

**Propuesta de Estrategias para el Aprovechamiento de la Pulpa de Café Residual en  
la Finca Cafetera Los Monroy**

Luis Felipe Bonilla Camacho y Yaritza Castro Fandiño

Dirección de Posgrados, Universidad ECCI

Especialización en Gerencia de Operaciones

Miguel Ángel Urián Tinoco

06 de octubre del 2021

## Contenido

1	Título de la Investigación. ....	10
2	Problema de la Investigación. ....	10
2.1	Descripción del Problema. ....	10
2.2	Formulación del Problema. ....	11
3	Objetivos. ....	11
3.1	Objetivo General. ....	11
3.2	Objetivos Específicos. ....	11
4	Justificación y Delimitación. ....	12
4.1	Justificación. ....	12
4.2	Delimitación. ....	14
4.3	Limitaciones. ....	15
5	Marco de Referencia. ....	16
5.1	Estado del Arte. ....	16
5.1.1	Referencias Nacionales ....	16
5.1.2	Referencias Internacionales ....	23
5.2	Marco Teórico ....	30
5.2.1	Cifras del café a nivel mundial. ....	30
5.2.2	Cifras del café a nivel nacional. ....	31
5.2.3	Cifras del café en el departamento del Tolima. ....	35

5.2.4	Partes del café. ....	37
5.2.5	Proceso del cultivo de café. ....	39
5.2.6	Sistema de gestión ambiental ISO 14001 – 2015 .....	43
5.2.7	Economía circular. ....	46
5.3	Marco Legal. ....	47
5.3.1	Decreto 1594 de 1984. ....	47
5.3.2	Decreto 3440 de 2004. ....	48
5.3.3	Decreto 3930 de 2010. ....	49
5.3.4	Ley 1450 de 2011.....	50
6	Marco de Referencia.....	50
6.1	Recolección de la Información.....	50
6.1.1	Tipo de investigación.....	50
6.1.2	Fuentes de obtención de la información. ....	50
6.1.3	Herramientas.....	51
6.1.4	Metodología. ....	52
6.1.5	Información recopilada. ....	55
6.2	Análisis de la Información. ....	62
6.2.1	Análisis de los impactos generados por la finca los Monroy resultado del desecho inadecuado de la pulpa de café .....	62

6.2.2	Análisis de las características de la finca los Monroy y la pulpa de café allí producida para las estrategias de aprovechamiento.....	63
6.2.3	Análisis de las alternativas de aprovechamiento para definir las estrategias óptimas para la finca los Monroy .....	69
6.3	Propuestas de solución. ....	71
6.3.1	Propuesta 1 – Producción de Hongos Comestibles.....	72
6.3.2	Propuesta 2 – Compostaje.....	75
7	Impactos Esperados / Generados. ....	78
7.1	Impactos Esperados.....	78
7.1.1	Impactos Ambientales Esperados. ....	78
7.1.2	Impactos Económicos Esperados.....	79
7.1.3	Impactos Sociales Esperados. ....	80
7.2	Impactos Generados. ....	81
8	Análisis Financiero. ....	83
8.1	Inversión en maquinaria y materia prima.....	83
8.2	Aplicación de indicador ROI.....	91
8.3	Aplicación de indicador TIR Y VAN. ....	92
8.3.1	Formula TIR.....	93
8.3.2	Formula VAN .....	93
9	Conclusiones y recomendaciones. ....	95

9.1 Conclusiones ..... 95

9.2 Recomendaciones..... 96

10 Referencias..... 97

**Tabla de Tablas**

Tabla 1 .....	47
Tabla 2 .....	51
Tabla 3 .....	53
Tabla 4 .....	56
Tabla 5 .....	58
Tabla 6 .....	59
Tabla 7 .....	62
Tabla 8 .....	65
Tabla 9 .....	66
Tabla 10 .....	67
Tabla 11 .....	68
Tabla 12 .....	69
Tabla 13 .....	70
Tabla 14 .....	71
Tabla 15 .....	83
Tabla 16 .....	86
Tabla 17 .....	88
Tabla 18 .....	89
Tabla 19 .....	90
Tabla 20 .....	91
Tabla 21 .....	92
Tabla 22 .....	94
Tabla 23 .....	94

**Tabla de Figuras**

Figura 1 .....	14
Figura 2 .....	38
Figura 3 .....	45
Figura 4 .....	54
Figura 5 .....	57
Figura 6 .....	63
Figura 7 .....	64
Figura 8 .....	72
Figura 9 .....	74
Figura 10 .....	75
Figura 11 .....	76

## Resumen

El presente proyecto tiene como finalidad generar estrategias de aprovechamiento de pulpa de café a la finca cafetera los Monroy con el fin de disminuir el impacto ambiental generado por la incorrecta disposición de la biomasa, y de la misma manera pretende impactar positivamente los aspectos económicos y sociales en torno a las partes interesadas del negocio, por medio de la generación de conciencia sobre producción sostenible, aprovechamiento de recursos y diversificación del mercado; Para el desarrollo de las propuestas fue necesario recolectar información relevante en materia de aprovechamiento de residuos provenientes del cultivo de café, así mismo se realizaron las caracterizaciones requeridas propias de la finca y la pulpa allí producida y con base en ello, se establecieron 8 propuestas de aprovechamiento que fueron minuciosamente evaluadas de manera objetiva en aras de determinar las que fueran más provechosas para la finca, como resultado del ejercicio se definieron 2 propuestas, las cuales presentaron el mejor desempeño posterior a la ejecución del método de análisis jerárquico y dichas propuestas fueron estructuradas para ser presentadas a los propietarios de la finca los Monroy, dentro de lo considerado para la estructuración se incluyó un análisis de impactos y un análisis financiero que evidenciara la viabilidad de las propuestas seleccionadas, por último, se definieron conclusiones y recomendaciones a tener en cuenta.

***Palabras Clave:** Pulpa de café, aprovechamiento, estrategias, café, caficultores, subproductos, biomasa, residuos, impacto ambiental.*



### **Abstract**

The purpose of this project is to generate strategies for the utilization of coffee pulp at the Monroy coffee farm in order to reduce the environmental impact generated by the incorrect disposal of the biomass, and in the same way it intends to positively impact the economic and social aspects of the stakeholders of the business, through the generation of awareness on sustainable production, resource utilization and market diversification; For the development of the proposals it was necessary to collect relevant information regarding the utilization of residues from the coffee cultivation, likewise the required characterizations of the farm and the pulp produced there were made and based on this, 8 proposals for the utilization were established that were meticulously evaluated in an objective manner in order to determine the most profitable for the farm, These proposals were structured to be presented to the owners of the Monroy farm. An impact analysis and a financial analysis were included in the structuring process to demonstrate the viability of the selected proposals, and finally, conclusions and recommendations were defined.

**Key words:** *Coffee pulp, utilization, strategies, coffee, coffee growers, by-products, biomass, residues, environmental impact.*

## **1 Título de la Investigación.**

Propuesta de Estrategias para el Aprovechamiento de la Pulpa de Café Residual en la Finca Cafetera Los Monroy.

## **2 Problema de la Investigación.**

### **2.1 Descripción del Problema.**

El café en Colombia se ha convertido a lo largo de la historia en uno de sus productos distintivos en el mercado internacional, esto, gracias a los 12.6 millones de sacos de café verde que exporta en promedio al año y lo que a nivel interno representa el 15 % del producto interno bruto agrícola del país (Ministerio de Agricultura, 2020), de acuerdo con las estadísticas de producción nacionales, el departamento del Tolima se encuentra dentro de los tres departamentos principales en la producción del café, con una participación del 12.7% de la producción anual, mostrando un crecimiento controlado durante la última década (La República, 2019).

