



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Centro Universitario Regional, Matagalpa.
CUR- MATAGALPA

Monografía para optar al título de Ingeniero Agroindustrial.

TEMA

Manejo de la pulpa como residuo del proceso productivo del café para la elaboración de cuero vegetal sostenible, finca La Cumplida, Matagalpa, segundo semestre 2024.

AUTORES

Br. Cielo Elizabeth Mendoza Zeledón.
Br. Annia Belén Pupiro Pineda.

TUTOR

MSc. José Alfredo Montenegro

ASESOR

MSc. Amaru Ernesto Martínez Vega

Matagalpa, 13 diciembre del 2024



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Centro Universitario Regional, Matagalpa.
CUR- MATAGALPA

Monografía para optar al título de Ingeniero Agroindustrial.

TEMA

Manejo de la pulpa como residuo del proceso productivo del café para la elaboración de cuero vegetal sostenible, finca La Cumplida, Matagalpa, segundo semestre 2024.

AUTORES

Br. Cielo Elizabeth Mendoza Zeledón.

Br. Annia Belén Pupiro Pineda.

TUTOR

MSc. José Alfredo Montenegro Montenegro

ASESOR

MSc. Amaru Ernesto Martínez Vega

Matagalpa, 13 diciembre del 2024

INDICE

| | |
|---|----|
| DEDICATORIA | 1 |
| AGRADECIMIENTO | 3 |
| CARTA AVAL..... | 4 |
| RESUMEN..... | 5 |
| SUMMARY | 6 |
| CAPITULO I..... | 7 |
| 1.1 INTRODUCCION | 7 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 9 |
| 1.3 JUSTIFICACION | 11 |
| 1.4 OBJETIVOS | 13 |
| 1.4.1 Objetivo general: | 13 |
| 1.4.2 Objetivos específicos: | 13 |
| CAPITULO II..... | 14 |
| 2.1 ANTECEDENTES | 14 |
| 2.2 MARCO TEORICO..... | 18 |
| 2.2.1 El Café | 18 |
| 2.2.1.1 Historia | 18 |
| 2.2.1.2 Variedades | 19 |
| 2.2.2 Propiedades del café | 20 |
| 2.2.2.1 Propiedades físicas..... | 20 |
| 2.2.3 Producción del café..... | 21 |
| 2.2.3.1 Principales países consumidores | 21 |
| 2.2.3.2 Principales países productores | 22 |
| 2.2.3.3 Zonas productoras de café en Nicaragua | 22 |
| 2.2.4 Proceso productivo del café | 23 |
| 2.2.5 Residuos generados | 25 |
| 2.2.5.1 Residuos generados en beneficio seco | 25 |
| 2.2.5.2 Residuos generados en beneficio húmedo | 26 |
| 2.2.6 Pulpa de café | 27 |
| 2.2.6.1 Composición química de la pulpa del café..... | 27 |

| | |
|---|----|
| 2.2.6.2 Aprovechamiento de la pulpa del café | 29 |
| 2.2.7 Cuero vegetal sostenible elaborado en base a la pulpa del café ... | 29 |
| 2.2.8 Sustitución del cuero animal..... | 30 |
| 2.3. Marco Legal..... | 32 |
| 2.3.1 LEY N°. 853, LEY PARA LA TRANSFORMACIÓN Y DESARROLLO DE LA CAFICULTURA..... | 32 |
| 2.3.2. NTON 05 014 -01 NORMA TÉCNICA AMBIENTAL PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS NO- PELIGROSOS..... | 32 |
| 2.3.3 NTON 05-028-06 NORMA TECNICA AMBIENTAL PARA PROTECCIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA AFECTADOS POR LOS VERTIDOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS PROVENIENTES DE LOS BENEFICIOS HÚMEDOS DE CAFÉ | 33 |
| 2.3.4. LEY GENERAL DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES. Ley No.217..... | 33 |
| 2.3.5. ISO 14001..... | 33 |
| Capitulo III..... | 35 |
| 3.1 DISEÑO METODOLOGICO | 35 |
| 3.1.1. Ubicación geográfica del estudio. | 35 |
| 3.1.2. Paradigma de investigación | 35 |
| 3.1.3. Paradigma interpretativo | 35 |
| 3.1.4. Enfoque | 36 |
| 3.1.5. Tipo de investigación..... | 36 |
| 3.1.6. Investigación descriptiva | 37 |
| 3.1.7. Investigación según la profundidad y el tiempo | 38 |
| 3.1.8. Universo o Población..... | 38 |
| 3.1.9. Muestra..... | 38 |
| 3.1.10. Instrumentos | 40 |
| 3.1.11. Método..... | 40 |
| 3.1.12. Variables | 41 |
| Capitulo IV..... | 43 |
| 4.1 Análisis y discusión de resultados | 43 |
| Proceso de beneficiado húmedo. | 44 |

| | |
|--|----|
| Protocolos del proceso de la elaboración del cuero. | 53 |
| Proceso para la elaboración de cuero vegetal sostenible..... | 60 |
| Flujograma del proceso para la elaboración del cuero vegetal sostenible Protocolo N° 4..... | 60 |
| Descripción del proceso: | 62 |
| Resultado de aplicación de lista de cotejo | 63 |
| CAPITULO V | 79 |
| 5.1. Conclusiones..... | 79 |
| 5.2. Recomendaciones | 81 |
| 5.3. Bibliografía | 82 |
| 5.4. Anexos. | 88 |
| 5.4.1. Anexo 1. Matriz de variables. | 88 |
| 5.4.2. Instrumentos | 91 |
| 5.4. Cronograma de actividades. | 99 |

DEDICATORIA

A Dios, tus promesas expresadas en Jeremías 29:11 han sido mi faro y me confirman que tienes planes asombrosos para mí. Como fuente ilimitada de amor y sabiduría, tu gracia me ha mantenido de pie.

A mis padres, los pilares fundamentales en mi vida, les agradezco su apoyo inquebrantable, su amor infinito y por ser mi principal fuente de inspiración. Gracias por inducir en mí la importancia de la educación y por siempre creer en mis capacidades.

A mi hermana por escucharme y estar siempre a mi lado acompañándome en etapa del camino.

A mi hermano, mi amigo y mi admirador, por incentivarme a alcanzar la excelencia, por sus valiosas lecciones y su aliento constante. Su ejemplo de resiliencia y compromiso ha sido fundamental en mi vida.

A mi tío Javier que ha sido un ángel en mi camino, por su respaldo total y su confianza en mis capacidades, han sido un impulso que me ha impulsado a seguir adelante.

A mi novio, gracias por creer y estar para mí en cada instante del camino, por tu amor incondicional y celebrar conmigo cada logro. Te amo.

Br. Cielo Elizabeth Mendoza Zeledón.

A Dios Todopoderoso, quien con su sabiduría infinita ha guiado mis pasos y me ha permitido alcanzar esta meta.

A mi familia, especialmente a mi padre, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi motor a lo largo de este camino. Su ejemplo de trabajo duro y dedicación ha sido mi inspiración constante. Este logro es un reflejo de todo lo que él me ha enseñado.

A mis ídolos, Harry Styles, Tyler Joseph, Josh Dun y Stray Kids, cuyas melodías han resonado en mi alma y me han dado la fuerza para seguir adelante. Sus canciones han sido mi refugio y mi alegría en cada paso de mi etapa universitaria. A ellos dedico este logro, por ser mi inspiración para seguir creciendo y alcanzar mis metas.

Br. Annia Belén Pupiro Pineda.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos infinitamente a Dios Todopoderoso por habernos bendecido con la salud, la inteligencia y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de nuestras vidas. Su guía nos ha iluminado en cada paso, permitiéndonos superar los desafíos y alcanzar nuestras metas.

A nuestros familiares, quienes han sido nuestro pilar fundamental a lo largo de este camino. Sus palabras de aliento, su apoyo incondicional y su amor inconmensurable nos han impulsado a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

Expresamos nuestra más sincera gratitud a la empresa NICA FRANCE por abrirnos las puertas de sus instalaciones y brindarnos la oportunidad de llevar a cabo esta investigación. En especial, a la Ing. Melanie Bordeaux, cuyo apoyo y conocimientos fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A nuestro tutor MSc. José Alfredo Montenegro y a nuestro asesor MSc. Amaru Martínez, les expresamos nuestra profunda gratitud por su invaluable guía y orientación. Sus conocimientos y experiencia han sido indispensables para la realización de este trabajo. Gracias por compartir sus conocimientos con tanta paciencia y dedicación.

CARTA AVAL



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL- MATAGALPA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA TECNOLOGÍA Y SALUD

VALORACION DEL TUTOR

El presente trabajo monográfico, para optar al título de Ingeniero Agroindustrial, con el tema **“Manejo de la pulpa como residuo del proceso productivo del café para la elaboración de cuero vegetal sostenible, finca La Cumplida, Matagalpa, segundo semestre 2024”**, realizado por las egresadas: Br. Cielo Elizabeth Mendoza Zeledón y Br. Annia Belén Pupiro Pineda, ha significado un arduo trabajo de recolección y procesamiento de información, aplicando técnicas, procedimientos y métodos científicos, que generaron resultados innovadores, efectivos y significativos, tanto para el aprendizaje de las autoras como para la empresa donde se realizó el estudio, por lo tanto representa una base firme para futuras investigaciones y la toma de decisiones.

Así mismo es de mucho provecho para los protagonistas locales, involucrados en el área de estudio y los profesionales ligados al área de agroindustria, puesto que utiliza las herramientas de recolección y análisis de información necesarias para estudios de este perfil; además formará parte de la reserva bibliográfica científica de la UNAN Managua-CUR Matagalpa, retribuyendo con esto, parte de los conocimientos y habilidades adquiridas en esta alma mater.

Ante lo expuesto considero que el presente trabajo investigativo cumple con los requisitos teóricos Y metodológicos, para ser sometido a defensa ante el tribunal evaluador ya que se apega a los artículos que establece el Reglamento de la Modalidad de Graduación, así como apegándose a la estructura y rigor científico que UNAN Managua exige para este tipo de investigación.

Msc. José Alfredo Montenegro Montenegro

TUTOR

UNAN MANAGUA-CUR Matagalpa

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en la finca La Cumplida, Matagalpa, con el objetivo de analizar el manejo de la pulpa como residuo del proceso productivo del café para la elaboración de cuero vegetal sostenible. Para alcanzar este objetivo fue necesario estudiar el proceso de beneficiado húmedo, mediante el cual es obtenida la pulpa como residuo.

Este estudio tiene un enfoque descriptivo, con datos obtenidos a través de entrevistas aplicadas a ejecutivos, encargados y colaboradores de fundación NICA FRANCE. Se describen las diferentes etapas del proceso de elaboración de cuero vegetal sostenible desde la recepción de materia prima hasta su almacenamiento. Se detallan los resultados obtenidos a través de la elaboración de cuatro protocolos, cada uno con distintos componentes y modificaciones.

Como resultado de esta investigación, se determinó que, en el proceso de elaboración de cuero vegetal sostenible, el agente aglutinante y fibra son componentes indispensables, ya que el efecto de estos ingredientes determina la flexibilidad y resistencia del material. Sin embargo, se identificaron otros factores que incidieron en los resultados obtenidos, tales como: triturar la pulpa en seco y someterla a un proceso de rehidratación; estas etapas fueron claves en el desarrollo de un protocolo funcional. A través de realizar procedimientos repetitivos de prueba y error, se logró establecer el protocolo de producción resultando en un procedimiento altamente eficiente, específicamente, el protocolo número cuatro, compuesto por: pulpa de café, espadilla (*Yucca aloifolia*), agua y calmajo, el cual resultó ser el más adecuado para obtener un material con mayor resistencia, flexibilidad, durabilidad y una mejor apariencia.

Palabras claves: protocolo, agente aglutinante, rehidratación, proceso, componentes.

SUMMARY

This research was carried out at the La Cumplida farm, Matagalpa, with the aim of analyzing the management of pulp as a residue from the coffee production process for the production of sustainable vegetable leather. To achieve this objective, it was necessary to study the wet processing process, through which pulp is obtained as a residue.

This study has a descriptive approach, with data obtained through interviews with executives, managers and collaborators of the NICA FRANCE Foundation. The different stages of the sustainable vegetable leather production process are described from the reception of raw material to its storage. The results obtained through the development of 4 protocols are detailed, each with different components and modifications.

As a result of this research, it was determined that, in the process of producing sustainable vegetable leather, the binding agent and fiber are essential components, since the effect of these components determines the flexibility and resistance of the material. However, other factors were identified that influenced the results obtained, such as: dry grinding of the pulp and subjecting it to a rehydration process; these were key stages in developing a functional protocol. Through repetitive trial and error procedures, the production protocol was established, resulting in a highly efficient procedure, specifically, protocol number four, composed of: coffee pulp, yucca aloifolia, water and calm, which turned out to be the most suitable for obtaining a material with greater resistance, flexibility, durability and a better appearance.

Keywords: Protocol, binding agent, rehydration, process, components.

CAPITULO I.

1.1 INTRODUCCION

La presente investigación trata a cerca del proceso productivo del café y aprovechamiento de la pulpa para la elaboración de cuero vegetal sostenible en Matagalpa, durante el segundo semestre del 2024. Se realizó una breve descripción de la historia del café, sus variedades, el proceso productivo de este, desde la recolección del grano, hasta la obtención del cuero. Además, se describieron las propiedades físicas, químicas y mecánicas del cuero.

En este trabajo de investigación se describe el proceso productivo del café en el beneficio húmedo, haciendo énfasis en la pulpa producida que es considerada un residuo, a su vez, el aprovechamiento de esta para la elaboración de cuero vegetal sostenible.

(Duangjai, y otros, 2016) La pulpa del café representa aproximadamente el 42% en peso del fruto fresco, es por lo tanto el subproducto más voluminoso del beneficiado húmedo. Cada dos toneladas de café producen alrededor de una tonelada de pulpa, por lo que es importante minimizar sus riesgos e impacto ambiental derivados de su mal manejo.

A lo largo del estudio se exploran los beneficios que tiene la transformación de los residuos que se derivan del proceso productivo del café. La industria cafetalera produce grandes cantidades de residuos desde el beneficio húmedo en el que se genera la pulpa y el agua miel, así como también en el beneficio seco se produce la cascarilla del café resultado del proceso de trillado.

La investigación se lleva a cabo mediante el uso del método de revisión crítica de la literatura. Esta técnica permite recopilar y evaluar los trabajos de autores que han abordado temas de investigación similares.

Este documento también se complementa con un enfoque cualitativo a través de los instrumentos aplicados a directivos, encargado y colaboradores del área de producción, ya que permite obtener información valiosa acerca de la cantidad generada en la finca la cumplida, el área destinada al cultivo de café como también los procesos realizados en dicho lugar.

Este trabajo se estructura a partir del Capítulo I, el cual retoma el tema de estudio, el planteamiento del problema, justificación, objetivo general y objetivos específicos.

Posteriormente en el Capítulo II, se mencionan los antecedentes de investigación según el tema y se secciona en la forma: latinoamericana, centroamericana, nacional y local que fueron de apoyo, de igual manera, contiene el marco teórico con todas las dimensiones e indicadores, así como el marco legal donde se incluyen las leyes, normas y reglamentos que sustentan el estudio y por último las preguntas orientadoras.

El Capítulo III presenta el diseño metodológico y explica cómo se llevó a cabo la investigación, la elección del tipo de enfoque, estudio, población y muestra, las técnicas de recolección y las variables.

Por último, el Capítulo IV estuvo orientado a realizar el análisis y discusión de los resultados encontrados y el Capítulo V contiene las conclusiones que responden a los objetivos, recomendaciones (plan de mejora) en base a los hallazgos, también incluye la bibliografía, es decir las referencias consultadas y los anexos.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria cafetalera es una de las actividades económicas más importantes en Nicaragua, especialmente en la región de Matagalpa. Durante el proceso de producción del café, se genera una considerable cantidad de residuos dentro de los cuales se destaca la pulpa de café, la cual representa aproximadamente el 40% del peso total del café cereza, usualmente se desecha sin tratamiento, ocasionando un impacto ambiental negativo y desaprovechando su potencial de valorización.

La inadecuada gestión de la pulpa de café, un subproducto abundante en el beneficio húmedo “Hacienda La Cumplida”, genera diversos impactos ambientales negativos que afectan tanto a los ecosistemas como a la salud humana.

Algunos de los principales problemas son: alteraciones en los ciclos biogeoquímicos: el exceso de nutrientes y la emisión de gases de efecto invernadero por la descomposición de la pulpa pueden alterar los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y otros elementos, impactando el equilibrio ambiental, la descomposición anaeróbica también simboliza un riesgo debido a que la descomposición natural de la pulpa de café en ausencia de oxígeno produce metano, un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global 25 veces mayor que el dióxido de carbono. De igual manera, la industria del cuero animal, a pesar de su tradición y su valor en la economía por su comercialización, proporciona serios desafíos ambientales. El proceso del curtido convencional produce una considerable contaminación en el agua y el suelo, así mismos una alta huella de carbono.

En vista de lo antes planteado, es de vital importancia para los colaboradores del beneficio húmedo “Hacienda La Cumplida” desarrollar una estrategia de procesamiento de la pulpa de café, que a su vez constituya un aprovechamiento de la misma y

proporcione una alternativa eco sostenible del cuero que ya conocemos; para lo cual es necesario profundizar a cerca del proceso productivo del café considerando los aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales.

Por lo que se hace la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se puede integrar el manejo de la pulpa como residuo del proceso productivo del café para la elaboración de cuero vegetal sostenible, finca La Cumplida, Matagalpa, segundo semestre 2024?

1.3 JUSTIFICACION

El aprovechamiento de la pulpa para la elaboración de cuero vegetal sostenible, tiene como propósito utilizar uno de los residuos generados en el beneficio húmedo del proceso del café. La transformación del cuero animal ha sido objeto de críticas debido al negativo impacto ambiental que este genera como las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso excesivo de agua, químicos y otros recursos utilizados en su procesamiento. Ha surgido mucho interés en crear una alternativa sostenible, respetuosa con el medioambiente como lo es el cuero vegetal a partir de la pulpa del café, ya que de este modo se reduciría el uso del cuero animal para la transformación en la industria de la moda y la manufactura.

