos más abundantes, pues corresponde aproximadamente al 12 % del peso seco del grano (Manals-Cutiño, 2018). Su acumulación en los beneficios constituye un desafío ambiental relevante, ya que, al ser almacenada o dispuesta inadecuadamente, puede generar contaminación del suelo y del aire, además de afectar la salud de los trabajadores por la exposición constante al polvo.

Lejos de ser un desecho sin valor, la cascarilla de café posee propiedades que permiten su aprovechamiento de manera sostenible. Investigaciones realizadas por (Ortiz, Angélica, Cruz, & Daniel, 2016), destacan que contiene nutrientes esenciales como potasio, fósforo, calcio y magnesio, además de un alto contenido de carbono y materia orgánica. Estas características favorecen la estructura del suelo, mejoran su fertilidad y contribuyen al mantenimiento de la actividad biológica, por lo que su uso puede representar una alternativa ambientalmente viable frente a los fertilizantes químicos.

En Nicaragua, el manejo de la cascarilla ha sido limitado, destinándose principalmente a la combustión en calderas o al almacenamiento prolongado sin control, lo que evidencia una subutilización de su potencial y un riesgo para el medio ambiente. No obstante, algunas instituciones académicas han comenzado a explorar opciones más sostenibles, como su empleo en la producción de biogás, compost y sustratos agrícolas. Estas experiencias demuestran que es posible transformar un residuo problemático en un recurso útil y con valor agregado, siempre que su gestión se realice bajo un enfoque ambiental responsable.

Desde el punto de vista normativo, resulta pertinente atender la NTON 05-014-02 (Norma Técnica Obligatoria para el manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos), puesto que establece los criterios técnicos para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos: recolección, segregación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición

final. Dado que la cascarilla de café es un residuo orgánico no peligroso que se genera de forma continua en los beneficios secos, su manejo debe alinearse con los requerimientos y procedimientos que esta NTON plantea para evitar prácticas como almacenamiento inadecuado, quema al aire libre o disposición en sitios no autorizados, medidas que pueden derivar en contaminación del suelo, emisiones al aire y problemas operativos. Aplicar las directrices de esta normativa permite, además, incorporar rutas de valorización (compostaje, recuperación energética, reutilización) dentro de una gestión integral que minimice impactos ambientales y mejore la sostenibilidad del beneficio.

En este sentido, la cascarilla de café debe ser entendida como un recurso con potencial ambiental, capaz de contribuir a la conservación del suelo, la reducción de la contaminación y la sostenibilidad del sistema productivo. Su manejo adecuado representa una oportunidad para avanzar hacia una caficultura más limpia, eficiente y respetuosa con el entorno natural.

2. Antecedentes

La producción de café genera importantes volúmenes de residuos orgánicos sólidos, entre los que destaca la cascarilla, un subproducto que, si bien tradicionalmente ha sido desechado, posee un alto potencial de aprovechamiento económico. En diversos países productores, se han desarrollado estrategias para su valorización en áreas como la agricultura, la energía, y la industria de materiales, lo que ha despertado un creciente interés por su manejo eficiente. Este enfoque ha sido abordado en distintos niveles, desde experiencias internacionales hasta estudios realizados en contextos nacionales y regionales.

2.1 Antecedentes internacionales

2.1.1) Producción de biocarbón a partir de residuos agrícolas, incluyendo cascarilla de café (Perú)

(Cierto, L.E, Guerrero, C.M, & Aliaga, 2022)desarrollaron un estudio en Perú sobre la producción de biocarbón a partir de cáscara de cacao, cascarilla de arroz y cascarilla de café, mediante procesos de pirólisis controlada. El estudio caracterizó propiedades fisicoquímicas del biocarbón como pH, cenizas, y capacidad de retención de agua, concluyendo que la cascarilla de café tiene un alto potencial como materia prima para biochar.

Tal estudio valida el hecho de que la cascarilla de café no solo es una fuente eficiente para la producción de biocarbón, sino que también posee propiedades fisicoquímicas que pueden ser beneficiosas para aplicaciones agrícolas, como la mejora de la calidad del suelo y la retención de nutrientes y que en conjunto con otros insumos es una opción viable.

Aunque el estudio confirma la viabilidad técnica, no aborda a profundidad la rentabilidad económica ni la implementación a escala industrial. Esto implica que, para Nicaragua, y en particular para Matagalpa Coffee Group, sería necesario complementar la investigación con análisis de costos y factibilidad de mercado.

2.1.2) Uso de cascarilla de café en la elaboración de biofertilizantes (Colombia)

(Rincón, L.A, Gutiérrez, & D, 2019) llevaron a cabo un estudio en Colombia sobre la transformación de la cascarilla de café en biofertilizante mediante compostaje enriquecido con microorganismos. El estudio evaluó diferentes mezclas de cascarilla y estiércol, observando que ciertas proporciones favorecieron la generación de un compost con un mayor contenido de nutrientes disponibles. Además, se documentó que estas mezclas mejoraban la estructura física del suelo y aceleraban los procesos de descomposición, evidenciando la eficiencia del compostaje microbiológico para transformar subproductos del café en bioinsumos de alta calidad.

Esto demuestra que la cascarilla de café puede integrarse en planes de manejo agrícola, no solo reduciendo residuos, además esto evidencia que la eficiencia del compostaje depende de la interacción entre la cascarilla y los microorganismos, así como de la proporción de materiales orgánicos utilizados, mostrando la viabilidad del proceso para transformar residuos orgánicos en insumos.

El estudio presenta resultados positivos, pero está enfocado en ensayos de finca y no profundiza en los retos logísticos a gran escala (acopio, homogenización y control de calidad del compost). Un plan de manejo empresarial debe incluir protocolos estandarizados y estrategias de distribución para garantizar su impacto real.

2.2 Antecedentes Nacionales:

2.2.1) Uso de cascarilla de café en materiales de construcción (Nicaragua)

(Sierra, Roque, & Medrano, 2013), evaluaron la incorporación de cascarilla de café como agregado fino en la elaboración de bloques de concreto en Nicaragua. Los resultados mostraron que la cascarilla presenta propiedades físicas similares a la arena, lo que permite su uso como sustituto parcial en mezclas de construcción sin comprometer de manera significativa la resistencia inicial.

Tal estudio no aborda aspectos como la durabilidad a largo plazo o la resistencia en condiciones reales, dejando dudas sobre su aplicabilidad práctica. Esto sugiere que, aunque el material podría sustituir parcialmente agregados finos, se requiere un análisis más profundo de su comportamiento

estructural y de posibles variaciones entre lotes de cascarilla antes de considerarlo confiable para la construcción.

Sin embargo, el estudio no aborda la durabilidad a largo plazo ni la resistencia estructural bajo condiciones reales de uso. Esto plantea la necesidad de normativas y ensayos adicionales antes de escalar su aplicación a nivel comercial.

2.2.2) Generación de biogás a partir de cascarilla de café (UNAN-Managua)

(Zeas, Lanuza, & Blandón, 2021) desarrollaron un estudio en la UNAN-Managua sobre la producción de biogás usando cascarilla de arroz y café como sustratos en digestión anaeróbica. Se determinó que la cascarilla de café tiene un potencial considerable en la generación de metano bajo condiciones termofílicas.

El estudio sugiere que la cascarilla de café tiene un comportamiento favorable como material orgánico en procesos de digestión anaeróbica, lo que la posiciona como un recurso con potencial energético dentro de sistemas de bioenergía.

No obstante, al tratarse de un experimento a pequeña escala, el trabajo no aborda la viabilidad económica ni la adaptación tecnológica necesaria para implementarlo de manera industrial, lo que limita la posibilidad de extrapolar los resultados a contextos prácticos sin estudios adicionales.

2.3 Antecedentes Locales:

2.3.1) Uso de cascarilla en cocinas peluseras (Matagalpa)

(Lechado, 2011) documentó en Matagalpa el uso de cascarilla de café como combustible en cocinas peluseras en las comunidades Las Mercedes y El Ocotal. El 100% de las familias beneficiarias aceptaron la cascarilla como fuente de energía, aunque el consumo de leña no disminuyó significativamente en el corto plazo.

El estudio permite inferir que la cascarilla de café tiene potencial como alternativa energética en entornos domésticos, mostrando aceptación social y viabilidad como fuente complementaria de energía en las comunidades estudiadas.

Sin embargo, refleja un sesgo de corto plazo: se documentó aceptación, pero no transformación real en la reducción de leña. Esto resalta que cualquier plan de manejo debe incorporar seguimiento y medición de impacto ambiental y social.

2.3.2 Briquetas de cascarilla de café en Jinotega (Kaffeto Coffee Roaster)

En 2023, el emprendimiento “Kaffeto Coffee Roaster” en Jinotega fue premiado por el (MARENA, 2025) por su proyecto de briquetas elaboradas a partir de cascarilla de café. La iniciativa fue reconocida dentro del concurso “Producción más limpia” y representa un caso exitoso de aprovechamiento local del subproducto.

El caso sugiere que la cascarilla de café puede incorporarse en procesos productivos locales de manera innovadora, generando soluciones sostenibles que atraen reconocimiento y fomentan la valorización de subproductos a nivel comunitario.

Es un ejemplo positivo, pero la información pública disponible es limitada en cuanto a datos técnicos y económicos. Antes de replicarlo en la planta, sería necesario realizar estudios piloto y verificar la rentabilidad de las briquetas en el mercado energético local.

3. Planteamiento del problema

La cascarilla de café, generada durante el proceso de trilla, constituye un residuo que, si no se gestiona adecuadamente, puede derivar en una problemática ambiental y sanitaria significativa. En la planta Matagalpa Coffee Group S.A., ubicada en el kilómetro 115 de la carretera Sébaco–Matagalpa y dedicada al beneficiado seco, procesamiento, catación y exportación de café nicaragüense, este subproducto se genera de manera continua. La empresa brinda servicios técnicos y logísticos a productores y cooperativas, asegurando calidad, trazabilidad y prácticas sostenibles en toda la cadena de valor. Su misión es garantizar un café de alta calidad mediante procesos responsables, y su visión es consolidarse como líder en café de especialidad a través de la innovación y la mejora continua.

Desde una perspectiva ambiental, la acumulación prolongada de cascarilla puede ocasionar contaminación del suelo debido a la lixiviación de compuestos orgánicos, especialmente en temporadas lluviosas. A ello se suma la presencia de ciertos problemas de infraestructura en los servicios sanitarios del área masculina, cuyos desechos se descargan relativamente cerca del área de almacenamiento de la cascarilla, incrementando el riesgo de afectaciones ambientales. Además, el inicio de la temporada alta de cosecha genera un aumento considerable en el volumen de cascarilla, provocando la saturación de los espacios destinados para su disposición. También, al ser un material liviano y seco, la cascarilla puede ser arrastrada por el viento, afectando zonas internas y áreas aledañas a la planta, con repercusiones sobre la calidad del aire.

En términos sanitarios, la cascarilla produce un polvo fino que, al dispersarse y mantenerse en el ambiente sin medidas de control adecuadas, puede favorecer condiciones insalubres y la presencia de vectores. Este aspecto es particularmente relevante porque contraviene los lineamientos de la NTON 05 014-02, norma que establece los requisitos higiénicos y sanitarios mínimos para instalaciones que manejan productos alimenticios, incluyendo la gestión correcta de desechos sólidos, el control de plagas y la prevención de condiciones que puedan comprometer la inocuidad. El incumplimiento de estos criterios como: la acumulación excesiva del residuo, la dispersión del polvo o la proximidad a áreas sanitarias no solo afecta la operación interna, sino que incrementa el riesgo de contaminación ambiental y compromete estándares requeridos en la industria.

Por otra parte, desde el enfoque de gestión interna, la ausencia de una estrategia definida para el manejo de este residuo propicia acumulaciones innecesarias, limita la operatividad de espacios productivos, incrementa el riesgo de incendios y favorece la proliferación de roedores, insectos y otros vectores sanitarios. Esta situación evidencia una debilidad en la planificación ambiental y en el cumplimiento de normativas nacionales que regulan las buenas prácticas de higiene, seguridad e inocuidad en instalaciones agroindustriales.

En este contexto la presente investigación busca responder a la pregunta: ¿Cuál es el impacto del plan de manejo de la cascarilla de café en la Planta Procesadora Matagalpa Coffee Group S.A, en el II semestre 2025?

4. Justificación

El presente estudio es relevante ya que valora el impacto ambiental que tiene el manejo de la cascarilla de café en la Planta Matagalpa Coffee Group S.A. ya que aborda un tema de alto impacto para la caficultura nicaragüense y responde a necesidades concretas que han sido poco atendidas. A pesar de que la cascarilla es el subproducto más abundante del beneficio seco, su aprovechamiento es nulo, lo que limita tanto la sostenibilidad ambiental y el de los procesos de la empresa.

Dicho estudio se justifica porque ofrece una salida viable a un residuo que, cuando se gestiona de forma inadecuada, afecta de forma integral a distintos recursos importantes, como lo es el suelo, aire y el recurso hídrico, el agregar un valor a este subproducto significa no solo transformar una materia como tal, sino también una ideología, una forma de pensar, que de paso a un cambio con impacto y que sea sostenible en el tiempo, Este enfoque responde a las exigencias actuales de producción responsable y puede convertirse en una práctica replicable en otras plantas de beneficio seco, fomentar una cultura de producción más limpia dentro de las plantas procesadoras y avanzar hacia un modelo de economía circular que maximice el uso de los recursos. Convertir la cascarilla en insumos útiles como compost, biocombustible o materia prima para otros productos no solo reduce la presión ambiental, sino que también genera nuevas oportunidades económicas y sociales para la empresa.

Parte de la propuesta sugerida es elaboración y aplicación de un plan de manejo para este subproducto, que permita demostrar los cambios positivos que puede generar una gestión adecuada de los residuos, seguido de una propuesta de transformación a compost donde se pueda demostrar la rentabilidad del mismo compostaje y que esta abra la posibilidad de reducir costos en fertilización, diversificar los ingresos de la empresa y fortalecer la competitividad agrícola. Se trata de un aporte práctico que combina la sostenibilidad con la eficiencia económica, alineado con los desafíos actuales del mercado cafetalero.

