

**EVALUACIÓN DE LAS DIFERENTES ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO DE  
LA PULPA DE CAFÉ EN LA FINCA LA LINDOSA, PALERMO, HUILA, COLOMBIA**

**MARIANA DEL PILAR CERQUERA VARGAS**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**ORIENTADOR**

**HARVEY ANDRÉS MILQUEZ SANABRIA**

**INGENIERO QUÍMICO**

**MsC INGENIERÍA QUÍMICA**

**PhD ENERGÍAS RENOVABLES**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C**

**2022**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Nombre  
Firma del Director

---

Nombre  
Firma del presidente Jurado

---

Nombre  
Firma del Jurado

---

Nombre  
Firma del Jurado

Bogotá, D.C. marzo de 2022

## **DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García Peña

Vicerrector Académico de Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingenierías

MSc Naliny Patricia Guerra Prieto

Directora de la Especialización en Gestión Ambiental

MSc Nubia Liliana Becerra Ospina

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	8
OBJETIVOS	10
1. Marco teórico y Conceptual	11
1.1. Café en Colombia	11
1.2. Tipos de café en Colombia	14
1.3. Composición del fruto de café	16
1.4. Proceso del café	16
1.4.1. <i>Beneficio Húmedo</i>	17
1.4.2. <i>Beneficio Seco</i>	17
1.5. Subproductos del beneficio del café	18
2. DIAGNOSTICO DE LOS RECURSOS DISPONIBLES EN EL SITIO DE ESTUDIO	20
2.1. Generalidades del municipio	20
2.2. Economía del municipio	21
2.3. Descripción de la Finca “La Lindosa”	22
2.3.1. <i>Caracterización de la finca</i>	22
2.3.2. <i>Proceso productivo</i>	23
2.4. Análisis PESTEL Huila, Colombia	28
2.4.1. <i>Factor político</i>	28
2.4.2. <i>Factor económico</i>	29
2.4.3. <i>Factor social</i>	30
2.4.4. <i>Factor tecnológico</i>	30
2.4.5. <i>Factor ecológico</i>	31
3. ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO DE LA PULPA DE CAFÉ EN COLOMBIA	32
3.1. Tratamiento de los residuos	32
3.2. Revisión bibliográfica	33

3.2.1. <i>Abono orgánico</i>	33
3.2.2. <i>Alimento para animales</i>	34
3.2.3. <i>Producción biocombustible</i>	35
3.2.4. <i>Conservas alimenticias</i>	35
3.2.5. <i>Concentrado o miel de Mucilago</i>	36
3.2.6. <i>Té de cascara de café</i>	37
4. SELECCIÓN DE ESTRATEGIA VIABLE PARA LA FINCA LA LINDOSA	38
5. CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	43

## RESUMEN

La presente monografía se desarrollará la evaluación de las diferentes estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café para la finca cafetera La Lindosa ubicada en el municipio de Palermo-Huila, con el fin de reducir impactos ambientales y promover la importancia de la reutilización de dicho residuo en la zona cafetera.

Para ello, inicialmente se realiza una descripción de la situación actual de la producción de café en Colombia, con el fin de determinar la cantidad de café producido y exportado en los últimos años, área cultivada, especies existentes, procesos de beneficios utilizados y los residuos generados en el proceso. Seguidamente, se procede a realizar un diagnóstico de la finca La Lindosa, en el cual se presenta la descripción de los aspectos más relevantes de esta, como su caracterización, es decir, su ubicación, las hectáreas que tiene cultivadas y su proceso productivo. Para finalizar el diagnóstico se realiza un análisis de los factores políticos, económicos, sociales y tecnológicos que se ven implicados en Colombia y en el departamento del Huila.

Una vez finalizado lo anterior, se procede a realizar una revisión bibliográfica sobre las estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café existentes en el país y que pueden ser aplicables en el sitio de estudio como el abono orgánico, alimento para animales, biocombustible, conservas alimenticias entre otras. Por último, se hace la debida evaluación de la estrategia más viable para la finca a través de una metodología de comparación teniendo en cuenta diferentes aspectos tales como: ventajas, desventajas e impacto tanto económico como ambiental. Siendo el abono orgánico la estrategia seleccionada ya que con esta se pueden beneficiar y reducir costos en la inversión de fertilizantes para los cultivos, adicionalmente reduce el impacto ambiental que actualmente se está generando al recurso suelo y agua.

**Palabras claves:** Pulpa de café, aprovechamiento, residuos, beneficio húmedo, gestión ambiental.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia, el café es uno de los cultivos más sembrados en el territorio nacional con un área de 853.698 hectáreas y es el más importante en la industria de la agricultura debido a que es el producto número uno de exportación agrícola y no petrolero ni minero del país según la Federación Nacional de Cafeteros (FCN). De igual forma, es el sustento de gran parte de la población colombiana ya que aproximadamente 545.000 familias se dedican al cultivo del café y representa más de 2,5 millones de empleos directos e indirectos según el ministerio de agricultura, ya que Colombia cuenta con 32 departamentos de los cuales 22 son cafeteros.

A pesar de la importancia económica que tiene el cultivo del café en la industria agrícola, este representa una problemática ambiental dada principalmente a la contaminación del suelo y fuentes hídricas afectando la salud humana y a la fauna, ocasionada por el inadecuado tratamiento o disposición final que el caficultor les da a los residuos generados durante el proceso del beneficio húmedo (pos cosecha). Los principales residuos obtenidos de este cultivo son la pulpa del café y el mucilago; considerando que en el proceso de industrialización del café se logra aprovechar tan solo el 5% del peso del fruto y el 95% restante es desaprovechado, convirtiéndose en residuos (Serna Jiménez et. al, 2018). La pulpa de café al ser mal desechada inicia su proceso de descomposición convirtiéndose en un residuo peligroso debido a contiene sustancias tóxicas como fenoles y polifenoles, donde los hongos acidófilos son los principales organismos que metabolizan todo el volumen de materia orgánica (Cervantes Beyra, R.,2015) ocasionando los malos olores y la proliferación de plagas.

Conforme a lo anterior, en la presente monografía se evaluará las diferentes estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café existentes en Colombia y se seleccionará la estrategia más adecuada para la finca “La Lindosa” ubicada en el municipio de Palermo Huila, con el fin de que esta familia caficultora conozca las diferentes alternativas y ventajas que trae el implementar prácticas de desarrollo



sostenible como lo es el aprovechamiento de dicho residuo, en especial la pulpa de café, puesto que es el mayor subproducto generado en la finca y la principal fuente de contaminación.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar las diferentes estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café para la Finca La Lindosa en Palermo, Huila, Colombia

### **Objetivos específicos**

1. Realizar un diagnóstico de los recursos disponibles en Colombia y en el sitio de estudio.
2. Describir las diferentes estrategias de aprovechamiento de pulpa de café existentes en Colombia.
3. Seleccionar la estrategia de aprovechamiento viable para la finca la Lindosa utilizando una metodología de comparación.

## 1. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

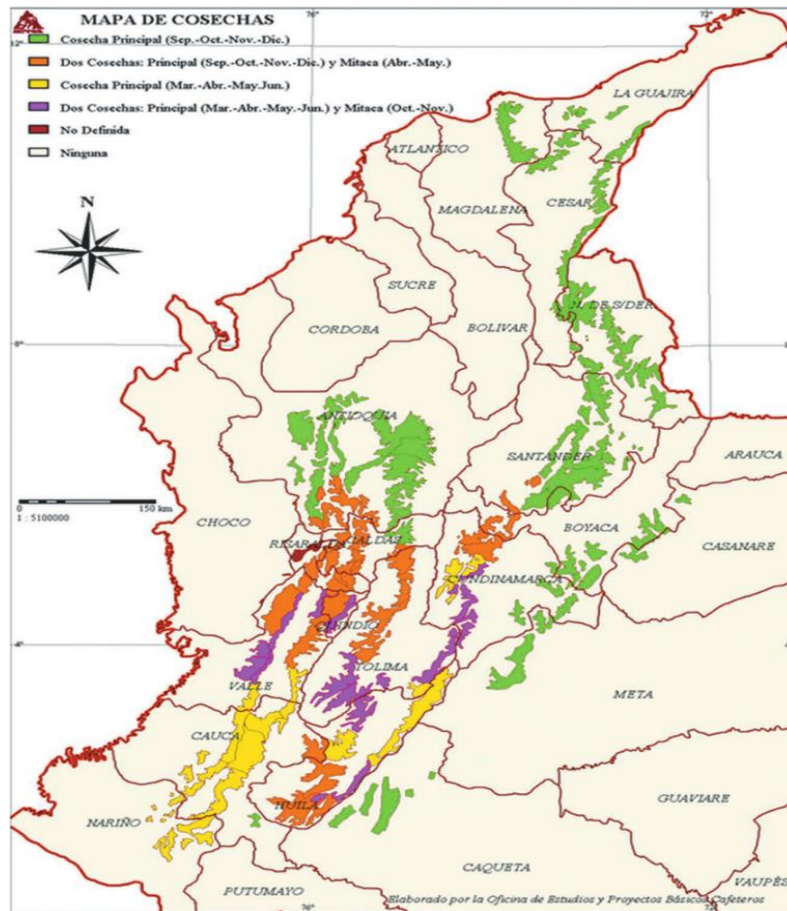
En el presente capítulo se pretende mostrar una descripción general del impacto económico y ambiental de la industria cafetera en Colombia. Para ello se exponen los aspectos generales del café y su producción como: las condiciones óptimas del cultivo, el área cultivada en el país, la cantidad de café producido y exportado en el último año, las especies existentes en el país, la composición del fruto, los dos procesos de beneficio utilizados en Colombia. Por último, se describen los residuos generados en el proceso agroindustrial, como la pulpa de café, siendo esta la mayor contaminante y con ella trayendo la necesidad de aprovecharla mediante estrategias de sostenibilidad.