La razón que motiva a desarrollar esta investigación es el impacto ambiental generado por la pulpa de café por muchos años ha sido simplemente un residuo abundante sin valor. La subestimación de este residuo se debe a la falta de conocimiento acerca de sus beneficios y propiedades, sin embargo, el uso de este permite reducir el impacto ambiental de la industria cafetalera, generar nuevas oportunidades de negocio, creación de empleos y favorecer a la sostenibilidad de las comunidades y fincas productoras de café.

El aprovechamiento de la pulpa de café, un residuo generalmente desechado, permite contribuir a la sostenibilidad ambiental de las fincas cafetaleras y de esta manera disminuir la presión sobre los recursos naturales. Así mismo, el manejo de la pulpa de café fomenta la economía circular, al disminuir la generación de residuos y promover el uso eficiente de los recursos.

La transformación de la pulpa de café para la elaboración de cuero vegetal sostenible contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero al sustituir cualquier material tóxico y otros recursos no renovables.

El estudio acerca del aprovechamiento de la pulpa para la elaboración de cuero vegetal, beneficia a toda la cadena de valor, desde los productores de café, hasta los consumidores finales. Al promover la economía circular, como también disminuir la cantidad de residuos y ofrecer una alternativa sostenible, todo esto permitirá un futuro amigable con el medioambiente.

Esta investigación será de provecho para futuros estudiantes, estará disponible como formato digital en la web, para usuarios de la biblioteca, entusiastas de la sostenibilidad, como también cualquier otro tipo de persona interesada en referencias acerca del proceso productivo del café, los residuos que se generan a través del mismo, asimismo su aprovechamiento, permitiendo conocer detalladamente acerca del tema, ampliando de esta manera su visión y desarrollo, también podrá servir como base para proyectos investigativos relacionados y a la misma vez como fuente de información.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general:

Analizar el manejo de la pulpa como residuo del proceso productivo del café para la elaboración de cuero vegetal sostenible, finca La Cumplida, Matagalpa, segundo semestre 2024.

1.4.2 Objetivos específicos:

- ✓ Determinar la disposición de los residuos generados en el proceso de beneficiado húmedo en la Hacienda La Cumplida -Matagalpa
- ✓ Describir protocolos para prototipos de cuero vegetal sostenible a partir de la pulpa de café.
- ✓ Comparar las propiedades físicas entre el cuero vegetal y el cuero animal.

CAPITULO II.

2.1 ANTECEDENTES

A nivel internacional se encontraron las siguientes investigaciones:

(Moll & Cruz, Decanato de Ciencias Económicas y Empresariales UNAPEC, 2015) Titulada: Estrategia de posicionamiento en Europa del café orgánico, comunidad cacao, San Cristóbal, Republica Dominicana. La producción de café en esta comunidad ha reducido debido a una plaga, lo que ha afectado la economía del lugar, no han podido exportar su café y les ha tocado limitar la producción para el consumo de la localidad. Para poder aumentar la producción y con ello las exportaciones, se han dado a la tarea de reeducar a los caficultores en métodos orgánicos y buscar nuevas opciones para diversificar la economía con el fin de ayudar a la comunidad con las plantaciones de café.

(Sanchez Benito , 2021) Estudio de mercado sobre el consumo de café en España. El cambio de hábitos en el mercado del café a afectado directamente a cafeterías, restaurantes y no tanto los grandes distribuidores como los supermercados o grandes empresas como NESTLE. Es importante mencionar que el género es un factor determinante para estudiar el consumo de café. El tipo de café más consumido por la población española es el café con leche ingerido por el 60% de la población, la mayoría mujeres entre 51 – 75 años.

(Chavez Vasquez & Chirinos Rodriguez, 2023) Estudio de prefactibilidad para la instalación de una fábrica de calzado a base de cuero vegetal y fibras naturales en Lima, Perú. El estudio para la producción de calzado ecológico es viable ya que la creciente demanda de los productos sostenibles garantiza el éxito en el mercado. La distribución de

la planta permite la optimización de la producción y con ello cumplir los protocolos y normas estrictas relacionadas con la sanitización.

(Chilito Garcia & Tellez Puentes , 2023) Comparación de viabilidad de exportación colombiana de manufactura fabricadas entre cuero genuino y cuero vegetal derivado de la palma de piña hacia Alemania. Dicha monografía identificó que en Colombia la elaboración de artículos de marroquinería, donde el cuero natural es el elemento principal, se debe cumplir cierta reglamentación ya establecida tanto en el país de origen como en el país de destino. Además, se pudo determinar que el cuero de fibra de piña es un material totalmente orgánico y alternativo al cuero que se suele utilizar convencionalmente determinado como cuero genuino.

A nivel Centroamericano se encontraron los siguientes estudios:

(Dueñas , Larios , & Vasquez , 2012) Analisis de las practicas industriales que ayuden a reducir el impacto ambiental en los beneficios de café de la zona occidental. La pulpa de café es considerada como un desecho que se puede utilizar como abono orgánico, dando así soluciones no solo a la contaminación que causa está, al ser desechada en ríos, sino que como abono es gran fertilizante ayudando a esta a disminuir el índice de uso de fertilizantes químicos que también ayuda a la degradación del medio ambiente y perjudica la salud de los seres humanos.

(Sicajú López , 2012) El beneficiado del fruto, degradación de la pulpa de café y mineralización de residuos de sombra en el cultivo de café, santa rosa, Guatemala, C.A. La producción de café en este lugar proporciona gran cantidad de pulpa de café siendo este un residuo. Debido a la gran capacidad de producción de café hay una gran cantidad de residuo sólido, sin embargo, una deficiencia en la gestión de este, ya que es descartado sin hacer uso de su gran potencial en diferentes áreas.

A nivel Nacional se encontraron las siguientes investigaciones:

(Montalvan & Zelaya , 2015) Producción de biogas a partir de la pulpa de café con prototipo de generador eléctrico. El estudio demuestra la viabilidad de producir biogás a partir de la pulpa de café mezclada con otros residuos orgánicos. A través de la utilización de este residuo convirtiéndolo en biogás, permite que el consumo de energía en las fincas cafetaleras sea reducido. Aunque para poder transportar la materia prima se necesiten inversiones iniciales, se ha demostrado que el proceso es rentable a largo plazo, lo que permite el aprovechamiento de un residuo y con esto ayudar al medio ambiente. Así mismo se ha creado tecnología que permita adaptar motores creados para gasolina al uso de biogás.

(Diaz Ballesteros, 2022) Propuesta de sistema de gestión de calidad según la norma ISO 9001 para el beneficio de café en la finca las mercedes, San Rafael del Norte – Jinotega, 2021. La investigación dio a conocer que los principales desafíos de la organización radican en sus procesos internos. Sin embargo, el entorno externo ofrece un panorama prometedor como oportunidades de crecimiento gracias a la demanda de café. El estudio propone implementar un sistema de gestión de calidad que cumpla con las normativas establecidas, permitiendo mejorar la calidad del producto, aumentar el prestigio y ampliar el mercado.

A nivel local se encontraron los siguientes estudios:

(Moraga Castro , 2013) Evaluación del proceso de secado de café pergamino en beneficio Sajonia S.A, Matagalpa 2012. Se realiza cada operación por personal capacitado el cual debe desempeñarse cumpliendo las normas establecidas en el beneficio para alcanzar un nivel de calidad aceptable para ser exportado; los parámetros que intervienen en el proceso de secado de café pergamino en el beneficio Sajonia S.A. son:

temperatura, humedad, radiación solar, y espesor del producto, siendo el porcentaje de humedad el criterio para decidir cuando está listo un lote de café para ser almacenado.

(Pao Arana , 2018) Uso y manejo de residuos sólidos y líquidos de café (COFFEA ARABICA) en comunidades La Estrella y Tepeyac, municipio de San Ramón, Matagalpa, I semestre 2017. El uso de residuos sólidos de café en las dos comunidades son compost y lombricompost, para realización de abonos orgánicos. Además, manejo del subproducto sólido de café es la pulpa con cal, el volteo y secado de la pulpa de café Los productores no usan las aguas mieles, ni el mucilago, ni la borra de café. Cual incumple la NTON05-027-05 que es las normas de sistema tratamientos de agua residuales.

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 El Café

2.2.1.1 Historia

(Anacafé, 2021) El café se originó en diferentes regiones geográficas y climáticas de África. Como grupo botánico está constituido por más de 100 especies de una gran “familia” pertenecientes al género *Coffea*. De acuerdo con la región y clima de origen se desarrollaron diferentes tipos de plantas, con diversas características genéticas: porte y forma de planta, tamaño y color de fruto, resistencia a plagas o enfermedades, sabor de bebida, adaptabilidad y productividad, entre otras. De este centenar de especies, dos se cultivan comercialmente, *Coffea arabica* integrada por diferentes variedades de arábica y *Coffea canephora* formada por diferentes grupos de robusta. En el caso de Latinoamérica, las variedades tradicionales de arábica provienen de semillas de unas pocas plantas del centro de origen en Etiopía. Estas variedades son Típica y Bourbon, quienes han dado origen a otras por medio de mutaciones naturales y por cruzamientos espontáneos o inducidos, como las variedades Caturra, Mundo Novo, Catuai, Pache, Villa Sarchí, Pacas, Maragogipe, entre otras. Esta situación explica la estrecha base genética de todas ellas, característica que no les permite tener tolerancia y/o resistencia a ciertas plagas o enfermedades como la roya del café (*Hemileia vastatrix*). Según el autor el café fue originado en diferentes regiones de África, el cual está constituido por muchas especies de una sola familia perteneciente al género *Coffea*. Cada variedad o especie cuenta con diferentes características genéticas como también características organolépticas, sin embargo, es importante mencionar que de tantas especies dos de estas son las que predominan: *Coffea arabica* y *Coffea Robusta*. El café llegó a Nicaragua entre 1840 y 1845 traído por misioneros católicos, es importante mencionar que no hay a ciencia cierta una fecha específica plasmada en un documento, pero se cree que procedían de Costa

Rica. Sin importar de la manera en que llegó al país, este cultivo se convirtió en un producto agroindustrial importante en la economía de Nicaragua. La mayoría de las variedades de este cultivo supieron adaptarse bien a las condiciones climatológicas y suelos.

2.2.1.2 Variedades

(Quécafé, 2024) Las especies de café que se cultivan son: *Coffea libérica*, *Coffea canephora* (Robusta), *Coffea arábica*, *Coffea eugenoides*, *Coffea anthonyi*. *Arábica*, *libérica* y *canephora* son las que se cultivan comercialmente para la producción de café. *Eugenoides* y *anthonyi* son importantes como reserva de germoplasma para los programas de mejoramiento genético. Todas las especies de *Coffea* son leñosas, pero difieren en la altura del arbusto. Las hay desde muy pequeñas de apenas 70 cm hasta muy altas, de casi 18 metros. También se diferencian por el color de sus hojas que pasan por todo tipo de tonalidades de verde y algunas poseen hojas color bronce o con matices púrpura. Las variedades del café son muchas ya que se derivan de las 5 especies mencionadas, cada variedad una contiene características y cualidades diferentes como lo es la altura del arbusto, color de las hojas, además están destinadas para diferentes tipos de mercados en dependencia a sus características. La principal especie conocida en Nicaragua es el *Coffea arábica* por su fácil distribución en todo el país debido a los atributos y características que posee esta especie, también por las condiciones climáticas que requiere, el porcentaje de cafeína anda hasta en un 1.5 %, entre las principales variedades cosechadas en el país están: Marsellesa, Catimor, Geisha, Pacamara, Maragogype, Caturra, Bourbon, entre otras. La otra especie encontrada en Nicaragua es el *Coffea canephora* (Robusta) aunque en menor medida, ya que el porcentaje de cafeína es del 2-3%. Las características del café nos permiten conocer detalladamente acerca de lo que consumimos, olor, tamaño, forma, densidad y también los defectos que esté presenta. Entre las variedades del café robusta

en Nicaragua están: *Robusta Congolés*: es originaria del Congo y es conocida por su alta resistencia a las enfermedades, plagas, condiciones climáticas adversas, *Robusta Benghalí*: esta variedad es originaria de Bengala Occidental, India, es conocida por su alto rendimiento y su buena calidad de taza, *Robusta Niaveli*: es distinguida por su resistencia a la sequía. *Robusta Ramey*: Esta variedad es originaria de Guatemala la cual es acreditada por su alta productividad. *Robusta Kouillou*: se da a conocer por su sabor afrutado. Cada tipo y variedad posee características y propiedades diferentes que las vuelven únicas en su especie.

2.2.2 Propiedades del café

Las propiedades del café están principalmente divididas por propiedades físicas. Cada una de estas propiedades proporcionan particularidades importantes que pueden afectar o mejorar en su calidad, sabor y aroma.

2.2.2.1 Propiedades físicas

(De Bonis, 2023) Antes de definir los marcadores físicos es necesario aclarar qué se entiende por calidad física del café: es la cantidad total de semillas o granos de café sanos y que cumplen con las exigencias requeridas por los estándares de calidad. El primer análisis que se realiza para establecer la relación entre calidad y café es una mirada sobre el aspecto exterior del grano sin tostar con el objetivo de establecer los posibles defectos del café. En este sentido, uno de los indicadores más destacados es el olor del grano de café verde. Un café en grano oro de calidad debe oler a seco y fresco, sin olores extraños como moho o a tierra, por ejemplo. Los olores extraños indican mala calidad. Además del olor, el otro indicador físico de un café de buena calidad es el grado de humedad del grano. Si el porcentaje es superior al 12% no es posible retirar la cáscara de la cereza seca ni someterla al proceso de tostado y, por tanto, no se puede obtener un café molido de calidad. Por otro lado, si el nivel de humedad no alcanza el 10% se trata de un

grano demasiado seco y también afecta negativamente a la calidad final del producto. La calidad física del grano permite conocer los requerimientos de calidad, aunque depende de ciertos factores como las cualidades exteriores del grano verde como su aroma, la humedad de éste. Los indicadores físicos permiten que los productores y expertos en el área conozcan la calidad del grano sin tostar, a través de estos indicadores se pueden conocer muchos aspectos del grano e información crucial para su clasificación y que manejo requiere para mejorar o controlar su calidad. En los beneficios de Nicaragua se toman en cuenta aspectos relacionados como: olor ya que debe de ser fresco y sin daños como moho, olor a tierra, vinagre o cualquier químico; de la misma manera se tiene en cuenta el porcentaje de humedad del grano verde ya que debe de oscilar entre los 10 – 12.5 % de humedad; tamaño y forma: se dice que entre más grande es el grano mayor son sus cualidades; defectos: estos están divididos en primarios y secundarios, los primarios son: grano negro, agrio o vinagre, cereza seca, daños por hongos, materia extraña (como piedras, palos, hojas...) grano brocado severo; los efectos secundarios son: Negro parcial, agrio parcial, pergamino, flotador, inmaduro, averanado o arrugado, conchas, partidos, mordidos o cortados, cascara o pulpa seca, grano brocado leve.

2.2.3 Producción del café

2.2.3.1 Principales países consumidores

(Lopez, 2022) A nivel internacional, son los países europeos los que presentan mayores cifras de consumo de café. Esto supone altas cantidades de compra a países productos. En este sentido, los países desarrollados se convierten en los principales consumidores de café. Otros países que se cuegan en entremedias de los países de Europa y que acusan un alto consumo de café son Líbano, Brasil y Canadá. Los países europeos lideran el consumo mundial de café lo que implica importaciones significativas de los países productores; si bien los países desarrollados representan los mayores consumidores

per cápita de café, son las naciones en desarrollo las que registran mayor consumo total del café debido a diversos factores culturales y socio-económicos. La creciente demanda por parte de consumidores de café en el mundo simboliza la estabilidad de una producción sostenible en los países exportadores debido a la necesidad de satisfacer dicha demanda, siendo factores imprescindibles la oferta de café de calidad ya que los consumidores exigen cada vez más sobre el café que desean consumir.

2.2.3.2 Principales países productores

(Orús, 2024) Brasil encabezó la clasificación mundial de productores de café en 2023 al registrar un volumen de 66,3 millones de sacos de 60 kilogramos durante el año referido. Este dato no sorprende si se considera la amplia superficie dedicada a la plantación y cosecha de granos de café que existe dentro de sus fronteras. De hecho, contaba con aproximadamente dos millones de hectáreas de cultivo con este fin en 2022, situándose muy por encima de Vietnam y Colombia, naciones que ocuparon, respectivamente, la segunda y tercera posición en lo que a producción cafetera se refiere. A nivel mundial Brasil destaca entre los países altamente productores de café, esto gracias a que posee grandes extensiones de superficies destinadas al café, lo que le permite satisfacer la demanda del mercado internacional de este grano, logrando de esta manera posicionarse en el mercado internacional, superando a otros destacados países productores. Dicho país ostenta el liderazgo en la producción mundial de café, por su posición privilegiada ya que las tierras que poseen las características necesarias; al ser gran productor de un rubro tiende a interferir en la relación de precios a nivel internacional, afectando indirectamente a los países con niveles más bajos de producción.

2.2.3.3 Zonas productoras de café en Nicaragua

(Escobedo Adriana, 2017) Son tres las principales zonas donde se cultiva el café:

i) región Norte Central, que produce el 83,8% de la producción nacional, comprende los

departamentos de Matagalpa, Jinotega y Boaco (producción de café Strictly High Grown (SHG) o grano estrictamente de altura), ii) región Noroeste, produce el 13,6% de la producción nacional y comprende los departamentos de Madriz, Nueva Segovia y Estelí. iii) región Pacífico Sur, produce el 2,6% de la producción nacional y comprende los departamentos de Carazo, Granada, Masaya, Managua y Rivas. El cultivo del café a nivel nacional se distribuye en las regiones Norte Central, Noroeste y Pacífico Sur, siendo la región norte central la primera en donde se genera el mayor porcentaje de producción, ocupando el segundo lugar en los departamentos de Madriz, Nueva Segovia y Estelí y en una menor escala se ubica la región Pacífico Sur, que comprende el nivel más bajo de producción. En Nicaragua, las zonas de altura entre media, alta son donde se ubican las áreas óptimas para el cultivo prospero de café arábica, se registran precipitaciones adecuadas para la cosecha, así como también condiciones de suelo profundo y abundante en materia orgánica, todas estas son características de la zona Norte Central del país siendo esta la razón por la cual se registra el mayor porcentaje de producción en esta región.