El estudio, además, tiene un efecto multiplicador positivo, ya que servirá como referencia para otras plantas cafetaleras del país que enfrentan la misma problemática. Su implementación puede inspirar a más empresas a adoptar medidas de aprovechamiento de subproductos, contribuyendo de manera directa al cumplimiento de la NTON 05 014-02 y a los Objetivos de Desarrollo

Sostenible, especialmente aquellos relacionados con la producción responsable, la acción por el clima y la protección de los ecosistemas terrestres.

En síntesis, la investigación es necesaria porque atiende un problema real, es pertinente porque responde a un marco legal vigente, es útil porque ofrece soluciones prácticas de manejo y aprovechamiento y es valiosa porque aporta a la sostenibilidad ambiental.

5. Objetivos de investigación

Objetivo general: Evaluar el impacto del plan de manejo de la cascarilla de café en la planta procesadora Matagalpa Coffee Group S.A en el II semestre, 2025.

Objetivos Específicos:

1. Diagnosticar las prácticas actuales de manejo de la cascarilla de café en la planta procesadora Matagalpa Coffee Group S.A.
2. Diseñar un plan de manejo ambiental integral para la cascarilla de café, conforme a la NTON 05 014-02, que permita su aprovechamiento y contribuya a la disminución de los efectos de contaminación ambiental.
3. Analizar el beneficio/costo de la implementación del plan de manejo de la cascarilla.

6. Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el impacto del plan de manejo de la cascarilla de café en la planta procesadora Matagalpa Coffee Group S.A?
- ¿Cuáles son las prácticas actuales de manejo de la cascarilla de café en la planta procesadora Matagalpa Coffee Group S.A.?
- ¿Cómo diseñar un plan de manejo ambiental integral para la cascarilla de café, conforme a la NTON 05 014-02, que permita su aprovechamiento y contribuya a la disminución de los efectos de contaminación ambiental?
- ¿Cuál sería la relación beneficio/costo derivado de la implementación del plan de manejo ambiental de la cascarilla de café.?

7. Limitaciones

Durante el desarrollo de la presente investigación se identificaron diversas limitaciones que influyeron en el alcance de los resultados y en la profundidad del análisis efectuado:

1. **Acceso limitado a información documental:** Se constató una escasez de estudios y publicaciones relacionadas con la gestión y aprovechamiento de la cascarilla de café en el contexto nacional, lo cual redujo el soporte bibliográfico disponible y dificultó la ampliación del marco teórico.
2. **Limitada disponibilidad de información por parte de la empresa:** La planta procesadora no contaba con registros sistematizados ni documentación técnica suficiente sobre el manejo del subproducto, lo que restringió el acceso a datos relevantes y la posibilidad de contrastar procedimientos internos de forma detallada.
3. **Falta de evidencia de proyectos previos de valorización:** No se encontraron antecedentes ni resultados documentados de experiencias anteriores sobre alternativas de transformación de la cascarilla, como compostaje, usos industriales o aplicaciones agrícolas, lo cual limitó las posibilidades de comparación y análisis evolutivo.
4. **Limitación de tiempo para la investigación:** El proceso investigativo se desarrolló de manera paralela a responsabilidades laborales, lo que redujo el tiempo disponible para la recolección de información, visitas de campo, entrevistas complementarias y análisis más profundo del objeto de estudio.
5. **Dificultades de transporte y desplazamiento hacia la planta:** La ubicación de Matagalpa Coffee Group S.A. fuera del área urbana implicó limitaciones en cuanto a disponibilidad

de transporte y tiempos de desplazamiento, lo cual afectó la frecuencia de visitas y el acceso oportuno a información directa del sitio de estudio.

8. Contexto de la investigación

La presente investigación se desarrolla en la planta procesadora Matagalpa Coffee Group S.A, una instalación industrial dedicada al beneficiado seco del café. En este entorno productivo, la operación diaria se encuentra estrechamente vinculada al comportamiento de la cosecha anual, el flujo de transporte de café pergamino y la capacidad de almacenamiento de subproductos derivados de la trilla. Entre estos subproductos, la cascarilla de café ocupa un lugar central debido al volumen que se genera y a las condiciones físicas que presenta: es ligera, altamente combustible y de fácil dispersión aérea.

Dentro del espacio de trabajo, la cascarilla se concentra en áreas designadas para su acopio, donde permanece en constante movimiento por procesos internos, ventas eventuales o preparación para su transporte. No obstante, su presencia continua modifica la dinámica operativa de la planta, especialmente en periodos de mayor recepción de materia prima. Durante esos intervalos, se evidencia una circulación más intensa de personal, maquinaria y vehículos, lo que incrementa la exposición al polvo generado y reduce la disponibilidad de áreas destinadas a la movilización del café oro.

Asimismo, el manejo de esta cascarilla interactúa con condiciones ambientales propias del lugar: cambios en humedad, presencia de corrientes de aire, cercanía a zonas verdes y lluvias estacionales. Estas variables inciden en la manera en que el residuo se comporta durante su almacenamiento, pudiendo compactarse, degradarse o dispersarse más rápidamente, lo cual influye directamente en las actividades cotidianas de la empresa.

El contexto social y laboral también forma parte del escenario de estudio. La planta recibe diariamente a trabajadores cuya labor se distribuye entre tareas de selección, control de calidad, pesaje, operación de maquinaria y gestión logística. El contacto frecuente con la cascarilla, especialmente en zonas cerradas y de tránsito constante, convierte el manejo de este residuo en un tema que forma parte de las conversaciones operativas, instrucciones de seguridad y organización interna del personal.

Finalmente, este contexto se ve influido por el marco normativo nacional relacionado con la gestión responsable de los residuos sólidos generados en actividades productivas. En particular, la NTON 05-014-02, que establece los lineamientos técnicos para el manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos, orienta a las empresas hacia prácticas adecuadas de segregación, almacenamiento temporal, control de dispersión y eliminación o aprovechamiento de los residuos. Dado que la cascarilla de café constituye un subproducto orgánico generado en grandes volúmenes, su gestión debe alinearse con estos criterios para evitar acumulaciones incontroladas, afectaciones operativas y riesgos ambientales dentro de la planta.

En este escenario real, dinámico y operativo, se sitúa la presente investigación.

9. Marco teórico

9.1 La caficultura en Nicaragua

La caficultura en Nicaragua se estableció a mediados del siglo XIX, transformándose en un pilar fundamental de la economía nacional. Desde entonces, el café ha sido uno de los principales productos de exportación, generando divisas cruciales y empleo para miles de familias, especialmente en las regiones montañosas del centro y norte del país.

Según el INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) el café nicaragüense se cultiva principalmente en altitudes elevadas, en regiones como Matagalpa, Jinotega y Nueva Segovia, donde el clima tropical favorece la producción de granos de alta calidad, las variedades cultivadas incluyen Typica, Bourbon, Caturra y Catuai, entre otras, ofreciendo perfiles de sabor complejos con notas de chocolate, nueces y cítricos. Donde se registran 58 beneficios secos que cumplen con los estándares para el mercado nacional e internacional y procesan la producción de 38 mil productores que cultivan 240 mil manzanas de café, de los cuales el 84% son pequeños productores.

9.1.1. Importancia económica y productiva del café

El café sigue siendo uno de los rubros más importantes para la economía de Nicaragua, no solo por su contribución a las exportaciones, sino también por su capacidad para generar empleo a lo largo de todo su ciclo productivo, desde el cultivo hasta el procesamiento. Este grano, que es clave para miles de familias nicaragüenses, mantiene su relevancia como motor de desarrollo económico y social. Canal 13 (2025), de acuerdo con el monitoreo realizado por el Ministerio Agropecuario (MAG) al 10 de enero de 2025, el acopio de café seco alcanzó los 1.55 millones de quintales de pergamino oreado, equivalentes a 838 mil 477 quintales oro.

9.1.2. Breve descripción del beneficio seco del café

El beneficio seco del café consiste en el conjunto de operaciones realizadas, sin uso de agua, para transformar la cereza o el café en pergamino seco, removiendo la cáscara externa (pergamino) mediante procedimientos mecánicos como trilla, clasificación por tamaño, densidad y color, con el fin de obtener el grano verde apto para exportación, Mantilla Duarte, 2019. El beneficio seco

constituye una fase crucial del procesamiento, pues define en gran medida la calidad comercial del café y su aceptación en los mercados internacionales.

9.1.3. Generación de la cascarilla como subproducto

La cascarilla de café se genera principalmente en la etapa de beneficiado seco, específicamente durante el proceso de trilla o descascarado, cuando se remueve la capa externa que recubre al grano de café pergamino seco para obtener el grano oro listo para la exportación (ICO, 2019). Esta cáscara corresponde al pergamino y restos de cutícula que envuelven al grano, y constituye uno de los subproductos más abundantes del beneficio.

Se dice que por cada quintal de café pergamino seco trillado, se obtiene entre un 15 % y 20 % de cascarilla como subproducto. Este material, aunque muchas veces es tratado como residuo, puede tener múltiples aplicaciones en agricultura, generación de energía y como insumo en la industria de alimentos balanceados.

9.2. Cascarilla de café

De acuerdo con (Manals-Cutiño, 2018) la cascarilla de café, también conocida como pergamino, es la capa gruesa que recubre el grano de café inmediatamente después de la capa mucilaginosa. Representa aproximadamente el 12% del peso del grano en su estado seco.

La descripción de la cascarilla de café ofrecida por (Manals-Cutiño, 2018) resalta su papel como una envoltura natural del grano, presente tras la capa mucilaginosa. Aunque suele considerarse un residuo del proceso de beneficio, el hecho de que represente alrededor del 12% del peso seco del grano indica que su volumen es significativo. Esto invita a considerar su potencial como materia prima para diversos usos industriales.

9.2.1. Características físico-química generales

Según estudios realizados por estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) (Arias & Meneses, 2016), la cascarilla de café presenta los siguientes componentes principales:

Tabla 1. *Composición química de la cascarilla de café*

Componentes	% Total base seca
Cenizas	10.5
Fósforo	0.10
Potasio	3.03
Calcio	0.25
Magnesio	0.05

Nota: (Arias & Meneses, 2016), *CENICAFE*

La investigación realizada por Arias y Meneses (2016) en la UNAN-Managua revela que la cascarilla de café contiene una proporción significativa de minerales esenciales, especialmente cenizas (10.5 %), potasio (3.03 %) y, en menor medida, calcio, fósforo y magnesio. Esta composición evidencia el valor potencial de la cascarilla como enmienda orgánica o suplemento en suelos agrícolas, ya que aporta nutrientes importantes para el desarrollo de las plantas. Además, estos datos respaldan su reutilización dentro de prácticas sostenibles que buscan reducir los residuos generados por la agroindustria cafetalera.

9.2.2. Usos potenciales y riesgos asociado cuando no se maneja correctamente

Raffino, (2021) describe la palabra riesgo como la proximidad o posibilidad de que suceda un daño o perjuicio y sus posibles consecuencias. Este daño puede afectar a una persona o grupo y es el resultado de un suceso o una acción.

El manejo inadecuado de la cascarilla de café, uno de los principales subproductos generados en el proceso de beneficio seco, puede acarrear una serie de consecuencias negativas tanto para el ambiente como para la salud humana y la sostenibilidad de los procesos. A pesar de su apariencia inofensiva, este residuo vegetal posee características físico-químicas que, si no se controlan, pueden desencadenar problemas sanitarios, ambientales, productivos y laborales. Por ello, es fundamental comprender los riesgos asociados a su acumulación, almacenamiento y disposición inadecuada, así como la importancia de aplicar prácticas de gestión responsable que promuevan la sostenibilidad y la eficiencia dentro del sector cafetalero.

9.2.2.1. Riesgos sanitarios y ambientales

La cascarilla de café es un subproducto seco que, aunque no es considerado peligroso por sí solo, puede convertirse en un foco de contaminación si se almacena en condiciones inadecuadas. Según (Torres & Bastidas, 2017) “Durante su degradación, la cascarilla genera líquidos percolados que pueden contener compuestos fenólicos, los cuales contaminan cuerpos de agua o suelos si no se manejan adecuadamente”.

Además, la fermentación de este residuo genera olores desagradables y la liberación de gases como metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), ambos gases de efecto invernadero. En espacios cerrados, estos gases pueden acumularse, generando atmósferas nocivas para las personas y aumentando el riesgo de incendios en ciertas condiciones. Esto representa un desafío ambiental y de salud pública, especialmente en instalaciones sin ventilación adecuada. El tratamiento de la

cascarilla desde un enfoque de economía circular permitiría su valorización como compost, biomasa o insumo agrícola, reduciendo significativamente estos impactos.

Tabla 2. Principales riesgos ambientales por el mal manejo de la cascarilla

Riesgo	Consecuencia ambiental	Medida principal	preventiva
Lixiviados	Contaminación del suelo y agua	Almacenamiento en plataformas elevadas	
Emisión de polvo	Contaminación del aire y molestias	Áreas techadas y ventiladas	
Acumulación sin control	Proliferación de plagas y microorganismos	Limpieza y control periódico	
Acumulación en seco	Riesgo de incendios	Retiro periódico y control de focos	

9.2.2.2. Proliferación de plagas

Según (Organización Internacional del Trabajo OIT, 2021) “El almacenamiento prolongado de subproductos del café en áreas sin control puede favorecer la aparición de vectores como roedores, moscas o escarabajos”. Estos organismos se alimentan de los residuos o los usan como refugio, y al establecerse pueden desplazarse hacia otras áreas sensibles donde se maneja el grano de café.

Esta situación implica un doble riesgo: por un lado, la contaminación cruzada del grano de café durante el almacenamiento o procesamiento, y por otro, la introducción de enfermedades o bacterianas transmitidas por estos vectores. Por ejemplo, los roedores pueden portar leptospira, salmonela o hantavirus, mientras que las moscas pueden contaminar superficies con bacterias patógenas como *Escherichia coli* o *Listeria monocytogenes*.