### 1.1. Café en Colombia

Colombia es el tercer productor de café en el mundo y el primer país como productor de café arábico de suave lavado según la Federación Nacional de Cafeteros (FNC), lo anterior debido a que en el territorio colombiano se cultiva café de especie *Arábica*. Café de Colombia revela los factores que se combinan entre sí para hacer del café colombiano uno de los mejores del mundo, los cuales corresponden a la altitud, latitud, suelos, climas, la distribución de lluvias durante el año, los cambios de temperaturas entre otros. Lo anterior, hace posible que en el país se dé cosechas en diferentes temporadas (figura 1) a lo largo del año productivo convirtiéndolo en uno de los países que puede ofrecer café al mercado constantemente (Duarte, 2019).

**Figura 1.**

*Mapa de Cosechas*



**Nota.** Representa zonas geográficas de área de cosecha. Tomado de: Federación Nacional de Cafeteros (2021). Mapa de cosecha cafetera. <https://federaciondecafeteros.org/wp/cosecha-cafetera/>

Según Café de Colombia en su real academia del café expone que el cultivo de café en el país se da muy bien debido a que Colombia posee suelos muy fértiles y climas húmedos, crece en toda la cordillera de los andes y en zonas montañosas del país, en una franja altitudinal entre los 1.200 y 1.800 metros sobre el nivel del mar con una temperatura que oscila entre los 17 y 23 °C y con precipitaciones cercanas a los 2.000 milímetros anuales distribuidas lo largo del año, y con exposiciones al sol de entre 4,5 y 5,5 horas al día (Café de Colombia, 2021).

Colombia cuenta con 32 departamentos de los cuales 22 son cafeteros (figura 2), consolidándose los departamentos del Huila, Antioquia, Tolima, Cauca y Caldas

como los mayores productores de café. Según informes del Ministerio de Agricultura y FNC para el año 2020, el área cafetera colombiana corresponde aproximadamente a 853.698 hectáreas sembradas y es el producto más importante de la industria de la agricultura debido a que es el producto número uno de exportación agrícola y no petrolero ni minero del país, representado así el 15% del Producto Interno Bruto (PIB) agrícola del país. Lo anterior indica, que es el sustento de gran parte de la población colombiana ya que aproximadamente 545.000 familias se dedican al cultivo del café y según el Ministerio de agricultura representa más de 2,5 millones de empleos directos e indirectos (Ministerio de Agricultura, 2020).

**Figura 2.**

*Regiones Cafeteras de Colombia*



**Nota.** Representa las regiones cafeteras de Colombia.  
Tomado de: Café de Colombia (2021), Regiones Cafeteras.

<https://www.cafedecolombia.com/particulares/regiones-cafeteras/>.

Para inicios del 2021, la FNC ha informado que la producción de café en el 2020 a pesar de la pandemia del COVID19, los cafeteros junto con la FNC tuvieron una rápida reacción respecto a esta para no ver afectada la recolecta de la cosecha del año 2020. El país produjo en el 2020 13,9 millón de sacos de 60 kilos de café verde reportando un 6% menos frente a la cosecha del 2019 que correspondió a 14,7 millones de sacos, e igualmente reporta que las exportaciones de café cayeron un 8% alcanzando los 12,5 millones de sacos de 60 kilos de café verde, versus los 13,7 millones de sacos exportados en 2019 (FNC, 2021).

## 1.2. Tipos de café en Colombia

Como se ha mencionado anteriormente el árbol de café cultivado en Colombia es el Coffea Arábica, y el país al estar muy bien ubicado geográficamente permite que sus variedades sean cosechadas en diferentes épocas del año (figura 1). Aproximadamente se encuentra que se cultivan 6 tipos de esta planta en donde encontramos: Típica, Borbón, Tabí, Caturra, Castillo y Variedad Colombia y a la vez estas se dividen según su aporte alto o de aporte bajo, y de fruto de color rojo o amarillo (Echeverri Gómez, 2004). En la tabla 1 se hará la descripción de las principales características de las variedades existentes en Colombia con su respectivo aporte:

**Tabla 1.**

*Tipos de café en Colombia y sus características.*

<b>Variedad Café Arábicos</b>	<b>Características</b>	<b>Porte/ Productividad</b>
Típica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene hojas en forma alargada y de color bronceado o rojizo.</li> <li>• Se pueden sembrar hasta 2.500 árboles/Ha</li> <li>• Es susceptible a la roya</li> <li>• Mayor porcentaje en granos grandes respecto a variedades como el caturra y Borbón</li> </ul>	Alto/Baja

**Tabla 2. (Continuación)**

Borbón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas verdes y redondeadas.</li> <li>• Se pueden sembrar hasta 2.500 árboles/Ha.</li> <li>• Produce 30% más que un árbol de variedad Típica.</li> <li>• Sus granos son de tamaño promedio.</li> <li>• Susceptible a la roya.</li> </ul>	Alto/Media
Tabi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistente a la roya.</li> <li>• Se deriva de cruzamientos del híbrido de Timor con las variedades Típica y Borbón.</li> <li>• Se pueden sembrar hasta 3.000 árboles/Ha.</li> <li>• Su grano es de gran tamaño.</li> </ul>	Alto/Alta
Caturra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una mutación de la variedad Borbón.</li> <li>• Sus hojas son grandes, lanceoladas y anchas, de color verde oscuro, y con cogollos de color verde claro.</li> <li>• Produce granos medianos.</li> <li>• se puede sembrar hasta 10.000 árboles por hectárea y por su tamaño facilita la cosecha.</li> <li>• Susceptible a la roya.</li> </ul>	Bajo/Media
Castillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deriva del cruzamiento entre el híbrido de Timor y Caturra.</li> <li>• Árbol con ramas más largas que la variedad Caturra y vigoroso.</li> <li>• Excelente tamaño en el grano.</li> <li>• Resistente a la roya.</li> </ul>	Bajo/Alta
Variedad Colombia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Similitud con la Variedad Caturra, en cuanto a tamaño y forma.</li> <li>• Su cogollo es color bronceado.</li> <li>• Resistente a la roya.</li> <li>• Produce granos grandes.</li> </ul>	Bajo/Alta

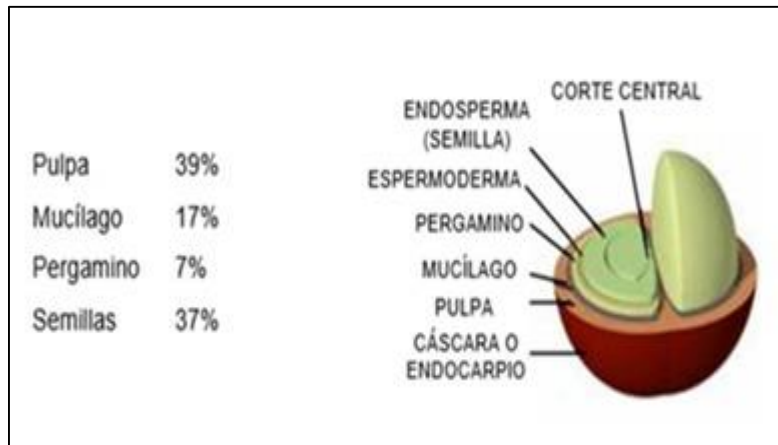
**Nota.** Representa las variedades de café sembradas en Colombia. Tomado de: (Echeverri Gómez, 2004) y otras fuentes de Cenicafé.