2.2.4 Proceso productivo del café

(OCU , 2022) El primer paso del procesado del café es el de recoger el fruto del arbusto del que procede el café (cafeto). Esto se hace cuando las cerezas o bayas adquieren un color rojizo o amarillento y se puede llevar a cabo de 3 formas: manual, raspado o despalillado y mecánica. Los cafés lavados se caracterizan por tener un cuerpo más ligero, sabores más frutales, florales, y acidez más intensa. El método por vía húmeda se realiza del siguiente modo: Limpieza y selección: en primer lugar, se lavan las cerezas usando tanques repletos de agua corriente, se separan mediante cribas las cerezas maduras de las que no lo están y las grandes de las pequeñas. Descascarillado: esta operación es la principal diferencia entre un método y otro. En

el de vía húmeda el despulpado lo hace una máquina que aprieta las cerezas entre planchas fijas y movibles, ajustadas para que no se dañen los granos. La carne y la piel del fruto quedan a un lado y los granos, recubiertos con el pergamino, al otro. El descascarillado deberá hacerse lo más pronto posible después de la recolección para evitar que el fruto se deteriore, afecte a la calidad del grano. Cribado: los granos despulpados pasan por unas cribas vibratoras que los separan de las bayas que se han quedado sin despulpar, de aquellas que tienen forma imperfecta. Lavado y separación: los granos despulpados separados se pasan por unos canales en los que se lavan con agua, se separan otra vez poniéndolos a flotar. Fermentación: los granos de café se colocan en grandes tanques de fermentación durante 24-36 horas, en los que el pergamino que envuelve los granos de café se descompone bajo la influencia de enzimas naturales y se lo lleva el agua. Si no se vigila con cuidado esta fase del procesado del café, este puede adquirir un sabor amargo e indeseable. Lavado: otra vez, en tanques o lavadoras especiales. Secado: este proceso tiene por objetivo dejar el café a una humedad máxima del 12,5 % y puede hacerse al sol o con ayuda de una secadora mecánica. Es importante ir con cuidado para que el secado sea satisfactorio. De lo contrario, la calidad del café se verá afectada. Envasado y transporte: El café se clasifica en función de su tamaño y número de defectos, y se empaqueta en sacos para que su almacenamiento y transporte sea más sencillo. Según OCU para poder obtener granos de café en pergamino es necesario seguir una serie de procesos como lo son: recolección de frutos maduros los cuales pueden obtenerse por cualquiera de los tres métodos, limpieza y selección, descascarillado o también conocido como despulpado, cribado, lavado y separación, fermentación, lavado, secado, envasado y transporte. En Nicaragua existen diferentes tipos de procesos que se pueden emplear para poder obtener el café oro, los cuales son: lavado, honey (miel), natural; El proceso del café

lavado es el que requiere más agua y tiempo, este se basa en: seleccionar los granos con la madurez adecuada (granos rojos), despulpado, fermentado, lavado y secado; café honey: este tipo de procesos se divide en honey amarillo, honey rojo, honey negro, cada uno de estos cuentan con diferentes cantidades de mucilago y tipo de secado para obtener este tipo de café se requiere: despulpado, fermentación y secado; mientras que el proceso del café natural no necesita despulpado ya que se secan las cerezas completas, la fermentación de este proceso ocurre dentro de la cereza lo cual proporciona sabores más pronunciados e intensos, sin embargo es importante mencionar que el proceso de secado de este tipo de café es el más tardado. El proceso productivo del café genera distintos tipos de residuos los cuales afectan el medio ambiente.

2.2.5 Residuos generados

La transformación de café produce residuos en todo su proceso tanto en el beneficio húmedo como también en el beneficio seco.

2.2.5.1 Residuos generados en beneficio seco

(Urrego & Godoy , 2021) La cascarilla de café representa el 12% aproximadamente del grano del cafeto, está constituida por la piel exterior, la pulpa del grano y el pergamino. Su contenido está compuesto por lignina, celulosa, pentosanos, sílice y cenizas. La cascarilla de café es uno de los residuos más estudiados para su aprovechamiento. Este residuo generado por el beneficio seco como resultado del proceso del trillado para obtener eliminar el pergamino o cascarilla del café, la cual representa un pequeño porcentaje como parte del grano de café, este residuo es el más estudiado y el que tiene más usos dentro de las industrias. La cascarilla de café es un subproducto abundante, el cual posee múltiples usos dentro de la industria. En la mayoría de beneficios secos en

Nicaragua este residuo es usado como combustible renovable para sustentar el mismo proceso, ya que posee un alto potencial y bajo costo para alimentar los hornos dentro de los beneficios

2.2.5.2 Residuos generados en beneficio húmedo

(Maximizando Oportunidades en Café y Cacao en las Américas, 2022) A nivel de residuos generados en las actividades de postcosecha, la pulpa tiene un 75% de la carga contaminante. Sin embargo, con un buen manejo se reduce en más del 92 % el impacto ambiental. Las aguas mieles representan sólo un 25 % de la carga contaminante, pero son la mayor amenaza de contaminación por su difícil manejo. Los subproductos del beneficiado húmedo se pueden aprovechar para elaborar abono orgánico sólido y líquidos, a partir de la pulpa y las aguas mieles, respectivamente. La pulpa representa aproximadamente un 75% de la carga contaminante, mientras que las aguas mieles solo representan un 25% de la carga, aunque el porcentaje no sea tan alto, presenta peligros debido a la fácil contaminación de este y por el manejo que requiere. Es importante mencionar que tanto de las aguas mieles como de la pulpa se procesan abonos orgánicos, sin embargo, ambos residuos contienen más usos además del mencionado anteriormente. Las aguas mieles y la pulpa son subproductos potenciales que presentan oportunidad para darle valor agregado, es importante mencionar que actualmente en Nicaragua los productores de café utilizan estos residuos para la elaboración de abono orgánico, mientras que hay otra parte que los desechan al medio ambiente, lo cual ocasiona un impacto negativo al mismo. El uso de ambos residuos puede provocar grandes avances en la generación de oportunidades económicas y ambientales.

2.2.6 Pulpa de café

(Duangjai, y otros, 2016) La pulpa del café representa el 42% en peso del fruto fresco, es por lo tanto el subproducto más voluminoso del beneficiado húmedo. Cada dos toneladas de café producen alrededor de una tonelada de pulpa, por lo que es importante minimizar sus riesgos e impacto ambiental derivados de su mal manejo. La pulpa del café, un residuo que representa casi la mitad del fruto fresco, es un subproducto de gran volumen que genera desafíos ambientales cuando no se maneja adecuadamente. Este residuo, al representar un alto porcentaje del café como tal, genera un impacto debido a las grandes cantidades que se pueden obtener con relación a los volúmenes de café cosechados, en base a lo antes planteado, resulta imprescindible desarrollar alternativas para el manejo de la pulpa de café.

2.2.6.1 Composición química de la pulpa del café

(Bressani, Estrada, & Jarquin, 1972) realizaron un estudio sobre pulpa y pergamino de café con el objetivo de analizar la composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla. N.1. Composición química de la pulpa de café en varias formas (expresada como porcentaje).

| Nutrimiento | Pulpa de Café | | |
|-----------------|---------------|--------------|---------------------------|
| | Fresca* | Deshidratada | Fermentada y Deshidratada |
| Humedad | 76,7 | 12,6 | 7,9 |
| Materia seca | 23,3 | 87,4 | 92,1 |
| Extracto etéreo | 0,48 | 2,5 | 2,6 |

| | | | |
|------------------------------------|------|------|------|
| Fibra cruda | 3,4 | 21,0 | 20,8 |
| Nitrógeno | 0,34 | 1,8 | 1,7 |
| Proteína (N x 6,25) | 2,1 | 11,2 | 10,7 |
| Ceniza | 1,5 | 8,3 | 8,8 |
| Extracto libre de Nitrógeno | 14,8 | 44,4 | 49,2 |

Promedio de 5 muestras

Promedio de 29 muestras

Promedio de 7 muestras

Fuente: (Bressani, Estrada, & Jarquin, 1972)

La pulpa fresca posee un alto porcentaje de humedad a diferencia de la pulpa deshidratada y fermentada; una vez que la pulpa es sometida a tratamientos de deshidratación y fermentación, los niveles de humedad disminuyen, resultando un volumen significativo de materia seca y fibra cruda; al comparar los porcentajes de nitrógeno, la diferencia no es representativa. La pulpa deshidratada y fermentada posee un mayor porcentaje de Proteína, ceniza como también extracto libre de nitrógeno en comparación con la pulpa fresca. La pulpa contiene una variedad de compuestos con propiedades funcionales que pueden ser aprovechados a través de las alternativas de manejo de este residuo; la comprensión de la composición química permite reconocer y analizar distintas posibilidades para el desarrollo de productos innovadores.

2.2.6.2 Aprovechamiento de la pulpa del café

(Suares, 2012) El cultivo y procesamiento del café generan diferentes tipos de residuos (pulpa, mucílago, cascarilla o cisco y borra), que desencadenan problemas de contaminación ambiental si no son tratados de forma apropiada.

(Armas Flores, Cornejo Mazariego, & Murcia Zamora, 2008) Una de las alternativas es el aprovechamiento de los subproductos que son generados en el proceso de beneficiado de café, como materia prima para fabricar otros productos, con lo cual se aportaría valor agregado al sector y otros beneficios adicionales a la sociedad, entre los cuales destaca la disminución de la contaminación ambiental generada por dichos subproductos. El cultivo y procesamiento del café, generan diversos residuos que, sin un manejo adecuado, pueden ocasionar serios problemas ambientales. Entre estos residuos se encuentran la pulpa, el mucílago, la cascarilla o cisco, la borra. Más allá de un problema, estos subproductos representan una oportunidad para agregar valor al sector cafetalero y a la sociedad en general. Al transformarlos en materia prima para la elaboración de otros productos, se disminuye la contaminación ambiental y se abren nuevas puertas a la innovación y el desarrollo sostenible.

2.2.7 Cuero vegetal sostenible elaborado en base a la pulpa del café

(Hajarrahmah, 2022) Arka Irfani y Hisyam Bin Ahmad H.M, descubrieron durante sus estudios de biología unas "láminas de celulosa" formadas en la fermentación de frutas. Al no encontrar mercado para el papel hecho con estas láminas, empezaron a pensar en otras aplicaciones para estas hojas de celulosa. Experimentando con diversos residuos agrícolas, como pulpa de café, lograron crear un cuero alternativo llamado misel. El proceso consiste en fermentar la pulpa de café durante un mes con bacterias, obteniendo un metro cuadrado de misel por cada 200 gramos de pulpa. A través del estudio con pulpa de café para considerar su uso como materia prima de un producto nuevo, que representa

un método de manejo y a su vez aprovechar este residuo, Arka Irfani y Hisyam Bin Ahmad H.M demostraron la funcionalidad de la pulpa para la elaboración de un cuero vegetal, este descubrimiento, al ser un cuero alternativo a partir de la pulpa de café, abre un camino promisorio hacia la producción sostenible de cuero vegetal; sin embargo, para comprender la viabilidad de este proceso, es necesario analizarlo en detalle, considerando tanto sus aspectos técnicos como sus beneficios ambientales y económicos.

2.2.8 Sustitución del cuero animal

(The green side of pink , 2023) El cuero tradicional es un material elaborado a partir de la piel de animales. Se utiliza en la moda para la confección de prendas, zapatos, bolsos u otros accesorios. La producción de este tipo de cuero es muy dañina para el medio ambiente, asimismo para la salud humana debido a su proceso de curtido y teñido altamente tóxicos, ello sumado a las emisiones de metano que provoca. Para su producción se utiliza un gran número de productos químicos que contaminan los ríos y los suelos ya que usualmente no se cuida el entorno que lo rodea. También es una de las principales causas de la deforestación, provocando una gran pérdida de biodiversidad, al evitar la fijación de dióxido de carbono contribuye al calentamiento global. Sin contar el maltrato de animales que necesariamente procede de su procesamiento. El cuero que más se utiliza para la creación de prendas, zapatos y demás, es el cuero que proviene de la piel animal, sin embargo, la elaboración de este material genera un gran daño al ser humano y sobre todo al medioambiente, esto debido que su producción genera una gran cantidad de residuos sólidos, líquidos que si no se tratan correctamente pueden ser muy perjudicial para quienes estén expuestos. La producción de cuero es una necesidad en la industria de la moda, debido a la limitación de opciones de este tipo de materiales, sin embargo, el daño que causa al medio ambiente y a las personas que están expuestas en la elaboración del mismo son costos inadmisibles. Es por ello que la sustitución del cuero

tradicional por un cuero vegetal sostenible a partir de la pulpa, la cual es un residuo que se genera en el proceso productivo del café, no es solo una opción más íntegra y ética, sino que es amigable con el medio ambiente ya que para su elaboración no es necesario utilizar o contaminar grandes cantidades de agua y los desechos que se generan son mínimos y no representan ningún daño grave ya que son completamente orgánicos. La producción de este nuevo material abre muchas oportunidades ya que está llamando la atención de personas interesadas como: marcas, diseñadores y consumidores conscientes interesados en la moda sostenible.

2.3. Marco Legal

Existen muchos acuerdos legales, normativas, fichas técnicas y demás, que establecen normalizaciones y/o estandarizaciones para producir calidad. Estas normas son profundamente estudiadas, elaboradas y aprobadas por diferentes entes reguladores de una determinada región o país. En el caso de residuos estas normas permiten controlar el manejo de estos para evitar la contaminación del medioambiente.

Las normativas son regidas en dependencia del país donde se estipulen los parámetros a seguir, es por ello que instituciones públicas y privadas velan por estos intereses para garantizar el cumplimiento de estas normas.

2.3.1 LEY N°. 853, LEY PARA LA TRANSFORMACIÓN Y DESARROLLO DE LA CAFICULTURA.

El objeto de la presente Ley es el fomento, la transformación y desarrollo de la caficultura a fin de incrementar de manera sostenible la producción y nivel de ingresos del sector cafetalero en armonía con el medio ambiente y la responsabilidad social empresarial, todo en el marco de la política pública que sobre esta materia dicte el MAG. (Nicargua, 2017)

2.3.2. NTON 05 014 -01 NORMA TÉCNICA AMBIENTAL PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS NO-PELIGROSOS

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales que deben cumplirse, en la ejecución de proyectos y actividades de manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos, a fin de proteger el medio ambiente.

Esta norma es de aplicación en todo el territorio nacional y de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales y jurídicas, que realicen el manejo, tratamiento y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.

2.3.3 NTON 05-028-06 NORMA TECNICA AMBIENTAL PARA PROTECCIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA AFECTADOS POR LOS VERTIDOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS PROVENIENTES DE LOS BENEFICIOS HÚMEDOS DE CAFÉ

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos ambientales para la ubicación, prácticas de conservación de agua, manejo de desechos sólidos y líquidos en los beneficios húmedos de café.

2.3.4. LEY GENERAL DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES. Ley No.217

La presente Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales tiene por objeto establecer 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.

(Nicaragua, 2002)

2.3.5. ISO 14001

La certificación ISO 14001 tiene el propósito de apoyar la aplicación de un plan de manejo ambiental en cualquier organización del sector público o privado. Fue creada por la Organización Internacional para Normalización (International Organization for Standardization - ISO), una red internacional de institutos de normas nacionales que trabajan en alianza con los gobiernos, la industria y representantes de los consumidores.

(Andersen, 2019)

La norma ISO 14001 exige a la empresa crear un plan de manejo ambiental que incluya: objetivos y metas ambientales, políticas y procedimientos para lograr esas metas, responsabilidades definidas, actividades de capacitación del personal, documentación y un sistema para controlar cualquier cambio y avance realizado. La norma ISO 14001 describe el proceso que debe seguir la empresa y le exige respetar las leyes ambientales nacionales. Sin embargo, no establece metas de desempeño específicas de productividad. (Andersen, 2019)

Capítulo III

3.1 DISEÑO METODOLOGICO

3.1.1. Ubicación geográfica del estudio.

La finca La cumplida se encuentra en el KM 147 caterrera al Tuma La Dalia, departamento de Matagalpa, 3 KM hacia el noroeste.

3.1.2. Paradigma de investigación

(Abbadia , 2022) Paradigma de investigación es un método, modelo o patrón para llevar a cabo una investigación. Es un conjunto de ideas, creencias o comprensiones dentro de las cuales pueden funcionar las teorías y las prácticas. La mayoría de los paradigmas derivan de una de dos metodologías de investigación: positivismo o Interpretación. Cada proyecto de investigación emplea uno de los paradigmas de investigación como guía para crear métodos de investigación y llevar a cabo el proyecto de investigación de la forma más legítima y razonable.

3.1.3. Paradigma interpretativo

El enfoque interpretativo se utiliza en la mayoría de las investigaciones cualitativas realizadas en las ciencias sociales; se basa en la existencia de numerosas realidades en lugar de una única realidad. (Abbadia , 2022)

El enfoque interpretativo (cualitativo) es la metodología adecuada para desarrollar el proceso productivo del cuero vegetal a partir de la pulpa de café, esto debido a que este proceso involucra conocimientos y experiencias de las personas involucradas, además permite captar las etapas paso a paso del proceso; permitir describir el significado de la creación de este producto tanto para los productores como para los consumidores, puesto a que va más allá de un tipo de cuero realizado con materia prima de origen vegetal, porque es la reutilización y reducción de un residuo y con esto, permite conocer las variaciones y ajustes que se presentan en las etapas del proceso a lo largo del tiempo, además que facilita los nuevos enfoques que se dan durante la investigación.