El control de estas plagas requiere medidas correctivas que incluyen fumigación, limpieza constante y mejoras en la infraestructura, generando sobrecostos operativos. Además, la presencia de vectores compromete seriamente el cumplimiento de estándares internacionales de calidad e inocuidad, lo que pone en riesgo la comercialización del café en mercados exigentes como la Unión Europea o Estados Unidos.

9.2.2.3. Impacto en la salud ocupacional

Para la (Organización Internacional del Trabajo OIT, 2021) “La exposición al polvo de residuos vegetales en la trilla y limpieza del café puede causar enfermedades respiratorias en los trabajadores si no se usan medidas de protección”. Por lo que el manejo inadecuado de la cascarilla representa un riesgo directo sobre los trabajadores. Este residuo, al ser manipulado o barrido, libera partículas finas y polvo vegetal. Si no hay un control de emisiones ni equipos de protección personal, los operarios pueden inhalar estas partículas, lo que con el tiempo afecta el sistema respiratorio. Casos de rinitis, alergias y bronquitis ocupacional son frecuentes en lugares donde no se adoptan medidas de control.

Además, estudios sobre enfermedades laborales en el sector agroindustrial señalan que los trabajadores de plantas de beneficio y procesamiento de café presentan una mayor incidencia de afecciones respiratorias en comparación con otros sectores. A esto se suma que, si la cascarilla se moja y no se limpia de forma oportuna, se convierte en una superficie resbaladiza que puede provocar caídas, esguinces o fracturas.

Este tipo de riesgos, si no son prevenidos mediante capacitaciones, protocolos de limpieza, y entrega de equipos de protección personal (EPP), puede derivar en bajas laborales, aumento del ausentismo y sanciones por incumplimiento de normas de seguridad laboral. La salud ocupacional

es un componente clave en la sostenibilidad del sector cafetalero, ya que influye directamente en la eficiencia y bienestar de los trabajadores.

9.3. Impactos ambientales del manejo inadecuado

9.3.1. Definición de impacto ambiental

El impacto ambiental se define como cualquier alteración en el medio físico, biológico, social o económico, causada directa o indirectamente por las actividades humanas (MARENA, 2017). Este concepto incluye tanto los efectos negativos, como la contaminación y la degradación de ecosistemas, como los efectos positivos derivados de prácticas sostenibles.

De acuerdo con la (FAO, 2018), el impacto ambiental en el sector agroindustrial surge principalmente por el manejo inadecuado de residuos y emisiones generadas durante los procesos productivos. Esto incluye no solo los desechos sólidos, líquidos y gaseosos, sino también subproductos orgánicos que, si no se gestionan correctamente, pueden afectar los ecosistemas.

9.3.2. Tipos de impactos ambientales

9.3.2.1. Suelo

La acumulación prolongada de cascarilla de café sin tratamiento puede alterar las propiedades físico-químicas del suelo, como el pH y la disponibilidad de nutrientes, debido a la liberación de compuestos ácidos durante su descomposición (Bermúdez et al., 2018).

Esto puede provocar pérdida de fertilidad, proliferación de hongos y otros microorganismos que podrían ser perjudiciales para los cultivos, modificando la diversidad y actividad de microorganismos beneficiosos, lo que a largo plazo puede comprometer la capacidad del suelo para mantener ciclos de nutrientes adecuados y sostener una producción eficiente.

9.3.1.2. Agua

Cuando la cascarilla se deposita a cielo abierto, las lluvias pueden generar lixiviados que arrastran materia orgánica hacia cuerpos de agua superficiales o subterráneos. Este proceso provoca contaminación orgánica y eutrofización, disminuyendo la calidad del agua y afectando ecosistemas acuáticos (González & Martínez, 2017). Por lo que, dicha degradación del recurso hídrico se puede traducir a posibles afectaciones indirectas sobre la salud humanas y a las actividades productivas generadoras de economía y empleos.

9.3.1.3. Aire

La descomposición anaerobia de grandes volúmenes de cascarilla puede liberar gases como metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), que contribuyen al efecto invernadero. Además, la dispersión de polvo y partículas finas durante la manipulación puede afectar la calidad del aire y generar problemas respiratorios en trabajadores (Rodríguez, 2020).

Esto evidencia que incluso los residuos orgánicos, cuando no se manejan adecuadamente, pueden tener repercusiones significativas. Además, la manipulación y almacenamiento de la cascarilla generan polvo y partículas finas que deterioran la calidad del aire, lo que puede provocar problemas respiratorios y otras afecciones de salud en los trabajadores expuestos.

9.3.1.4. Proliferación de microorganismos o plagas

La acumulación sin control favorece la presencia de hongos, bacterias y plagas (moscas, roedores), generando focos insalubres y posibles riesgos sanitarios (Pérez & López, 2019).

Esta situación no solo representa un problema de higiene, sino que también puede afectar la salud de los trabajadores y de las comunidades cercanas, al facilitar la transmisión de enfermedades. Además, la presencia de plagas y microorganismos patógenos puede comprometer la calidad de los productos agrícolas y generar impactos negativos en la percepción del consumidor y en la sostenibilidad de los procesos productivos de las industrias.

9.3.3. Efectos del manejo inadecuado del residuo

La falta de un manejo ambientalmente adecuado de la cascarilla de café puede derivar en múltiples efectos: degradación del suelo agrícola circundante, contaminación de fuentes hídricas, generación de gases de efecto invernadero, deterioro del paisaje, proliferación de vectores y

afectaciones a la salud humana. Además, representa un riesgo legal para las plantas procesadoras que no implementen planes de manejo acordes a la normativa vigente (FAO, 2018; MITRAB, 2010).

Además, el incumplimiento de la normativa vigente puede derivar en sanciones legales y limitaciones para acceder a ciertos mercados que exigen estándares de producción sostenible. Esto evidencia que una gestión deficiente de los residuos no solo tiene consecuencias ambientales, sino que también puede impactar en la rentabilidad y la viabilidad a largo plazo de las operaciones agroindustriales.

9.4. Marco legal: NTON 05 014-02:

9.4.1. Principales disposiciones relacionadas con higiene, seguridad y medio ambiente en plantas procesadoras:

La NTON 05-014-02 (*Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos No Peligrosos*), es la normativa nacional que establece los lineamientos para la gestión integral de los residuos sólidos generados en cualquier actividad productiva. Esta norma regula aspectos como:

- La segregación en el sitio de origen
- El almacenamiento temporal seguro
- El transporte interno y externo
- Los procesos de tratamiento y valorización
- Los criterios para la disposición final en sitios autorizados

La NTON enfatiza que los residuos deben manipularse de forma que no representen riesgos para la salud de los trabajadores, no afecten el ambiente y no interfieran en los procesos industriales. En el contexto de las plantas procesadoras de café, esta norma resulta esencial para garantizar

operaciones ordenadas, seguras y ambientalmente responsables, especialmente en períodos de alta producción donde el volumen de subproductos aumenta significativamente. (Nicaragua, 2018)

9.4.2. Responsabilidades de las empresas frente al manejo de residuos sólidos:

La NTON 05-014-02 establece que las empresas generadoras de residuos sólidos no peligrosos tienen la obligación de implementar procedimientos que aseguren:

- Identificación y clasificación adecuada de los residuos generados.
- Acopio en áreas acondicionadas, con control de dispersión, humedad y acceso restringido.
- Evitar acumulaciones prolongadas que puedan causar incendios, emisiones de polvo o afectaciones operativas.
- Aplicar medidas de valorización, como reciclaje, compostaje o recuperación energética cuando sea posible.
- Garantizar que el transporte y la disposición final se realicen de acuerdo con los criterios técnicos establecidos por la norma.

Para las operaciones agroindustriales, cumplir con esta normativa no solo asegura el control de riesgos, sino que también fortalece la eficiencia interna, reduce impactos ambientales y facilita la obtención de certificaciones o auditorías vinculadas a sostenibilidad y calidad. (Nicaragua, 2018)

9.4.3. Relevancia de aplicar esta ley al caso de la cascarilla:

La cascarilla de café es un residuo sólido orgánico, no peligroso, generado de manera continua durante el beneficiado seco. Por lo tanto, su gestión está directamente regulada por la NTON 05-014-02.

Aplicar esta norma a la cascarilla es pertinente porque:

- Requiere que el residuo se almacene en áreas acondicionadas, evitando su dispersión por el viento y la acumulación excesiva.

- Exige que se lleve un control del volumen generado, así como de su tratamiento o destino final.
- Indica que no se deben realizar prácticas como la quema al aire libre, el vertido en zonas no autorizadas o el almacenamiento en condiciones que generen vectores o riesgos de incendio.
- Promueve el aprovechamiento del residuo, siempre que exista viabilidad técnica, como compostaje, uso agrícola o generación energética.

La aplicación de la NTON 05-014-02 al manejo de la cascarilla garantiza que la planta procese este subproducto bajo estándares técnicos reconocidos, evitando sanciones, reduciendo riesgos laborales y ambientales, y fortaleciendo prácticas sostenibles dentro de la agroindustria cafetalera. Además, contribuye a mejorar la imagen institucional de la empresa, posicionándola como una entidad comprometida con la gestión responsable de sus residuos y la sostenibilidad del sector.

9.5. Planes de manejo de residuos: cascarilla de café

9.5.1. Definición teórica de plan de manejo ambiental aplicado al residuo

Un plan de manejo ambiental (PMA) para residuos se entiende como un instrumento técnico-administrativo que articula las acciones y procesos necesarios para la gestión integral de los residuos generados desde su generación hasta su disposición final con el fin de minimizar impactos negativos al ambiente y la salud humana (Gobierno de Nicaragua, 2005)

En el ámbito del residuo sólido como es la cascarilla las etapas donde se genera el residuo, implica caracterizarlo, proponer estrategias de reducción, reutilización y tratamiento, y definir cómo manejar la fracción residual no aprovechable de forma segura.

El Decreto 47-2005 en Nicaragua en su política nacional establece principios como la minimización en origen, la separación desde la fuente, el tratamiento y la disposición final en rellenos sanitarios (Gobierno de Nicaragua, 2005)

9.5.2 Planes de manejo de residuos sólidos

Ilustración 1. Componentes básicos aceptados en planes de manejo de residuos sólidos

Componente	Aplicación al manejo de cascarilla de café	Fuente
Diagnóstico inicial	Cuantificar la generación diaria o mensual de cascarilla por volumen de café procesado. Realizar caracterización físico-química: humedad, lignina, celulosa, hemicelulosa, ceniza. Ej.: la cascarilla en Nicaragua presenta 36,70 % de celulosa, 15,93 % de lignina y 8,6 % de humedad.	Arias Ortiz & Meneses Cruz, 2016
Objetivos del Plan	Establecer metas: reducir el 50 % de cascarilla dispuesta como residuo, aprovechar el 30 % en productos reutilizables (biogás, bloques, compost), cumplir con la Ley 618.	Decreto No.47-2005
Prevención y minimización.	Evitar contaminación cruzada con otros residuos, capacitar al personal en separación en origen, implementar sistemas de recolección diferenciada.	MINAM, 2008
Aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Biogás: la cascarilla de café tiene alto potencial energético en biodigestores anaeróbicos. • Bioconcreto: se ha usado como sustituto parcial del agregado fino • Macetas biodegradables: mezclada con almidón y cal agrícola. 	Aguilar Zeas et al., 2022; Roque Altamirano et al., 2015; Zeledón et al., 2022
Almacenamiento y transporte.	Contenedores cerrados, ventilados y techados. Señalización según tipo de cascarilla (limpia o contaminada). Transporte en rutas internas controladas para evitar esparcimiento.	(Gobierno de Nicaragua, 2005)
Disposición final.	La fracción no aprovechable debe ser enviada a relleno sanitario o disposición controlada conforme a normativas.	Decreto No. 47-2005
Monitoreo y control.	Indicadores: volumen mensual generado, porcentaje aprovechado, emisiones evitadas, costos de gestión. Comparación anual y ajustes.	MINAM, 2008
Capacitación y sensibilización.	Talleres al personal operativo, señalización visible en planta, protocolos de manejo seguro, uso de EPP.	(Gobierno de Nicaragua, 2005)
Evaluación costo-beneficio.	Comparar costos de implementación del plan con beneficios: ahorro en disposición, ingresos por venta de subproductos, reducción de multas o sanciones.	Roque Altamirano et al., 2015

9.5.3. Importancia de los planes de manejo en industrias agroalimentarias

- La implementación de planes de manejo de residuos sólidos en las industrias agroalimentarias es esencial para asegurar una operación ambientalmente sostenible, económicamente viable y socialmente aceptada. En el caso del café, la cascarilla constituye uno de los principales subproductos sólidos, y su acumulación sin tratamiento puede tener los siguientes efectos:
- **Ambiental:** evita impactos negativos al suelo, agua y aire. Si la cascarilla se deposita sin control puede generar lixiviados, emisiones de gases (en descomposición anaerobia) y proliferación de vectores (roedores, insectos).
- **Económica:** el aprovechamiento de la cascarilla puede generar ahorro o ingresos: por ejemplo, como combustible, producción de biogás o como agregado en materiales constructivos. El estudio de Sierra et al. (2013) mostró que bloques con cascarilla entera resultaron menos costosos que los hechos con cascarilla molida debido a menor requerimiento de cemento, aunque con limitaciones técnicas.
- **Social / legal:** mejora la imagen institucional de la empresa, demuestra responsabilidad ambiental ante autoridades y comunidades, y contribuye al cumplimiento del marco normativo nacional.
- Además, estudios realizados en Estelí han evidenciado que la cascarilla de café produce mayor rendimiento de biogás que otros residuos
- agroindustriales bajo condiciones termofílicas (Aguilar Zeas et al., 2022), lo que representa una alternativa energética viable para plantas procesadoras.
- Además, al guiarse por la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto 47 2005), se alinea con los principios de reducción, separación, reuso, tratamiento y disposición final segura que demanda la normativa nacional (Gobierno de Nicaragua, 2005; FAOLEX, 2005).