### 1.3. Composición del fruto de café

El grano de café consta de cinco capas protectoras (Musalan Ensuncho, 2019): La piel (epicarpio) que es una capa monomolecular que puede ser de color rojo, amarillo o rosa cuando está maduro dependiendo de la especie, la pulpa (mesocarpio), el pergamino (endocarpio) que es una cubierta delgada que contiene polisacáridos, la piel plateada y la semilla que tiene forma elíptica. La figura 3 muestra el porcentaje de composición de cada uno de los subproductos que genera el grano del café

**Figura 3.**

*Estructura morfológica del café*



**Nota.** Representa el porcentaje de composición del fruto del café. Tomado de : Armas Flores, E. A., Cornejo Mazariego, N. C., & Murcia Zamora, K. M. (2008). 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

### 1.4. Proceso del café

Se denomina beneficio del café al proceso por el cual se logra convertir la café cereza en café pergamino seco, mediante la separación de las partes del fruto a



través de una serie de procesos tecnológicos (Pardo, 2016). En Colombia se realizan dos procesamientos del café por medio húmedo y medio seco.

#### **1.4.1. Beneficio Húmedo**

Se define beneficio húmedo al proceso convencional utilizado en Colombia para transformar el fruto en semilla, debido a que otorga excelentes características organolépticas al café. Los frutos maduros del café pasan por una serie de operaciones (Hernandez Arrieta, 2021) a las que corresponden: recolección del café en cereza, siendo estas depositadas en tolvas en donde se pueden eliminar las rocas, hojas, tallos y residuos provenientes de la recolección. Luego sigue el despulpado mecánico, en donde se hace la remoción de la pulpa del café y parte del mucilago. Debido a que en el proceso de despulpado quedan algunos pedazos adheridos al pergamino se lleva a cabo la fermentación para poder separar estos de manera natural en periodos de 12 a 18 horas en tanques. Procede el lavado para eliminar los restos de mucilago y otras sustancias y así evitar malos olores y sabores del pergamino y por último se lleva a cabo el secado para así disminuir el contenido de humedad del café, se puede emplear dos métodos de secado; el secado en patios o en silos secadores. En este procesamiento del café se utiliza agua en las etapas de despulpado, lavado y transporte (Rodríguez, N. et. al, 2015) consumiendo aproximadamente 40 litros de agua por cada kilogramo de café pergamino seco. Este método presenta otras características como: alta contaminación orgánica (115 g de DQO por kilogramo de café cereza) y requiere de infraestructura especializada para medianas y grandes producciones. (Gutiérrez Torres et al., 2021)

#### **1.4.2. Beneficio Seco**

Este beneficio es el método más antiguo y el más sencillo ya que requiere poca maquinaria según varias fuentes académicas y de la industria cafetera. El proceso consiste en secar la cereza del café recién cosechada, en donde esta es extendida en patios de secado, en el cual serán agitadas o rastrilladas cada hora para ayudar

a su secado. El secado de las cerezas del café por este beneficio requiere mucho más tiempo comparado con el beneficio convencional ya que se secan por completo en un periodo de 12-15 días bajo condiciones climáticas brillantes (Puerta Quintero, 1999). Luego del secado se procede a despulpar el fruto de café sin uso de agua, seguido de los procedimientos que se conocen para obtener el café pergamino. Este tipo de beneficio tiene ventajas debido al poco uso de agua en su proceso las cuales son: evita la contaminación hasta en un 72% (Pardo, 2016) en los torrentes hídricos, hay una descomposición más rápida de la pulpa sin generar malos olores y una disminución en el tiempo de fermentación (Álvarez Gallo, 1991).

### **1.5. Subproductos del beneficio del café**

Como se nombró anteriormente, el método más utilizado en el país es el proceso húmedo ya que le otorga excelentes características organolépticas al café, pero este genera diversos residuos tales como: la pulpa, el mucilago, el pergamino y la borra, los cuales componen el 90.5% del fruto y el 9.5% restante solamente se utiliza en elaboración de la bebida convirtiéndolos en altos contaminantes ya que son residuos desaprovechados (Hernandez Arrieta, 2021).

Según estudios de Cenicafé y en otros artículos de investigación la producción anual en Colombia de pulpa de café es de aproximadamente 2.000.000 de toneladas, pero para Acevedo y Peñaloza (2021) la producción total de residuos generados por la industria cafetera en los últimos 4 años supera los 8.000.000 kg; datos que afirman la excesiva cantidad de desechos generados por la caficultura del país.

Por lo anterior, se ha llevado estudios a los subproductos resultantes del beneficio con el fin de convertirlos en productos reutilizables y con valor agregado permitiendo una economía circular del proceso agroindustrial. Lo dicho anteriormente se lleva a cabo mediante estrategias de aprovechamiento sostenible.

#### a. Pulpa

Es el primer subproducto del beneficio del café donde representa el 29% del peso seco y en base húmeda el 40% de la fruta, adicionalmente son desechadas en promedio 2.25 millones t/ha-año de pulpa (González, A.,2016). es una gran fuente de materia orgánica, que, por fermentación en condiciones apropiadas de humedad, temperatura y aire, se transforma en humus (Henao Lema et. al, 2005) aumentando la contaminación en suelos y fuentes hídricas, representando así aproximadamente el 72% de la contaminación del beneficio convencional (Roa,G et.al,1999).

#### b. Mucílago

Este representa el 14.85% en base húmeda y el 5% en peso seco de la fruta fines (Rodríguez, N., & Zambrano, D., 2013), se genera en la etapa del desmucilaginado, forma parte del mesocarpio del fruto de café y puede retirarse del grano por medio de esfuerzos mecánicos como los conocidos fines (Rodríguez, N., & Zambrano, D., 2014). En términos de volumen se dice que por cada kilogramo de cereza de café se produce 91 mililitros de mucilago fermentado.

#### c. Cascarilla

La cascarilla o pergamino es otro subproducto del café producido durante la etapa de trilla, etapa superior al despulpado. Este residuo también es de gran importancia en el área de investigación de la agroindustria cafetera gracias a que posee una excelente fuente de proteínas, celulosa, hemicelulosa, azúcares, pentosanos y cenizas, además de también contener fibra cruda y ciertas propiedades como su poder calorífico que le permiten ser usado como combustible (Restrepo, L. F., & Villa, G.,2020).

## **2. DIAGNOSTICO DE LOS RECURSOS DISPONIBLES EN EL SITIO DE ESTUDIO**

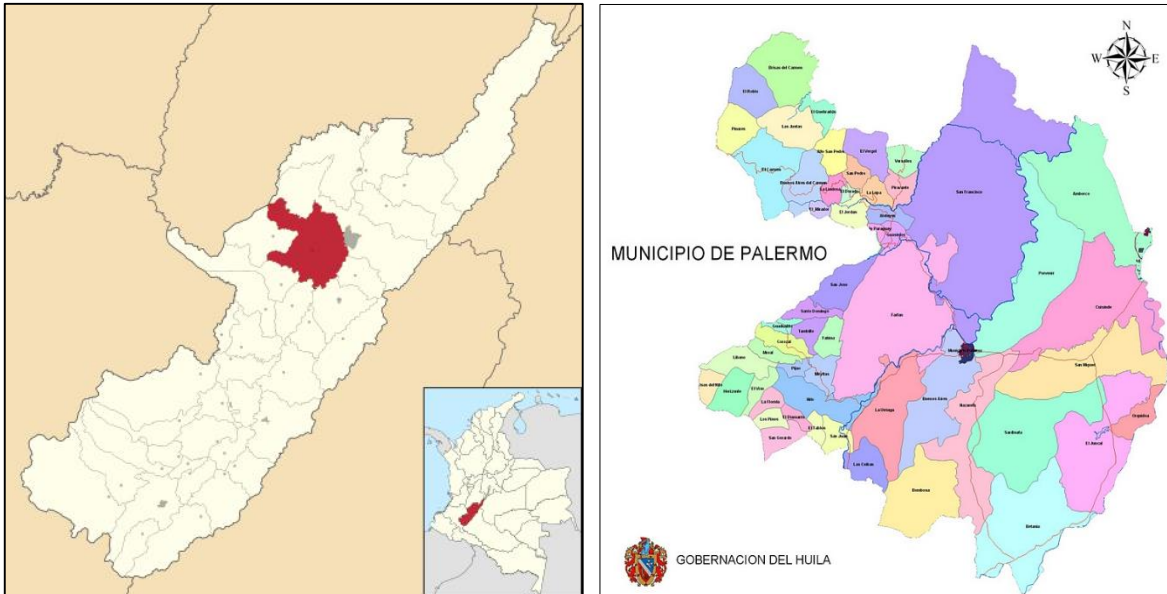
En el desarrollo de este capítulo se presentará la descripción de los aspectos principales que permitirán realizar el diagnóstico del sitio de estudio que será la Finca cafetera “La Lindosa”. En donde los aspectos a exponer serán inicialmente las generalidades y la economía del municipio en donde se encuentra ubicada la finca. Seguido por la descripción de la finca en donde se realizará una caracterización de ella con la ayuda del uso de imágenes como mapas de ubicación, área cultivada, estructuras de construcción entre otros. Adicionalmente, se describirá todo lo que corresponde al proceso productivo desde la variedad de café que se cultiva en la finca como el proceso de beneficio que se realiza en ella hasta la generación de residuos del proceso. Por último, se realizará un análisis de los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales con la ayuda de la herramienta PESTEL a nivel Huila.