A pesar de estas cifras, la industria cafetera en el país se ha visto afectada por diversas situaciones que han influido sobre Colombia y los mercados globales en general en dirección a la afectación en materia de rentabilidad y los costos elevados de producción (Corantioquia, 2016) adicional a ello como resultado de la operación se evidencia que hay un material producto del procesamiento de café llamado biomasa, el cual asciende a la cifra de 784.000 toneladas por año, asociado a mucilago, pulpa, cascarilla entre otros, del cual solo se está aprovechando el 5%, el material que no se está aprovechando en ocasiones es dispuesto en vertientes de agua en donde se genera una afectación al ecosistema, debido a que se requiere una mayor demanda de oxígeno para su descomposición (Serna Jiménez, Torres Valenzuela, Martínez Cortínez, & Hernández Sandoval, 2018),

Ésta situación no es ajena a la operación de la finca los Monroy, ya que no se cuenta con un plan estructurado de disposición y/o aprovechamiento de la pulpa de café residual producto de la cosecha del mismo, generando un gran volumen de biomasa el cual es tratado como desperdicio de la operación y en la mayoría de oportunidades de muy difícil disposición final debido a la gran cantidad que representa, por esta razón se han tomado diferentes acciones para facilitar el tratamiento de dicha biomasa, en ocasiones se ha dispuesto en cuerpos de agua, generando un gran impacto al ecosistema debido a la demanda de oxígeno que se requiere para su descomposición, de igual manera se ha dispuesto como abono para los cultivos, sin embargo no se le ha realizado un tratamiento a la biomasa lo cual no ha generado un resultado positivo debido a que en su descomposición se han producido olores fuertes, afectaciones al suelo de los demás cultivos y presencia de insectos.

## **2.2 Formulación del Problema.**

¿Qué estrategias se pueden implementar en la finca cafetera los Monroy para el aprovechamiento de la pulpa residual de café?

## **3 Objetivos.**

### **3.1 Objetivo General.**

Determinar estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café en la finca Los Monroy generando un impacto ambiental, social y económico.

### **3.2 Objetivos Específicos.**

Analizar los impactos generados por la finca los Monroy resultado del desecho inadecuado de la pulpa de café.

Identificar las características de la finca los Monroy y la pulpa de café allí producida para la generación de estrategias de aprovechamiento.

Definir y plantear estrategias de aprovechamiento que sean factibles para la finca los Monroy.

## **4 Justificación y Delimitación.**

### **4.1 Justificación.**

La generación de estrategias para el aprovechamiento de la pulpa de café residual es un proceso que tiene un gran impacto en las fincas productoras de café debido al alto volumen de desperdicios generados en cada cosecha, así mismo la dificultad en la disposición final del residuo y la subutilización de este. Los propietarios de la finca los Monroy consideran necesario tomar acciones para minimizar el impacto ambiental y operativo y obtener beneficios económicos al tratar este residuo como materia prima para la creación de subproductos.

La finca los Monroy tiene una producción anual de 22.680 kg de café, dentro de los cuales se encuentran inmersos tres diferentes tipos (Borbón, Caturra y Castillo arábigo), teniendo en cuenta que aproximadamente se aprovecha el 60% del grano y que el 40% restante hace referencia a pulpa de café (Serna Jiménez et al. 2018), dado que al año se está produciendo un total de 15.120 kg de pulpa de café producto de la cosecha, el cual no cuenta con un proceso de tratamiento y disposición final estructurado, por el contrario contamina los cultivos de café, plátano, yuca, maíz, entre otros; las fuentes hídricas, el ambiente y ocasionando la presencia de potenciales plagas de insectos como moscas, larvas y hormigas al interior de la finca.

De acuerdo con las características físicas, químicas y geográficas de la cosecha trabajada se obtienen las particularidades específicas de la biomasa resultante de la producción de café, dependiendo de dichas características se puede obtener un doble beneficio, el cual consiste en el aprovechamiento del insumo para la creación de subproductos resultantes de un procesamiento, así como la reducción del impacto ambiental con relación a la contaminación de vertientes

hídricas, contaminación del aire y los espacios comunes a las cosechas y de la contaminación de los suelos de las cosechas mismas, de acuerdo con el Centro Nacional de Investigación de Café, se han generado diferentes estrategias para que los caficultores puedan poner en práctica relacionadas con el aprovechamiento de la pulpa de café resultante de sus cosechas, un ejemplo de ello son las energías renovables, las cuales hacen referencia a las fuentes de energía que son capaces de ser recuperadas por medios naturales y que se consideran inagotables (Cenicafé, 2010).

De acuerdo con esto se recopilan varias alternativas de aprovechamiento de la pulpa de café las cuales han sido generadas por personas y entidades que se encargan del estudio de estas, como es el caso de la Federación Colombiana de Cafeteros, el Servicio Nacional de Aprendizaje, el Centro Nacional de Investigación de Café – CENICAFÉ y otros, de esta manera se busca que las fincas caficultoras busquen la información necesaria para poder establecer procesos y proyectos encaminados a la utilización de los subproductos generados a partir de su actividad principal que les permita ampliar su portafolio de productos, reducir su impacto ambiental, sus costos operativos y aumentar sus ingresos. Adicional a lo anterior se justifica la investigación desde diferentes puntos de vista:

**Económico:** Los subproductos del café tienen un gran potencial de uso en diferentes industrias tales como fertilizantes y abonos, energías renovables, bebidas alcohólicas artesanales y antioxidantes, entre otros. En términos económicos, esto significa que más de la mitad del peso del café cosechado no genera utilidades para el agricultor. (Serna Jiménez et al. 2018).

**Socio cultural:** El aprovechamiento de pulpa de café residual permitiría que la finca los Monroy sea un referente en el municipio de Anzoátegui - Tolima, y participe en los programas de eje social (Empalme generacional – Gestión empresarial) impulsados por CENICAFE, los

cuales están enfocados en respaldar las oportunidades de emprendimiento e innovación con el fin de fortalecer los activos productivos de la finca. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2021).

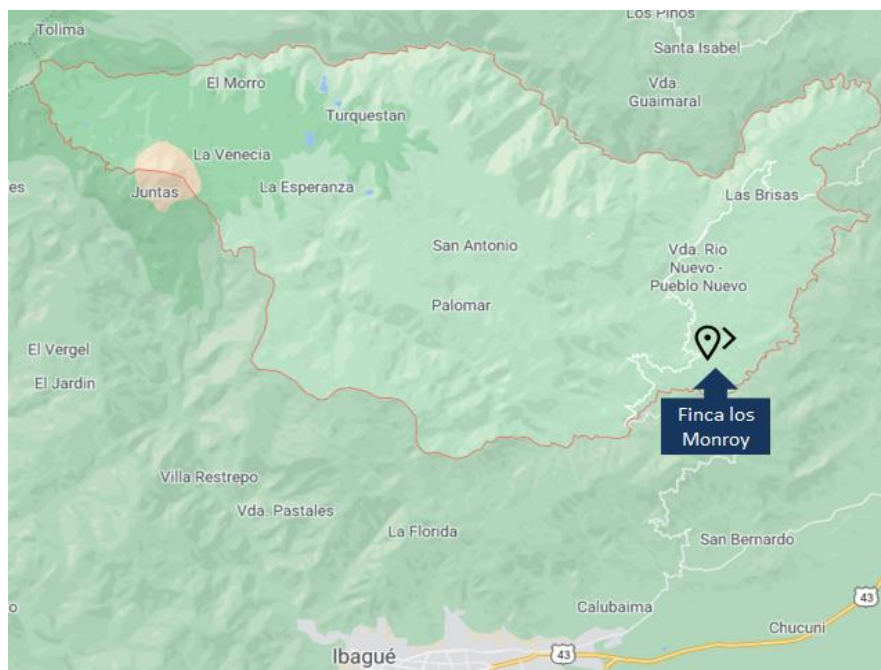
**Ambiental:** La preparación de la pulpa residual para su reutilización y aprovechamiento, permite recuperar el suelo y agua en el ecosistema, dado que la biomasa se puede someterse a procesos sencillos como el secado al sol y posteriormente, ser utilizado en los galpones creando un estado higiénico-sanitario aceptable para los pollos que tienen en la finca. (Ortíz, Valdivié, & Elías, 2003).