10. Diseño metodológico

10.1. Enfoque

El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando elementos del enfoque cuantitativo y cualitativo. El enfoque cuantitativo permitió obtener información objetiva sobre las prácticas de manejo, riesgos asociados y acciones operativas mediante una encuesta aplicada a los operarios vinculados al proceso de trilla. Por su parte, el enfoque cualitativo posibilitó comprender, desde la perspectiva técnica y administrativa, los criterios, decisiones y desafíos relacionados con la gestión de la cascarilla mediante entrevistas semiestructuradas.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el enfoque mixto integra la medición numérica con la interpretación del contexto, permitiendo un análisis más completo del fenómeno estudiado. Este enfoque resulta adecuado para investigaciones en agroindustria donde intervienen tanto condiciones operativas cuantificables como percepciones y criterios técnicos que requieren ser interpretados.

10.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptivo, ya que busca caracterizar el manejo actual de la cascarilla, los efectos ambientales asociados y las prácticas de aprovechamiento económico realizadas en la planta Matagalpa Coffee Group S.A. De acuerdo con Sampieri (2014), los estudios descriptivos permiten identificar comportamientos, procesos y características de un grupo o fenómeno sin manipular las variables.

Asimismo, el estudio es aplicado, pues los resultados podrán emplearse para mejorar los procesos internos de gestión de residuos en la planta, en coherencia con los principios de sostenibilidad agroindustrial.

10.3. Diseño de investigación:

El diseño es no experimental y transversal. No experimental porque las variables no se manipulan; se observan tal como se manifiestan en el contexto natural de la planta. Transversal porque la recolección de datos se realizó en un único período, evaluando las condiciones existentes durante la temporada de procesamiento 2025.

Este diseño es adecuado para estudios de residuos agroindustriales, donde el interés radica en documentar el estado actual del manejo y sus efectos sin intervenir en el proceso productivo.

10.4. Población y muestra:

La población estuvo constituida por el personal directamente involucrado en el manejo, supervisión y administración de la cascarilla de café, incluyendo:

- Operarios de trilla
- Personal de limpieza y recolección de subproducto
- Responsables técnicos de planta
- Administradores operativos vinculados a la gestión del residuo

Aunque la empresa cuenta con más de 100 trabajadores temporales y entre 14 - 16 trabajadores permanentes, solo 2 a 15 personas participan directamente en actividades relacionadas con la cascarilla, por lo que esta constituye la población accesible y pertinente para el estudio.

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, apropiado para estudios aplicados en empresas donde la población es reducida y específica y donde se requiere acceso directo a las personas involucradas en el proceso (Hernández et al., 2014).

La muestra estuvo conformada por:

- 10 operarios a quienes se aplicó la encuesta
- 2 responsables técnicos/administrativos a quienes se aplicó la entrevista semiestructurada

Esta selección permite obtener información representativa de las actividades operativas y del criterio técnico-administrativo necesarios para comprender el manejo integral del subproducto

10.4 Variables y categorías

Tabla 3. Operacionalización de variables

Objetivo	Variable	Subvariables	Indicadores	Instrumentos	Responsable
Diagnosticar las prácticas actuales de manejo de la cascarilla de café en la planta procesadora Matagalpa Coffee Group S.A.	Manejo actual de la cascarilla	-Prácticas operativas de manejo -Condiciones sanitarias y ambientales -Impactos en calidad de producto -Formas de aprovechamiento actual	-Existencia de etapas definidas -Frecuencia de limpieza -Presencia de plagas -Registros de impactos ambientales -Afectación a la calidad -Porcentaje reutilizado -Porcentaje comercializado.	Observación directa, entrevistas, encuestas	Investigador(a), jefe de planta
Proponer un plan de manejo ambiental de la cascarilla de café en el marco de la NTON 05 014-02.	Plan de manejo ambiental propuesto	-Medidas preventivas -Controles de manejo -Aprovechamiento del residuo	-Número de protocolos implementados -Reducción del volumen acumulado (%) -Reducción de dispersión de polvo(frecuencia/día) -Uso correcto de EPP (% de cumplimiento) -Cantidad de cascarilla aprovechada (Kg/mes)	Entrevistas, encuestas	Investigador(a), responsable de seguridad e higiene
Analizar el beneficio/costo de la implementación del plan de manejo de la cascarilla.	Relación Beneficio/Costo (B/C)	- Costos (CAPEX + OPEX) -Beneficios económicos directos -Beneficios indirectos	-Ingresos generados por comercialización -Volumen comercializado -Costos actuales del manejo del residuo -Costos estimados del plan	Entrevistas, encuestas, tabla comparativa de costos, análisis financiero.	Investigador(a), administración financiera, control de costos

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

Se aplicaron técnicas e instrumentos de recolección de datos seleccionados de manera estratégica, con el propósito de obtener información pertinente y confiable que permitiera cumplir con los objetivos de la investigación de forma sistemática y estructurada, garantizando la rigurosidad metodológica y facilitando el análisis integral del fenómeno estudiado.

10.5.1. Encuesta estructurada:

Se aplicó una encuesta estructurada al personal operativo y técnico de la planta, con el propósito de recopilar información cuantitativa sobre las prácticas actuales relacionadas con el manejo de la cascarilla de café y su aprovechamiento económico. El instrumento constó de 14 preguntas cerradas (Sí/No), diseñadas para cubrir de manera directa las variables de estudio centrales de la investigación.

Los datos obtenidos mediante las encuestas se procesaron utilizando herramientas básicas de análisis descriptivo. La información se organizó en tablas de frecuencia para identificar la cantidad de respuestas por categoría (Sí/No), (**ver anexo 3**) Posteriormente la presentación de los resultados se realizó mediante un gráfico simple de barra, para facilitar la interpretación de los hallazgos.

Este tipo de análisis es adecuado para estudios descriptivos, en los que el propósito principal es caracterizar el comportamiento de las variables de estudio sin establecer relaciones causales.

10.5.2. Entrevista estructurada:

Aplicada al personal administrativo, con preguntas abiertas para recoger información cualitativa detallada sobre estrategias de manejo, impactos y beneficios económicos.

Las entrevistas fueron analizadas mediante un proceso sencillo de interpretación cualitativa. En primer lugar, las respuestas se transcribirán de forma textual. Luego, se procedió a:

1. Lectura completa de las respuestas para familiarizarse con el contenido.
2. Identificación de ideas clave relacionadas con:

- Prácticas de manejo
- Control de riesgos
- Decisiones técnicas
- Dificultades encontradas
- Posibilidades de aprovechamiento económico.

3. Construcción de interpretación narrativa que describe y explica cómo se maneja el residuo, qué problemas existen y qué oportunidades de mejora se identificaron desde la perspectiva del personal responsable.

10.6. Confiabilidad y validez de los instrumentos.

Los instrumentos aplicados en esta investigación pasaron por un proceso de verificación y ajuste con el apoyo del asesor especialista, quien revisó de manera detallada cada formato y técnica de recolección de información. Durante esta evaluación, se analizaron tanto la pertinencia de los ítems como la coherencia de la metodología utilizada, con el fin de asegurar que cada herramienta realmente respondiera a los objetivos y variables del estudio. Gracias a este proceso, se confirmó que los instrumentos contaban con la precisión necesaria para obtener datos confiables, fortaleciendo así la calidad, rigor y validez de los resultados finales de la investigación.

10.8. Criterios de calidad

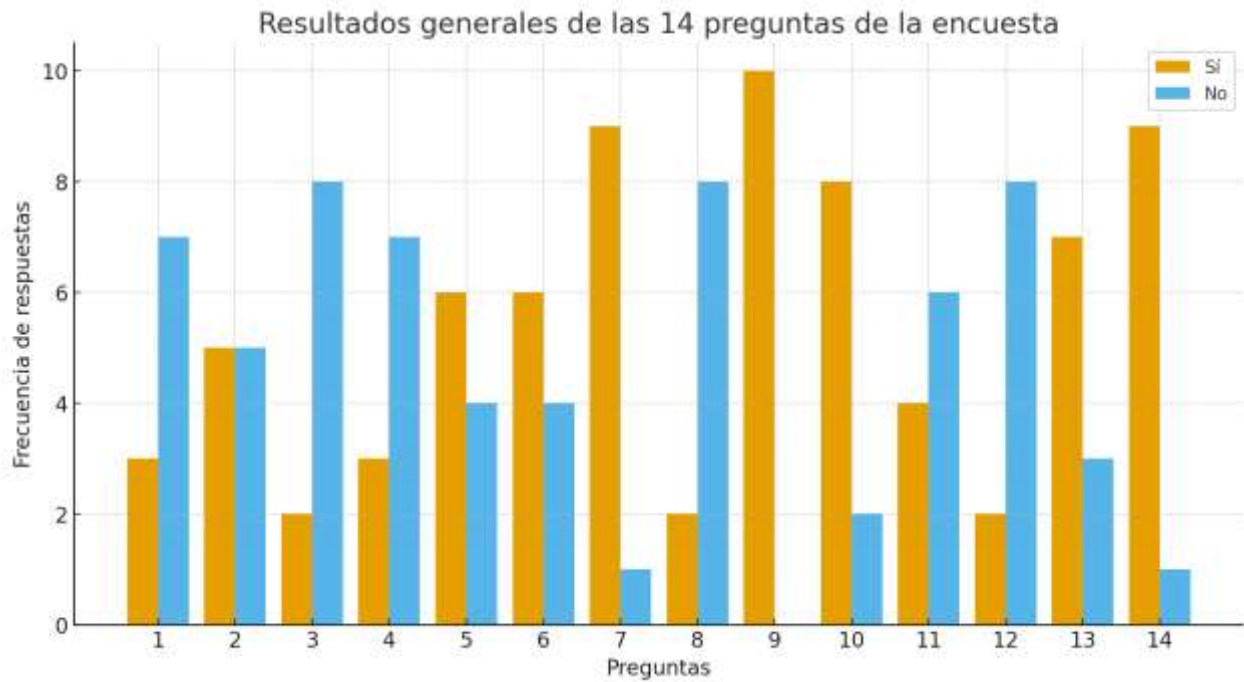
Para garantizar la calidad científica del estudio se siguieron los siguientes criterios:

- Credibilidad: alcanzada mediante la triangulación de fuentes, instrumentos y técnicas de recolección.
- Transferibilidad: asegurada a través de la descripción detallada del contexto de la planta procesadora, lo cual permite aplicar los hallazgos a situaciones similares en otras empresas cafetaleras.
- Dependencia: garantizada mediante la aplicación sistemática de los instrumentos bajo condiciones homogéneas, así como la codificación uniforme de los datos.

- Conformabilidad: alcanzada mediante la inclusión de evidencias empíricas (tablas, entrevistas, observaciones) que respaldan las interpretaciones realizadas, minimizando sesgos de la investigadora.

11. Análisis y discusión de resultados

Ilustración 2. Resultados de encuestas aplicadas a personal de Matagalpa Coffe Group.



Nota: Fuente propia

11.2 Resultados de las entrevistas

Tabla 4. Resultados de entrevistas aplicadas a personal administrativo.

Pregunta	Respuestas
	Gerente
1. ¿Qué medidas de prevención implementan para evitar la contaminación y el deterioro de la cascarilla almacenada?	– Bodega de almacenamiento a granel, se empaqueta y enfarda en estibas y recubrimiento de plástico
2. ¿Durante cuánto tiempo permanece almacenada la cascarilla antes de su disposición o uso?	– De dos a tres meses, porque lo que sale se va vendiendo.
3. ¿Cómo se gestiona la disposición final de la cascarilla en la planta?	– Se vende
4. ¿Han implementado tratamientos como compostaje, uso como sustrato u otras alternativas?	– No
5. ¿Qué protocolos de limpieza y desinfección aplican en las áreas donde se manipula la cascarilla?	– No hay manipulación porque no es un producto
6. ¿Qué impactos ambientales ha observado debido a la acumulación de la cascarilla?	– Generación de polvo producto a su degradación para evitar esto, se recolecta en sacos y se almacena en estibas.
7. ¿Qué prácticas de reutilización o reciclaje se han desarrollado para reducir su impacto ambiental?	– Estar en un lugar cerrado para protegerla de la humedad.
8. ¿Qué tipo de plagas han sido detectadas en las zonas donde se acumula la cascarilla?	– Como no se encuentra expuesta no se contamina por insectos. No se encuentran plagas que afecten.
9. ¿Qué medidas de control de plagas aplican específicamente en las áreas de almacenamiento de la cascarilla?	– No se aplica ninguna
10. ¿De qué forma considera que la acumulación de cascarilla ha afectado las operaciones de la planta?	– Debido como se ha ido comercializando en un periodo corto de tiempo no ha habido problemas.
11. ¿La acumulación de la cascarilla ha afectado la calidad del café almacenado? ¿De qué manera?	– No ha afectado
12. ¿La acumulación de la cascarilla ha afectado la calidad del café almacenado? ¿En qué aspecto?	– No ha afectado
13. ¿Qué productos derivados de la cascarilla elaboran actualmente en Matagalpa Coffee Group S.A?	– No se da uso, solo se comercializa para combustible
14. ¿Qué otros productos derivados han intentado desarrollar a partir de la cascarilla?	– Ninguno
15. ¿Qué porcentaje aproximado de cascarilla se comercializa en la actualidad?	– El 70% de la cascarilla
16. ¿Qué impacto económico ha generado la comercialización de la cascarilla o sus derivados en los ingresos de la planta?	– Es positivo, porque genera un ingreso extra a la planta

Tabla 4. Resultados de entrevistas aplicadas a personal administrativo.