### **2.1. Generalidades del municipio**

Palermo, es un municipio colombiano del departamento de Huila. Según la Alcaldía Municipal, se encuentra ubicado al noroccidente del departamento y topográficamente cuenta con cuatro regiones diferentes; una zona montañosa al occidente la cual corresponde a la vertiente oriental de la cordillera central, un valle donde se encuentra la cabecera municipal, cerros graníticos y por último una planicie perteneciente al valle del Magdalena. Se encuentra enmarcado dentro las siguientes coordenadas geográficas: 2° 52' 59" latitud Norte y 75° 25' 59" longitud Oeste a 320 Km de la ciudad de Bogotá (DB city, 2021), tiene una extensión territorial de 92.3 km<sup>2</sup> divididos en área urbana con 13.9 km<sup>2</sup> y área rural con 78.4 km<sup>2</sup>, con una población de 35.569 habitantes en el año 2020.

**Figura 4.**

*Ubicación del Municipio de Palermo, Huila*



**Nota.** Se muestra la ubicación del municipio de Palermo dentro del departamento del Huila y dentro de Colombia, e igualmente se muestran las veredas que posee el municipio. Tomado de (palermo-huila.gov.co, sección Galerías de mapas).

## 2.2. Economía del municipio

La Alcaldía municipal de Palermo, especifica que el municipio cuenta con una economía bastante sólida ya que esta se encuentra regida por diferentes actividades industriales. Uno de los sectores que más influye en la economía del municipio es el del agro debido a que Palermo se encuentra ubicado en dos franjas altitudinales; una zona caliente que va desde los 460 msnm hasta los 1.200 msnm y en una zona fría comprendida entre los 1.800 y 2.500 msnm, y que gracias a esto se da actividades de ganadería de doble propósito, la piscicultura, la agricultura entre otros. Lo más significativo de la agricultura del municipio es el café y el arroz, ya que estos en especial el café es el sistema de producción de un gran número de pequeños productores los cuales generan ingresos y empleo temporal.

Además de lo anterior, Palermo también cuenta con una geología económica, ya que se extrae mármol, calizas y dolomitas para la obtención de cal, cementos y otros fines industriales. (Alcaldía de Palermo, 2021)

### 2.3. Descripción de la Finca “La Lindosa”

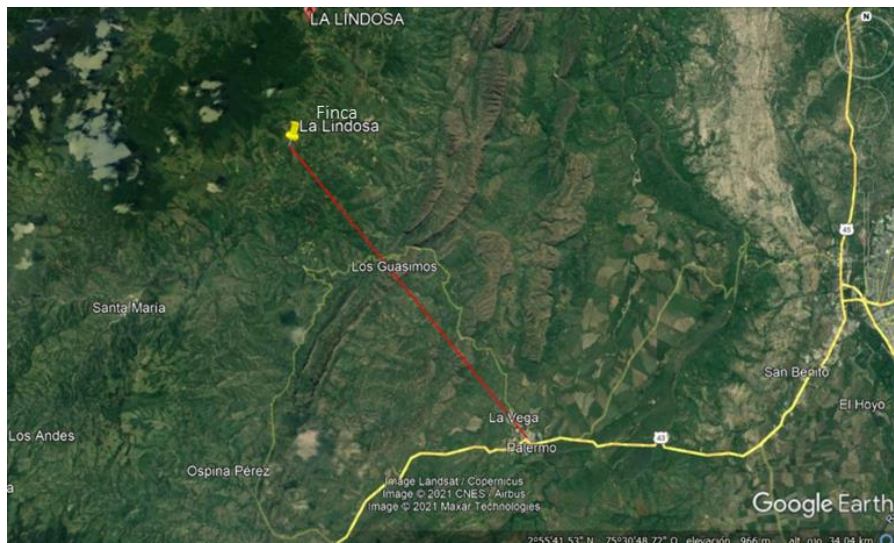
Con el fin de realizar una descripción detallada de la finca de estudio La Lindosa, se llevará a cabo los siguientes apartados:

#### 2.3.1. Caracterización de la finca

finca La Lindosa, es una finca cafetera ubicada aproximadamente a 30 km al noroccidente del casco urbano del Municipio de Palermo y aproximadamente a 15 km en línea recta cómo se observa en la figura 5, en lo que corresponde a la vereda La Lindosa. Su altura sobre el nivel del mar está por los 1700 m (más baja) y 1850 m (más alta) y su temperatura oscila en un promedio de 19 y 20°C, factores favorables para el cultivo de café de buena calidad.

**Figura 5.**

*Mapa de localización de la finca La Lindosa*



**Nota.** Representa la ubicación geográfica de la finca la Lindosa. Tomado de: Google Earth

Esta cuenta con 95 hectáreas medidas en su totalidad, de las cuales, 70 hectáreas se encuentran sembradas en café; en donde este cultivo está acompañado por algunas matas de plátano. Además de esta área mencionada la finca posee 1.300m<sup>2</sup> en infraestructura construida, que consta de: casa principal, bodega principal en donde se encuentra un silo de secado y una pequeña zaranda, beneficiadero, marquesinas y casa para trabajadores.

**Figura 6.**

Finca la Lindosa.



**Nota.** Fotografía de la ubicación Palermo Huila

### **2.3.2. Proceso productivo**

Como se mencionó anteriormente, la finca es netamente cafetera ya que la mayor área sembrada y mayor producción corresponde al cultivo de café ya que las matas sembradas de plátano son de abastecimiento propio para la finca. A continuación, se describirá la variedad de café sembrado, el tipo de beneficio utilizado en la finca y la generación de residuos que produce la finca.

2.3.2.i. Variedad de café sembrado. La finca posee un área sembrada de 70 hectáreas. El árbol cultivado en dicha área es de variedad *Castillo* (figura 7), debido a que es un árbol que se acopla al sistema de siembra del municipio la cual es de plena exposición solar y libre crecimiento (Arcila Pulgarín, 2007). Además, es una variedad de productividad alta con una densidad de siembra de alrededor de 9.500 árboles por hectárea (Arcila Pulgarín, 2007), con buen tamaño en su grano y resistente a la roya.

**Figura 7.**

*Árbol de café – variedad castillo*



**Nota.** Fotografía de la ubicación Palermo Huila

La finca hasta el día de hoy tiene un área cultivada de 350.000 árboles de variedad *castillo*, los cuales han sido sembrados en diferentes años hasta alcanzar esta cantidad de árboles. Estos han sido sembrados en diferentes lotes, cuando dicho lote sembrado cumple los 6 y 7 años de producción los propietarios de la finca proceden a realizar un proceso de renovación por zoca que consiste en realizar un corte del tallo de 30 cm sobre el suelo (Rendón, 2016) con el fin de mejorar el rendimiento del cafeto ya que en este periodo el árbol alcanza su mayor potencial productivo.



El sostenimiento del cultivo comprende 3 periodos anuales de nutrición de la planta la cual se llevan a cabo cada 3 meses e igualmente se realizan desyerbas de malezas cuando se vea necesario.

2.3.2.ii. Beneficio de café. La mayor demanda de producción de café de la finca La Lindosa se da en época de cosecha, es decir, entre los meses de abril a julio, en donde se recolecta los frutos de café maduros de forma manual y por etapas hasta cumplir los 4 meses de cogida. Para llevar a cabo la recolección, la finca necesita de 200 personas aproximadamente, debido a que esta tiene una producción anual de 1300 a 1500 cargas de café que equivale a 780.000 kg y 900.000 kg de café cereza. Contribuyendo así al desarrollo de empleo sostenible en la región.