#### **4.2 Delimitación.**

La finca los Monroy está ubicada en la vereda las Juntas del municipio de Anzoátegui – Tolima como se ve reflejado en el mapa. Este municipio limita al norte con los municipios de Santa Isabel y Venadillo; hacia el sur con la capital de Ibagué; por el oriente con el municipio de Alvarado; y por el occidente con departamento del Quindío. El 39.26% del área del municipio está dedicado a la agricultura, el 19.26% para la ganadería y el 64.71% son bosques que integran el parque nacional natural Los Nevados. (Alcaldía Municipal de Anzoátegui Tolima, 2019).

#### **Figura 1**

*Ubicación de la Finca Los Monroy*



Nota. Adaptada de Anzoátegui Tolima, de Google Maps, 2021 ([www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)). CC BY 2.0

#### 4.3 Limitaciones.

- Limitación temporal: Este proyecto abarca un periodo tiempo de cuatro (4) meses; de mayo a septiembre del año 2021.
- Limitación presupuestal: Este proyecto no contempla un presupuesto definido, dado que la ejecución de las propuestas de aprovechamiento de la pulpa residual de café está sujetas a la decisión de los propietarios de la finca.
- Limitación espacial: la infraestructura de la finca los Monroy, no cuenta con zonas libres para la instalación de equipos o la asignación de espacios de tratamiento de la pulpa de café, teniendo en cuenta las estrategias que pueda desarrollar con base en la investigación que se realice.

## **5 Marco de Referencia.**

### **5.1 Estado del Arte.**

#### **5.1.1 Referencias Nacionales**

##### **5.1.1.1 Biblioteca Cenicafé.**

Existen varios estudios técnicos e investigativos adelantados con relación al aprovechamiento de la pulpa de café en las cosechas cafeteras colombianas, y es que resulta muy atractiva la iniciativa de proyectos enfocados en el desarrollo del sector cafetero teniendo en cuenta la importancia que representa para el agro y las finanzas del país este tema; uno de los entes que más ha generado avances referentes a este tema es el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), organización dedicada desde 1938 al estudio de los temas relacionados con el proceso productivo cafetero en Colombia, así como en la explotación de los subproductos de la cosecha y la conservación de los recursos naturales de la zona cafetera colombiana. (Cenicafé, 2021), dentro de las actividades más relevantes se encuentra un repositorio digital denominada “Biblioteca Cenicafé”, en donde se encuentran los informes de las respectivas investigaciones encaminadas al aprovechamiento de la pulpa de café, allí se pueden encontrar 18 materiales en PDF con 16 estrategias de aprovechamiento, las cuales han sido desarrolladas desde cero y su principal objetivo es informar y transmitir el conocimiento generado en el interior de las fincas cafeteras colombianas, con el fin de poder servir de cimiento a los caficultores para que puedan tener un plan de desarrollo que se ajuste a sus necesidades y que les permita diversificar el portafolio de productos aprovechando los residuos existentes pos cosecha, así mismo se brinda material orientado a la optimización de los recursos de manera integral, usando técnicas desde diferentes focos como el productivo, administrativo, financiero y demás, que puede brindar al cafetero variedad de herramientas para el mejoramiento de sus



procesos internos y el aumento de la eficiencia en la utilización de sus activos. (Biblioteca Cenicafé, 1977), esta recopilación es de gran importancia para el desarrollo del proyecto debido a que centra lo productivo en lo simple, es decir se preocupa por colocar a disposición de los cafeteros soluciones de aprovechamiento que son de fácil implementación y que adicional a eso no requiere grandes cantidades de dinero en inversiones.

#### **5.1.1.2 Estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café en las fincas cafeteras del municipio de Andes Antioquia.**

Esta investigación es realizada en la zona cafetera del municipio de Andes Antioquia por Luisa Fernanda Restrepo Montoya y Geraldine Villa Deossa, estudiantes de la institución universitaria tecnológico de Antioquia para la facultad de ciencias administrativas y económicas como trabajo de grado para el programa de pregrado de negocios internacionales, aquí se relacionan una serie de preguntas realizadas a los cafeteros de la zona, con el fin de establecer patrones de comportamiento referentes a la administración de la pulpa de café (Montoya & Deossa, 2020), de esta investigación se toma información que ayuda a estructurar el proyecto como por ejemplo que el 80% de los caficultores entrevistados no saben con exactitud qué cantidad de pulpa de café están produciendo como residuo del despulpado de la cosecha generada como actividad económica principal, de igual manera se evidencia una fuerte idea concerniente a que darle un uso a la pulpa del café resulta ser costoso pues el 47% de los entrevistados consideran que se debe realizar una inversión considerable tanto en recursos financieros como en recursos estructurales, así mismo de acuerdo con dicha encuesta, se pudo rescatar que el 60% de cafeteros utiliza la pulpa como abono orgánico el cual tiene un costo inferior al 50% del valor de un abono comercial, siendo este uso el más común dado al interior de las fincas.

### **5.1.1.3 Aprovechamiento de pulpa de café para la producción de biogás en un reactor flujo pistón.**

Uno de los grandes limitantes a la hora de pensar en estrategias de aprovechamiento es el tema de la inversión financiera que deben realizar los propietarios de las fincas, pues de alguna manera se concibe que es una actividad que requiere grandes montos de inversión para poder ser llevada a cabo y que los rendimientos o retornos no son suficientes como para cubrir dicha inversión, sin embargo, varias de las propuestas construidas se hacen a partir de esa idea buscando simplificar los procesos y materiales que se emplean en la obtención del subproducto, un ejemplo de las apuestas sostenibles existentes en materia de energías renovables es la producción casera de biogás tal como lo plantea Hernán Darío Londoño Espinosa en su tesis de grado de magister en ciencias naturales y matemáticas en la universidad Pontificia Bolivariana en Medellín es posible la producción de biogás a partir de la pulpa del café por medio de una construcción artesanal de almacenamiento y producción, la cual en su mayoría proviene de materiales reciclados y utiliza un espacio relativamente pequeño para su almacenamiento, es decir que no se requiere una gran inversión en recursos, tanto financieros como estructurales para su desarrollo; durante la puesta en marcha del proyecto de Hernán, se obtuvieron grandes resultados durante los 100 días que realizó la medición de producción, uno de ellos es que la producción en realidad duró 85 días, pues los primeros y últimos días del monitoreo no se obtuvieron resultados comparables, así mismo la mejor pareja de reactores produjo una cantidad considerable de biogás y de acuerdo con las conclusiones, este puede ser utilizado en la producción misma como generador de energía utilizada para que los equipos dispuestos para ello generen calentamiento o también se expone que puede ser utilizado en el proceso de secado del café. (Londoño Espinosa, 2017), es de gran aporte para este trabajo pues invita a fomentar la

generación de energías renovables a partir de desechos orgánicos, que sirva como insumo mismo para el desarrollo de la operación y así buscar la reducción de los costos implícitos tanto de producción como de disposición final o los asociados a multas y sanciones.