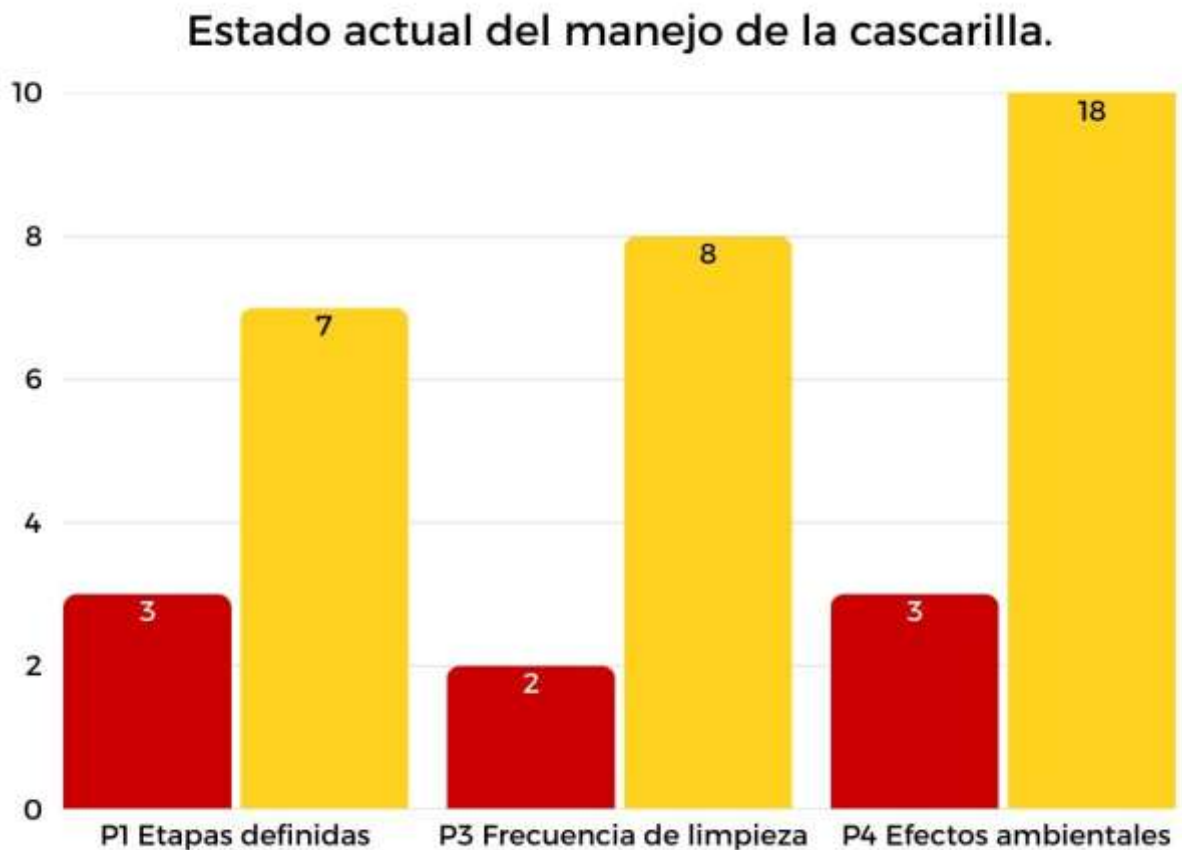
Pregunta	Respuestas
	Calidad
1. ¿Qué medidas de prevención implementan para evitar la contaminación y el deterioro de la cascarilla almacenada?	– Solamente se almacena
2. ¿Durante cuánto tiempo permanece almacenada la cascarilla antes de su disposición o uso?	– Unos dos meses
3. ¿Cómo se gestiona la disposición final de la cascarilla en la planta?	– Se comercializa
4. ¿Han implementado tratamientos como compostaje, uso como sustrato u otras alternativas?	– En una ocasión trataron de desarrollar compost, pero no lo tomaron en serio.
5. ¿Qué protocolos de limpieza y desinfección aplican en las áreas donde se manipula la cascarilla?	– Ninguno
6. ¿Qué impactos ambientales ha observado debido a la acumulación de la cascarilla?	– Polvo, mal olor y en ocasiones insectos
7. ¿Qué prácticas de reutilización o reciclaje se han desarrollado para reducir su impacto ambiental?	– Almacenarla nada mas
8. ¿Qué tipo de plagas han sido detectadas en las zonas donde se acumula la cascarilla?	– Mosquitos, roedores e insectos
9. ¿Qué medidas de control de plagas aplican específicamente en las áreas de almacenamiento de la cascarilla?	– Ninguna
10. ¿De qué forma considera que la acumulación de cascarilla ha afectado las operaciones de la planta?	– No ha afectado
11. ¿La acumulación de la cascarilla ha afectado la calidad del café almacenado? ¿De qué manera?	– No ha afectado
12. ¿La acumulación de la cascarilla ha afectado la calidad del café almacenado? ¿En qué aspecto?	– No ha afectado
13. ¿Qué productos derivados de la cascarilla elaboran actualmente en Matagalpa Coffee Group S.A?	– No se realiza ninguno, solamente la venta
14. ¿Qué otros productos derivados han intentado desarrollar a partir de la cascarilla?	– Compost
15. ¿Qué porcentaje aproximado de cascarilla se comercializa en la actualidad?	– El 70% de la cascarilla
16. ¿Qué impacto económico ha generado la comercialización de la cascarilla o sus derivados en los ingresos de la planta?	– Ha sido bueno, porque es un ingreso extra

11.3. Análisis del Objetivo Específico 1:

Este apartado analiza las prácticas reales de manejo, almacenamiento y disposición de la cascarilla en la planta, utilizando la información obtenida a través de los instrumentos descritos en el *apartado 10.5*, del diseño metodológico.

El análisis se organiza según los indicadores definidos en la operacionalización de variables, *apartado 10.4*.

11.3.1 Condiciones del área de almacenamiento:



Nota: *Creado por los autores*

Los resultados muestran que la cascarilla se almacena durante 2 a 3 meses antes de su comercialización, de acuerdo con ambas entrevistas (Gerencia y Calidad). La Gerencia indica que

el almacenamiento se realiza en una bodega cerrada, resguardada con estibas y plástico, lo cual coincide parcialmente con la observación directa de la planta; sin embargo, el área de Calidad señala que la cascarilla simplemente se almacena, sin medidas de protección específicas.

En las encuestas, el personal confirma lo siguiente:

- **Pregunta 1:** (¿Cuentan con un proceso definido para el manejo de la cascarilla?) el 70 por ciento de los encuestados respondieron que NO.
- **Pregunta 2:** (¿El área de almacenamiento cumple condiciones adecuadas?) el 50 por ciento presenta tendencia negativa.

Las condiciones del área de almacenamiento son básicas pero insuficientes, sin estandarización ni protocolo formal. Aunque existe infraestructura, no se emplea como parte de un sistema de manejo definido.

11.3.2 Procedimientos de manejo y transporte interno:

La ausencia de procedimientos formales es uno de los hallazgos más consistentes.

La encuesta evidencia que:

- **Preguntas 3 y 8:** El 80 por ciento en ambas preguntas fueron negativas, lo que evidencia que no existen procesos ni protocolos de limpieza asociados al manejo, y que deja expuesta la calidad del café.

En las entrevistas:

- **Gerencia** expone que el residuo no se manipula porque no es un producto, mostrando ausencia total de un procedimiento interno.

- **Calidad** confirma el hecho de que no existe ningún protocolo de manejo ni de limpieza y desinfección en las áreas donde se almacena la cascarilla.

La cascarilla no se contempla dentro de los flujos operativos de la planta; su manejo es reactivo y no preventivo. Esto explica la inconsistencia entre controlar plagas por obligación, pero no prevenirlas mediante manejo adecuado del residuo.

11.3.3 Presencia de polvo, olores e impactos ambientales:

La encuesta revela que

Las preguntas relacionadas con aspectos ambientales (preguntas 4, 5 y 6) muestran que:

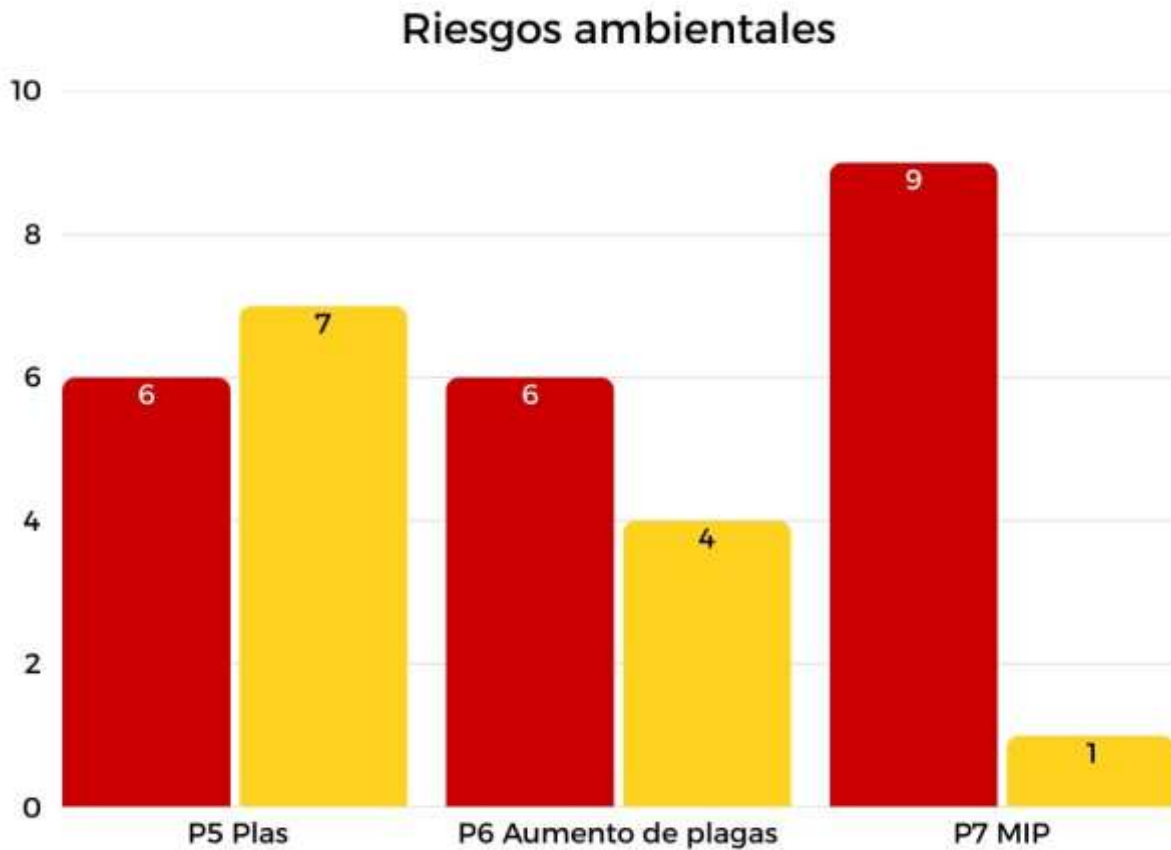
Entre el 40% y 60 % de los encuestados responde Sí a presencia de polvo e insectos. Los trabajadores identifican efectos ambientales derivados de la acumulación prolongada.

Las entrevistas corroboran esta situación:

- Calidad reporta polvo, mal olor, mosquitos, roedores e insectos.
- Gerencia menciona que la cascarilla degrada y genera polvo, lo que obliga a cubrirla con plástico.

El almacenamiento prolongado, sin medidas de protección suficientes, provoca contaminación por polvo, olores y presencia de vectores. Estos impactos confirman que la acumulación del residuo sí genera riesgos ambientales internos, aunque no se perciban aún impactos graves sobre el café almacenado.

11.3.4 Presencia de plagas y riesgos sanitarios:



- Las preguntas 5 y 6 de la encuesta muestra que el 40% por ciento de los encuestados indican que la cascarilla atrae plagas.
- Un porcentaje similar afirma que esto afecta el ambiente y seguridad en el trabajo.

Las entrevistas presentan discrepancias:

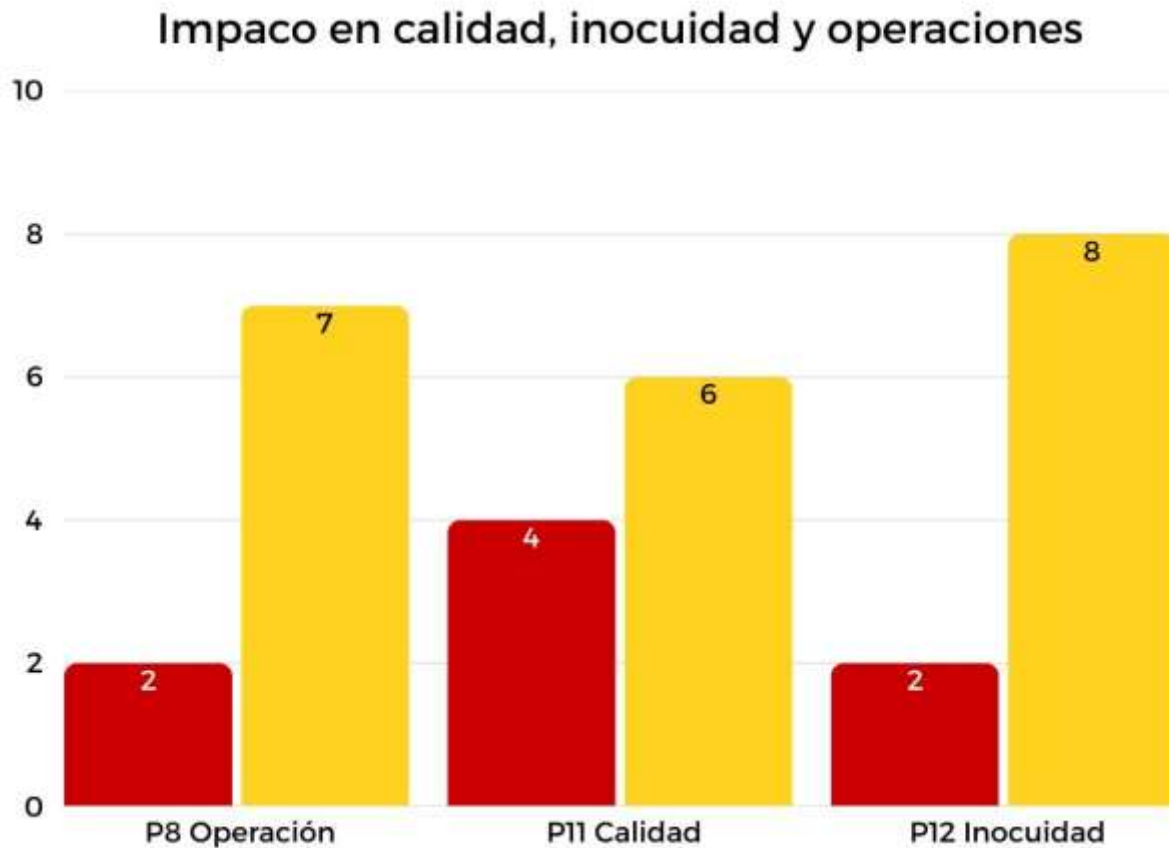
- Gerencia: no se contamina por insectos... no se encuentra plagas.
- Calidad: mosquitos, roedores e insectos.