3.1.4. Enfoque

Se refiere a la naturaleza del estudio, la cual se clasifica como cuantitativa, cualitativa o mixta; y abarca el proceso investigativo en todas sus etapas desde la definición del tema y planteamiento del problema de investigación, hasta el desarrollo de la perspectiva teórica, la definición de la estrategia metodológica y la recolección, análisis e interpretación de datos. También se puede decir que un conjunto de planteamientos sistematizados Y controlados que se encargan de orientar la resolución de un problema. (Amiel, 2024)

Se ha optado por un enfoque mixto, combinando el método cualitativo y cuantitativo, para lograr obtener una comprensión integral acerca del cuero vegetal de pulpa de café, esto debido a que esta investigación requiere un análisis que incluya la rigurosidad de los datos cuantitativos, así como la profundidad del análisis cualitativo. Los beneficios que atrae utilizar el enfoque mixto es que permite validar y fortalecer los descubrimientos de la investigación al combinar los diferentes tipos de fuentes de datos, asimismo proporciona una comprensión más completa de esta, al abordar ambos enfoques del proceso productivo, como del diseño del cuero. El enfoque cuantitativo permite conocer la composición química: los componentes necesarios para la elaboración del cuero, como también las propiedades físicas: resistencia, flexibilidad, permeabilidad; de igual manera las etapas técnicas, parámetros identificados, tales como: temperatura, tiempo de proceso, entre otros. Mientras que el análisis cualitativo permite conocer la percepción de los consumidores, productores y personas involucradas, al tomar en cuenta sus opiniones personales a través de la aplicación de entrevistas.

3.1.5. Tipo de investigación

En esencia, se trata de la forma que puede adoptar un estudio, de acuerdo a ciertos aspectos que lo definen. En este sentido, podemos mencionar los objetivos, la

profundidad, el tratamiento de los datos, la manipulación de variables, el tipo de inferencia y la temporalidad. (Tesis y másters, 2022)

3.1.6. Investigación descriptiva

Se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Para Mario Tamayo y Tamayo (1994) define la investigación científica como “registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente” (Martínez, 2018). Carlos Sabino define a la investigación descriptiva en su obra El proceso de investigación (1992) como “el tipo de investigación que tiene como objetivo describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utiliza criterios sistemáticos que permiten establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes” (Martínez, 2018) (Verdesoto Arguello, Castro Molina, & Guevara Alvan , 2020)

El enfoque de la presente investigación es descriptivo, ya que uno de los objetivos principales es describir la transformación de la pulpa de café en cuero vegetal sostenible, haciendo énfasis en describir detalladamente el procedimiento de fabricación de este, caracterizar las propiedades físicas de los resultados obtenidos y recopilar datos de las variables implicadas, todo esto nos permite brindar una imagen clara de un subproducto innovador como lo es el cuero vegetal sostenible. Así mismo, al describir como se lleva a cabo cada etapa del proceso y cuáles son sus características, la investigación se ajusta perfectamente al enfoque descriptivo.

3.1.7. Investigación según la profundidad y el tiempo

El diseño de corte transversal se clasifica como un estudio observacional de base individual que suele tener un doble propósito: descriptivo y analítico. También es conocido como estudio de prevalencia o encuesta transversal; su objetivo primordial es identificar la frecuencia de una condición o enfermedad en la población estudiada y es uno de los diseños básicos en epidemiología al igual que el diseño de casos y controles. (Rodríguez & Mendivelso , 2018)

Esta investigación es de corte transversal, esto debido a que se llevó a cabo en un periodo de tiempo establecido por el programa educativo que corresponde al primer semestre del año 2024.

3.1.8. Universo o Población

La población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra que cumple con una serie de criterios predeterminados. (Arias Gomez, Villasis Keever , & Miranda Novales, 2016).

La población de la presente investigación es: Directivos, encargado del área de producción y colaboradores de la fundación NICA FRANCE.

3.1.9. Muestra

(Otzen & Manterola , Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Autónoma de Chile, Temuco, Chile., 2017) El muestreo tiene por objetivo estudiar las relaciones existentes entre la distribución de una variable en la población blanco y la distribución de esta variable en la muestra a estudio. Para ello, es fundamental, entre otras cosas definir los criterios de inclusión (características clínicas, demográficas, temporales y geográficas de los sujetos que componen la población en estudio) y de exclusión (características de los sujetos que pueden interferir con la calidad de los datos o la interpretación de los resultados).

La muestra de esta investigación está compuesta por 4 personas, esto incluye un representante por parte de los ejecutivos de la organización NICA FRANCE, encargado del proyecto y colaboradores del área de producción por parte de la misma organización. El tipo de muestra es no probabilística debido a que solo estamos seleccionando a un número pequeño de personas. Los criterios de inclusión para los ejecutivos es que: deben ocupar cargos relacionados con el proceso productivo del café, tener conocimientos y experiencia acerca de la pulpa de café, mientras que para el encargado y colaboradores es que: estén involucrados en las etapas de transformación del producto, tener conocimientos de la evolución del proyecto y sus resultados. Los criterios de exclusión son: que no cumplan con los criterios de inclusión descritos anteriormente, como también personas que no contesten la información adecuada y completa en las técnicas de recolección de información.

3.1.9.1. Muestra por conveniencia

Permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador (Otzen & Manterola , Scielo , 2017)

La selección de una muestra de conveniencia en esta investigación se basa en la necesidad de obtener información detallada y concreta acerca del proceso productivo del café desde la recolección del grano hasta la forma en que se obtiene el residuo, el cual es la principal materia prima en la producción de cuero vegetal sostenible a partir de pulpa de café, asimismo conocer los desafíos y logros obtenidos a lo largo del proyecto desde la perspectiva de las personas directamente involucradas en su producción. Al enfocarse en las personas a cargo del área de producción y la gerencia a cargo del proyecto, se asegura que los datos recopilados sean relevantes y precisos.

3.1.10. Instrumentos

3.1.10.1. Entrevista

Estévez et al. (2006), citado en (Avila, González, & Licea, 2020), argumentan la importancia de la entrevista, de la manera siguiente: “En oportunidades el investigador requiere de datos sobre el objeto de estudio que, a través de la observación, son imposibles de obtener, ya que responden a ideas, sentimientos, opiniones, valores, todos de carácter subjetivo” (p. 268). La entrevista se define por Lanuez y Fernández (2014), citado en (Avila, González, & Licea, 2020) como el método empírico, basado en la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto o los sujetos de estudio, para obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema.

Para el desarrollo del estudio se recolectará información a través de la implementación de la entrevista (ver anexo 2.) aplicadas a ejecutivos y colaboradores del área de producción de la organización NICA FRANCE con un cuestionario que recopila información acerca de sus prácticas de manejo de la pulpa, conocimientos acerca del cuero vegetal sostenible y si están dispuestos a ser partícipes en proyectos futuros que impulsen el aprovechamiento de la pulpa de café, entre otros aspectos.

Este instrumento es una guía para plantear preguntas, comprender y analizar las respuestas de los colaboradores.

3.1.11. Método

La realización de todo trabajo de investigación siempre supone el uso consciente y adecuado de métodos investigativos en los que se sustenta dicha investigación y que permiten tanto darle una mayor rigurosidad y base científica, como transitar por el camino del alcance de los objetivos investigativos propuestos. (Cires et al. 2011; Cervi, 2016. Citado en (Falcon & Ramos, Los Andes).

El método es requisito indispensable para la investigación y es la herramienta que ayuda a sistematizar u ordenar la investigación, asimismo coadyuva al logro de los objetivos preestablecidos. Para un mejor resultado en el análisis científico, el método se apoya en un conjunto de reglas y operaciones que se denomina técnica; esta acerca el método al objeto de estudio y auxilia al investigador en la aplicación de los métodos. (Nateras Gonzalez, 2005)

Para realizar este estudio, se pretende aplicar el método de revisión crítica de la literatura. Esta técnica nos permite recopilar y evaluar los trabajos y autores más relevantes que han abordado el tema de investigación. A través de este análisis, podemos identificar la diversidad de perspectivas, enfoques y énfasis que se han dado al tema. Esto nos brinda una base sólida para comprender el estado del conocimiento actual. La revisión crítica de la literatura también nos permite identificar las principales teorías, metodologías y hallazgos relacionados con la elaboración de cuero vegetal sostenible a base de la pulpa de café. Esto nos ayudó a formular un marco teórico sólido y a diseñar una metodología de investigación adecuada.

A su vez, se implementará el método analítico-sintético para identificar los diferentes puntos de vista que existen sobre el proceso productivo del café y el aprovechamiento de la pulpa para la elaboración de cuero vegetal, esto nos permitirá triangular los datos obtenidos a través de las diferentes fuentes de información y posteriormente desarrollar las diferentes conclusiones de investigación que presenten los resultados de manera clara y concisa.

3.1.12. Variables

Las variables son entidades abstractas que toman diversos valores o modalidades. Son atributos de los objetos de estudio abstractos o concretos. Su naturaleza variante se determina por las condiciones de contorno espacio-temporales que caracterizan a las

unidades de análisis. Son ejemplos de variables la temperatura, el peso, la presión, el grado militar, la actitud y el coeficiente intelectual. Por otro lado, si las entidades, objeto de estudio no son pasibles de tomar diferentes valores, serán referidas como constantes. (Rodríguez, Jorge, & Vargas, 2021)

En el presente estudio se tiene como primera variable las características, propiedades y composición química de la pulpa de café para la elaboración de cuero vegetal sostenible.

La segunda variable es el proceso productivo de la pulpa de café para la elaboración de cuero vegetal sostenible, cuyo indicador es el aprovechamiento de la pulpa de café.

Como tercera variable se plantea el diseño de cuero vegetal sostenible elaborado a base de la pulpa de café.

Todas las variables establecidas en (Anexo 1. Matriz de variables.) fue fundamental para medir los conceptos de la investigación como lo plantea (Arias Gonzalez, 2021), la operacionalización de variables consiste en un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir la variable en una investigación, es un proceso de separación y análisis de la variable en sus componentes que permiten medirla.

Capítulo IV

4.1 Análisis y discusión de resultados

El presente capítulo se dedica al análisis y discusión de los datos obtenidos a través de las entrevistas realizadas a ejecutivos y colaboradores de este proceso. El propósito de la entrevista dirigida hacia el ejecutivo fue: conocer el proceso productivo realizado en el beneficiado húmedo, la cantidad de pulpa generada en la finca la cumplida, identificar la disposición actual de la pulpa, así mismo tomar en cuenta su criterio con respecto al desarrollo de este proyecto y su opinión acerca del impacto socioambiental que significa la producción de un cuero vegetal a partir de un residuo; El objetivo de la entrevista dirigida al encargado y a los colaboradores consistió en: analizar las prácticas y conocimientos relacionados con la transformación de la pulpa de café para la elaboración de cuero vegetal; Se exploraron los aspectos técnicos del proceso, como la composición de las mezclas utilizadas, los tratamientos previos de la pulpa, el equipamiento necesario, los tiempos de producción. Asimismo, se analizaron las percepciones de los participantes sobre el potencial de esta alternativa para reducir el impacto ambiental de la industria del cuero y promover el desarrollo de prácticas más sostenibles en el sector cafetalero.

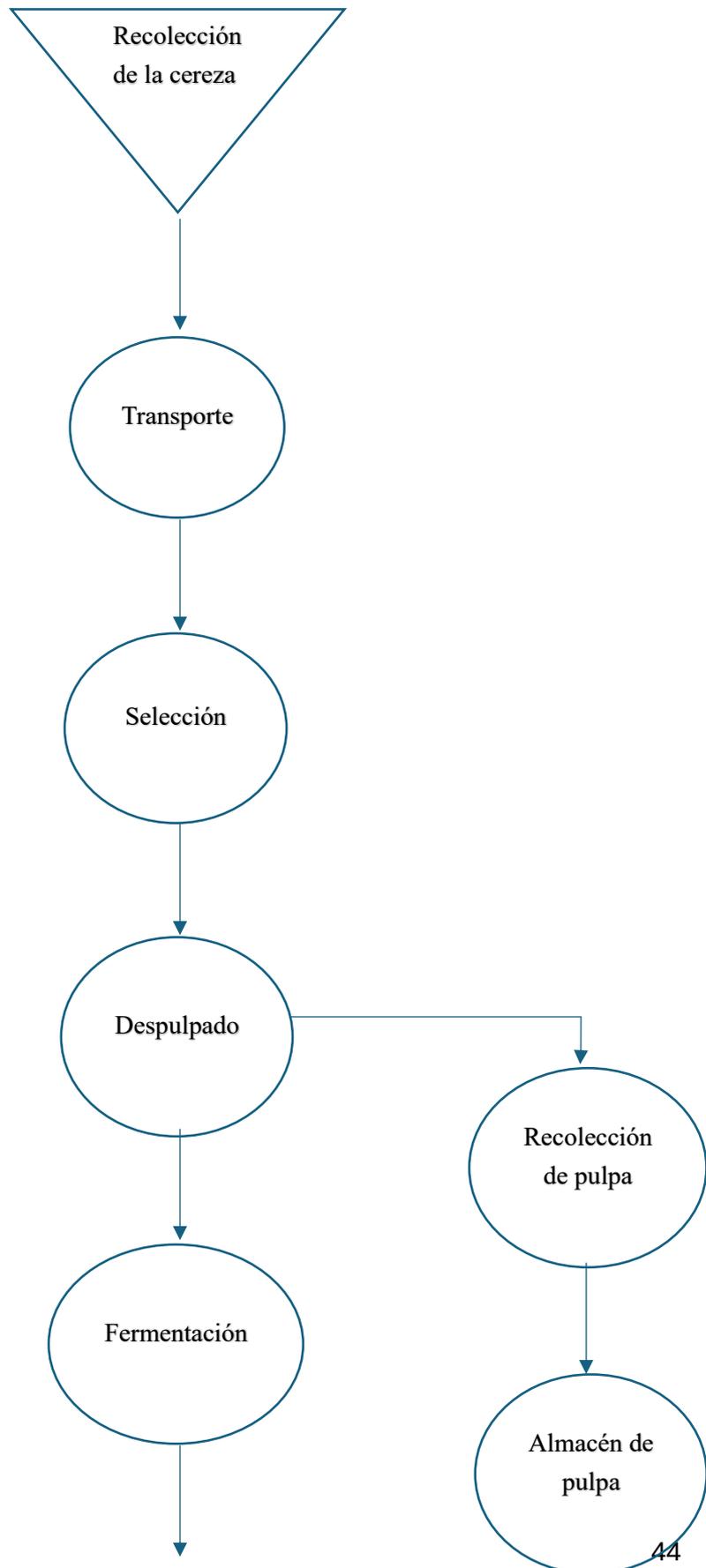
Resultados de entrevista aplicada a ejecutiva

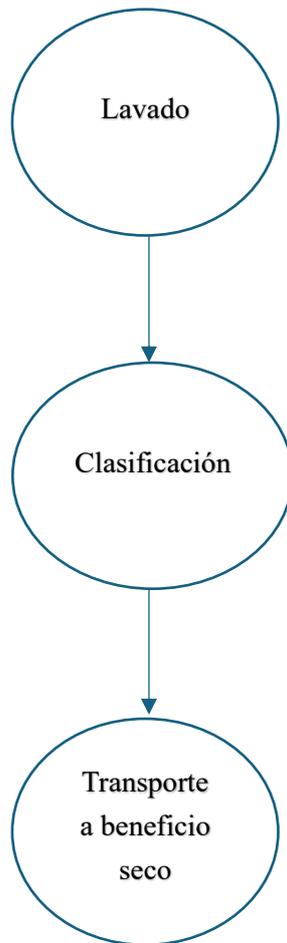
*Se realizó la siguiente interrogante a ejecutiva de fundación NICAFRANCE:
¿Cuál es el proceso de beneficiado húmedo de café que implementan en finca Hacienda La Cumplida? (ver cuadro de respuestas en Anexo ...*

En base a lo descrito por la ejecutiva, desarrollamos el siguiente flujograma del proceso de café lavado:

Proceso de beneficiado húmedo.

Flujograma de procesos del beneficiado húmedo de café.





Fuente: Elaboración propia.

Descripción del beneficiado húmedo:

Cosecha o recolección de la cereza: Se recolectan de las bandolas del árbol de café únicamente las cerezas que presentan un color rojo intenso y homogéneo, una vez terminada la jornada laboral las personas que recolectan los granos hacen entrega al encargado del área.

Transporte: Posteriormente se transportan las cerezas al beneficio húmedo para evitar la fermentación indeseada.

Selección: Una vez recepcionados los sacos de café se seleccionan con el fin de evitar que contengan cualquier tipo de materia extraña.

Despulpado: Seguidamente las cerezas se depositan en la maquina despulpadora la cual se encarga de separar la pulpa del grano. El café queda cubierto por una capa viscosa llamada mucilago.

Fermentación: Los granos de café se sumergen en tanques con agua conocidas comúnmente como pilas de fermentación, donde los microorganismos se encargan de descomponer al mucilago. El tiempo que dura este proceso depende de factores como: la variedad y las condiciones climatológicas, sin embargo, puede durar de 6 – 12 horas.

Lavado: Los granos de café son lavados con abundante agua para eliminar los restos de mucilago o cualquier otro tipo de impurezas.

Transporte a beneficio seco: El café es transportado al beneficio seco en donde se continua con otros procesos.

Fuente: Melanie Bordeaux.

Tabla. N.2. Hectáreas destinadas a la siembra de café en finca Hacienda La Cumplida

| Pregunta | Respuesta de ejecutiva |
|---|------------------------|
| ¿Cuántas hectáreas son destinadas a la siembra de café en finca Hacienda La Cumplida? | 400 hectáreas |

Fuente: Elaboración propia.

El dato proporcionado nos permite tener una idea de la escala de producción de café en cada cosecha. Sin embargo, es importante mencionar que existen factores que influyen en la cantidad de café por cada cosecha entre los cuales podemos mencionar: las variedades y las prácticas agrícolas.