#### **5.1.1.4 Caracterización fisicoquímica de los residuos del plátano y el café para su posible uso como materias primas en la fabricación de papel.**

Uno de los objetivos de las investigaciones relacionadas con el aprovechamiento de residuos es que se haga de manera sostenible, en donde se pueda generar un subproducto aprovechable generando el menor impacto posible en el medio ambiente, una de las ideas referentes a la pulpa de café se basa en sus propiedades fisicoquímicas, más exactamente en sus porcentajes de celulosa y lignina los cuales son semejantes con los compuestos maderables usados en la producción del papel, de acuerdo con los autores Karen Lizeth Ordoñez Pineda y Camila Sepúlveda Monroy en su trabajo de grado para obtener el título de tecnólogo en saneamiento ambiental de la universidad Francisco José de Caldas, se determina una viabilidad técnica indicando que de acuerdo con su composición la pulpa de café puede ser utilizada como materia prima en el proceso de elaboración de papel, sin embargo se cuenta con una aclaración la cual hace referencia a que el papel debe ser de un solo uso como periódico, debido a que la composición de la pulpa de café si bien presenta viabilidad para la realización de papel, sus valores específicos hacen que se genere un papel denominado de baja calidad, en el mismo análisis se encuentra la composición de los residuos de plátano en donde se evidencia que su composición le permite generar mayor porcentaje de celulosa y lignina lo que hace que genere un papel de mejor calidad y por ende se pueda utilizar en más de un solo uso. (Ordoñez Pineda & Sepúlveda Monroy, 2019), esta investigación es muy relevante para el proyecto, debido a que muestra una nueva estrategia de aprovechamiento que puede llegar a ser implementada en el

enfoque sostenible de la organización, y es que el papel resultante puede ingresar a la operación de manera que sea de un solo uso y aporte a la disminución de gastos de la compañía.

#### **5.1.1.5 Elaboración de una bebida alcohólica usando subproductos del proceso de beneficio del café (pulpa de café).**

De acuerdo con Martha Cortés y Olga Ladino es posible la creación de una bebida alcohólica a partir de la pulpa de café, en su investigación publicada en la revista NOVA Colombia, se reúne la información referente a la caracterización de la pulpa con el fin de conocer las propiedades fisicoquímicas de ésta y así poder determinar los insumos requeridos que arrojen como resultado la formulación del producto, para ello es muy necesario mantener en estricto control las variables presentes pues de acuerdo con las conclusiones publicadas, se pueden ver afectados los aromas, sabores y calidad del producto final. (Cortés Rico & Ladino Soto, 2016), esta publicación es de gran importancia para el presente trabajo, ya que allí se analiza otra perspectiva de los usos alternos que se le pueden dar a la pulpa de café en mezcla con otros productos, en este caso se genera una fermentación controlada con levaduras específicas que permiten crear una bebida alcohólica con grandes notas organolépticas basadas en el café, característica fundamental para el éxito del producto aportando ese plus necesario para establecerse en el mercado en el que se fuese a desempeñar.

#### **5.1.1.6 Huella ambiental del café en Colombia.**

Dentro de los motivos principales que incentivan el desarrollo de proyectos orientados a la sostenibilidad y el aprovechamiento completo de las materias primas, se encuentra el de poder minimizar los impactos generados al medio ambiente por el desarrollo de las actividades productivas, es así como distintas organizaciones con el fin de aportar a dicha minimización, dedican semilleros de investigación que permitan generar conocimiento en torno a las buenas

prácticas y eficiencia de las operaciones, tal es el ejemplo del documento mencionado en el título, el cual corresponde a una guía conjunta construida entre la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Cenicafe, Almacafe, Buencafe, Colcafe, Cooperativa de los Andes, Juan Valdez Cafe, ANDI, Centro Nacional Para la Producción más Limpia, Institu y Quantiseq, en el cual se relaciona los resultados de diferentes análisis orientados al proceso completo del cultivo de café, desde sus etapas iniciales hasta la postcosecha; sus autores Gloria Restrepo y Carlos Toro del Centro Nacional Para la Producción más Limpia, Juanita Barrera, Sebastien Humbert y Simón Gmunder de Quantis, Diana Rojas y Maly Puerto de la Embajada Suiza en Colombia – Ayuda Humanitaria y Desarrollo (COSUDE), Álvaro Gaitán y Nelson Rodriguez de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Nydia Suppen de CADIS, Juan Rojas y Felipe López de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, mediante el cual consolidan las investigaciones realizadas desde cada una de las entidades anteriormente mencionadas y como resultado generan un completo material donde se detalla los impactos generados durante todo el proceso agrícola comercial del café (Restrepo et al. 2018), para este trabajo es de gran importancia este material, dada su concentración específica en las condiciones de geografía, cultivo y suelo Colombiano, lo que hace que las mediciones y datos allí contemplados presenten gran similitud con las características de la finca los Monroy.

#### **5.1.1.7 Los subproductos del café: Fuente de energía renovable.**

Es de gran importancia los avances que se están generando en relación a la obtención de energías renovables y las acciones en caminadas a que éstas sustituyan las energías fósiles que por tanto tiempo han sido las únicas utilizadas en la producción de bienes y servicios a nivel mundial, para ello se desarrollan diferentes estudios que permiten analizar materiales obtenidos

de procesos productivos con el fin de que sean aprovechados para la producción de energías renovables, tal es el caso de la pulpa de café, resultante del proceso de beneficiado y generalmente dispuesto como un residuo, mediante el trabajo relacionado y presentado por Nelson Rodríguez Valencia y Diego Antonio Zambrano Franco mediante Cenicafé, se hace un análisis a profundidad de las características físico-químicas de la pulpa de café, en donde se relacionan los aspectos relevantes que brindan a esta biomasa las propiedades requeridas para la producción de energía, en esta ocasión se relacionan estrategias orientadas a la producción de biogás y bioetanol, gracias al resultado obtenido con relación a los componentes resultantes de la composición anaeróbica del mucilago específicamente, así mismo la fermentación para la que se presta la pulpa de café, permite que se obtengan excelentes resultados para la producción de bioetanol, de la misma manera se indica la producción que se puede realizar a partir de distintos componentes tales como tallos, Ripios y borra de café (Cenicafé, 2010), este trabajo es de gran importancia para este proyecto, ya que expone las caracterizaciones necesarias para identificar las propiedades de la pulpa residual, así como los procedimientos requeridos para la producción de las diferentes energías renovables a partir de los materiales relacionados allí, de igual manera refuerza las probabilidades de obtención que los estudios y mediciones hayan sido adelantados con pulpa obtenida en cultivos colombianos, ya que presenta una similitud con la obtenida en la finca los Monroy.