Esta contradicción se explica porque:

- Calidad trabaja más cerca del material y percibe los efectos sanitarios.
- Gerencia evalúa el área desde una perspectiva más administrativa.

Los datos de encuesta y la observación directa coinciden con Calidad, por lo que se confirma riesgo sanitario.

11.3.5 Afectación a la calidad del café:



Nota: *Creado por los autores*

La encuesta (pregunta 8) indica mayor cantidad de respuestas negativas, sugiriendo que el personal no percibe una afectación directa del café por la cascarilla.

Las entrevistas también coinciden en que, hasta el momento, no han observado un impacto directo en la calidad del café.

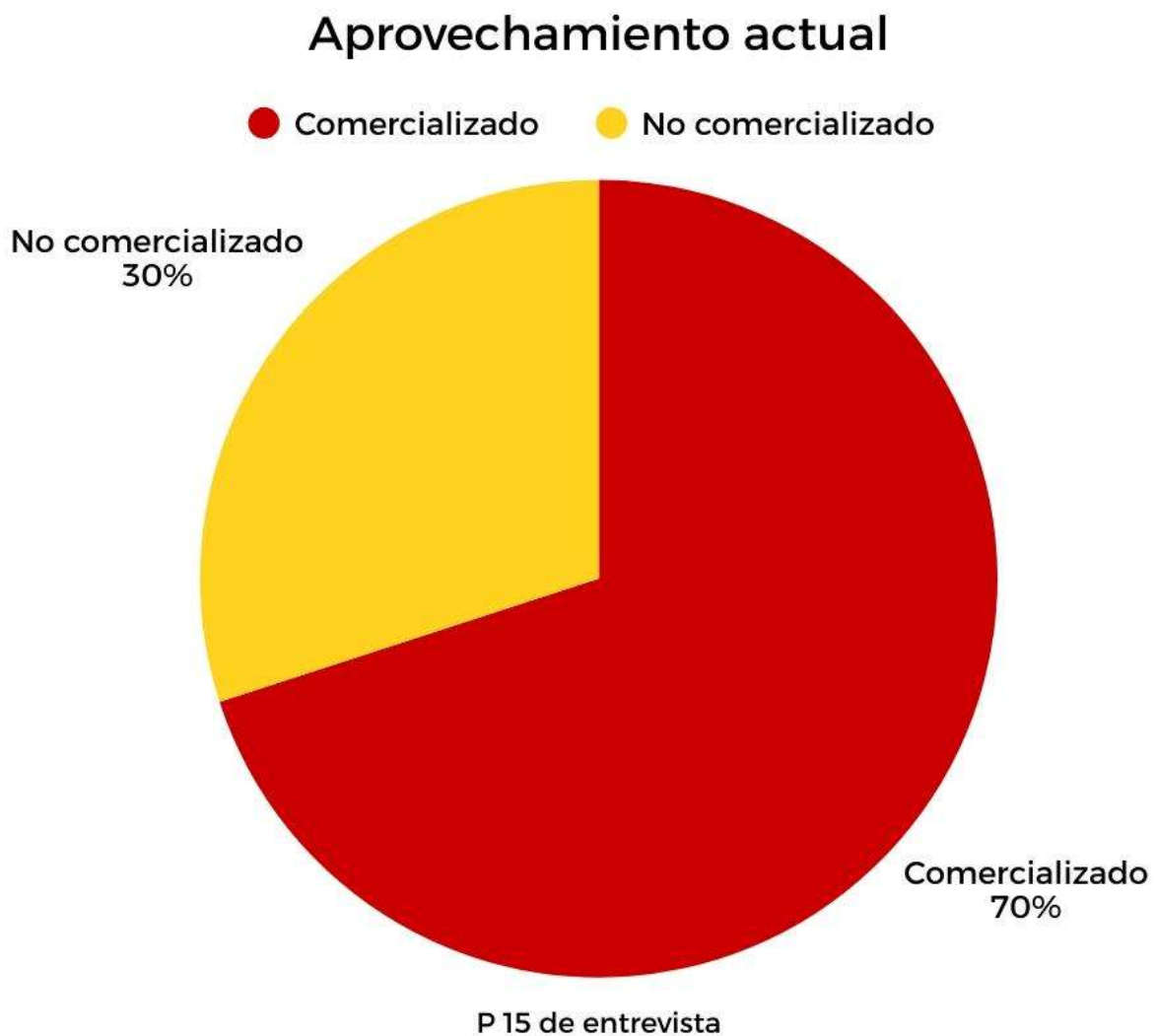
Sin embargo:

- La Gerencia menciona: polvo por degradación.

- Calidad menciona: mal olor e insectos.
- Almacenamiento está cerca de áreas sensitivas.

Aunque no se reportan afectaciones actuales, existen factores de riesgo que podrían generar problemas de inocuidad en el futuro si aumenta el volumen acumulado o se extiende el tiempo de almacenamiento.

11.3.6 Disposición final actual:



Nota: *Creado por los autores*

Tanto encuestas (pregunta 9) como entrevistas coinciden en lo siguiente:

- La cascarilla se vende como combustible.
- Se comercializa aproximadamente el 70 %.
- No existen alternativas adicionales de tratamiento o valorización.

La planta depende exclusivamente de un modelo de comercialización simple, sin procesos internos de aprovechamiento. Esto limita el potencial económico y ambiental, y explica por qué el manejo operativo no recibe mayor atención.

Síntesis Objetivo 1:

A partir de la triangulación de encuestas, entrevistas y observación directa, se concluye que:

- El manejo actual es informal y no estandarizado, pues no existen protocolos documentados para manipulación, limpieza o transporte de cascarilla.
- Las condiciones de almacenamiento son básicas, con medidas aisladas (estibas, plástico), pero sin un sistema preventivo que minimice impactos ambientales.
- La acumulación prolongada genera polvo, olores y presencia de insectos, lo cual representa riesgos sanitarios confirmados principalmente por el personal de calidad.
- Aunque no se observan afectaciones directas a la calidad del café, existen riesgos potenciales en condiciones de almacenamiento prolongado.
- La disposición final actual se basa en venta directa, sin estrategias de valorización interna.

En conjunto, el diagnóstico evidencia que la planta requiere implementar y formalizar un plan de manejo de residuos, implementando medidas de prevención ambiental y estandarización operativa que cumplan con la NTON 05 014-02.

11.4. Análisis de objetivo específico 2:

Este objetivo se aborda a partir de tres fuentes de datos:

- Entrevistas a Gerencia y Calidad (preguntas sobre medidas preventivas, protocolos, reutilización y factores ambientales).
- Encuestas (preguntas sobre comercialización, potencial económico y prácticas actuales).
- Revisión documental interna (Ley 217, ley general del medio ambiental)

El análisis se estructura según los indicadores definidos en la tabla de operacionalización de variables:

- Medidas preventivas existentes.
- Controles de manejo.
- Aprovechamiento del residuo.

11.4.1 Medidas preventivas existentes:

Los datos muestran que la planta aplica únicamente acciones básicas de resguardo, pero no medidas preventivas ambientales formales:

- Gerencia: indica uso de bodega cerrada, estibas y plástico como mecanismo de protección.
- Calidad: indica que la cascarilla simplemente “se almacena”, sin medidas específicas.
- Encuestas: mayoría respondió “No” a la existencia de protocolos de manejo o limpieza (pregunta 3).

No existe ningún tipo de medida preventiva relacionada con:

- control de humedad,
- prevención de dispersión de partículas,

- reducción de polvo,
- minimización de riesgos sanitarios,
- monitoreo ambiental,
- registro de volúmenes almacenados.

Las acciones actuales se centran en la protección física mínima, pero no cumplen con los principios de prevención establecidos en la Ley 217, que obliga a las empresas a implementar medidas sistemáticas para prevenir impactos ambientales.

11.4.2 Controles de manejo:

No se identifican controles operativos específicos orientados a la manipulación o gestión del residuo:

- Las entrevistas confirman que no hay protocolos de limpieza, manipulación ni desinfección.
- No se aplican medidas de control de plagas, aunque las encuestas indican presencia de roedores e insectos.
- No existen registros operativos, como:
 - ingreso y salida de cascarilla,
 - frecuencia de limpieza,
 - reportes de plagas,
 - seguimiento de condiciones ambientales del área.

El manejo actual es reactivo, no planificado ni documentado.

11.4.3 Aprovechamiento del residuo:

El análisis revela una clara oportunidad para la valorización:

- La cascarilla se comercializa en un 70 % del volumen, lo que indica que es un recurso con valor.
- Las encuestas muestran que entre el 70 % y 100 % del personal tiene una percepción positiva del valor económico del residuo (preguntas 9, 10, 13 y 14).
- Aunque hubo un intento previo de compostaje, este no se desarrolló (entrevista a Calidad).
- Actualmente no se elaboran productos derivados.

La planta reconoce el valor económico del residuo, pero no aprovecha su potencial. Existen condiciones favorables para implementar alternativas como compostaje, briquetas, biochar o sustratos agrícolas.

Síntesis de Objetivo 2:

A partir de los hallazgos:

- Las medidas preventivas actuales no cumplen con los criterios de gestión ambiental preventiva establecidos en la Ley 217.
- No existen controles de manejo, lo que genera impactos ambientales (polvo, plagas) y riesgos sanitarios.
- El residuo posee valor económico comprobado, pero la planta no cuenta con una estrategia formal de aprovechamiento.
- La empresa tiene condiciones operativas favorables para implementar un Plan de Manejo Ambiental.

- 5. La ausencia de protocolos formales no es por falta de recursos, sino por ausencia de planificación.

El análisis evidencia que Matagalpa Coffee Group S.A. requiere la implementación de un **Plan de Manejo Ambiental integral** que formalice las medidas preventivas, establezca controles operativos y desarrolle estrategias de aprovechamiento del residuo. Los datos de encuestas y entrevistas demuestran que tanto el personal operativo como administrativo reconocen la necesidad de una gestión más organizada y orientada a la valorización de la cascarilla. Esto confirma la pertinencia y obligatoriedad de proponer dicho plan bajo los lineamientos de la Ley 217.

11.4.4 Propuesta del plan de manejo ambiental (PMA) para la cascarilla de café en Matagalpa Coffee Group S.A

11.4.4.1 Introducción y justificación del PMA:

El diagnóstico realizado en el capítulo anterior evidenció que la cascarilla de café generada en la planta Matagalpa Coffee Group S.A. presenta problemas asociados a:

- Acumulación prolongada
- Proliferación de plagas
- Generación de polvo
- Riesgos de incendios
- Exposición del personal a partículas respirables
- Ausencia de registros formales
- Y oportunidad desaprovechada de valorización económica.

Dichas condiciones representan riesgos ambientales, ocupacionales y se encuentran parcialmente alineadas con la normativa vigente, especialmente la Ley 217 y la NTON 05 014-02. que exigen:

- Manejo responsable de residuos
- Medidas de higiene industrial
- Protección del recurso suelo y agua
- Prevención de plagas
- Reducción de riesgos al trabajador y al ambiente.

Ante esta situación, se propone un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que regula todas las etapas del manejo del residuo: generación, almacenamiento, recolección, valorización, control de riesgos y disposición final.

Este PMA no solo corrige los problemas detectados, sino que impulsa oportunidades económicas y fortalece la sostenibilidad de la planta en el marco de la responsabilidad ambiental empresarial.

11.4.4.2 Objetivo general del PMA:

Establecer un plan integral y normado para la gestión de la cascarilla de café, que reduzca impactos ambientales y sanitarios, mejore la eficiencia operativa y promueva alternativas de aprovechamiento económico conforme a la Ley 217 y NTON 05 014-02.

11.4.4.3 Objetivos específicos del PMA:

1. Organizar y estandarizar los procedimientos de manejo de la cascarilla en cada etapa del proceso productivo.
2. Implementar medidas preventivas, correctivas y de contingencia para reducir riesgos ambientales, ocupacionales y sanitarios.
3. Promover alternativas sostenibles de valorización del residuo.
4. Establecer indicadores de seguimiento y formatos de registro que permitan evaluar el desempeño del PMA.

11.4.4.4 Lineamientos normativos aplicables:

El PMA se fundamenta en:

- Ley 217, Ley general del medio ambiente: La ley establece las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible, de acuerdo a lo señalado en la Constitución Política.
- NTON 05 014-02 es una Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense que establece los requisitos para el manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos. El objetivo es garantizar un medio ambiente sano y promover el desarrollo sustentable a través de la gestión integral de estos residuos, previniendo la contaminación.
- Lineamientos FAO y OIT para residuos agroindustriales: Usados para validar medidas de salud ocupacional y riesgo ambiental.

11.4.4.5 Diagnóstico resumido del manejo actual:

Tabla 5. *Diagnóstico del manejo actual*

(Con base a las encuestas y entrevistas aplicadas)

Componente evaluado.	Situación actual.	Riesgo
Acumulación de registros	Volúmenes altos rin registros.	Alto
Almacenamiento	Espacio muy reducido.	Medio
Plagas	Presencia ocasional de vectores	Alto
Polvo y partículas	Afecta a operarios	Medio
Disposición final	No sistematizado	Medio
Aprovechamiento	Prácticamente inexistente	Bajo

Con base en esto, se desarrollan las acciones del PMA.