Tabla. N.3. Volumen total de pulpa generada en el proceso de beneficiado húmedo por cosecha.

| Pregunta | Respuesta de ejecutiva |
|--|---|
| ¿Cuál es el volumen total de pulpa generada en el proceso de beneficiado húmedo por cosecha? | 3, 408, 750 kg de pulpa en toda la temporada de cosecha |

Fuente: Elaboración propia.

La ejecutiva menciona que el volumen de pulpa por cosecha es de 3, 408, 750 kg, este dato cuantitativo nos permite visualizar la magnitud de la pulpa generada y, por ende, su potencial para ser utilizada; reconocer su valor nos permite contribuir a un futuro más sostenible en la industria cafetalera.

Tabla N.4 Datos para obtener la cantidad de pulpa generada.

| Expresado en qq | Expresado en kg |
|-----------------------|----------------------------|
| 25 000 qq de café oro | 1, 136, 250 kg de café oro |
| 150 000 qq de uva | 6, 817, 500 kg de café uva |
| 75 000 qq de pulpa | 3, 408, 750 kg de pulpa |

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener 1qq de café oro, se requiere 6qq de café uva, por lo cual, de los 25,000qq se requieren 150,000qq de café uva, de lo cual se generan 75 000 qq de pulpa.

Tabla. N.5. Métodos para la disposición de la pulpa.

| Pregunta | Respuesta de ejecutiva |
|---|--|
| ¿Qué métodos se utilizan para la disposición de la pulpa? | Se ubican en una parte de la finca destinada a este uso. |

Fuente: Elaboración propia.

La finca La Cumplida cuenta con un área específica para el almacenamiento de la pulpa generada en el proceso productivo de café, esto permite contar con una organización y control de este residuo, lo cual evita su acumulación de manera desordenada y, por ende, reduce el riesgo de que la pulpa contamine cualquier área o que genere malos olores. También evita la proliferación de insectos cerca de las plantaciones de café.

Tabla. N.6. Conocimientos o experiencia a cerca del manejo de residuos generados en el proceso productivo del café.

| Pregunta | Respuesta de ejecutiva |
|--|--|
| ¿Qué conocimientos o experiencia tiene en el manejo de residuos generados en el proceso productivo del café? | Hacemos compost a partir de la pulpa. |
| ¿Se han evaluado alternativas para el aprovechamiento de los residuos generados en la finca "la cumplida"? | Si, compost y ahora cuero a base de pulpa. |

Fuente: Elaboración propia.

La ejecutiva expresa que ya cuentan con un plan de manejo de la pulpa, siendo este la elaboración de un compost, esto indica un avance significativo en la gestión de residuos de la finca, la cual ha pasado de un manejo básico a explorar una alternativa más innovadora y de mayor valor agregado como lo es el cuero vegetal. Esta opinión positiva refuerza la viabilidad de este proyecto y la demanda potencial para el cuero vegetal elaborado a base de pulpa café.

Tabla N.7. Opinión acerca de la elaboración de cuero vegetal a base de pulpa de café.

| Pregunta | Respuesta de ejecutiva |
|--|---|
| ¿Qué opina del aprovechamiento de la pulpa para la elaboración de cuero vegetal? | Puede agregar mucho valor a un subproducto. |
| ¿Qué impacto social cree que tendría un proyecto de este tipo en su comunidad? | Generar empleos, diversificar ingresos |

Fuente: Elaboración propia.

Lo expresado por la ejecutiva demuestra que reconoce el potencial que tiene la pulpa de café más allá de la elaboración de compostaje. Al considerar la producción de cuero vegetal sostenible, se crea la oportunidad de poder incursionar en un mercado más amplio, lo que permite generar beneficios para la finca como también ingresos para la comunidad. Este proyecto es más que el aprovechamiento de un residuo ya que permite posicionar a la pulpa de café como una materia prima valiosa para la producción de un material sostenible.

Tabla. N.8. Opinión con respecto al impacto ambiental generado en el procesamiento de cuero animal, en relación a la elaboración de cuero vegetal como alternativa para sustituir este producto.

| Pregunta | Respuesta de ejecutiva |
|--|---|
| ¿Qué piensa con respecto al impacto ambiental generado en el procesamiento de cuero animal, en relación a la elaboración de cuero vegetal como alternativa para sustituir este producto? | La elaboración de cuero vegetal es más sostenible y más respetuosa para el medio ambiente. Utiliza menos productos químicos, menos agua, y supongo que tiene una huella de carbono menor, en comparación con el cuero animal. |

Fuente: Elaboración propia.

La ejecutiva destaca la importancia del cuero vegetal sostenible, demuestra tener una visión positiva sobre el impacto ambiental en comparación al cuero animal, el proceso de curtido del cuero convencional es mayormente conocido por su alto contenido de agua y productos químicos tóxicos. Además de las grandes cantidades de residuo que su producción genera, mientras que el cuero vegetal requiere menos recursos.

Resultados de entrevistas aplicadas a encargado y colaboradores

Tabla. N.9. Principales desafíos que enfrentaron en el proceso de transformación de la pulpa de café para la elaboración de cuero vegetal.

| Principales desafíos que enfrentaron en el proceso de transformación de la pulpa de café para la elaboración de cuero vegetal según colaboradores. | |
|--|---|
| Colaborador 1 | El mayor desafío fue encontrar los componentes necesarios para su producción ya que los primeros protocolos realizados no demostraron resultados positivos. |
| Colaborador 2 | Las grietas generadas por las reacciones exotérmicas. |
| Encargado | Entre los principales desafíos el más significativo fue el control de las grietas. Posteriormente el crecimiento de hongos. |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo expresado por los colaboradores y el encargado, se identificaron tres desafíos en el transcurso del desarrollo de los protocolos:

El colaborador 1 menciona la complejidad de encontrar aditivos adecuados para obtener resultados positivos. Esto indica que la formulación de la mezcla es un aspecto importante que requirió de una exhaustiva investigación.

Tanto el colaborador 2 como el colaborador 3 hacen mención de la formación de grietas como una de las deficiencias significativas. Esto demuestra que las reacciones exotérmicas durante el proceso representan la causa de este fenómeno, afectando la apariencia del cuero vegetal.

El encargado expresa que se desarrolló el crecimiento de hongos, esto indica la necesidad de implementar medidas de higiene y control de humedad durante el proceso para evitar la proliferación de microorganismos y así garantizar la calidad del producto final.

Tabla. N.10. Aspectos técnicos más importantes para garantizar la calidad y durabilidad del cuero vegetal.

| Aspectos técnicos más importantes para garantizar la calidad y durabilidad del cuero vegetal según colaboradores. | |
|---|--|
| Colaborador 1 | Existen muchos aspectos, pero entre los más vitales encontramos lo que es el curado y resistencia, de igual manera es importante mencionar la textura final. |
| Colaborador 2 | Las maquinarias necesarias en el procesamiento. |
| Encargado | El uso de maquinarias industriales permite optimizar los tiempos y estandarizar el producto final. |

Fuente: Elaboración propia

El colaborador 1 resalta la importancia del curado y la resistencia del material como también la textura final del producto. Estos elementos son cruciales para determinar la calidad y el desempeño del cuero en aplicaciones.

El colaborador 2 destaca la relevancia de las maquinarias utilizadas en el proceso esto sugiere que la tecnología y el equipo adecuado son factores fundamentales para obtener resultados consistentes y de alta calidad.

El encargado expresa la importancia de utilizar maquinarias industriales con el fin de optimizar los tiempos de producción y la estandarización del producto final. Esto indica que la eficiencia y la consistencia son objetivos claves en el proceso productivo.

Tabla. N.11. Procesos a los que se somete la pulpa de café previo a su transformación.

| | |
|---|---|
| Procesos a los que se somete la pulpa de café previo a su transformación según colaboradores. | |
| Colaborador 1 | La pulpa pasa por un proceso térmico para eliminar impurezas. |
| Colaborador 2 | Pre limpieza y un tratamiento térmico antes de iniciar su proceso de transformación. |
| Encargado | Uno de los procesos previos a la transformación a la pre limpieza ya que permite extraer cualquier materia extraña. Así como también el proceso de hidratación ya que permite la facilita la incorporación de los aditivos. |

Fuente: Elaboración propia

La inmovilización, en la mayoría de los casos, estabiliza la estructura de las enzimas y por consecuencia su capacidad catalítica aumenta en condiciones extremas de pH y temperatura. (Revista Mexicana de Ingeniería Química , 2013)

Tanto los colaboradores como el encargado mencionan la necesidad de someter la pulpa a un proceso térmico, ya que este permite eliminar impurezas e inmovilizar enzimas.

El colaborador 1 y el encargado destacan la importancia de la pre limpieza para eliminar materia extraña. Esta etapa es fundamental para asegurar la calidad y la uniformidad de la materia prima.

El encargado expresa que la hidratación es un proceso previo importante, lo que demuestra que la hidratación acondiciona la pulpa para facilitar el proceso de transformación.

Tabla. N.12. Proporción de pulpa utilizada en la mezcla para obtener las propiedades deseadas en cada protocolo del cuero vegetal

| |
|---|
| Proporción de pulpa utilizada en la mezcla para obtener las propiedades deseadas en cada protocolo del cuero vegetal según colaboradores. |
|---|

| | |
|---------------|---------|
| Colaborador 1 | 1 libra |
| Colaborador 2 | 1 libra |
| Encargado | 1 libra |

Fuente: Elaboración propia

Los colaboradores y el encargado expresaron que la cantidad necesaria de pulpa para la obtención de una muestra (protocolo) es de 1 libra.

Al conocer la cantidad específica de pulpa generada en el beneficio humedo por cada cosecha que son: 3, 408, 750 kg, lo cual representa 7, 499, 250 libras, permite conocer la cantidad de protocolos a realizar, que serían aproximadamente 7, 499, 250 protocolos, ya que como mencionaron los colaboradores y el encargado, solo se requiere una libra de pulpa para obtener dicha cantidad.

En este punto surge la siguiente interrogante: ¿Cuál de los protocolos realizados cumple con las características de un cuero vegetal funcional? (ver cuadro de respuestas en Anexo 4)

Los colaboradores a través de su experiencia en el proceso han destacado que el protocolo que contiene calmajo presenta las características más adecuadas para obtener un cuero vegetal sostenible de calidad, superando a otros métodos anteriormente elaborados.

El manejo de residuos generados en el proceso productivo de café es un sector en constante evolución, donde la experimentación ya la adaptación son claves. Las fichas técnicas que se presentan a continuación ofrecen una visión detallada de los diferentes prototipos desarrollados y los resultados obtenidos a la fecha. Es importante destacar que estos resultados son provisionales y que se espera que continúen mejorando a medida que se profundiza en la investigación.

Protocolos del proceso de la elaboración del cuero.

Tabla. N.13. Protocolo 1

| Descripción del proceso | |
|--|--|
| Lugar: | Fundación NICA FRANCE |
| Fecha: | 01-04-2024 |
| Actividad: Preparación de pruebas con distintos procedimientos, materiales y equipos para la definición del protocolo a utilizar en la elaboración de cuero vegetal sostenible. | |
| Ingredientes: <ul style="list-style-type: none">• Pulpa de café• Glicerina natural• Almidón de yuca• Agua | |
| Resumen: El proceso inicia con una pre limpieza de la pulpa con la finalidad de eliminar materias extrañas, posteriormente se tritura la materia prima y se tamiza. Una vez tamizada la pulpa, se le agrega la glicerina. Seguidamente, la mezcla se coloca en una olla y es llevada a la cocina a bajas temperaturas, pasados 3 minutos se incorpora el almidón de yuca. Una vez que se consigue una mezcla homogénea, esta se vierte en moldes metálicos y se llevan al horno con una temperatura de 65° C durante aproximadamente 24 horas, | |
| Muestra antes del proceso de secado | Resultados |
|  |  |

Fuente: Elaboración propia

Tabla. N.14. Protocolo 2

| Descripción del proceso | |
|--|--|
| Lugar: | UNAN CUR- Matagalpa. Recinto Carlos Fonseca (CPES) |
| Fecha: | 06-05-2024 |
| Actividad: Preparación de pruebas con distintos procedimientos, materiales y equipos para la definición del protocolo a utilizar en la elaboración de cuero vegetal sostenible. | |
| Ingredientes: <ul style="list-style-type: none"> • Pulpa de café • Glicerina natural • Clara de huevo • Agua | |
| Resumen: El proceso inicia con el pesaje de la pulpa, luego se realiza una pre limpieza de la misma. La pulpa se somete a un proceso de cocción a altas temperaturas que oscilan entre los 90° C – 100° C durante 15 minutos aproximadamente. Una vez transcurrido ese lapso de tiempo, se deja reposar hasta conseguir una temperatura ambiente de esta materia prima. A continuación, inicia el proceso de molienda que dura 5 minutos, cuando la pulpa ya esta triturada se tamiza. El siguiente paso es adicionar e incorporar la clara de huevo y glicerina natural. Una vez que se consigue una mezcla homogénea, esta se vierte en moldes metálicos y se llevan al horno con una temperatura de 65° C durante aproximadamente 24 horas, | |
| Muestra antes del proceso de secado | Resultados |
|  |  |

Fuente: Elaboración propia

Tabla. N.15. Protocolo 3

| Descripción del proceso | |
|--|--|
| Lugar: | UNAN CUR- Matagalpa. Recinto Carlos Fonseca (CPES) |
| Fecha: | 08-07-2024 |
| Actividad: Preparación de pruebas con distintos procedimientos, materiales y equipos para la definición del protocolo a utilizar en la elaboración de cuero vegetal sostenible. | |
| Ingredientes: <ul style="list-style-type: none"> • Pulpa de café • Goma guar • Agua | |
| Resumen: El proceso inicia con el pesaje de la pulpa, luego se realiza una pre limpieza de la misma. La pulpa se somete a un proceso de cocción a altas temperaturas que oscilan entre los 90° C – 100° C durante 15 minutos aproximadamente. Una vez transcurrido ese lapso de tiempo, se deja reposar hasta conseguir una temperatura ambiente de esta materia prima. A continuación, inicia el proceso de molienda que dura 15 minutos, cuando la pulpa ya está triturada se tamiza. El siguiente paso es adicionar e incorporar 40 gramos de goma guar disueltos en agua. Una vez que se consigue una mezcla homogénea, esta se vierte en moldes metálicos y se llevan al horno con una temperatura de 65° C durante aproximadamente 24 horas. | |
| Muestra antes del proceso de secado | Resultados |
|  |  |

Fuente: Elaboración propia

Tabla. N.16. Protocolo 4

| Descripción del proceso | |
|--|--|
| Lugar: | Fundación NICA FRANCE |
| Fecha: | 09-10-2024 |
| Actividad: Preparación de pruebas con distintos procedimientos, materiales y equipos para la definición del protocolo a utilizar en la elaboración de cuero vegetal sostenible. | |
| Ingredientes: <ul style="list-style-type: none"> • Pulpa de café • Calmajo • Espadilla • Agua | |
| Resumen: El proceso inicia con una pre limpieza de la pulpa con la finalidad de eliminar materias extrañas, posteriormente se tritura la materia prima y se tamiza. Una vez tamizada la pulpa, se le agrega el calmajo y la espadilla; para conseguir la incorporación de todos los componentes, la mezcla pasa por un proceso de licuado. Seguidamente, se coloca en una olla y es llevada a la cocina a bajas temperaturas para ser sometida a un proceso de escaldado. Finalmente se vierte en moldes metálicos y se llevan al horno con una temperatura de 65° C durante aproximadamente 24 horas, | |
| Muestra antes del proceso de secado | Resultados |
|  |  |

Fuente: Elaboración propia

Las fichas técnicas analizadas revelan una evolución constante en los protocolos. A lo largo del proyecto se han implementado una serie de modificaciones tanto el proceso como en la determinación de los componentes utilizados.

Inicialmente los primeros ensayos presentaron desafíos que obstaculizaron la obtención de un producto final con las características deseadas. En estos se presentaron una serie de problemáticas recurrentes, tales como: la formación de grietas, la rigidez del material y la corta vida útil debido al crecimiento de hongos. La falta de flexibilidad y resistencia del cuero obtenido limitaba considerablemente sus aplicaciones prácticas. Estos resultados adversos evidenciaron la necesidad de realizar ajustes tanto en el proceso productivo como en la formulación de los ingredientes utilizados.

Se implementaron una serie de modificaciones con el objetivo de superar las dificultades encontradas. Entre los cambios más relevantes destacan: se experimentó con diferentes combinaciones y concentraciones de aditivos como los agentes aglutinantes, se implementaron medidas para controlar el contenido de humedad del material, lo que contribuyó a prevenir el crecimiento hongos y formulación de grietas.

Gracias a estas modificaciones antes mencionados los protocolos más recientes han mostrado resultados positivos. El protocolo actual presenta una mayor flexibilidad, resistencia, durabilidad, además de una apariencia más homogénea.

Tabla. N.17. Componentes o aditivos que se incorporan a la mezcla y su función específica.

| Componentes o aditivos que se incorporan a la mezcla y su función específica según colaboradores. | |
|---|---|
| Colaborador 1 | El principal componente es el aglutinante, inicialmente se utilizaba glicerina, pero tras no obtener resultados positivos se buscaron otras alternativas y se sustituyó por el calmajo. |
| Colaborador 2 | En los primeros protocolos realizados se utilizó clara de huevo como agente aglutinante. Sin embargo, los resultados presentaban defectos significativos, por lo que se decidió incorporar un aglutinante distinto. Se realizaron distintas pruebas y el más efectivo fue el calmajo. |
| Encargado | El agente aglutinante es un componente vital para la elaboración del cuero vegetal, ya que gracias a este obtenemos la consistencia ideal de la mezcla de pulpa de café. En el transcurso de elaboración de los protocolos, se realizaron pruebas con distintos aglutinantes, entre los más destacados se encuentran: almidón de yuca, clara de huevo, glicerina natural, goma guar |

| | |
|--|---|
| | y calmajo; siendo este último, el componente que permitió obtener los mejores resultados. |
|--|---|

Fuente: Elaboración propia

Los colaboradores y encargado mencionan la importancia que tiene un agente aglutinante para proporcionar cohesión a la mezcla y así obtener la consistencia deseada.