#### **5.1.1.8 Aprovechamiento de los residuos de la agroindustria del café en la elaboración de materiales compuestos de matriz polimérica.**

De acuerdo con la investigación realizada por William Urrego Yepes docente del programa de ingeniería de producción del Instituto Tecnológico Metropolitano y María José Godoy Pernaletе estudiante del programa de ingeniería de producción del Instituto Tecnológico

Metropolitano de la ciudad de Medellín, se analizan los usos de la pulpa de café como complemento a la composición de productos terminados utilizados en diferentes industrias, tales como la alimentaria, la farmacéutica y cosmética, un ejemplo de esto son los productos orientados a la regulación de enfermedades como diabetes y obesidad, dadas las características de sus composiciones y a la alta presencia de polifenoles y cafeína, se han obtenido grandes resultados en la aplicación de la pulpa como materia prima para el desarrollo de este tipo de productos, además se convierte en un material clave para la fabricación de papel amate el cual es muy utilizado en disciplinas artísticas como la pintura, así como en la fabricación de alimentos para animales ya que se comporta como endulzante debido a la concentración de fructosa (Urrego Yepes & Godoy Pernalet, 2021), para este trabajo es de gran importancia los aspectos relacionados frente al aprovechamiento de la pulpa de café, ya que brinda la posibilidad de relacionarse con investigaciones más profundas en los temas específico mencionados, además proporciona bases para poder desarrollar investigaciones encaminadas al aprovechamiento del café que por alguna razón de calidad o desarrollo del proceso, no cumple con las características para salir de la finca como producto terminado y puede estar siendo utilizado como materia prima para la realización de otras actividades o generación de subproductos alternos que faciliten la disposición y aprovechamiento de la materia.

### ***5.1.2 Referencias Internacionales***

#### **5.1.2.1 Abonos orgánicos en cultivo de café. Serie Nutrición Vegetal.**

Uno de los usos más comunes de los desechos orgánicos es el compostaje o también llamado abono orgánico, sin embargo, en muchas oportunidades no se cuenta con la información necesaria para la puesta en marcha del proceso productivo de éste y se confunde con la descomposición natural de la masa orgánica, es por esto que como guía fácil de aplicación el

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura -Intagri, de México publica dicho artículo, allí se relacionan dos formas de crear abonos efectivos y que pueden ser de uso en la producción cafetera a partir de pulpa de café y mezcla de heces fecales y descomposición de algunos animales y elementos orgánicos, de acuerdo con los estudios realizados por dicho instituto se ha encontrado que este tipo de abonos mejora la calidad del suelo, incrementa la retención de humedad y facilita la penetración del agua entre otros, causando así un aumento en los rendimientos de las cosechas y la calidad de grano obtenida, de igual manera aporta en la disminución de uso de fertilizantes sintéticas y apoya el desarrollo sostenible de la agricultura; para nuestra investigación es de gran importancia ya que es una forma económica y sencilla de poder obtener un compuesto utilizado como materia prima durante la siembra y proceso productivo del café, los métodos sugeridos se reducen a la mezcla de estiércol de gallina con la pulpa del café, esta mezcla es recolectada a partir de una capa de aproximadamente 5 cm de pulpa en los galpones y con una duración en ellos de entre 4 y 6 meses, posterior a ello se debe almacenar durante 30 a 45 días cubierta con un plástico, al finalizar este proceso se contará con un abono que concentra gran cantidad de nutrientes y se recomienda ser usado en el alistamiento del suelo; otra de las formas allí sugeridas es conocida como “Guano” y se reduce a la mezcla de pulpa de café con restos de aves muertas, plumas y/o huevos, así como el estiércol de aves marinas y/o murciélagos, esta mezcla debe ser agregada al suelo de manera pulverizada y debe ser introducido a una profundidad que pueda ser tapado, al ser agregado al suelo debe hacerse lo más rápido posible garantizando la menor pérdida de amoníaco posible, la eficiencia de éste puede ser amentada mediante la combinación con otros abonos orgánicos. (INTAGRI, 2020), para este trabajo es de gran importancia el tema relacionado con el abono orgánico, pues es uno de las estrategias a las que mejor uso se le puede dar, debido a que se encuentra orientada a los



cultivos y esa es la principal actividad económica de la finca, razón por la cual cuentan con un costo importante dirigido al tema de abonos y nutrición que se podría ver reducido con el apoyo de éste tipo de abonos creados a partir de los desechos y deposiciones de los animales de granja.

#### **5.1.2.2 Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café.**

En el 2005 se publica el texto mencionado por parte de la Organización Internacional del Café (ICO), donde se mencionan ciertos subproductos en los que puede ser utilizada la pulpa de café, las referencias mencionadas con relación a la alimentación de distintas especies de animales como por ejemplo los cerdos, pollos, peces y ganado lechero, resaltan la cantidad porcentual en la que puede ser aprovechada la pulpa en la alimentación sin generar impactos perjudiciales en los animales y por el contrario, se observan algunas características favorables encaminadas al crecimiento y desarrollo del animal frente al peso y otras referentes a la administración de los recursos como la disminución del costo de producción de productos como el queso y la leche debido a la disminución proporcional en gastos de alimentación, proceso que se ve apoyado con el ensilaje de la pulpa de café. (Graziosi, 2005), éste documento aporta significativamente al desarrollo del presente proyecto debido a que abre la posibilidad del aprovechamiento de la pulpa de café en la alimentación de los animales de granja, los cuales son muy comunes en fincas dedicadas a la siembra.

#### **5.1.2.3 Extractos de pulpa de café: Una revisión sobre antioxidantes poli fenólicos y su actividad antimicrobiana.**

Mediante los estudios realizados a la pulpa de café se ha encontrado que presenta rendimientos de concentraciones organolépticas y de composición muy similares al grano como tal, dentro de las características propias con más consistencia se encuentran su sabor, aroma, contenido de fenoles y propiedades antioxidantes, justamente en el texto mencionado los autores

Saira Rocío Martínez Alemán, Francisco Daniel Hernández Castillo, Cristóbal Noé Aguilar González y Raúl Rodríguez Herrera nos plantean el estudio realizado en comparación con la bebida del grano que es comúnmente conocida; nos indican que la bebida posee hasta un 64% de agentes antioxidantes contenidos en componentes como melanoidinas, ácidos fenólicos, ligninas y la cafeína misma, para el desarrollo del estudio se buscó analizar la pulpa de café de dos maneras, una en su estado fresco y la otra con un estado de fermentación, resultado de dicho estudio muestra que las características antioxidantes arrojadas por la pulpa de café fermentada son de gran similitud a las presentadas por el café pergamino seco, de igual manera se procedió con el análisis de la pulpa de café ensilada y no ensilada, con el mismo objeto de comparación de propiedades antioxidantes, el resultado del ejercicio consiste en que también presenta características similares a las del café pergamino y los solventes en los que mejor se pueden aprovechar estas características es el agua y el metanol. (Martínez-Alemán et al. 2019), Esta publicación es de gran aporte este estudio, pues al inicio del planteamiento de las estrategias se consideró la realización de una bebida que presentara características propias del café y pudiera ser utilizada como un subproducto de la pulpa de café, por esta razón el estudio demuestra que las propiedades antioxidantes del café se mantienen y de igual manera se conservan características asociadas al sabor y aroma que podrían dar viabilidad a la bebida como estrategia de aprovechamiento.