11.4.4.6. Componentes del PMA:

11.4.4.6.1 Manejo en la etapa de generación:

- Registrar la cantidad de cascarilla generada por lote.
- Evitar acumulación en el área de trilla.
- Extraer el residuo cada 2–3 horas para disminuir polvo.

Procedimiento (SOP #1: Generación):

1. Recoger cascarilla con palas plásticas y contenedores cerrados.
2. Verificar que no haya mezcla con metales, basura u otros residuos.
3. Registrar volumen en la bitácora ambiental diaria.

11.4.4.6.2. Almacenamiento seguro:

Medidas a implementar:

a) Infraestructura:

- Área techada, ventilada y con piso de cemento.
- Separar la cascarilla 20–30 cm del suelo con tarimas.
- Prohibido almacenar en contacto con el terreno o bajo lluvia.

b) Prevención de incendios:

- Extintores tipo A/B/C a 10 m de distancia.
- Prohibición de fumar dentro del área.
- Señalización de “material combustible”.

11.4.4.6.3. Transporte interno del residuo:

- Ruta de traslado definida y señalizada.

- Carretillas, palas y contenedores exclusivos para este residuo.
- Limpieza inmediata si hay derrames.

Procedimiento (SOP #2: Transporte interno):

1. Cargar contenedores sin sobrellenarlos.
2. Trasladar por la ruta asignada.
3. Descargar en el área de almacenamiento y registrar el movimiento.

11.4.4.6.4. Limpieza y control de emisiones:

- Aplicación de barrido húmedo para reducir polvo.
- Uso obligatorio de mascarilla N95 y gafas.
- Limpieza diaria del área.

Plan de reducción de polvo:

- Humectación ligera (no en exceso).
- Barrido en sentido unidireccional.

11.4.4.6.5 Control integrado de plagas:

Medidas:

1. Trampas de captura viva
2. Cebaderos con rodenticida registrado
3. Inspecciones semanales
4. Eliminación inmediata de cascarilla suelta
5. Sellado de huecos y grietas

Procedimiento (SOP #3: Manejo de plagas):

1. Inspeccionar visualmente área de almacenamiento.
2. Revisar trampas y renovar cebos.
3. Registrar en bitácora de plagas.
4. Activar fumigación cuando la incidencia supere el nivel aceptable.

11.4.4.6.6 Valorización del residuo (Aprovechamiento):

1. Compostaje:

- Mezcla 70 % cascarilla + 30 % estiércol u otro material verde.
- Volteo cada 7 días.
- Humedad 50–60 %.
- Tiempo: 45–60 días.

2. Producción de briquetas o biocombustible:

- Cascarilla seca + aglutinante natural (almidón).
- Prensado manual o semimecánico.
- Uso en cocción de alimentos en pequeñas industrias locales.

3. Venta como subproducto:

- Granel o saco según demanda.
- Precio estimado (se definirá en el análisis beneficio–costo).

11.4.4.6.7 Disposición final:

- Solo se descartará la fracción no aprovechable
- El residuo debe ir en contenedores cerrados.
- Se realizará entrega documentada al sitio municipal autorizado.

11.4.4.6.8 Capacitación del personal

Temas de formación:

- Residuos orgánicos y riesgos
- Manejo de cascarilla
- Prevención de incendios
- Control de plagas
- Uso de EPP
- Procedimientos SOP

Frecuencia: semestral

11.4.4.6.9 Indicadores del PMA:

Tabla 6. *Indicadores del PMA*

Indicador	Fórmula	Frecuencia	Responsable
Volumen generado	kg mensuales	Mensual	Producción
% valorización	$(\text{kg aprovechados} / \text{kg generados}) \times 100$	Mensual	Calidad
Cumplimiento de SOP	% de puntos verificados	Semanal	Limpieza
Accidentes por polvo	Nº de incidentes	Semanal	Jefe de área

11.4.4.6.10 Cronograma de implementación:

Tabla 7. *Cronograma de implementación del plan*

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Responsable
Señalización	✓			Planta
Construcción área techada	✓	✓		Mantenimiento
Capacitación			✓	RRHH
Implementación SOP		✓	✓	Calidad
Arranque del compostaje			✓	Producción

11.4.4.6.11 Etapas del manejo de cascarilla:

1. Generación:

- 2. Recolección.
- 3. Transporte interno.
- 4. Almacenamiento seguro.

→ 5. Valorización (compostaje/briquetas/venta).

→ 6. Disposición final del remanente

11.5. Análisis beneficio/costo del plan de manejo de la cascarilla de café

11.5.1. Supuestos iniciales

Para el análisis económico se establecieron supuestos hipotéticos razonables, considerando que la planta procesadora genera aproximadamente 5 toneladas de cascarilla de café al mes. El periodo de análisis corresponde a un año (12 meses) y todos los valores se expresan en dólares estadounidenses (USD). Los beneficios y costos deberán actualizarse con datos reales al implementar el plan.

11.5.2. Beneficios estimados

Tabla 8.

Beneficios mensuales y anuales proyectados

Escenario	Beneficio Mensual (USD)	Beneficio Anual (USD)
Conservador	\$250	\$3,000
Esperado	\$500	\$6,000
Optimista	\$830	\$9,960

Los beneficios se consideran a partir de la potencial venta de la cascarilla como biomasa, el ahorro por sustitución parcial de fertilizantes mediante compost, reducción de costos por control de plagas y la disminución de riesgo de sanciones ambientales.

11.5.3 Costos estimados

11.5.3.1 Inversión inicial (CAPEX)

Tabla 9.

Inversión inicial

Concepto	Costo Estimado (USD)
Adecuación y techado del área	\$1,800
Contenedores y estibas	\$300
Equipamiento y herramientas	\$200
Medidas de prevención (malla, extintor, etc.)	\$200
Capacitación inicial	\$200
Total, CAPEX estimado	\$2,700

11.5.3.2 Costos operativos (OPEX)

Tabla 10.

Costos operativos

Escenario	Costo Mensual (USD)	Costo Anual (USD)
Conservador	\$200	\$2,400
Esperado	\$310	\$3,720
Optimista	\$450	\$5,400

11.5.4. Relación Beneficio/Costo (B/C)

La fórmula empleada es:

Relación B/C= Beneficios totales / Costos totales

Tabla 11.

Resultados del análisis B/C

Escenario	Beneficio Anual (USD)	Costo Total (USD)	Relación B/C
Conservador	\$3,000	\$5,100	0.588
Esperado	\$6,000	\$6,420	0.935
Optimista	\$9,960	\$8,100	1.23

Ilustración 3.

Resultados del análisis Beneficio/Costo



Nota: Creado por los autores

11.5.5. Interpretación de resultados

En el escenario esperado, la relación B/C es cercana a 1 (0.935), lo que indica que el proyecto se aproxima a la rentabilidad económica y podría alcanzar beneficios netos con mejoras operativas.

En el escenario optimista, el proyecto presenta rentabilidad clara con una relación B/C de 1.23, lo que respalda su implementación técnica y ambiental.

12. Conclusiones

La presente investigación permitió evaluar el manejo actual de la cascarilla de café en la planta procesadora Matagalpa Coffee Group S.A., así como proponer un plan de manejo ambiental y valorar su viabilidad económica. A partir del cumplimiento de los objetivos planteados, se concluye lo siguiente:

Conclusión 1: Diagnóstico del manejo actual

El diagnóstico reveló que la planta carece de un sistema formal y documentado para el manejo integral de la cascarilla, lo cual genera vacíos en el control operativo. Se constató que la acumulación del residuo se realiza en áreas parcialmente controladas, favoreciendo la proliferación de plagas y el riesgo de contaminación cruzada. La inexistencia de registros de generación dificulta la planificación del manejo, y la ausencia de protocolos escritos de limpieza, almacenamiento y control de plagas evidencia la necesidad de fortalecer la estandarización de los procesos. Estos hallazgos confirman que el manejo actual presenta debilidades que afectan el desempeño ambiental, sanitario y operativo de la planta.

Conclusión 2: Propuesta del Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) propuesto es técnica y normativamente viable, ya que se encuentra alineado con la NTON 05-014-02, normativa que establece los lineamientos para la correcta segregación, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos generados en actividades productivas. El plan integra componentes esenciales como: almacenamiento adecuado de la cascarilla, control de su dispersión, manejo de polvo, limpieza programada, monitoreo de vectores, uso de equipo de protección personal y registros operativos. Además, incorpora alternativas de aprovechamiento como compostaje, valorización energética y

comercialización del residuo. Su implementación permitiría reducir significativamente los impactos negativos asociados al manejo actual, mejorar la sostenibilidad ambiental del proceso y fortalecer la responsabilidad ambiental de la planta

Conclusión 3: Análisis beneficio–costo

El análisis beneficio–costo demuestra que el PMA es económicamente factible. Si bien implica costos iniciales de adecuación, capacitación y control, estos se ven compensados por beneficios como: disminución de riesgos operativos, reducción de posibles sanciones regulatorias, optimización del manejo interno y generación de ingresos derivados del aprovechamiento de la cascarilla. La relación beneficio–costo obtenido indica que el plan representa una inversión rentable que fortalecería la sostenibilidad económica y ambiental de la planta.

13. Recomendaciones

1. Implementar de manera inmediata el Plan de Manejo Ambiental, iniciando con las acciones de bajo costo: señalización, registro diario de generación, limpieza estandarizada y control de plagas.

2. Adecuar el área de almacenamiento construyendo un espacio techado con piso impermeable y barreras laterales para evitar dispersión y lixiviación.

3. Establecer un registro mensual del volumen de cascarilla, para facilitar la planificación operativa y el control del flujo del residuo.

4. Formalizar los protocolos de limpieza, transporte interno, almacenamiento y aprovechamiento, integrándolos al Sistema de Gestión Ambiental de la empresa.

5. Capacitar al personal operativo y técnico sobre el manejo adecuado de la cascarilla, riesgos sanitarios, uso de EPP y rutas internas de recolección.

6. Evaluar alternativas de aprovechamiento rentables, priorizando las que generen beneficios económicos sostenibles, como la venta de cascarilla a productores de compost o a empresas que producen biocombustibles.

7. Dar seguimiento anual al PMA, midiendo indicadores de impacto, eficiencia operativa y costos asociados para realizar mejoras continuas.

14. Referencias bibliográficas

- Nicaragua, U. P. (2018). *studocu*. Obtenido de studocu: <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-popular-de-nicaragua/control-de-los-procesos/norma-tecnica-ambiental-para-el-manejo-tratamiento-y-disposicion-final-de-los-desechos-solidos-no-peligrosos-nton-05-014-02/102506199>
- Cierto, O., L.E, Guerrero, S., C.M, & Aliaga, L. (2022). *Revistas UNE*. Obtenido de Producción de biocarbón a partir de la cáscara de Theobroma cacao L., cascarilla de Oryza sativa y Coffea arabica. *Qantu Yachay*, 2(2), 31.: <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v2i2.31>
- Lechado, G. (2011). *Repositorio Institucional UNAN-Managua*. Obtenido de análisis socio-ambiental sobre el uso de leña y cascarilla de café como material de combustión en las comunidades Las Mercedes y El Ocotol de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa (2009–2010): <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/7030/>
- MARENA. (27 de marzo de 2025). *Ministerio del ambiente y los recursos naturales de Nicaragua*. Obtenido de “Kaffeto Coffe Roaster”: <https://www.marena.gob.ni/2025/03/27/practicas-sostenibles-en-jinotega/>
- Ortiz, A., Angélica, R., Cruz, M., & Daniel, J. (Diciembre de 2016). *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua*. Obtenido de Caracterización físico-química de residuos agroindustriales (cascarilla de arroz y cascarilla de café), como materia prima potencial para la obtención de bioetanol, Laboratorios de Química UNAN-Managua I-II semestre 2016: <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/3793/1/53860.pdf>

Rincón, L.A, Gutiérrez, & D. (2019). Aprovechamiento de la cascarilla de café para la elaboración de biofertilizantes en sistemas de compostaje. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 13., 365-374. Obtenido de <https://doi.org/10.17584/rcch.2019v13i2.9840>

Sierra, Roque, & Medrano. (2013). Aprovechamiento de la cascarilla de café en la elaboración de materiales de construcción. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 3., 7-9. Obtenido de <https://doi.org/10.5377/elhigo.v3i1.8636>

Zeas, A., Lanuza, G., & Blandón, L. (2021). *Repositorio Intitucional UNAN-Managua*. Obtenido de Evaluación de los residuos de cascarilla de arroz y café como sustratos para generación de biogás mediante el proceso biológico anaeróbico controlado: <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/15489/>

[http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/16624DBD812ACC1B06257347006A6C8C?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/16624DBD812ACC1B06257347006A6C8C?OpenDocument)

Apablaza, I. (s.f.). *Concepto y Definicion*. Obtenido de <https://conceptoydefinicion.com/definicion-de-manejo-que-es-significado-y-concepto/>

Arias, R., & Meneses, J. (12 de 2016). *repositorio Unan*. Obtenido de Caracterización físico-química de residuos agroindustriales (cascarilla de arroz y café): <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/3793/1/53860.pdf>

Calvo, L. G. (27 de 02 de 2022). *La voz de galicia*. Obtenido de https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/somosagro/agricultura/2022/02/27/cascarilla-cafe-produce-compost-alta-calidad/0003_202202L27C4991.htm