El beneficio de café que se emplea en la finca es el convencional o también conocido como tradicional húmedo, con poca tecnificación. El proceso de beneficio de la finca (Figura 8) inicia con la recolección de las cerezas de café diariamente y estas son depositadas en la tolva de recibo para luego pasar al proceso de despulpado, que consiste de dos máquinas despulpadoras con una capacidad de procesar o despulpar 2000 kg por hora. La pulpa es transportada y depositada a campo abierto al lado del beneficio a través de un tornillo sin fin y de forma manual, con el paso del tiempo los propietarios han decidido entechar una pequeña parte de los residuos que se generan en el beneficio. El café ya despulpado, es decir, café pergamino con mucilago es depositado en tanques (figura 8); el beneficiadero de la finca posee 8 tanques con dimensionamiento de 1.30m x 1m x 2.80m, en donde el café reposará por 24 horas, periodo que corresponderá al tiempo de fermentación del café. Al transcurrir este tiempo se lleva a cabo el lavado del café, este lavado se realiza por canal de correteo, es decir, por una sección transversal rectangular (figura 8) que se cubre con agua y en donde se agita el café de manera manual con una paleta de madera o plástica; el agua del proceso no se recircula y el volumen utilizado en este es bastante alto pero no se tiene en totalidad cuantos m<sup>3</sup> se consumen en la finca, según un artículo de investigación de Cenicafé, se utilizan de 20 a 25 m<sup>3</sup> de agua (28 a 35 L.kg-1 cps) (Oliveros Tascón et al, 2015) con aguas residuales con alta

carga de contaminación orgánica 26.500 ppm de DQO por kilogramo de cps (Ramírez, C et. al, 2015). Luego de lavar el café se procede a realizar el secado, en la finca se lleva a cabo este proceso de tres maneras distintas: en silo de secado, secado en patio o en marquesinas. El silo de secado se encuentra ubicado en una bodega que está destinado para el almacenaje de café en sacos de 60 kg, abono y demás, para transportar el café recién lavado a la máquina de secado este es transportado a través de motobombas o de forma manual, la capacidad que posee el silo de secado es de 7.500 kg de café pergamino y el tiempo de duración de secado en este es de 24 horas; con esta maquinaria se ha tenido inconvenientes técnicos y por lo tanto no ha generado buenos rendimientos en el secado durante la cosecha, es por ello que los propietarios recurren al secado en patio para agilizar este proceso y poder cumplir con los tiempos estimados para la comercialización del producto (café pergamino seco) a la federación de cafeteros del Huila, el tiempo de secado en patio es difícil de calcular, pero cabe resaltar que en época de cosecha y por ubicación geográfica del secadero el clima es favorable ya que no se presentan muchas lluvias en la región, el tiempo estimado por experiencia en cosechas anteriores y por condiciones climatológicas optimas es de 25 horas que son divididas en 5 días con exposición de sol de 5 horas diarias.

**Figura 8.**

*Beneficio de la finca La Lindosa*



**Nota.** Fotografía de los procesos del beneficio húmedo implementado en la finca la Lindosa, ubicación Palermo-Huila

2.3.2.iii. Generación de residuos. Como se pudo evidenciar en la sección anterior, el beneficio del café genera gran cantidad de residuos orgánicos en toda su etapa productiva, especialmente en el despulpado; ya que una carga de café cereza equivale a 600 kg, y al ser este despulpado, 250 kg son café pergamino húmedo y 350 kg equivalen en su mayoría a residuos de cacota de café, ya que el fruto está compuesto por un 39% de pulpa y 17% de mucilago.

Los residuos generados por el despulpado son transportados y depositados a campo abierto a un costado del beneficiadero a través de un tornillo sin fin (figura 9) y en donde se encuentra bajo techo un parte de dichos residuos. La cantidad de

residuos que genera la finca en tiempo de cosecha o en tiempo de mitaca (recolección de café luego de la cosecha) están aproximadamente entre los 455.000 kg y 525.000 kg anuales.

**Figura 9.**

*Residuos de cacota o pulpa de café de la Finca la Lindosa*



**Nota.** Fotografía de los desechos generados del beneficio de la finca (pulpa de café).

## **2.4. Análisis PESTEL Huila, Colombia**

Con el fin de comprender los impactos que generan los residuos agroindustriales del beneficio del café en el departamento del Huila, se hace necesario recurrir a la ayuda de la herramienta PESTEL para analizar los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales.

### **2.4.1. Factor político**

En esta sección se examinará los factores políticos que intervienen o pueden afectar a las industrias agrícolas en especial a la del café.

En el presente año (2022), Colombia llevará a cabo las elecciones presidenciales donde elegirá al próximo mandatario que regirá para el periodo 2022-2026 en el mes de mayo, por ende en las actuales campañas electorales presidenciales los precandidatos proponen sus diferentes políticas para recuperar la economía del sector cafetero como de tener propuestas para la conservación del medio ambiente a través de diversas actividades de mitigación a los impactos ambientales que genera la agricultura o en este caso la industria cafetera (Rodríguez Ortiz, 2018).

El vigente gobierno está enfocado a preservar el medio ambiente debido a que posee políticas, normas, decretos, leyes y resoluciones las cuales son vigiladas por entes reguladores que hacen cumplir dicha normativa. Estas reglas son: decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974, ley 99 de 1993, ley 9 de 1979, política para la gestión integral de los residuos 1998; el trasfondo de cada una de estas normas es para la protección del medio ambiente a través de diferentes artículos que establecen la prevención de la contaminación del recurso hídrico y evitar la pérdida o degradación de los suelos con el fin de aportar al desarrollo sostenible del país.

#### **2.4.2. Factor económico**

En esta sección se examinará los factores económicos que intervienen o pueden afectar a las industrias agrícolas en especial a la del café.

Como bien se sabe Colombia es el tercer país en el mundo con mayor producción de café. El periódico Portafolio realizó una publicación en donde dice que en el 2021 la producción de café disminuyó un 9% respecto a la cosecha del año 2020 que correspondió a 13,9 millones de sacos de 60 kilos de café verde; según la FNC la reducción en la producción de café del país se debe al cambio de clima en algunas regiones cafeteras (Portafolio, 2022).

Otro factor externo que afecta al sector cafetero es la devaluación del peso colombiano lo cual ha traído consecuencias que perjudican al caficultor, debido a que esto ha generado los altos costos en los insumos para el cultivo y producción e igualmente conlleva a las variaciones del precio del café. Pero a pesar de lo dicho anteriormente, los precios han aumentado a causa de la poca oferta de café en los países de mayor producción cafetera como lo es Brasil puesto a que ha sufrido de grandes oleadas de frío que han afectado a los cultivos del país.

### **2.4.3. Factor social**

En esta sección se examinará los factores sociales que intervienen o pueden afectar a las industrias agrícolas en especial a la del café.

El departamento del Huila es el número 1 en la producción de café a nivel nacional. Según la FNC este posee actualmente 144.895 hectáreas cultivadas en café, con los conocimientos ya obtenidos durante el desarrollo del proyecto se puede deducir que también es gran generador de residuos como la pulpa de café (FNC, 2022). No obstante, dichos desechos agroindustriales al momento de descomponerse desencadenan un impacto ambiental debido a que la pulpa del café con otros residuos libera malos olores que afectan la calidad del cultivo y la salud de las personas que habitan cerca de estas zonas agrícolas. De igual manera también afecta directamente al personal que trabaja en la zona cafetera del departamento, que corresponde aproximadamente a 101.000 personas (FNC, 2022).

### **2.4.4. Factor tecnológico**

En esta sección se examinará los factores tecnológicos que intervienen o pueden afectar a las industrias agrícolas en especial a la del café.

El avance constante de la tecnología permite crear maquinaria o herramientas que facilitan el proceso de producción del café y de la disposición o aprovechamiento de los desechos agroindustriales generados por la industria cafetera. Se han ido

implementando maquinaria para el proceso de beneficio con poco uso de agua con el fin de evitar impactos ambientales que disminuyen la efectividad de la tierra y la contaminación y agotamiento del agua.

#### **2.4.5. Factor ecológico**

En esta sección se examinará los factores ecológicos que intervienen o pueden afectar a las industrias agrícolas en especial a la del café.