En el transcurso del desarrollo de protocolos se hizo la implementación de diferentes aglutinantes, a través del método de prueba y error se obtuvieron resultados tanto negativos como positivos, lo que permitió identificar el componente ideal con el que se generan los mejores resultados, siendo el calmajo el más efectivo.

Tabla. N.18. Tiempo que tarda todo el proceso desde la preparación de la mezcla hasta el producto final.

| | |
|---|---|
| Tiempo que tarda todo el proceso desde la preparación de la mezcla hasta el producto final según colaboradores. | |
| Colaborador 1 | Aproximadamente 28 horas |
| Colaborador 2 | Entre 26 a 28 horas |
| Encargado | La etapa de transformación de la pulpa conlleva aproximadamente 4 horas y el proceso de secado mecánico es de 24 horas. |

Fuente: Elaboración propia

Ambos colaboradores y encargado expresan que el proceso productivo para la elaboración del cuero vegetal tiene una duración de 26 a 28 horas.

Tabla. N.19. Tipos de maquinarias o equipos utilizados en cada etapa de proceso.

| | |
|--|---|
| Tipos de maquinarias o equipos utilizados en cada etapa de proceso según colaboradores | |
| Colaborador 1 | Hacemos uso de una cocina y licuadora industrial, también un horno eléctrico. |
| Colaborador 2 | Cocina industrial Licuadora industrial Horno |
| Encargado | Para cada etapa del proceso se utilizan distintos tipos de maquinarias y equipos, entre ellos: cocina industrial, licuadora industrial y un horno eléctrico. Además, se hace uso de herramientas tales como: bandejas, ollas, espátulas, entre otros. |

Fuente: Elaboración propia

Esta interrogante tiene como objetivo identificar las herramientas esenciales para la producción y evaluar la complejidad tecnológica del proceso.

Los colaboradores y encargado mencionan una variedad de equipos y maquinarias básicos, que son indispensables para garantizar la eficiencia del proceso.

Las maquinarias y equipos permiten controlar con precisión variables como la temperatura y el tiempo de exposición,

estas realizan tareas de manera más rápida y eficiente que los métodos tradicionales, lo cual acorta los tiempos de producción y aumenta la productividad. Los procesos se pueden repetir de manera consistente, lo cual asegura que cada protocolo tenga las mismas propiedades.

Tabla. N.20. ¿Qué características similares observa entre el cuero vegetal y el cuero animal?

| Características similares entre el cuero vegetal y el cuero animal según colaboradores | |
|--|--|
| Colaborador 1 | Ambos cueros son materiales versátiles y duraderos, estos comparten la capacidad de ser moldeados y trabajados para crear una diversidad de productos. |
| Colaborador 2 | El cuero vegetal y el cuero animal son similares en flexibilidad, apariencia y textura. |
| Encargado | Tanto el cuero vegetal como animal son materiales naturales que comparten ciertas características. Ambos son flexibles y resistentes. Además, presentan un aspecto poroso, con una textura similar al tacto. |

Fuente: Elaboración propia

Los entrevistados destacan que ambos materiales son considerados versátiles y duraderos, capaces de ser moldeados para crear una variedad de productos. Los colaboradores mencionan similitudes en cuanto a flexibilidad, apariencia, textura y aspecto poroso.

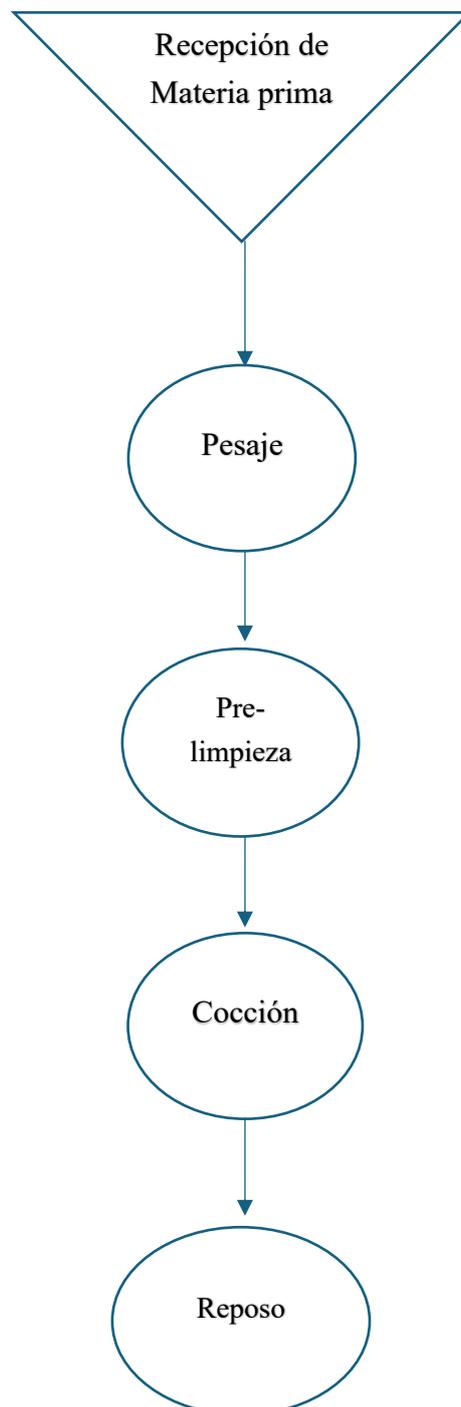
El cuero vegetal presenta un gran potencial como alternativa sostenible al cuero animal,

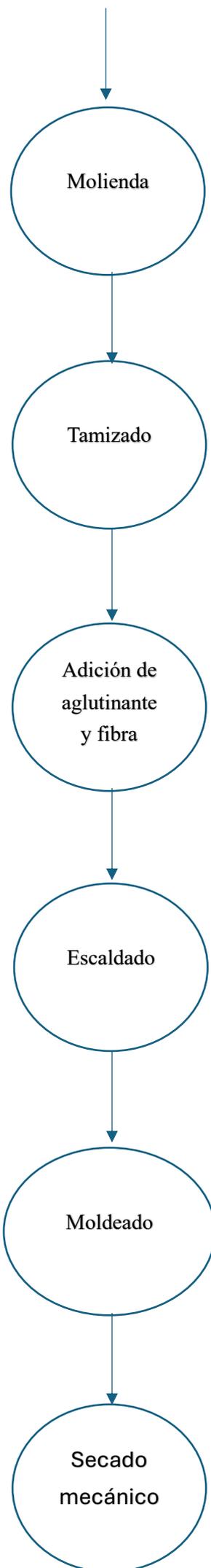
Se realizó la siguiente interrogante a los colaboradores y encargado: ¿Cuál es el

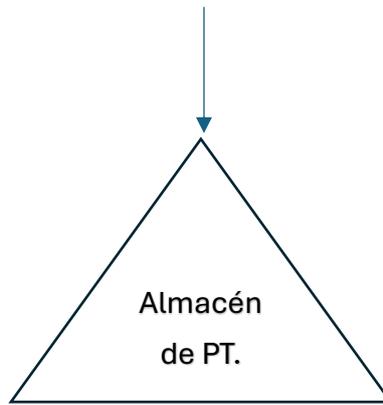
proceso para la elaboración de cuero vegetal a base de pulpa de café? (ver cuadro de respuestas en Anexo 5)

En base a lo descrito por los colaboradores y encargado, desarrollamos el siguiente flujograma de procesos:

**Proceso para la elaboración de cuero vegetal sostenible.
Flujograma del proceso para la elaboración del cuero vegetal sostenible Protocolo N° 4.**







Fuente: Elaboración propia.

Descripción del proceso:

Recepción de materia prima: Se recepciona la pulpa en grandes cantidades al igual que el resto de insumos, tales como: aglutinante y fibra natural entre otros.

Pesaje: Se pesa la pulpa en relación a la cantidad de protocolos a realizar, teniendo en cuenta que para la elaboración de 1 protocolo se necesita aproximadamente 1 libra de pulpa.

Pre-limpieza: Tiene como objetivo eliminar impurezas y objetos extraños que se puedan presentar en la pulpa, tales como: piedras, hojas, granos de café, entre otros.

Cocción: La pulpa se somete a un proceso de cocción a altas temperaturas que oscilan entre los 90° C – 100° C durante 15 minutos aproximadamente.

Reposo: Una vez cocida la pulpa se coloca en distintos recipientes con el objetivo de que adquiera una temperatura ambiente.

Molienda: La pulpa es procesada en una licuadora industrial durante 15 minutos.

Tamizado: La pulpa molida se tamiza para separar las partículas más finas de las gruesas y poder obtener el tamaño adecuado y homogéneo para la formación del cuero

Adición de aglutinante y fibra: Se añade un agente aglutinante orgánico y una fibra natural, en este caso calmajo y espadilla respectivamente.

Escaldado: La mezcla se somete a un proceso térmico lo cual permite fijar la fibra y el aglutinante, otorgando al material una mayor cohesión.

Moldeado y secado mecánico: La mezcla homogénea se vierte en moldes metálicos, posteriormente se somete a un proceso de secado en horno industrial con temperaturas de 65° C durante 24 horas seguidas.

Almacén de PT: El producto final se almacena en condiciones controladas de temperatura y humedad para garantizar su durabilidad.

Fuente: elaboración propia

Resultado de aplicación de lista de cotejo

En el presente documento se llevó a cabo una serie de pruebas comparativas entre el cuero vegetal sostenible, elaborado a partir de la pulpa de café y el cuero animal tradicional. El objetivo de estas pruebas fue evaluar las distintas propiedades y el desempeño de ambos materiales en los distintos tipos de variables.

Una de las diferencias que se presencia entre ambos materiales es el grosor. El cuero animal que pusimos a prueba tiene un espesor 2 milímetros, mientras que el cuero vegetal utilizado en este estudio tiene un grosor menor a 1 milímetro. La desigualdad de grosor es un factor a tomar en cuenta, ya que puede influir en los resultados de las pruebas.

Imagen. N.1. Diferencias en el grosor del cuero animal y el cuero vegetal.



Fuente: elaboración propia.

En los siguientes párrafos se detallarán los resultados a las diferentes pruebas realizadas, haciendo notorio las fortalezas y debilidades de cada material.

Resistencia a la tensión:

Tabla. N.21. Resultados de la prueba a la tensión.

| Propiedades | Métodos o instrumentos | Cuero vegetal Protocolo N° 4 | Cuero animal |
|--------------------------|------------------------|------------------------------|--------------|
| Resistencia a la tensión | Dinamómetro | 128.51 Newton. | |

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la resistencia a la tensión del cuero vegetal a partir de la pulpa de café se utilizó un dinamómetro.

Imagen. N.2. Dinamómetro utilizado para la prueba de tensión.



Fuente: Elaboración propia.

Prueba de tensión en una muestra del cuero vegetal protocolo N°4

Al utilizar el equipo de ensayo (dinamómetro) se aplicó carga hasta la ruptura del material lo que dio como resultado 13.10 kg, al convertir esta medida a Newtons (N), se obtuvo un valor de 128.51 N.

Especificación: 1Kg = 9.81 Newtons (Aceleración debido a la gravedad de la tierra)

$$1 \text{ Kg} = 9.81 \text{ Newton}$$

$$13.10 \text{ Kg} = x \text{ Newton}$$

$$\frac{13.10 \text{ Kg} \times 9.81 \text{ N}}{1 \text{ Kg}}$$

$$= 128.51 \text{ Newton}$$

Imagen. N.3. Prueba de tensión al cuero vegetal sostenible.



Fuente: Elaboración propia.

Prueba de tensión realizada al cuero animal tradicional.

Al someter una muestra de cuero animal tradicional a una fuerza de tensión máxima de 25 kg equivalente a 245.25 Newton, haciendo uso de un dinamómetro con capacidad limitada, no se observó ningún tipo de ruptura en el material. El resultado a la prueba

indica que el material posee una resistencia a la tracción superior a la del equipo de medición utilizado.

$$1 \text{ Kg} = 9.81 \text{ Newton}$$

$$25 \text{ Kg} = x \text{ Newton}$$

$$\frac{25 \text{ Kg} \times 9.81 \text{ N}}{1 \text{ Kg}}$$

$$= 245.25 \text{ Newton}$$

Imagen. N.4. Prueba de tensión realizada al cuero animal.



Fuente: Elaboración propia.

Flexibilidad:

Tabla. N.22. Resultados a la prueba de flexibilidad.

| Propiedades | Métodos o instrumentos | cuero vegetal protocolo N° 4 | | | Cuero animal | | |
|-------------------------|------------------------|------------------------------|----------|------|--------------|----------|------|
| | | Alta | Moderada | Baja | Alta | Moderada | Baja |
| Flexibilidad (Suavidad) | Al tacto | | x | | x | | |

Fuente: Elaboración propia.

El cuero vegetal elaborado según el protocolo N°4 presenta una flexibilidad moderada. Esto indica que el material tiene cierta elasticidad, pero no es tan suave o flexible como el cuero animal en su mejor estado.

Imagen. N.5. Flexibilidad del cuero vegetal a base de pulpa de café.



Fuente: Elaboración propia

El cuero animal muestra una flexibilidad alta. Esto sugiere que posee diversas características como durabilidad, resistencia al desgaste, comodidad, adaptabilidad al cuerpo y, además, una apariencia elegante.

Imagen. N.6. Flexibilidad del cuero animal.



Fuente: Elaboración propia

La comparación con el cuero animal permite establecer un punto de referencia y evaluar el desempeño del cuero vegetal en relación a un material tradicional. Sin embargo, es

importante considerar que el cuero animal es un producto natural con una gran variedad de características.

Durabilidad:

Tabla. N.23. Resultados de la prueba de durabilidad.

| Propiedades | Métodos o instrumentos | cuero vegetal protocolo N° 4 | | | Cuero animal | | |
|-------------|------------------------|------------------------------|-------|------|--------------|-------|------|
| | | Días | Meses | Años | Días | Meses | Años |
| Durabilidad | Días/Meses/años | | x | | | | x |

Fuente: *Elaboración propia.*

Tomar en cuenta la durabilidad entre las propiedades a analizar nos permite conocer la vida útil del material y, por lo tanto, de los productos que se realicen con ellos.

La durabilidad estimada es de aproximadamente tres meses. Esta cifra es preliminar y podría aumentar a medida que se desarrollen diferentes prototipos, implementando variaciones en los componentes y dosificación de estos.

El cuero natural es biodegradable, lo que significa que se descompone en la naturaleza a lo largo del tiempo. Si se desecha adecuadamente, el cuero natural puede descomponerse entre 25 y 40 años y ser menos perjudicial para el medio ambiente que otros materiales que tardan más tiempo en descomponerse como el cuero sintético que dura entre 500 y 1000 años y su proceso de destrucción puede liberar sustancias tóxicas lo que tiene un impacto negativo en el medio ambiente. (Leather Republik, 2023)

Resistencia al calor:

Tabla. N.24. Resultados de la prueba de resistencia al calor.

| Propiedades | Métodos o instrumentos | Cuero vegetal Protocolo N° 4 | Cuero animal |
|----------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|
| Resistencia al calor | Segundos/ Minutos | 20 segundos | 1 minuto y 10 segundos |

Fuente: *Elaboración propia.*

La resistencia al calor es una propiedad que ayuda a evaluar la durabilidad de un material específico, ya que permite conocer si éste puede ser expuesto a temperaturas elevadas en diferentes tipos de aplicaciones como: exposición al sol, contacto con fuentes de calor o incluso en ámbitos industriales. Para evaluar la resistencia al calor del cuero vegetal a partir de pulpa de café y el cuero animal se realizó una prueba utilizando una pistola de calor, este equipo permite aplicar una fuente de calor controlada y constante al material expuesto.

Imagen. N.7. Pistola para calor marca STANLEY STXH2000K



Fuente: (agrocom. , 2024)

Imagen. N.8. Especificaciones de la pistola para calor marca STANLEY STXH2000K

| ESPECIFICACIONES | |
|------------------|-----------------------|
| Potencia | 1800W |
| Ajuste de Calor | Variable |
| Interruptor | 2 Posiciones |
| Temperatura | 50 - 450°C/90 - 600°C |
| Flujo de Aire | 300/500 l/min |

Fuente: (agrocom. , 2024)

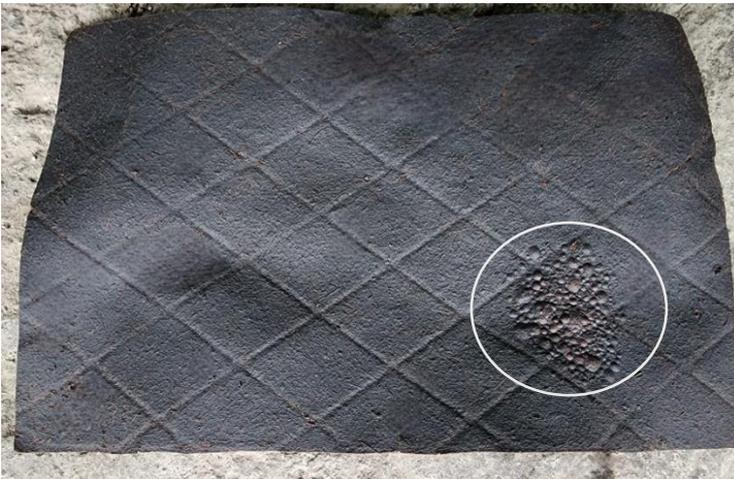
Al someter el cuero vegetal de pulpa de café a una temperatura que oscila entre los 450 - 600° Celsius, se pudo observar la formación de burbujas en la superficie del material a los 20 segundos de exposición, lo cual evidencia un punto de degradación térmica.

Imagen. N.9. Cuero vegetal expuesto a la pistola de calor.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen. N.10. Cuero vegetal con formación de burbujas debido al calor ocasionado por la pistola.