- Cecilia, P. M. (2024). *Tecnológico de Antioquia Institucion Universitaria*. Obtenido de Brasas Aroma: <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/5720/Formato>
- Dicovski, L. (2014). *Validación de briquetas elaboradas con cascarilla de café para el remplazo de leña en la producción de rosquillas de maíz*. doi:<http://dx.doi.org/10.5377/elhigo.v4i1.8631>
- Garcia, M., M. K., & Tania, T. (11 de 2015). *ribuni*. Obtenido de “Validación de complemento a partir de cascarilla de café, como una alternativa de alimentación de ganado bovino para engorde, en finca Los Chilamates: <https://ribuni.uni.edu.ni/2353/1/AGRO18.pdf>
- INA. (s.f.). *Instituto Nacional de Aprendizaje*. Obtenido de Núcleo Tecnología de Materiales: https://www.ina-pidte.ac.cr/pluginfile.php/90761/mod_resource/content/1/crditos.html
- Latienda. (1 de marzo de 2022). *El proceso del secado del café* . Obtenido de Latiendadelcafe: <https://latiendadelcafe.co/blogs/cafe-colombiano/el-proceso-de-secado-del-cafe>
- Luque, J. C. (06 de 01 de 2022). *venceremos*. Obtenido de Evalúan uso de cascarilla de café en la germinación del coco: <https://www.venceremos.cu/guantanamo-noticias/26070-evaluan-uso-de-cascarilla-de-cafe-en-la-germinacion-del-coco>
- Manals-Cutiño, M. E. (Enero de 2018). *Scielo*. Obtenido de Caracterización de la biomasa vegetal "cascarilla de café": <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v38n1/rtq13118.pdf>
- Mendez, B. B. (28 de 01 de 2025). *Que Café*. Obtenido de Subproductos del café : valor agregado para el negocio: <https://quecafe.info/usos-alternativos-subproductos-cafe/>
- Mesas, B. (01 de 02 de 2021). Obtenido de Incapto: <https://incapto.com/blog/cascaras-de-cafe-que-son-y-que-las-hace-tan-populares/>

Organización Internacional del café. (28 de 11 de 2024). *ICOCOFFEE*. Obtenido de <https://www.icocoffee.org/documents/cy2024-25/ed-2477c-overview-cdr-2022-23.pdf>

Organización Internacional del Trabajo OIT. (2021). *ilo.org/publns*. Obtenido de Identificación rápida en Seguridad y Salud en el trabajo SST en el sector del café en Colombia: https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40americas/%40ro-lima/%40sro-lima/documents/publication/wcms_781925.pdf

Procuraduría Federal del Consumidor . (23 de 08 de 2021). *Gobierno de México*. Obtenido de Procuraduría Federal del Consumidor : <https://www.gob.mx/profeco/es/articulos/economia-circular?idiom=es>

Raffino. (05 de 08 de 2021). *Concepto enciclopedia* . (E. Equipo Editorial, Editor) Obtenido de Riesgo: <https://concepto.de/riesgo/>

Ramírez, D. A. (2018). *Repositorio Universidad de los andes, colombia UNIADES*. Obtenido de Estudio del efecto del uso de cascarilla de café sobre las emisiones de Nox provenientes de la combustión de carbón mediante las técnicas de co-firing y reburn: <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/5a2c43b5-5a8f-41cb-ac87-f2dc73b0a550>

Ricardo Albuja, A. À. (s.f.). *Evaluacion Deleware residuos agricolas, como sustrato paraca la produccion artes del hongo Ostra Pleurotus Ostreatus*.

Riquett, S. (27 de 02 de 2025). *Colombia visible un pais sin limites* . Obtenido de Casas de café y plástico reciclados: una solución al déficit habitacional en las zonas rurales de Colombia: <https://colombiavisible.com/casas-de-cafe-y-plastico-reciclados-una-solucion-al-deficit-habitacional-en-las-zonas-rurales-de-colombia/>

Torres , D., & Bastidas , M. (2017). *Revista Agunkuyaa*. Obtenido de Análisis ambiental debido a la transición energética de la cascarilla de café: caso de estudio en el municipio de Villanueva, La Guajira:

<https://revia.areandina.edu.co/index.php/Cc/article/download/1212/1086/>

Anexos

Anexo no.1 Estructura de encuesta aplicada a la empresa



Instrumentos de Recolección de Datos

Instrumento A: Guía de Encuesta

Dirigida a: Operarios o personal responsable del proceso de trilla y manejo de la cascarilla.

Objetivo: Recopilar información cuantitativa sobre las prácticas de manejo, impacto ambiental y aprovechamiento económico de la cascarilla de café en la planta Matagalpa Coffee Group S.A.

Texto de consentimiento:

Hola, somos Mariángeles Leiva y Virginia Rizo y formamos parte de un estudio académico sobre el impacto ambiental del manejo de la cascarilla de café en Matagalpa Coffee Group S.A. Esta encuesta es confidencial y su participación es voluntaria. Los datos se utilizarán únicamente con fines académicos. ¿Desea participar? () Sí () No

Datos Generales del Encuestado

1. Cargo que desempeña: _____

2. Área donde labora: _____

3. Años de experiencia en la planta: _____

Sección A: Manejo de la cascarilla

1. ¿Se siguen etapas definidas en el manejo de la cascarilla de café?

Sí No

2. ¿Se utilizan procedimientos específicos para recolectar la cascarilla durante el proceso de trillado?

Sí No

3. ¿Existen protocolos de limpieza y desinfección en las áreas donde se manipula la cascarilla?

Sí No

Sección B: Impacto ambiental

4. ¿Se han identificado efectos ambientales negativos asociados a la acumulación de cascarilla?

Sí No

5. ¿La acumulación de cascarilla ha generado presencia de plagas?

Sí No

6. ¿Ha aumentado la presencia de plagas en las zonas donde se acumula la cascarilla?

Sí No

7. ¿La empresa aplica medidas de control de plagas en las áreas de almacenamiento de la cascarilla?

Sí No

8. ¿La acumulación de cascarilla ha afectado la calidad del café almacenado o procesado?

Sí No

Sección C: Aspecto económico

9. ¿La empresa comercializa parte de la cascarilla generada?

Sí No

10. ¿Considera que la cascarilla representa un recurso económicamente aprovechable?

Sí No

11. ¿La venta o reutilización de la cascarilla genera ingresos adicionales para la planta?

Sí No

12. ¿La empresa invierte recursos económicos en el manejo de la cascarilla?

Sí No

13. ¿Considera viable desarrollar productos derivados de la cascarilla para fortalecer los ingresos de la planta?

Sí No

14. ¿Es importante capacitar al personal para potenciar el aprovechamiento económico de la cascarilla?

Sí No

Anexo no. 2. Estructura de entrevista aplicada a la empresa



Instrumento B: Guía de Entrevista

Dirigida a: Responsables de planta, técnicos o administradores del proceso productivo.

Objetivo: Conocer en profundidad las prácticas, percepciones, impactos y potencial económico del manejo de la cascarilla de café en Matagalpa Coffee Group S.A.

Texto de consentimiento:

Hola, somos Mariángeles Leiva y Virginia Rizo y formamos parte del estudio sobre el impacto ambiental del manejo de la cascarilla de café en Matagalpa Coffee Group S.A. Esta entrevista busca conocer su experiencia y percepción sobre las prácticas actuales y las posibles mejoras ambientales. La información será confidencial y de uso académico. ¿Autoriza la entrevista? () Sí () No

Datos Generales del entrevistado:

1. Cargo que desempeña: _____
2. Área donde labora: _____
3. Años de experiencia en la planta: _____

Contexto institucional

1. ¿Cuál es su función dentro de la planta y qué relación tiene con la gestión de residuos?

2. ¿Qué tipo de manejo se realiza actualmente con la cascarilla de café?

Preguntas orientadoras

1. ¿Qué medidas de prevención implementan para evitar la contaminación y el deterioro de la cascarilla almacenada?

2. ¿Durante cuánto tiempo permanece almacenada la cascarilla antes de su disposición o uso?

3. ¿Cómo se gestiona la disposición final de la cascarilla en la planta?

4. ¿Han implementado tratamientos como compostaje, uso como sustrato u otras alternativas?

5. ¿Qué protocolos de limpieza y desinfección aplican en las áreas donde se manipula la cascarilla?

6. ¿Qué impactos ambientales han observado debido a la acumulación de cascarilla?

7. ¿Qué prácticas de reutilización o reciclaje se han desarrollado para reducir su impacto ambiental?

8. ¿Qué tipos de plagas han sido detectadas en las zonas donde se acumula la cascarilla?

9. ¿Qué medidas de control de plagas aplican específicamente en las áreas de almacenamiento de la cascarilla?

10. ¿De qué forma considera que la acumulación de cascarilla ha afectado las operaciones de la planta?

11. ¿La acumulación de cascarilla ha afectado la calidad del café almacenado? ¿De qué manera?

12. ¿La acumulación de cascarilla ha afectado la calidad del café procesado? ¿En qué aspectos?

13. ¿Qué productos derivados de la cascarilla elaboran actualmente en Matagalpa Coffee Group S.A.?

14. ¿Qué otros productos derivados han intentado desarrollar a partir de la cascarilla?

15. ¿Qué porcentaje aproximado de la cascarilla se comercializa en la actualidad?

16. ¿Qué impacto económico ha generado la comercialización de la cascarilla o de sus productos derivados en la planta?

Anexo No 3. Codificación de respuestas de encuestas aplicadas.

Preguntas	Encuesta	
	A	B
1. ¿Se siguen etapas definidas en el manejo de la cascarilla de café?	S	N
2. ¿Se utilizan procedimientos específicos para recolectar la cascarilla durante el proceso de trillado	S	N
3. ¿Existen protocolos de limpieza y desinfección en las áreas donde se manipula la cascarilla?	S	N
4. ¿Se han identificado efectos ambientales negativos asociados a la acumulación de cascarilla?	S	N
5. ¿La acumulación de cascarilla ha generado presencia de plagas?	S	N
6. ¿Ha aumentado la presencia de plagas en las zonas donde se acumula la cascarilla?	S	N
7. ¿La empresa aplica medidas de control de plagas en las áreas de almacenamiento de la cascarilla?	S	N
8. ¿La acumulación de cascarilla ha afectado la calidad del café almacenado o procesado?	S	N
9. ¿La empresa comercializa parte de la cascarilla generada?	S	N
10. ¿Considera que la cascarilla representa un recurso económicamente aprovechable?	S	N
11. ¿La venta o reutilización de la cascarilla genera ingresos adicionales para la planta?	S	N
12. ¿La empresa invierte recursos económicos en el manejo de la cascarilla?	S	N
13. ¿Considera viable desarrollar productos derivados de la cascarilla para fortalecer los ingresos de la planta?	S	N
14. ¿Es importante capacitar al personal para potenciar el aprovechamiento económico de la cascarilla?	S	N

Codificación:

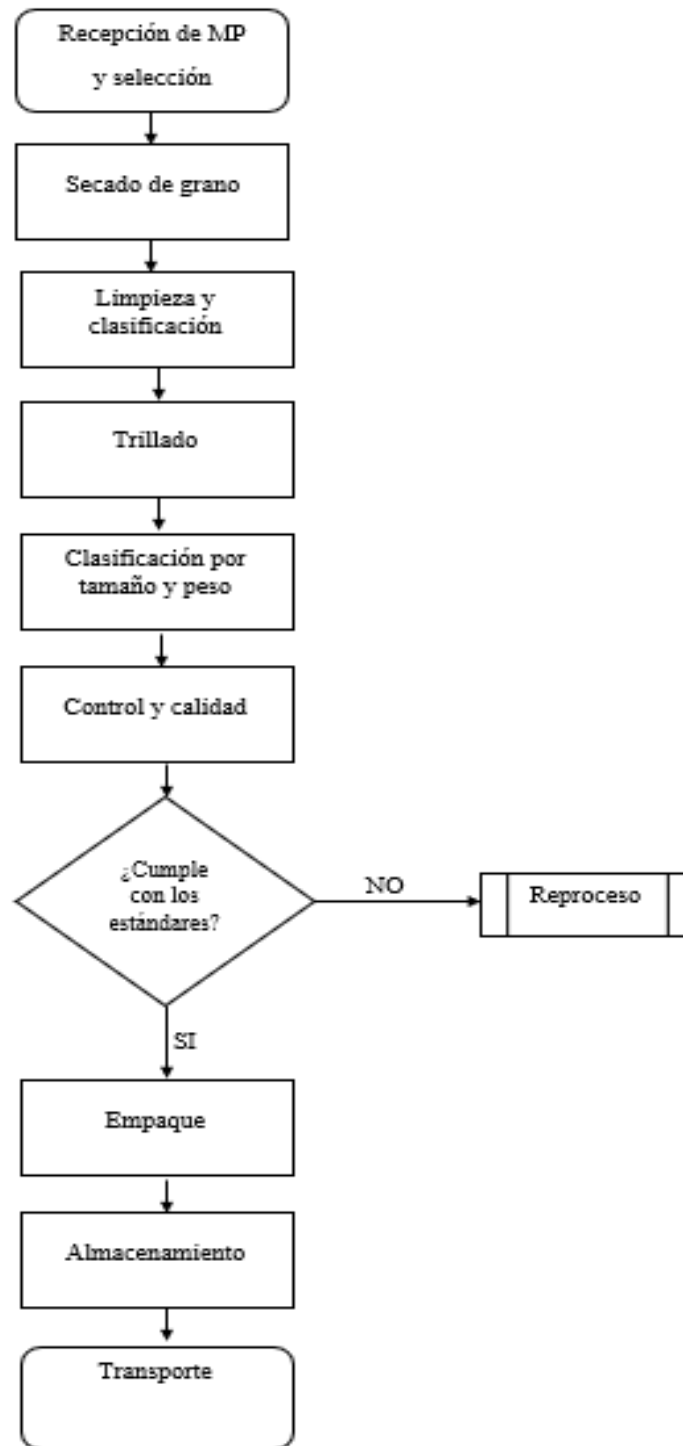
S

SÍ

N

NO

Anexo No 4. Flujograma de proceso de Matagalpa Coffee Group



Nota: Diagrama creado por los autores, en Word por la metodología ANSI

Anexo No 5. Bodega destinada al acopio de cascarilla de café pergamino, ubicada en las instalaciones de Matagalpa Coffee Group S.A.



Fuente: *Fotografía de los autores, bodega de almacenamiento de cascarilla de café*

Anexo No 6. Proceso de carga de cascarilla de café en sacos, destinada a su comercialización y transporte desde la planta Matagalpa Coffee Group S.A.



Fuente: *Fotografía de los autores, traslado de cascarilla de café tras su venta*