Como se ha mencionado anteriormente la industria cafetera es una de las que más contaminación genera en el país, ya que los residuos agroindustriales como la pulpa poseen sustancias tóxicas que afectan en sobremanera a los afluentes y al suelo. Por lo anterior, las personas se han preocupado por el impacto ambiental que esta genera, es por esto por lo que la FNC ha aumentado el interés en la responsabilidad social y ambiental con el país; promoviendo la implementación de alternativas para los tratamientos de aguas con sistemas biológicos u químicos en las fincas cafeteras, la producción de cafés sostenibles y certificados.

Pese a que ha aumentado la necesidad de contribuir a la mitigación de los impactos ambientales que genera el sector cafetero todavía hay desconocimiento y poca experiencia en la región (Palermo-Huila) y en otras regiones del país sobre el aprovechamiento o uso de los residuos del beneficio del café como productos de consumo dándole así un valor agregado a dichos residuos, tales como la harina de café, abono orgánico, biocombustibles entre otros (Rodríguez Ortiz, 2018).

### **3. ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO DE LA PULPA DE CAFÉ EN COLOMBIA**

Como bien se sabe, el café se ha convertido en un producto fundamental en la economía del país, lo que ha llevado a los productores, empresarios, entre otros, a experimentar diferentes formas de cultivarlo y recolectarlo, y de esta manera aprovechar al máximo lo que dicho fruto puede ofrecer, puesto que tan solo el 5% del fruto del café es utilizado, y el otro 95% ha sido catalogado como desecho, más exactamente la pulpa. ( WebMasterDH, 2021)

Es de recalcar, que con el pasar del tiempo, los avances tecnológicos y creatividad del hombre, a la pulpa del café se le ha dado un importante y estratégico aprovechamiento, para sacar un beneficio de esta e innovar con la misma; uno de los principales usos que se le da, es convertirla en abono para usarla en la misma producción, ya que por reglamentación no se pueden emplear fertilizantes sintéticos en los cultivos de café, siendo esta una alternativa muy buena y de bajo costo.

#### **3.1. Tratamiento de los residuos**

Es muy importante resaltar que el objetivo de esta investigación es evaluar y determinar las diferentes estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café, con el fin de establecer una estrategia que pueda ser adoptada y aplica en la finca la Lindosa, puesto que, a raíz de la gran producción de café, y desechos que esta deja, se está generando un impacto ambiental negativo a los recursos naturales, especialmente al recurso hídrico y al recurso suelo.

Armas, F.E., et al. (2008) afirman que: “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". (Torres et al., 2019)

Es de resaltar que la pulpa de café, es un residuo orgánico que contiene proteínas, carbohidratos y minerales además de altos niveles de potasio, taninos, polifenoles y cafeína que la hace una materia orgánica de amplio potencial; lo que indica que puede ser utilizada de muchas formas en beneficio de quienes cultivan.

### **3.2. Revisión bibliográfica**

En este apartado se mostrarán y expondrán los diferentes subprocesos y/o estrategias de aprovechamiento que se le pueden dar a la pulpa de café, en beneficio de los productores y en pro del medio ambiente; puesto que al generar gran cantidad de estos residuos, es muy importante que los productores conozcan las diferentes formas y/o técnicas de aprovechamiento, ya que al darles un buen uso y lograr la transformación en productos valorizados, tales como: abono orgánico, alimentos para animales, biocombustible, entre otros, se pueden lograr beneficios económicos y también ambientales, ya que se lograría una mitigación en la contaminación ambiental.

#### **3.2.1. Abono orgánico**

Como se mencionó anteriormente, el abono orgánico es una de las estrategias o formas más comunes de darle una segunda vida útil a la pulpa de café, ya que no se necesita de procesos complicados y que pueden ser realizados por los caficultores, que además de esto, les genera una disminución en inversión de fertilizantes ya que la pulpa de café contiene proteínas, minerales, fosforo, potasio, zinc, entre otros; lo que indica un gran aporte de micro y macro nutrientes al suelo, favoreciendo el crecimiento de los cultivos. (Ampuero, 2013).

Para, Moreno y Romero (2016) el compost de pulpa de café es un material de consistencia arcillosa, rico en nitrógeno, fósforo y potasio, con excelentes propiedades acondicionadoras del suelo, conformada entre otros por minerales y una amplia variedad de microorganismos que representa un papel importante para el desarrollo de las plantas. A lo anterior debe sumarse que los fertilizantes presentes en este tipo de abono orgánico se van descomponiendo lentamente en el suelo, lo que permite aumentar su aprovechamiento mejorando las propiedades físicas del suelo. (Romero & Moreno, 2016).

Uno de los tipos de abono orgánico más común obtenido a partir de la pulpa del café es el lombricultivo; la lombricultura es una biotecnología que consiste en la cría intensiva de lombrices en camas especializadas para la transformación de un sustrato orgánico fresco en otro más estable y aprovechable por las plantas o cultivos. Las razones de su uso son varias, entre ellas: su alta tasa reproductiva; carencia de hábitos migratorios; buena respuesta al cautiverio y un metabolismo acelerado, lo que le permite comer su propio peso en comida en tan solo un día.

### ***3.2.2. Alimento para animales***

Gracias a los altos valores nutricionales y/o propiedades de la pulpa del café puede ser utilizada para equilibrar la alimentación de diferentes animales (Florez & Rosales, 2018), generando un aporte energético, proteínico y en algunos casos mejorando su digestibilidad, tales como los rumiantes, ovinos, peces y porcinos para de esta manera hacer un aprovechamiento de este desecho (Noriega, Silva, & Garcia, 2008).

De acuerdo con lo anterior, es importante mencionar las distintas maneras de aprovechar la pulpa de café como alimento para los animales: torta de pulpa de café, ensilaje y jugo tratado mediante procesos microbiológicos que originan productos ricos en energía; por ejemplo, el ensilaje permite conservar la pulpa a través de la fermentación anaeróbica. Este proceso tiene la ventaja de reducir las

sustancias anti nutricionales de la pulpa, tales como la cafeína, el ácido clorogénico y los derivados de taninos; para que dicho proceso sea efectivo la pulpa no debe tener más de dos días de obtenida, después de procesada dicha pulpa, se podrá usar pasado un mes.

### **3.2.3. Producción biocombustible**

Los residuos agrícolas pueden ser utilizados como combustible, o ser transformados en biogás o bioetanol, esto se puede lograr a través de diferentes procesos, tales como: fermentación biodiesel, y se catalogan como energías renovables, debido a que mientras los cultivos permanezcan son inagotables (Rodriguez & Zambrano, 2010).

En relación con lo anterior, diferentes investigaciones han mostrado la viabilidad de procesar la pulpa de café en biocombustibles como el bioetanol, biobutanol y el biogás, lo cual permitiría diversificar la matriz energética del país y reducir la emisión de gases de efecto invernadero, consiguiendo un producto amigable con el medio ambiente (Rodriguez N. , 2009).

### **3.2.4. Conservas alimenticias**

Con la pulpa de café, se pueden obtener diferentes alimentos para el consumo humano, tales como: vinagre, torta, harina, te, miel, almíbar, entre otros; lo que sería de gran aporte económico para los productores, ya que al sacarle un beneficio a un residuo que está siendo desechado y que con este se está generando un impacto ambiental, se logra generar un doble aprovechamiento, ya que se genera un ingreso económico adicional y se reduce la contaminación ambiental.

A continuación, se realiza una breve descripción de los procesos de algunos de los productos mencionados:

- **Vinagre:** la pulpa del café tiene contenidos elevados de azúcar, de mucílagos y de otros materiales que pueden producir niveles altos de alcohol y por lo consiguiente, de vinagre. Teóricamente, es un producto con potencial para la producción de vinagre (Ortiz & Yate, 2020 ).

El vinagre es esencialmente el resultado de dos fermentaciones, en la primera etapa se transformará en Alcohol y CO<sub>2</sub>, por acción de las levaduras, dando como resultado un licor que es denominado mosto alcohólico, a esta primera etapa se denominará fermentación alcohólica; Ya en la segunda denominada fermentación acética en donde el mosto alcohólico se transforma en ácido acético y agua por acción de las bacterias acetobacteria, dando lugar al vinagre. El producto obtenido suele tener entre 5 a 6% de ácido acético y presentar un aroma suave afrutado característico de su materia prima empleada (Hochstetter, 2010)

- **Harina:** la pulpa de café procesada se puede convertir en un polvo fino con textura similar a la harina, con altos niveles de fibra y proteína y sin la presencia de gluten en comparación con las otras harinas tradicionales. Para la obtención de harina usando la pulpa de café, se realizan los mismos pasos descritos para la producción de café hasta la obtención de la pulpa. Luego, la pulpa se lava con agua limpia para eliminar las impurezas y es sumergida en una solución de metabisulfito de sodio al 0.2 % durante 30 minutos y se pasa por tamiz para eliminar el excedente de agua. En el proceso de secado se usa un desecador hasta alcanzar 12 % de humedad. Para disminuir el tamaño de partícula, primero se pasa por un molino y luego por un tamiz (Ponce, 2018).