#### **5.1.2.4 Alternativas actuales para el manejo sustentable de los residuos de la industria del café en México.**

La generación de estrategias orientadas al aprovechamiento de los residuos de los diferentes procesos productivos se ha convertido en campo de estudio e investigación para los profesionales alrededor del mundo, un ejemplo de esto es la investigación realizada por Jorge E

Wong Paz, Raúl Rodríguez Herrera, Juan C Contreras Esquivel y Cristóbal N Aguilar del departamento de ciencia y tecnología de los alimentos de la universidad de Autónoma Coahuila; en Coahuila México, Sylvain Guyot de la unidad de investigación de la Sidra, biotransformación de frutas y hortalizas – INRA en le Rheu Francia, Gerardo Gutiérrez Sánchez del centro de investigación de carbohidratos complejos de la universidad de Georgia en Georgia USA y Gerardo Saucedo Castañeda del departamento de biotecnología de la universidad Autónoma Metropolitana en Iztapalapa México, en donde se proponen alternativas sustentables para el aprovechamiento de los residuos en el proceso de cosecha del café, dentro de las que se relacionan la extracción de los compuestos antioxidantes asociados a los compuestos bioactivos de la pulpa del café, allí se menciona la posibilidad de realizar una bebida a base de pulpa de café que aporte los compuestos bioactivos y sea mezclada con una especie de refresco para culminar el producto final, sin embargo aclaran que las investigaciones referentes al tema son muy limitadas y apenas se han visto las primeras intenciones de este residuo poco aprovechado y con gran potencial para su explotación. (Wong Paz et al. 2013), esta publicación es de gran aporte para este proyecto ya que menciona la posibilidad de seguir por la línea de generación de subproductos que puedan ser comercializados con el objeto de diversificar el catálogo de productos y aumentar los ingresos percibidos por cosecha.

#### **5.1.2.5 Aprovechamiento de subproductos del beneficiado de café.**

De acuerdo con el trabajo realizado por Oscar Antonio Sánchez Aguirre, Marina Guevara Valencia, María Teresa González Amaó y Ma. Del Roció Bulás Mendoza del laboratorio de biotecnología y criobiología vegetal de la universidad Veracruzana en México, la miel de café es uno de los subproductos generados a base de la pulpa de café y su proceso básicamente consiste en calentar el mucilago a una temperatura de 65°C para minimizar la actividad microbiana y

poder realizar una operación más limpia y estable, luego se desciende a 45°C y se procede con la adición de pecto líticas con el fin de poder degradar la pectina presente en la pulpa para generar un rompimiento de las paredes celulares y facilitar la salida y posterior evaporación del agua, dando como resultado una mezcla mucho más concentrada y rica en nutrientes así como con mayor presencia de compuestos fenólicos; la mezcla debe estar a 45°C durante 30 minutos como mínimo, posterior a ello la miel o mucílago concentrado es lograda por medio de un proceso de deshidratación al vacío, manteniendo una temperatura inferior a 65°C se logra que el producto tenga una mínima afectación nutricional por calor y si como resultado se obtiene una sustancia compuesta en su gran mayoría por aminoácidos y azúcares conservando sus propiedades microbiológicas y organolépticas (Sánchez Aguirre et al. 2017); para este trabajo es de gran importancia dicho estudio, ya que permite conocer una forma de obtención de la miel de café que es primordial para la fabricación de bebidas antioxidantes en mezcla con algún otro solvente que pueda contrastar aportando las sustancias faltantes por ejemplo el té negro como se menciona en el informe.

#### **5.1.2.6 La cascarilla de café como cama avícola.**

De acuerdo con el trabajo presentado por A Ortiz, M. Valdivié y A. Elías del centro universitario de Guantánamo en Cuba, se realizó un estudio con 14.656 pollos, con el fin de sustituir la cáscara de arroz como cama avícola por cascarilla de café, todo esto debido a los costos que representaba el transporte y consecución de la cascarilla de arroz debido a que los cultivos de dicho producto se encontraban muy lejos del lugar de crianza de los pollos, allí se determina que la pulpa de café entrega resultados positivos en las mediciones, entregando ciertos aspectos con una superioridad mínima a la entregada por la cascarilla de arroz, adicional a ello la ventaja de poder contar con el material a un costo muy inferior que el normalmente invertido en

la cascarilla de arroz, así mismo los aspectos higiénico sanitarios de las camas permitían que en ambos productos se pudiera considerar la posibilidad de ser utilizados para una segunda crianza de pollos (Ortíz, et al. 2003), para este proyecto es de gran importancia, ya que se convierte en una estrategia de aprovechamiento que puede ser llevada un poco más allá, pues en la finca hay galpones dedicados a la crianza de pollos, razón por la cual se podría aplicar dicha estrategia, sumando a la de compostaje, la cual requiere la mezcla de estiércol con la pulpa de café, sin embargo es de anotar que la cantidad de pulpa producida en la finca es muy superior a la requerida para los galpones presentes en la finca los Monroy.

#### **5.1.2.7 Planta de Biogás Capucas**

En Honduras se adelantó un estudio de factibilidad para la construcción de 4 biodigestores que permiten llevar a cabo el aprovechamiento de los residuos generados a partir de el proceso de cultivo de café, la crianza y reproducción de ganado y cultivos típicos de la región, para ello se tuvo en cuenta las aguas residuales de fincas y empresas que tienen este tipo de actividades y realizan su disposición por canal húmedo, dentro de las cifras que ha representado el proyecto se cuenta con 300 metros cúbicos de aguas mieles, así como 4.500 toneladas/año de pulpa de café y un total de 2.000 toneladas/año de mucílago, la planta cuenta con un volumen de operación de 22.000 metros cúbicos y las medidas de los biodigestores son de 32 metros de diámetro por 7 metros de altura (Agualimpia Engineering, 2015), para esta investigación es de gran importancia estos desarrollos, ya que se genera conciencia sobre la importancia de tratar las aguas residuales en los procesos agroindustriales, así como el poder disponer de mecanismos actualizados que masifiquen operaciones de aprovechamiento de residuos y contribuyan a la reducción de los impactos ambientales generados por la ejecución de las actividades.

## 5.2 Marco Teórico

### 5.2.1 *Cifras del café a nivel mundial.*

En la actualidad las cifras de consumo de café van en aumento en comparación con las obtenidas en años anteriores y es que la producción mundial se aproxima ya a los casi 10.000 millones de kilos de café al año, lo que representa un consumo estimado por persona de 1,3 kilos de café al año (Periódico Criterio Hidalgo, 2019), en este sentido es necesario hablar de los países productores de café y es que de acuerdo con la Organización Internacional de Café (ICO por sus siglas en inglés) Brasil es el país con la mayor producción de café a nivel mundial registrando a cierre de 2020 69 millones de bolsas de 60 kg, en segundo lugar Vietnam con 29 millones de bolsas de 60 kg y en tercer lugar Colombia con una producción de 14,3 millones de bolsas de 60 kg, generando así el 32,7 % del total de exportaciones en el año (International Coffee Organization, 2020), si analizamos otra perspectiva y revisamos las cifras asociadas al consumo de café, encontramos en el top 5 de países más consumidores a Estados Unidos ocupando la quinta posición con un consumo promedio por habitante de 5 kilos, en cuarto lugar Brasil con un consumo promedio de 6 kilos, en tercer lugar Noruega con un consumo promedio de 9 kilos, en segundo lugar se encuentra Suecia con un consumo promedio de 10 kilos y encabezando el top se encuentra Finlandia que presenta un consumo promedio de 12 kilos. (Revista Semana, 2020).