Fuente: Elaboración propia

Al exponer el cuero animal de manera directa a la pistola de calor durante 60 segundos, se pudo observar un leve encogimiento, lo cual nos indica que este material posee una mayor estabilidad térmica en comparación al cuero vegetal.

Imagen. N.11. Cuero animal sometido a la pistola de calor.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen. N.12. Cuero animal luego de ser expuesto al calor.



Fuente: elaboración propia.

Permeabilidad (resistencia al agua):

Tabla. N.25. Resultados de la prueba a la permeabilidad.

| Propiedades | Métodos o instrumentos | cuero vegetal protocolo N° 4 | | | Cuero animal | | |
|-------------------------------------|------------------------|------------------------------|-------|------|--------------|-------|------|
| | | Días | Meses | Años | Días | Meses | Años |
| Permeabilidad (Resistencia al agua) | Días/Meses/años | x | | | | | x |

Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizar la prueba de permeabilidad, se demuestra que el cuero vegetal presenta una resistencia al agua de 5 días. Esto indica que el material puede entrar en contacto directo con el agua durante un periodo corto sin sufrir daños significativos.

El cuero se puede fabricar para absorber el agua, para resistir el agua o para ser totalmente impermeable. La mayoría de los cueros fabricados para las industrias del calzado, los bolsos, la tapicería y la marroquinería ofrecen un cierto grado de resistencia al agua que permite que el cuero se moje y que, al secarse, conserve sus propiedades de elasticidad y forma. También se puede impermeabilizar para aplicaciones específicas, en especial para destinarse a la fabricación de zapatos y botas de exterior que permiten caminar varias horas bajo la lluvia sin mojarse los pies. La mayor parte del cuero impermeable se obtiene de cueros vacunos. (Leather Naturally, 2023)

Imagen. N.13. Muestra del cuero expuesto al agua después de 5 días.



Fuente: Elaboración propia.

Resistencia al desgaste (abrasión):

Tabla. N.26. Resultados a la prueba de tensión.

| Propiedades | Métodos o instrumentos | Cuero vegetal Protocolo N° 4 | Cuero animal |
|------------------------------------|------------------------|------------------------------|--------------|
| Resistencia al desgaste (abrasión) | Segundos/ Minutos | 14 segundos | 16 segundos |

Fuente: Elaboración propia.

Para evaluar la resistencia a la abrasión de cuero vegetal a partir de la pulpa de café y el cuero animal se sometieron ambas muestras a una prueba utilizando una amoladora de banco eléctrica marca TRUPER

Imagen. N.14. Amoladora marca TRUPER.



Fuente: (COIMSOL , 2024)

Tabla. N.27. Especificaciones de la amoladora

| Especificaciones | |
|-------------------------------|--|
| Tensión | 220 V |
| Consumo | 1.68 A |
| Potencia nominal | 370 W / 1/2 HP |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Velocidad | 3,500 rpm |
| Diámetro de piedra | 6" (152 mm) |
| Ciclo de trabajo | 50 minutos de trabajo por 20 minutos de descanso |
| Trabajo máximo por día | 6 horas |

Fuente: (COIMSOL , 2024)

Aunque la amoladora utilizada en la prueba posee dos discos de grano se usó el siguiente:

Imagen. N.15. Medida del disco utilizado para las pruebas.



Fuente: *Elaboración propia.*

Imagen N.16. Cuero vegetal expuesto a la amoladora.



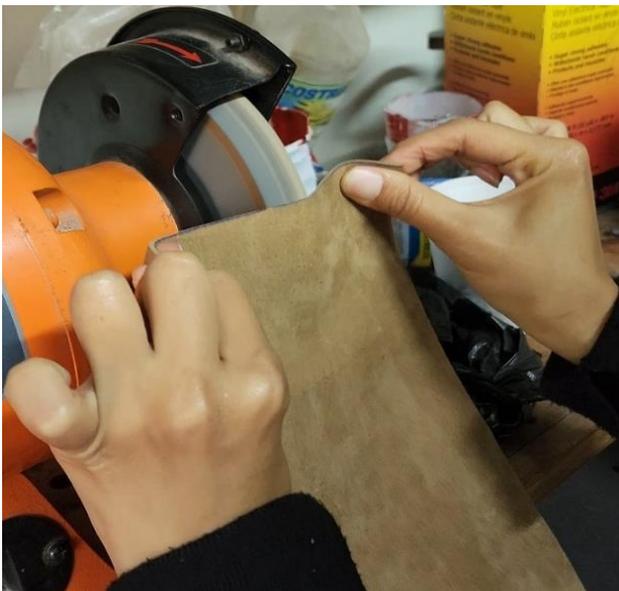
Fuente: *Elaboración propia.*

Imagen N.17. Cuero vegetal siendo desgastado por la amoladora.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N.18. Cuero animal expuesto a la amoladora.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N.19 Cuero animal siendo desgastado por la amoladora.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados demuestran que, a pesar de la diferencia significativa entre la muestra del cuero vegetal y el cuero animal utilizado para realizar esta prueba, ambos materiales presentaron una resistencia a la abrasión similar. Esto nos indica que, al menos en términos de resistencia a la abrasión el cuero vegetal tiene un desempeño comparable al cuero animal tradicional.

La mayor resistencia del cuero animal podría atribuirse al grosor de la muestra utilizada. Sin embargo, el hecho de que el cuero vegetal, con un grosor mucho menor, haya mostrado una resistencia similar indica que la estructura y composición del material posee propiedades mecánicas consistentes como lo es su estructura fibrosa proporcionado por la adición de espadilla.

Funcionalidad

Tabla. N.28. Resultados de la prueba de funcionalidad.

| Propiedades | Métodos o instrumentos | Cuero vegetal Protocolo N° 4 | Cuero animal |
|---------------|------------------------|------------------------------|--------------|
| Funcionalidad | Fabricalidad | Si | No |

Fuente: Elaboración propia.

Si bien los prototipos elaborados demuestran la viabilidad del cuero vegetal a base de pulpa de café, es necesario reconocer que aún existen limitaciones en términos de resistencia y flexibilidad. Estos aspectos requieren una investigación más profunda, explorando la adición de refuerzos naturales, así como la optimización del proceso de secado. Aunque se requieren ajustes con respecto a las propiedades antes mencionadas, esta investigación sienta las bases para el desarrollo de un material innovador que representa una alternativa del cuero animal.

Imagen. N.20. cartera elaborada con cuero vegetal a base de pulpa de café.



Fuente: Elaboración propia

Las pieles y el cuero fabricados a partir de pellejos curtidos de animales se utilizan desde hace miles de años para confeccionar prendas de vestir. La industria de la piel y el cuero sigue siendo importante en la actualidad. Con las pieles se fabrican gran variedad de prendas exteriores, como abrigos, chaquetas, sombreros, guantes y botas, así como adornos para otros tipos de prendas. El cuero se utiliza para confeccionar prendas y puede emplearse en la fabricación de otros productos, como la tapicería para automóviles y muebles, y una amplia gama de artículos de piel, como correas de reloj, bolsos y artículos de viaje. El calzado es otro producto tradicional del cuero. (Osinsky, y otros, 2006)

La investigación sobre el cuero vegetal a partir de la pulpa de café es un proyecto de constante evolución. Si bien los resultados obtenidos hasta ahora son prometedores es necesario continuar con la investigación para comprender a detalle las propiedades de este material y su comportamiento a lo largo del proyecto.

CAPITULO V

5.1. Conclusiones

Al desarrollar esta investigación, aplicar instrumentos y analizar los mismos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se determinó que la Hacienda La Cumplida cuenta con un sistema de gestión de residuos eficiente, basado principalmente en el compostaje de la pulpa de café. Sin embargo, en finca La Cumplida a pesar de contar un método de disposición para la pulpa de café, optaron por innovar en sus prácticas con el propósito de aprovechar de manera integral este residuo. Es por ello que se incursiono en el desarrollo de un producto sostenible: cuero vegetal sostenible a base de la pulpa de café.
2. Se desarrollaron y evaluaron diversos protocolos para la producción de cuero vegetal a partir de pulpa de café. Se demostró que no se obtuvieron resultados positivos de los primeros protocolos realizados, esto principalmente debido al agente aglutinante utilizado ya que el efecto de este componente determina la flexibilidad del material. Sin embargo, esa no fue la única causa por la cual los primeros prototipos no resultaran según se esperaba, ya que se pudo evidenciar que factores como: triturar la pulpa en seco, someterla a un proceso de rehidratación, como también el proceso en el que se le adicionaba el aglutinante y omitir el proceso de escaldado, fueron etapas claves para lograr desarrollar un protocolo funcional. A través de realizar procedimientos repetitivos de prueba y error, se logró establecer el protocolo de producción resultando en un procedimiento altamente eficiente, específicamente, el protocolo número cuatro, compuesto por: pulpa de café, espadilla, agua y calmajo, y que incluye las etapas de pesaje, prelimpieza, cocción, reposo, molienda, tamizado, adición de agente

aglutinante y fibra, escaldado, moldeado y secado mecánico, resulto ser el más adecuado para obtener un material con mayor resistencia, flexibilidad, durabilidad y una mejor apariencia.

3. Realizar pruebas para comparar las propiedades que posee el cuero vegetal y el cuero animal permitió identificar tanto las fortalezas como las etapas en las que se puede mejorar. El cuero vegetal demostró una resistencia a la abrasión similar a la del cuero animal, sin embargo, presento diferencias significativas en términos de grosor, flexibilidad y resistencia a la presión, estas diferencias pueden ser causadas por su grosor y la naturaleza de la materia prima usadas para su elaboración. Cabe recalcar que la investigación ha demostrado que el cuero vegetal posee un gran potencial como una alternativa sostenible al cuero convencional, sobre todo considerando su menor impacto ambiental.

5.2. Recomendaciones

Con base en los resultados, se recomienda a ejecutivos y colaboradores lo siguiente:

- Desarrollar un estudio con énfasis en las proporciones de pulpa de café, los componentes utilizados y dosificaciones aplicadas, para determinar la formula optima que permita maximizar las propiedades mecánicas del cuero vegetal.
- Con el fin de mejorar la eficiencia, se sugiere considerar la implementación de nuevos componentes naturales como: biopolímeros, que puedan ayudar a mejorar la flexibilidad, durabilidad y resistencia del material.
- Desarrollar un sistema de control preciso que permita monitorear y ajustar los parámetros de secado en tiempo real, garantizando un proceso de secado estandarizado que permita la homogeneidad.
- Investigar y determinar un sellador natural a base de componentes vegetales, que permita conseguir impermeabilidad y propiedades antifúngicas, a través de pruebas de compatibilidad entre el sellador y el cuero vegetal para garantizar que no se produzcan alteraciones en las propiedades del material.

5.3. Bibliografía

- Abbadia , J. (2022, Marzo 10). *Mind the graph* . Obtenido de Paradigma de investigación: Una introducción con ejemplos:
<https://mindthegraph.com/blog/es/investigacion-paradigma/>
- agrocom. . (2024). *Agrocom* . Obtenido de Pistola de Calor Stanley STXH2000K:
<https://agrocom.net/producto/herramienta-electrica/otros-herramienta-electrica/pistola-de-calor-stanley-stxh2000k/>
- Amiel, H. (2024, mayo 21). *slideshare*. Obtenido de Diseño metodológico, enfoque, alcance, diseño, población y muestra:
<https://es.slideshare.net/slideshow/disenio-metodologico-enfoque-alcance-disenio-poblacion-y-muestra/269036265>
- Anacafé. (2021, Mayo). *Anacafé* . Obtenido de Guia de variedades de café y semillas:
<https://www.anacafe.org/uploads/file/4f91ff8c819a44548ce5f54900fb4e88/Guia-variedades-y-seleccion-semilla.pdf>
- Andersen, M. (2019, Febrero 11). *SERIES DE PUBLICACIONES RUTA*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/ad818s/ad818s08.htm>
- Arias Gomez, J., Villasis Keever , M., & Miranda Novales, M. (2016). *El protocolo de investigación III: la población de estudio* . Mexico: Revista alergia Mexico.
- Arias Gonzalez, J. (2021). *DISEÑO Y METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION* . Arequipa: ENFOQUES CONSULTING EIRL.
- Armas Flores, E. A., Cornejo Mazariego, N. C., & Murcia Zamora, K. M. (2008, Enero 1). *Propuesta para el aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café como una alternativa para la diversificación de la actividad cafetalera y aporte de valor a la cadena productiva* . Obtenido de Repositorio Institucional UES: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/17001>
- Avila, H., González, M., & Licea, S. (2020). LA ENTREVISTA Y LA ENCUESTA: ¿MÉTODOS O TÉCNICAS DE INDAGACIÓN EMPÍRICA? En H. Avila, M. González, & S. Licea, *LA ENTREVISTA Y LA ENCUESTA: ¿MÉTODOS O TÉCNICAS DE INDAGACIÓN EMPÍRICA?* (págs. 62-79). Las Tunas: Revista Didasc@lia.
- Bravo, S. (2001). *Tecnicas de Investigacion Social TEORIA Y EJERCICIOS*. Madrid: Editorial Paraninfo .
- Bressani, R., Estrada, E., & Jarquin, R. (1972). Pulpa y pergamino de cafe. I. Composicion quimica y contenido de aminoacidos de la proteina de la

pulpa. En R. Bressani, E. Estrada, & R. Jarquin, *Pulpa y pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa*. (págs. 299-304). Turrialba: INCAP-E 598.

Chavez Vasquez, C., & Chirinos Rodriguez, M. (2023, Junio). *Universidad de Lima, Facultad de Ingeniería*. Obtenido de ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA FÁBRICA DE CALZADO A BASE DE CUERO VEGETAL Y FIBRAS NATURALES :
https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/19123/T018_70666811_T%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chavez Velazques, C., & Perez Soto, N. (2020).

Chilito Garcia, M., & Tellez Puentes, L. (2023). *UAN Universidad Antonio Nariño*. Obtenido de Comparación de viabilidad de exportación colombiana de manufacturas fabricadas entre cuero genuino y cuero vegetal derivado de la palma de piña hacia Alemania. :
<https://repositorio.uan.edu.co/items/91b71b56-f1fb-43ca-bf5d-9862a90fd78f>

COIMSOL. (2024). *COIMSOL*. Obtenido de AMOLADORA DE BANCO, 6", 1/2 HP, 220 V, 60 HZ – 16142: <https://coimsol.pe/index.php/producto/amoladora-de-banco-de-6-1-2-hp-truper/>

De Bonis, G. (2023, noviembre 3). *Germán de Bonis*. Obtenido de Qué cualidades determinan un café de calidad : https://germandebonis.com/que-cualidades-determinan-un-cafe-de-calidad/#principales_indicadores_fisicos_decalidadcafesin_olor_y_sin_humedad

Diaz Ballesteros, M. G. (2022, Junio). *RiUNA Repositorio Institucional*. Obtenido de Propuesta de Sistema de Gestión de Calidad según la Norma ISO 9001 para el beneficio húmedo de café en la Finca Las Mercedes, San Rafael del Norte - Jinotega, 2021:
<https://repositorio.una.edu.ni/4541/1/tne14d542.pdf>

Duangjai, A., Suphrom, N., Wungrath, J., Ontawong, A., Nuengchamnong, N., & Yosboonruang, A. (2016, Octubre 2016). *Comparison of antioxidant, antimicrobial activities and chemical profiles of three coffee (Coffea arabica L.) pulp aqueous extracts*. Obtenido de National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information.:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28462135/>

Dueñas, J., Larios, L., & Vasquez, K. (2012, Septiembre). *UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR*. Obtenido de ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS INDUSTRIALES QUE

AYUDEN A REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LOS BENEFICIOS DE
CAFÉ DE LA ZONA OCCIDENTAL:

<https://repositorio.ues.edu.sv/items/a058353f-932b-4795-bb0a-3c3ab463bb2d/full>

Editorial Etecé. (2021, Agosto 5). *Concepto*. Obtenido de Muestra estadística :
<https://concepto.de/muestra-estadistica/>

Escobedo Adriana, B. E. (2017, Octubre 11). *Cartilla Cadena de Valor: Cafe de Nicaragua*. Obtenido de CATIE:
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8657>

Falcon, A., & Ramos, G. (Los Andes). Acerca de los métodos teóricos y empíricos de investigación: significación para la investigación educativa. *Revista Conrado*, 17(S3), 22-31.

Garcia, M., Ibáñez, J., & Alvira, F. (1986). *El análisis de la realidad social. Metodos y tecnicas de investigacion*. Madrid: Alianza Editorial.

Hajarrahmah, D. (2022, Abril 25). *Imitación de cuero hecha con pulpa de café. Sociedad Bell, Indonesia*. Obtenido de El proyecto de cafe de residuo cero:
<https://es.thezerowastecoffeeproject.com/post/imitation-leather-made-from-coffee-pulp-bell-society-indonesia>

Leather Naturally. (2023, Febrero 6). *Porque usar cuero? Características y propiedades del cuero*. Obtenido de Leather Naturally Web Site:
https://www.leathernaturally.org/wp-content/uploads/2023/02/LN_FactSheet_Ben_Why_use_Leather_-Stg-2.pdf

Leather Republik. (2023, Abril 24). *Cuero Sintetico vs Cuero Animal: Leather Republik*. Obtenido de Leather Republik:
<https://leatherrepublik.com/cuero-sintetico-vs-cuero-natural/#:~:text=Durabilidad%3A%20El%20cuero%20natural%20es,de%20reemplazarlos%20con%20tanta%20frecuencia>

Lopez, B. M. (2022, Abril 28). *INCAPTO*. Obtenido de INCAPTO:
<https://incapto.com/blog/datos-consumo-cafe/>

Maximizando Oportunidades en Café y Cacao en las Américas. (2022, Diciembre). *MOCCA*. Obtenido de Rentabilizando los residuos del beneficio humedo:
<https://mocca.org/wp-content/uploads/2022/12/MANUAL-Manejo-de-Residuos.pdf>

Moll, P. (2015). *CAFE. MEXICO: VANGUARDIA*.