### **3.2.5. Concentrado o miel de Mucilago**

El grano de café al ser despulpado, produce o presenta una capa melosa o babosa la cual recubre o protege la semilla del café, a ello se le conoce como el mucílago de café; dicho residuo durante años ha sido depositado en ríos,

quebradas, campos abiertos, generando un gran impacto ambiental; lo que ha llevado a los caficultores y empresarios a procesar dicho residuo para conseguir un beneficio económico y ambiental, en este caso el concentrado o miel de mucílago.

Es importante resaltar que el mucílago de café tiene altas concentraciones de azúcares y de ácido clorogénico, se usa como componente para elaborar suplementos alimenticios y bebidas energizantes; es de destacar que la miel de café tiene siete veces más antioxidantes que la uva, cinco veces más que el té verde y veinte veces más que algunos tipos de arándanos. (Gomez, 2020).

### **3.2.6. *Té de cascara de café***

La cáscara es la pulpa, la piel seca del fruto del café. Esta pulpa se recolecta en el beneficio húmedo, después que se despulpa el fruto maduro y luego se pone a secar. Después de seca, se prepara como deliciosa infusión caliente, helada, acompañada de muchos ingredientes. (Academiiia Barista Pro El Salvador , 2020).

Debido a que la cascara de café, contiene azúcares, minerales, potasio, ácido clorogénico y cafeína, estos últimos dos tienen grandes propiedades antioxidantes y anti inflamatorias, lo que ha llevado a la industria a producir té orgánico a base de la cascara del café. (Gomez, 2020).

#### 4. SELECCIÓN DE ESTRATEGIA VIABLE PARA LA FINCA LA LINDOSA

Al momento de seleccionar una de las estrategias o subprocesos de la pulpa de café, para ser aplicados y/o desarrollados en la finca la Lindosa, es muy importante tener en cuenta diferentes aspectos, tales como: ventajas, desventajas, beneficios, costos, entre otro; es por ello que se realiza una búsqueda minuciosa en pro de realizar la mejor elección y con la cual la finca se vea favorecida en relación costo/beneficio, por supuesto pensando también en la reducción y/o mitigación de los impactos ambientales generados a los recursos naturales.

Inicialmente, se hace una selección de dos de las estrategias de aprovechamiento, las cuales se creen de fácil aplicación y desarrollo dentro de la finca, las cuales son: abono orgánico y alimentos para animales; teniendo en cuenta que en la finca la Lindosa se dedica estrictamente a la producción de café, se descarta por completo el aprovechamiento de la pulpa para elaborar alimentos para animales, y frente a los demás subprocesos (conservas alimenticias y biocombustible), no se tiene en cuenta ya que estos requieren de inversiones en maquinaria y no existe un presupuesto para ello por parte de los caficultores y/o dueños de la finca.

A continuación, se exponen las ventajas y desventajas de cada una de las estrategias y finalmente se selecciona una, que cumpla con las necesidades de la finca y beneficien sus cultivos como también al medio ambiente.

**Tabla 3.**

*Comparación de estrategias o subprocesos de aprovechamiento de la pulpa de café*

Subproceso	Ventajas	Desventajas	Impactos
<b>Abono Orgánico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Favorecen el crecimiento de los cultivos debido a que contienen elementos como nitrógeno, fosforo,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desequilibrio de nutrientes.</li> <li>Pueden ser fuentes de patógenos si no están</li> </ul>	<b>Económico:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de costos de producción al utilizar abonos orgánicos en vez</li> </ul>

Tabla 4. (Continuación)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, cobre, magnesio, boro y zinc, mejorando así las propiedades fisicoquímicas del suelo.</li> <li>• Mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• adecuadamente tratados.</li> <li>• La mano de obra durante la época seca después de la cosecha de café.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• de fertilizantes químicos en los cultivos.</li> <li>• Bajo costo de inversión en infraestructura o materiales.</li> </ul> <p><b>Ambiental:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento de la fertilidad y estructura del suelo.</li> </ul> <p>Activación de la vida micro y macro biológica del suelo.</p>
<p><b>Alimento para animales</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor nutritivo potencial.</li> <li>• Producción del alimento propio para sus animales (porciones, ovinos, peces, entre otros).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso de ensilaje dura 120 días.</li> <li>• Dificultad para transportar por el alto contenido de agua.</li> </ul>	<p><b>Económico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor costo de inversión en alimentación.</li> <li>• Baja inversión en infraestructura.</li> </ul> <p><b>Ambiental:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto al recurso agua y suelo, debido a que la pulpa debe ser lavada y esa agua residual va directamente al suelo o la quebrada mas cercana.</li> <li>• Generan lixiviados que van directamente al suelo.</li> </ul>

**Tabla 5. (Continuación)**

<p><b>Producción Biocombustible</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente fuente de energía natural ideal para sustituir parte del consumo de combustibles fósiles tradicionales, como el petróleo o el carbón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas de producción con tecnología avanzada.</li> </ul>	<p><b>Economía:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta inversión en infraestructura.</li> <li>• Excelentes ganancias a mediano plazo.</li> <li>• Mayor desarrollo del área rural.</li> </ul> <p><b>Ambiental:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor emisión de gases de efecto invernadero.</li> <li>• Seguridad energética.</li> <li>• Renovables.</li> </ul>
<p><b>Conservas Alimenticias</b></p>	<p>Debido a que es un subproducto poco empleado por los caficultores, y que solo lo hacen en sus fincas para su consumo propio, no hay gran relevancia en este; cabe resaltar que en algunas partes del país han empezado a escalonar dichos productos para realizar estudios e investigaciones sobre sus beneficios y costos.</p> <p>En cuanto a sus impactos, por el hecho de ser procedente de la pulpa del café, ya está causando un impacto ambiental negativo en los recursos naturales agua y suelo, debido a la mala disposición de los residuos.</p>		

**Nota.** Representa la comparación de las estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café que se pueden implementar en la finca La Lindosa.

Finalmente, analizando la tabla de relación y/o comparación de cada una de las estrategias de aprovechamiento de la pulpa del café, se puede entender que la más beneficiosa para la finca cafetera la Lindosa es la producción de **abono orgánico**, ya que con esta se pueden beneficiar y reducir costos en la inversión de fertilizantes para sus cultivos, y adicional a esto se reduce el impacto ambiental que actualmente están generando al recurso suelo y agua.



## 5. CONCLUSIONES

El café es el principal producto agrícola de Colombia porque se produce en 22 departamentos de 32 departamentos que posee el país, y es el sector que brinda más sustento económico, ya que aproximadamente 545.000 familias se dedican al cultivo del café y genera alrededor de 2,5 millones de empleos. Se identificó que el proceso del beneficio húmedo de café del país genera gran cantidad de residuos de pulpa de café entre los 2.000.000 y 8.000.000 de toneladas anuales.

En el estudio de la finca la Lindosa se evidenció lo siguiente: de las 6 variedades de café existentes en Colombia la finca cultiva exclusivamente variedad castillo debido a que es una especie resistente a la roya y es de alta productividad, el proceso de beneficio que se usa corresponde al húmedo tradicional; beneficio altamente contaminante porque consume aproximadamente 40 litros de agua por cada kilogramo de café pergamino seco y por cada kilogramo de café cereza genera 115 g de DQO (Demanda Química de Oxígeno); La finca genera entre 455.000 kg y 525.000 kg anuales de residuos de pulpa que es abandonada a campo abierto esto trayendo consigo problemas ambientales tanto a suelos como a fuentes hídricas.

Además, gracias a la herramienta PESTEL, se logró reconocer el impacto que acarrea seguir realizando esta práctica de no aprovechamiento por causa al poco conocimiento por parte de los caficultores sobre las diferentes de estrategias de aprovechamiento existentes en el país, efectos que se ven reflejados en la contaminación de la zona cafetera.

Dado el alto grado de contaminación que produce la pulpa de café, se realizó una búsqueda bibliográfica de las estrategias más importantes y utilizadas en el país para generar beneficio directo para los caficultores y para mitigación de la contaminación que dicho residuo desencadena, hallando estrategias como el abono orgánico, alimentos para animales, biocombustibles y conservas alimenticias.