De acuerdo con el departamento de Agricultura de Estados Unidos se espera un aumento en las cantidades de producción de la temporada 20-21, dado que a pesar de la pandemia mundial que ha tenido lugar en este último año, la demanda de café empieza a notarse en alza, así mismo el principal exportador de café a nivel mundial que es Brasil, proyecta un aumento en su producción de 9.1 millones de sacos y la misma dinámica en sentido proporcional se espera de

las grandes potencias como Colombia, India, América Central y México, mientras que por parte del continente asiático se esperan cosechas más pequeñas. (Agronegocios, 2020), en este orden de ideas y de acuerdo con (Organización Internacional del Café, 2021) la producción de café durante las últimas décadas ha venido en constante aumento al punto de casi cuadruplicar los números obtenidos en 1991 versus los obtenidos en 2018 con relación al valor de las exportaciones del producto, adicional a eso se puede concluir que la Pandemia COVID 19 ha influido certeramente en los comportamientos del mercado generando variaciones asociadas a las dinámicas adoptadas por las personas como respuesta a la crisis sanitaria mundial, sin embargo a pesar de dichas afectaciones, las proyecciones se siguen manteniendo a la alza y se evidencia un claro reflejo en el ajuste a las cadenas de suministro inmersas en este proceso, las cuales deben estar en constante monitoreo y gestión para así poder responder oportunamente a las necesidades de un mercado que cada vez es más volátil.

### ***5.2.2 Cifras del café a nivel nacional.***

En Colombia se cuenta con 7,3 millones de hectáreas dispuestas para la producción de café el cuál se ha caracterizado por ser reconocido internacionalmente por tener los mejores sabores y aromas; dentro de las variedades sembradas en suelo colombiano se encuentran Típicas, Borbón, Caturra, Maragogipe y variedad Colombia, ésta última fue creada por el Centro de Investigaciones de Café (Cenicafé), la cual presenta una resistencia a la Roya un tipo de enfermedad que afecta a los cultivos. (Asociación Nacional de Exportadores de Café de Colombia, 2018), es importante mencionar que el café de Colombia es reconocido mundialmente debido a las características propias que presenta con referencia a su sabor y aroma, también conocido como café arábigo suave lavado. En 2019 se presentaron importantes cifras de producción de 14.8 millones de sacos las cuales no se registraban desde hace aproximadamente

25 años cuando en 1992 se obtuvo una producción de 16,1 millones de sacos, la relación comparativa entre 2018 y 2019 nos muestra que existe un gran avance en producción con un aumento del 9%, un aumento en el indicador de exportación del 7% con 13,7 millones de sacos y un aumento del 31% en el cierre productivo de diciembre 2019 con 1,7 millones de sacos producidos; el éxito de estas cifras se debe principalmente a las características agropecuarias del terreno y los cultivos cafetales del país pues el 83% de las variedades cosechadas presentan resistencia a plagas, así mismo la edad promedio de los cafetales está en 6,6 años, una cifra muy positiva comparada con la obtenida por Cenicafé que sugiere de 4 a 5 años y por último la densidad promedio de los cafetales de 5.243 árboles/a que han registrado una productividad de 21,4 sacos/ha (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2020)

Si bien Colombia mundialmente es conocido por un producto insignia como es el café, es necesario mencionar que la mayor parte de su producción es exportada y que de los aproximadamente 14 millones de sacos producidos, para el consumo interno cuya demanda es de alrededor de 2.1 millones de sacos, solo se asigna 1.3 millones de sacos lo que genera un faltante para cubrir el mercado de 800.000 sacos que claramente terminan siendo importados, De acuerdo con la Federación Colombiana de Cafeteros, el consumo en el país se hace de manera costumbrista, es decir si bien el 99% de los hogares en Colombia consumen café lo hacen de manera ocasional y la cultura construida alrededor de ésta bebida es muy baja, las experiencias memorables no son comunes y simplemente se trata como un artículo más del hogar que no se consume en mayor medida; lo que contribuye a que aproximadamente el 38% del café destinado al consumo interno sea importado. (Periódico El Nuevo Siglo, 2021)

El 2021 a pesar de ser un año lleno de retos para la economía mundial a causa de la emergencia sanitaria decretada desde Marzo del 2020, se ha visto impactado positivamente con



las cosechas de café y es que de acuerdo con Roberto Vélez gerente general de la federación nacional de cafeteros, la cosecha durante el mes de marzo del 2021 incrementó en un 30% pasando de 806.000 sacos de 60 kg en 2020 a 1.050.000 sacos de 60 kg en 2021, y que además en el consolidado del primer trimestre se refleja un aumento de 300.000 sacos en comparación con el año 2020 pasando de 2.9 millones de sacos a 3.2 millones de sacos en el presente año, sumado a esto el precio por carga de 125 kg alcanzó un precio histórico de \$1.310.000 pesos colombianos, lo que atribuye Roberto como “Una de las pocas buenas noticias en la economía Colombiana”. (Radio Nacional de Colombia, 2021) En este mismo sentido se analizan otras perspectivas y es que en comparación con el promedio de los últimos años en Colombia se ha venido produciendo anualmente 14.1 millones de sacos de café que representaron en el 2019 un valor cercano a los 7.2 billones, sin embargo el resultado del 2020 fue de 13.9 millones de sacos de café razón por la cual se llevaría a deducir que el resultado monetario debería ir en esa misma orientación, sin embargo el resultado económico de la cosecha fue un valor cercano a los 9 billones de pesos, una de las principales razones para entender este efecto va ligada con el precio del café en la bolsa de Nueva York en donde el precio ha oscilado entre 95 centavos y 1.25 dólares, con una prima entre 45 y 50 centavos que sumado a la devaluación del peso frente al dólar han generado estos resultados económicos para la cosecha, se espera que muchas de las variables oscilen en los valores que se han presentado en el primer trimestre del año, de ser así se podría esperar que el 2021 sea un gran año para los caficultores con un valor de cosecha entre los 9.5 o 10 billones de pesos. (Periodico El Tiempo, 2021)

Sumado a esto el director ejecutivo del Comité Departamental de Cafeteros del Quindío José Martín Vásquez Arenas manifiesta que el incremento en el precio del café con relación al año inmediatamente anterior es decir 2020 es del 75%, indicó además que la variación en el

precio de la arroba de café es de \$62.550 pesos ya que en el 2020 se encontraba alrededor de \$80.000 pesos, mientras que para junio del 2021 la arroba tendría un valor de \$142.550 pesos, adicional a esto menciona que el precio de carga para el día 04 de Junio de 2021 de acuerdo a la información publicada por la Federación Nacional de Cafeteros era de \$1.425.000 pesos, de igual manera se señala las afectaciones evidenciadas en todo el proceso de exportación, tales como incumplimiento en las entregas y los saqueos en el puerto de Buenaventura producto de las protestas y desordenes sociales presentados en el país en meses anteriores, dinámicas que han generado que se deba acudir a planes alternos de mantenimiento del proceso de exportación por medio de otros puertos como Cartagena y Santa Marta. (Periódico La Crónica del Quindío, 2021)

Uno de los aspectos más relevantes relacionado con las exportaciones de café de Colombia es que después de más de una década el país vuelve a retomar el liderazgo en exportaciones hacia Estados Unidos, lugar que desde el 2009 le había quitado Brasil y no había cambiado hasta el 2019 y es que con las exportaciones por \$1.186 millones de dólares es apenas justo para superar las exportaciones brasileras que ascendieron a \$1.038 millones de dólares hacia el país norteamericano, teniendo en cuenta que el total de exportaciones de Colombia en el 2020 fue de alrededor de \$5.700 millones de dólares, las exportaciones a Estados Unidos representarían un 20.8% del total exportado, sin embargo dentro de los pronósticos se espera que Brasil aumente su exportación para este año a un 29% y Colombia a un 22%, así mismo los principales exportadores son completados por Vietnam con un 15% y Guatemala con un 6%; Cabe resaltar que tanto Colombia como Brasil han cedido terreno en la representación porcentual de exportaciones de Estados Unidos de acuerdo con las cifras del Departamento de Comercio, el Departamento de Agricultura y la Oficina del Censo de ese país, adicional a ello se ha evidenciado una serie de reducciones en la importación global en aproximadamente \$200

millones de dólares, cerrando con un valor cercano a los \$5.700 millones de dólares en importaciones por este concepto. (Periódico Portafolio, 2020).