- Moll, P., & Cruz, M. (2015, agosto). *Decanato de Ciencias Económicas y Empresariales UNAPEC*. Obtenido de “Estrategia de Posicionamiento en Europa del café orgánico, comunidad Cacao, San Cristóbal, República Dominicana :
https://bibliotecaunapec.blob.core.windows.net/tesis/CM_CI_NEG_08_2015_ET150157.pdf
- Montalvan , A., & Zelaya , J. (2015, Mayo). *UNI* . Obtenido de PRODUCCION DE BIOGAS A PARTIR DE LA PULPA DE CAFÉ CON PROTOTIPO DE GENERADOR ELECTRICO : <http://ribuni.uni.edu.ni/id/eprint/1431>
- Moraga Castro , J. (2013, Enero). *UNAN FAREM MATAGALPA* . Obtenido de Evaluación del proceso de secado de café pergamino en Beneficio Sajonia S.A. Matagalpa 2012:
<https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/7156/1/6587.pdf>
- Nateras Gonzalez, M. E. (2005). La importancia del metodo en la investigacion . *Espacios Públicos, vol. 8, núm. 15, 277-285.*
- Nicaragua, A. N. (2002, Abril 9). *Asamblea Nacional de Nicaragua*. Obtenido de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/98E1553CDEADC E620625764E005CFC5F?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/98E1553CDEADC E620625764E005CFC5F?OpenDocument)
- Nicargua, A. N. (2017, Junio 6). *Asamblea Nacional de Nicaragua* . Obtenido de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/b92aaea87dac762406257265005d21f7/4c74cb33266130550625812c007280c7>
- NÚÑEZ HUILCAPI, Y., & ZÁRATE CHÁVEZ, G. (2016). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS*. Obtenido de IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO NEUMÁTICO PARA EL PRENSADO DE CUERO PARA EL LABORATORIO DE CURTICIÓN DE PIELES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6092/1/27T0322.pdf>
- OCU . (2022, Junio 22). *OCU* . Obtenido de Como se procesa el café: del cafeto a la cafetera: <https://www.ocu.org/alimentacion/cafe/informe/procesado-del-cafe>
- Orús, A. (2024, Marzo 19). *Statista*. Obtenido de Statista:
<https://es.statista.com/estadisticas/600243/ranking-de-los-principales-productores-de-cafe-a-nivel-mundial/>
- Osinsky, D., Baker, D. B., Braid, P., Conradi, F., Portich, P., Stern, F. B., & Spiegel, J. (2006). CUERO, PIELES Y CALZADO. En D. Osinsky, D. B. Baker, P. Braid, F. Conradi, P. Portich, F. B. Stern, & J. Spiegel, *CUERO, PIELES Y CALZADO*

(págs. 80-82). Nueva York: Organización Internacional del Trabajo (OIT).
Obtenido de INSST.

Otzen , T., & Manterola , C. (2017). *Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Autónoma de Chile, Temuco, Chile*. Obtenido de Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037#:~:text=Una%20muestra%20puede%20ser%20obtenida,de%20una%20selecci%C3%B3n%20al%20azar.

Otzen , T., & Manterola , C. (2017). *Scielo* . Obtenido de Tecnicas de muestreo sobre una población a estudio :
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

Pao Arana , J. (2018, Agosto). *UNAN FAREM Matagalpa* . Obtenido de Uso y manejo de residuos sólidos y líquidos de café (*Coffea arabica*) en comunidades La Estrellita y Tepeyac, municipio San Ramón, Matagalpa, I semestre 2017:
<https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/10222/>

Parra, A. (2023, Septiembre 17). *QuestionPro: Que es la investigacion Cuasi Experimental?* Obtenido de QuestionPro:
<https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-cuasi-experimental/>

Quécafé. (2024, marzo 8). *Quécafé*. Obtenido de ¿Cuántas variedades de café existen? Guía de variedades.: <https://quecafe.info/guia-origen-diferencias-variedades-de-cafe/>

Revista Mexicana de Ingenieria Química . (2013, Noviembre 20). *SciELO México* . Obtenido de Revista Mexicana de Ingenieria Química :
<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v13n1/v13n1a11.pdf&ved=2ahUKEwiykK61j7-JAxXsSjABHS6gJEIQFnoECBIQAQ&usg=AOvVaw3Hq0VpcTnOQXfV2Yr8DDP>

Rodriguez, C., Jorge, B., & Vargas, D. (2021). *Las variables en la metodologia de la investigacion cientifica*. Valencia: 3 Ciencias Editorial .

Rodriguez, M., & Mendivelso , F. (2018, Septiembre 14). *Revista Medica Sanitas*. Obtenido de DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE CORTE TRANSVERSAL :
<https://revistas.unisanitas.edu.co/index.php/rms/article/view/368/289>

Sanchez Benito , P. (2021, Julio). *Universidad politecnica de Madrid. Escuela tecnica superior de ingenieria agronomica, alimentaria y de biosistemas*. Obtenido de Estudio de mercado sobre el consumo de café en españa :
https://oa.upm.es/69077/1/TFG_PATRICIA_SANCHEZ_BENITO.pdf

Sicajú López , R. (2012, Febrero). *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA* . Obtenido de TRABAJO DE GRADUACIÓN EL BENEFICIADO DEL FRUTO, DEGRADACIÓN DE LA PULPA DE CAFÉ Y MINERALIZACIÓN DE RESIDUOS DE SOMBRA EN EL CULTIVO DE CAFÉ, SANTA ROSA, GUATEMALA S.A : <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6646/>

Suares, A. J. (2012, Agosto 16). *Aprovechamiento de los residuos solidos provenientes del residuo de cafe, en el municipio de Betania Antioquia: usos y aplicaciones*. Obtenido de Repositorio Unilasalista: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/627/1/APROVECHAMIENTO_RESIDUOS_SOLIDOS_BENEFICIO_CAFE.pdf

Tesis y másters. (2022, Noviembre 17). *Tesis y másters*. Obtenido de Tipos de investigación: ¿Qué son y cuáles existen?: <https://tesisymasters.com.co/tipos-de-investigacion/>

The green side of pink . (2023, Marzo 13). Obtenido de Cuero sin culpa: cinco alternativas para disfrutar del lujo: <https://www.thegreensideofpink.com/estilo/moda-es/2023/cinco-alternativas-al-cuero-animal/?lang=es#:~:text=El%20cuero%20de%20cactus%20es,en%20su%20proceso%20de%20producci%C3%B3n>.

Urrego, W., & Godoy , M. (2021, mayo 08). *Aprovechamiento de los residuos de la agroindustria del café en la elaboración de materiales compuestos de matriz polimerica*. Obtenido de [file:///C:/Users/Martita/Downloads/Dialnet-LaRevisionAprovechamientoDeLosResiduosDeLaAgroindu-7997615%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Martita/Downloads/Dialnet-LaRevisionAprovechamientoDeLosResiduosDeLaAgroindu-7997615%20(2).pdf)

Verdesoto Arguello, A. E., Castro Molina, N., & Guevara Alvan , G. P. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 163-173.

5.4. Anexos.

5.4.1. Anexo 1. Matriz de variables.

Tabla. N.29. Matriz de variables.

| Objetivo General: Analizar el manejo de la pulpa en el proceso productivo del café para la elaboración de cuero vegetal sostenible, Matagalpa durante el segundo semestre 2024. | | | | |
|---|---|---|--|--|
| Objetivos específicos | Variable dependiente | Indicador | Técnica | Preguntas |
| 1. Determinar la disposición y usos de los residuos generados en el proceso de beneficiado húmedo en la Hacienda La Cumplida - Matagalpa | Disposición y uso de los residuos. | <ul style="list-style-type: none"> Tipos de disposición | <ul style="list-style-type: none"> Entrevista | <ul style="list-style-type: none"> Describe el proceso de beneficiado húmedo. ¿Cuál es el volumen total de pulpa generada en el proceso de beneficiado húmedo por día/mes? |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Usos y destinos | | <ul style="list-style-type: none"> ¿A dónde se llevan la pulpa una vez generada? ¿Qué métodos se utilizan para la disposición de la pulpa? ¿Se han evaluado alternativas para la valorización de los residuos en lugar de su disposición final? |
| 2. Describir protocolos para prototipos de cuero vegetal sostenible a partir de la pulpa de café. | Protocolos de elaboración de cuero vegetal a partir de pulpa de café. | <ul style="list-style-type: none"> Composición de prototipos | <ul style="list-style-type: none"> Entrevista | <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué proporción de pulpa de café utiliza en la mezcla para obtener las propiedades deseadas en el cuero vegetal? ¿Qué otros componentes o aditivos incorporan a la mezcla y cuál es su función específica? |

| | | | | |
|--|--|--|------------------------|---|
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Ha evaluado la posibilidad de utilizar pigmentos naturales para colorear el cuero vegetal? |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Proceso de fabricación | | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué tipo de maquinaria y equipo utiliza en cada etapa del proceso? • ¿Cuánto tiempo tarda todo el proceso de fabricación desde la preparación de la mezcla hasta el producto final? ¿Cuál de los protocolos elaborados cumple con las características de un cuero vegetal funcional? |
| 3. Comparar la composición y características entre el cuero vegetal y el cuero animal. | Propiedades y características del cuero (vegetal y animal) | <ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físicas | Entrevista Encuesta | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo se comparan la resistencia a la tracción y la elasticidad del cuero vegetal y el cuero animal? • ¿Cuál de los dos materiales es más resistente a la abrasión y al desgaste? • ¿Cómo se comporta cada tipo de cuero ante la exposición a diferentes condiciones ambientales (humedad, temperatura)? • ¿Cuál es la permeabilidad al vapor de agua de cada material y cómo afecta |

| | | | | |
|--|--|---|------------------------|---|
| | | | | esto a su uso en diferentes aplicaciones? |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Propiedades sensoriales | Entrevista Encuesta | <ul style="list-style-type: none"> • ¿Existen diferencias significativas en el aspecto visual y la textura del cuero vegetal y el cuero animal? • ¿Cómo se percibe el tacto de cada material? • ¿Existen diferencias en el olor de ambos tipos de cuero? |

5.4.2. Instrumentos

Anexo 2. Formato de entrevista a ejecutivos



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, MATAGALPA.

CUR- MATAGALPA

ENTREVISTA N° ____

Somos estudiantes de V año de Ing. agroindustrial, estamos realizando una investigación con el tema: Manejo de la pulpa en el proceso productivo de café para la elaboración de cuero vegetal sostenible, Matagalpa II semestre 2024. con la finalidad de recopilar información referente al proceso, por lo tanto, solicitamos su valiosa colaboración con el llenado de esta entrevista.

Por favor dedique un momento para completar esta pequeña entrevista.

- 1. Describa el proceso del beneficiado húmedo de café**
- 2. ¿Cuántas hectáreas de la finca son destinadas a la siembra de café?**
- 3. ¿Cuál es el volumen total de pulpa generada en el proceso de beneficiado húmedo por día/mes?**
- 4. ¿Qué métodos se utilizan para la disposición de la pulpa?**

- 5. ¿Qué conocimientos o experiencia tiene en el manejo de residuos generados en el proceso productivo de café?**
- 6. ¿Se han evaluado alternativas para el aprovechamiento de los residuos generados en la finca “Hacienda La Cumplida”?**
- 7. ¿Qué opina sobre el aprovechamiento de la pulpa para la elaboración de cuero vegetal?**
- 8. ¿Qué impacto social cree que tendría un proyecto de este tipo en su comunidad?**
- 9. ¿Qué piensa con respecto al impacto ambiental generado en el procesamiento de cuero animal, en relación al proceso para la obtención de cuero vegetal?**

Anexo 3. Formato de entrevista dirigida al encargado y los colaboradores.



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA**
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, MATAGALPA.

CUR- MATAGALPA

ENTREVISTA N° ____

Somos estudiantes de V año de Ing. agroindustrial, estamos realizando una entrevista dirigida a colaboradores de la organización NICA FRANCE, con el objetivo de obtener información para el desarrollo del trabajo monográfico acerca de manejo de la pulpa en el proceso productivo del café para la elaboración de cuero vegetal sostenible, Matagalpa II semestre.

Marque con una X la alternativa que corresponda, según sea el caso.

I. Transformación de la pulpa de café.

- 1. ¿Cuáles son los principales desafíos que has enfrentado en el proceso de transformación de la pulpa de café en cuero vegetal?**

- 2. ¿Qué aspectos técnicos consideras más importantes para garantizar la calidad y durabilidad del cuero vegetal obtenido?**

- 3. ¿La pulpa pasa por algún proceso o tratamiento antes de iniciar el proceso de transformación?**

- 4. ¿Qué proporción de pulpa de café utiliza en la mezcla para obtener las propiedades deseadas en el cuero vegetal?**

- 5. ¿Cuál de los protocolos realizados cumple con las características de un cuero vegetal funcional?**

- 6. ¿Qué otros componentes o aditivos incorporan a la mezcla y cuál es su función específica?**

- 7. ¿Cuánto tiempo tarda todo el proceso de fabricación desde la preparación de la mezcla hasta el producto final?**

- 8. ¿Qué tipo de maquinarias o equipos utiliza en cada etapa del proceso?**

- 9. ¿Qué características similares observa entre el cuero vegetal y el cuero animal?**

10. ¿Cuál es el proceso para la elaboración de cuero vegetal a base de pulpa de café?

Anexo. N.4. Tabla. N.30. ¿Cuál de los protocolos realizados cumple con las características de un cuero vegetal funcional?

| | |
|--|--|
| Protocolo que cumple con las características de un cuero vegetal funcional según colaboradores | |
| Colaborador 1 | El protocolo que contiene calmajo. |
| Colaborador 2 | Los protocolos realizados sin clara de huevo, glicerina natural, almidón de yuca o goma guar. |
| Encargado | El protocolo que contiene calmajo nos permitió obtener resultados positivos. A diferencia de los protocolos realizados con otro tipo de aglutinante, que presentaron imperfecciones críticas, tales como: grietas, poca flexibilidad y la aparición de hongos. |

Fuente: Elaboración propia

Anexo. N.5. Tabla 31. Descripción del proceso para la elaboración de cuero vegetal a base de pulpa de café.

| | |
|---|--|
| Descripción del proceso para la elaboración de cuero vegetal a base de pulpa de café según colaboradores. | |
| Colaborador 1 | El proceso inicia con el pesaje de la pulpa, luego pasa por un proceso de pre limpieza para eliminar cualquier tipo de impureza. Posteriormente se somete a un proceso de cocción durante aproximadamente 15 minutos, una vez transcurrido ese lapso de tiempo se coloca en recipientes con el objetivo de alcanzar la temperatura ambiente. En la siguiente etapa la pulpa pasa por un proceso de molienda para obtener una consistencia semilíquida, una vez obtenida esta consistencia, la mezcla se tamiza para eliminar las partículas más gruesas. Luego se adiciona el aglutinante con el fin de crear resistencia y flexibilidad, en este paso también se agrega |

| | |
|---------------|---|
| | <p>espadilla la cual es una fibra natural. Seguidamente, la mezcla se somete a un proceso de escaldado. Y, por último, es colocada en moldes y pasa al secado mecánico.</p> |
| Colaborador 2 | <p>La pulpa pasa por un proceso de preparación, el cual incluye: pesaje, pre limpieza y cocción. Luego de esto se procede a moler y tamizar la pulpa para obtener la consistencia deseada. Posteriormente se le agrega un aglutinante y espadilla para mejorar sus propiedades, y es sometida a un proceso de escaldado. Finalmente, la mezcla se moldea y se lleva a secar.</p> |
| Colaborador 3 | <p>La pulpa es sometida a un riguroso proceso de elaboración que inicia con el pesaje preciso de la pulpa, seguida de una minuciosa limpieza para eliminar cualquier material extraño. Posteriormente, la pulpa se somete a cocción durante 15 minutos. Tras lo cual se procede a molerla y a tamizarla para obtener una textura homogénea. A esta mezcla se le incorpora un aglutinante que refuerza su estructura brindándole mayor resistencia, como también una fibra natural la cual ayuda a tener mayor flexibilidad, reducción de humedad y grietas. Seguidamente se somete a un tratamiento de escaldado con el fin de estabilizar los compuestos. Finalmente, se procede al moldeado y secado mecánico para obtener el producto final con las características deseadas</p> |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Resultados de la lista de cotejo

Tabla. N.32. Lista de cotejo de las propiedades del cuero vegetal a partir de la pulpa de café y el cuero animal.

| Propiedades | Métodos o instrumentos | Cuero vegetal protocolo N° 4 | | | Cuero animal | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------|------|--------------------------------|----------|------|
| Resistencia a la tensión | Dinamómetro | 128.51 Newton | | | 171.34 Newton/ cm ² | | |
| Flexibilidad (suavidad) | Al tacto | alta | moderada | baja | alta | moderada | baja |
| | | | x | | x | | |
| Durabilidad | Meses/años | Días | Meses | Años | Días | Meses | Años |
| | | | x | | | | x |
| Resistencia al calor | Segundos/minutos | 20 segundos | | | 1 minuto 10 segundos | | |
| Permeabilidad (Resistencia al agua) | Días/ años | Días | Meses | Años | Días | Meses | Años |
| | | x | | | | | x |
| Resistencia al desgaste (abrasión) | Soporte lijadura en segundos. | 14 segundos | | | 15 segundos | | |
| Funcionalidad | Fabricabilidad | Si | | | Si | | |

Fuente: Elaboración propia.

5.4. Cronograma de actividades.

Tabla. N.33. Cronograma de actividades

| Cronograma de actividades | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|
| Actividades | Mes | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | |
| | Semana | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1.Determinar problemas. | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definir el tema. | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.Estructura de protocolo. | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.Objetivos. | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | |
| 4.Justificación. | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | |
| 5.Planteamiento del problema. | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | |
| 6.Antecedentes. | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | |
| 7.Bosquejo. | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | |
| 8.Marco teórico - fichas | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | |
| 9. Preguntas directrices o hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | |
| 10. Instrumentos. | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | |
| 11.Diseño metodológico. | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | |
| 12.Cronograma. | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 13.Presentación y defensa. | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | |

Fuente: Elaboración propia.