Tras el estudio y comparación de cada una de las estrategias respecto a ventajas, desventajas e impactos, la estrategia viable para llevarse a cabo en la Finca la Lindosa es la de abono orgánico debido a que con esta se la finca se puede beneficiar y puede reducir costos en la inversión de fertilizantes para sus cultivos, y adicional a esto se reduce el impacto ambiental que actualmente están generando al recurso suelo y agua.

## BIBLIOGRAFÍA

- Academia Barista Pro El Salvador . (2020). *Cáscara de Cafés Especiales*.  
<https://www.academiabaristapro.com/cascaradecafe#:~:text=La%20c%C3%A1scara%20es%20la%20pulpa,helada%2C%20acompa%C3%B1ada%20de%20mucho%20ingredientes>.
- Acevedo, M. A., & Peñaloza , I. (2021). *Evaluación de la extracción de azúcares presentes en la pulpa de café residual para la obtención de bioproductos* (Trabajo de grado) Fundación Universidad de América. Repositorio Institucional Lumieres .  
<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8302/1/6152663-2021-1-IQ.pdf>
- Alcaldía de Palermo. (2021). *Economía*. <https://www.palermo-huila.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx>
- Alcaldía de Palermo. (2021). *Información del Municipio de Palermo*. <https://www.palermo-huila.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx#/>
- Álvarez Gallo, J. (1991). *Despulpado de café sin agua. Avances técnicos Cenicafé*.  
<https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0164.pdf>
- Ampuero, Carmencita. (2013). *Uso de pulpa de café en la elaboración de abonos para incrementar la productividad de café*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.<http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL1257.pdf>
- Arcila Pulgarín, J. (2007). *Densidad de siembra y productividad de los cafetales*. Cenicafé.<https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo6.pdf>
- Café de Colombia. (2021). *Regiones Cafeteras y Real Academia del café*.  
<https://realacademiadelcafe.com/modulos/conocedor/>
- DB city. (2021). *Palermo- Huila*. <https://es.db-city.com/Colombia--Huila--Palermo>

- Duarte, J. M. (2019). *Optimización del Proceso conocido como "Beneficio Húmedo y Seco" en la Industria del Café, caso: Finca "Villa María" en el municipio de Toledo, Norte de Santander.*(Trabajo de grado) Fundación Universidad de América. Repositorio Institucional Lumieres <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7287/1/294526-2019-I-GE.pdf>
- Echeverri Gómez, E. (2004). *Variedades de café sembradas en Colombia.* Cartilla cafetera Cenicafé: <https://www.cenicafe.org/es/publications/C>
- Florez, D., & Rosales, A. (2018). Uso del ensilaje de pulpa de café en alimentación animal. *Mundo FESC*, 1 - 10. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/254>
- Federación Nacional de Cafeteros (FNC). (2021). *Producción de café de Colombia en 2020 fue de 13,9 millones de sacos* . <https://federaciondecafeteros.org/wp/listado-noticias/produccion-de-cafe-de-colombia-en-2020-fue-de-139-millones-de-sacos/#:~:text=Producci%C3%B3n%20de%20caf%C3%A9%20de%20Colombia,sacos%20%2D%20Federaci%C3%B3n%20Nacional%20de%20Cafeteros>
- Federación Nacional de Cafeteros (FNC). (2022). *Café de Huila.* <https://huila.federaciondecafeteros.org/cafe-de-cauca/#:~:text=El%20caf%C3%A9%20del%20Huila%20se,%2C%20T%C3%ADpica%20Borb%C3%B3n%20y%20Tab%C3%AD>
- Gomez, Susana. (2020). *Subproductos del café : valor agregado para el negocio.* Que Café <https://quecafe.info/usos-alternativos-subproductos-cafe/#:~:text=Subproductos%20del%20caf%C3%A9%3A%20Miel,fruto%20denominada%20como%20%2C%20ABmesocarpio%20%20BB.&text=Durante%20%20%20%20%20C3%A9ste%20tiempo%20ocurre%20la,pectinas%20y%20az%C3%BAcares%20del%20muc%C3%AD>
- Gutiérrez Torres et al., L. C. (2021). *Propuesta para el aprovechamiento de los subproductos del café, por medio de la evaluación y selección de las*

- alternativas existentes, ajustadas a las condiciones actuales de los 25 pequeños caficultores líderes en 5 veredas del municipio de Isnos, Huila.* (Trabajo de grado, Especialización en Gerencia de Proyectos). Universidad EAN . Repositorio Institucional EAN. <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/10798/PinillaJaime2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernandez Arrieta, P. D. (2021). *Revisión de procesos biológicos para el aprovechamiento de pulpa de café residual.* (Trabajo de grado) Fundación Universidad de América. Repositorio Institucional Lumieres. <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8296/1/6161732-2021-1-IQ.pdf>
- Hochstetter, C. (2010). Alternativa en el uso de desperdicios de la pulpa de café en Guatemala. Finca SASÍS, S.A. San Pedro Carchá, Alta Verapaz. . *Glifos* , 1 - 95.
- Ministerio de Agricultura. (2020). *Cosecha cafetera de 2020 cerraría con un valor de \$9 billones, superior en 20% al 2019 y una de las más altas en 20 años.* <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Cosecha-cafetera-2020.aspx>
- Musalan Ensuncho, M. C. (2019). *Evaluación de la actividad coagulante de los polifenoles extraídos de residuos de Café (Coffea arabica).* (Trabajo de grado) Fundación Universidad de América, Repositorio Institucional Lumieres.<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7397/1/6141231-2019-1-IQ.pdf>
- Noriega, A., Silva, R., & Garcia, M. (2008). Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. *Zootecnica Tropical* , 1 - 9.
- Oliveros Tascón et al, C. E. (2015). *Tecnología de bajo impacto ambiental para el lavado del café en proceso con fermentación natural.* Cenicafé. [https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/543/1/arc065\(01\)44-56.pdf](https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/543/1/arc065(01)44-56.pdf)
- Ortiz, B., & Yate, P. (2020 ). *Desarrollo de un pr ollo de un producto deriv o derivado de la pulpa de caf ado de la pulpa de café, Ciencia Unisalle*, 25 .

- Pardo, L. F. (2016). *Aplicaciones biológicas del mucílago residual producto del beneficio de café.* .
- Ponce, F. (2018). Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de café (*coffea arabica*) en el color, textura y contenido de minerales en galletas dulces. *UNDAC*, 1 - 107. <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1407/1/Mg.%20Fortunato%20Candelario%20PONCE%20ROSAS.pdf>
- Portafolio. (Enero de 2022). *Producción de café en el país en 2021 fue de 12,6 millones de sacos.* <https://www.portafolio.co/indicadores-economicos/produccion-de-cafe-en-colombia-durante-el-2021-560457>
- Puerta Quintero, G. I. (1999). *Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café.* Cenicafé. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/58/1/arc050%2801%29078-088.pdf>
- Rendón, J. R. (2016). *Sistemas de renovación de cafetales para recuperar y estabilizar la producción.* Cenicafé. <https://www.cenicafe.org/es/publications/AVT0463.pdf>
- Rodríguez Ortiz, L. (2018). *Estudio De Factibilidad Para La Creación De Una Empresa Productora Y Comercializadora De Café Gourmet Molido Y En Grano.* <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10633/rodriguezleslie2018.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Rodríguez, N. (2009). *Estudio de un biosistema integrado para el postratamiento de las aguas residuales del café utilizando macrófitas acuáticas.* [Tesis Doctoral] Universidad Politecnica de Valencia. Repositorio Institucional de la Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/4342/tesisUPV3023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, N., & Zambrano, D. (2010). Los Subproductos del café: fuente de energía renovable. *Av. técnicos cenicafé* . <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0393.pdf>
- Romero, N., & Moreno, A. (2016). Evaluación de diferentes métodos para la transformación de la pulpa de café en abono orgánico en fincas cafeteras

[Tesis Maestría] Universidad de Manizales. *Repositorio Institucional Universidad de Manizales*.  
[https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2620/Moreno\\_Nidia\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2620/Moreno_Nidia_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Torres, L., Martínez, K., Serna, J., & Hernández, M. (2019). Secado de Pulpa de Café: Condiciones de Proceso, Modelación Matemática y Efecto sobre Propiedades Fisicoquímicas. *Información Tecnológica* , 1 - 12.

WebMasterDH. (29 de 12 de 2021). Subproductos del café: no son desechos, son productos totalmente aprovechables. *Diario del Huila* , págs. 1 - 7.