### ***5.2.3 Cifras del café en el departamento del Tolima.***

En concordancia con las cifras de la Federación Nacional de Cafeteros en el departamento del Tolima se encuentran 108 mil hectáreas aproximadamente dedicadas al cultivo de café, las cuales son cultivadas por 61.538 familias y generando así un total de 170.214 empleos indirectos agrupando todas las etapas del proceso (Federación Nacional de Cafeteros, 2021), el departamento del Tolima es el tercer productor de café a nivel nacional gracias a que según las cifras del comité de cafeteros del Tolima, cuenta con 38 municipios cafeteros que se traducen en 70.516 fincas productoras de café , en donde se establece un área promedio de 1.56 de café por hectárea, lo que nos indica que su producción está mayoritariamente basada en pequeños y medianos productores. (Diario La Economía, 2019).

En el Tolima se puede evidenciar como ha sido ejecutada la renovación cafetera, pues se pueden identificar varios tipos de café, por ejemplo el 79.6% de los cultivos corresponden a variedades Castillo, Cenicafé 1 y Tabi con un total de 87.000 hectáreas sembradas, así mismo presenta variedades como el Caturra, Catimore y algunas otras que suman el 18.1% con aproximadamente 19.000 hectáreas de siembra y cerrando el abanico de variedades se encuentra las denominadas típicas del departamento con una representación de 2.4% con 2.600 hectáreas de siembra, el esfuerzo y dedicación por parte del departamento en materia de obtener cafés especiales y diferenciados ha sido importante, adicional a ello el departamento es reconocido por los programas adelantados en sentido de sostenibilidad, impacto ambiental y desarrollo social por medio de programas como conducta 4c el cual cuenta con la afiliación de más de 14.300 caficultores. (Diario La Economía, 2019); Adicionalmente desde la parte administrativa del

departamento, se tienen grandes metas a desarrollar con el sector caficultor y es que en palabras del actual gobernador Ricardo Orozco, el objetivo es que el departamento sea el segundo mayor productor de café en el país, posición que hoy ocupa el departamento de Antioquia, para este fin se ha garantizado una inversión de más de \$31.000 millones de pesos destinados a la renovación de cafetales y nuevas siembras, planes que ya se encuentran en marcha de la mano de la Federación Nacional de Cafeteros y el Comité de Cafeteros del Departamento. (Gobernación del Tolima, 2021).

La finca los Monroy se encuentra ubicada en el municipio de Anzoátegui ubicado a 75 kilómetros de Ibagué capital del departamento del Tolima, Anzoátegui cuenta con una población de 18.434 habitantes, es conocido por su gran variedad de fauna al ser una región altamente montañosa, de igual manera presenta una riqueza hídrica considerable gracias al nevado del Tolima del cual nacen dos ríos que circundan el municipio, así mismo dicho municipio es conocido por ser la puerta de entrada al parque natural de los nevados y por poseer varios destinos turísticos relacionados con fuentes hídricas como cascada Río Frío, laguna Las Mellizas, laguna El Encanto, laguna Bomboná, también por zonas montañosas como la reserva El Vergel, el cerro de Guambeima, la vereda Palomar y el Nevado del Tolima; la economía del municipio está basada en la siembra, cosecha y comercialización de productos agrícolas, ganaderos y servicios turísticos. (Gobernación del Tolima, 2021), la cosecha de la finca se encuentra distribuida de manera 75 – 25, lo que causa que durante el primer semestre del año se obtenga una producción cercana a los 19.740 Kg de café pergamino seco aproximadamente, mientras que durante el segundo semestre del año se obtiene una producción cercana a los 2.940 kg de café pergamino seco, la finca los Monroy cuenta con una extensión de 10 hectáreas dedicadas a la

siembra y cosecha de café pergamino seco, el proceso de “Beneficio del café” se realiza de manera tradicional mediante agua lo que comprende las etapas de despulpado, lavado y secado.

De acuerdo con las investigaciones efectuadas por Cenicafé se evidencia que existen varias opciones de mejora en los procesos realizados durante la cosecha y alistamiento del producto final de café, es claro que el impacto ambiental con relación a la utilización del agua así como la generación de residuos es considerable y se deben crear estrategias entorno a ellos para hacer de este un proceso mucho más sostenible, específicamente existen varias organizaciones que se han dedicado a la investigación e innovación en este sentido y han generado grandes avances con relación a esto, un ejemplo de ello es Cenicafé que se ha encargado de investigar y generar conocimiento que los caficultores puedan poner en práctica de manera sencilla y clara y así puedan aumentar la sostenibilidad de sus fincas, una de las grandes estrategias que han propuesto es el de llevar a cabo el proceso de despulpado sin la utilización del agua por medio de la tecnología que ellos denominan “Becolsub” (Beneficio ecológico del café y aprovechamiento de los subproductos) (Cenicafé, 2015).

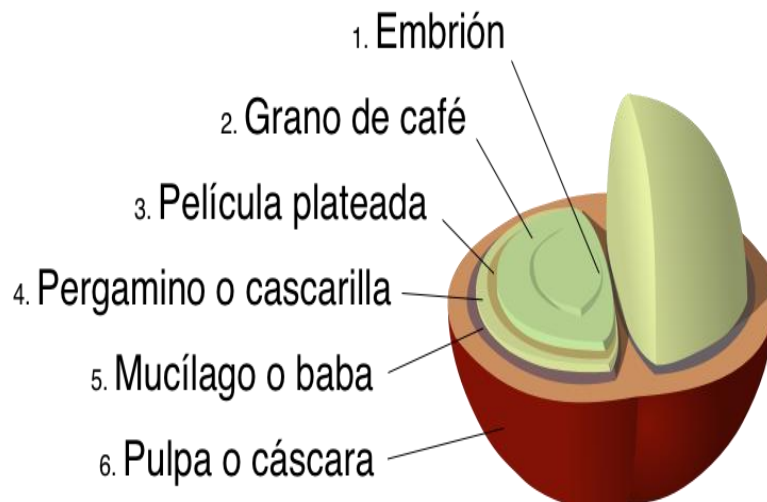
#### **5.2.4 Partes del café.**

Cafeto se denomina a la planta que produce los frutos del café, de acuerdo con el clima, la ubicación geográfica y las propiedades de la tierra dependerá el tipo de café que se obtiene así como el tiempo de duración y época de ser cosechado, dicho fruto presenta un color verde, rojizo y morado brillante y se caracteriza por ser carnoso muy similar a las cerezas, en el interior se encuentran dos semillas de café en forma de grano, las cuales se encuentran recubiertas por una membrana de apariencia transparente la cual es conocida como pergamino. (Inception Coffe, 2020).

El fruto del café se encuentra dividido en siete capas, su primera capa o parte más externa es conocida como pulpa o cáscara, técnicamente también es conocida como epicarpio o epidermis y se caracteriza por proteger al fruto, así mismo se encarga de la tonalidad de este y depende del tipo y la madurez que tenga para determinar su pigmentación la cual puede ir desde tonos verdes amarillentos a tonos rojizos o morados, la segunda parte corresponde a la conocida como mucilago o baba que técnicamente es tratada como mesocarpio, es una sustancia de consistencia gelatinosa y de un color crema o transparente, la tercer capa es conocida como pergamino o cascarilla y técnicamente es tratada como endocarpio, hace referencia a una capa de pre recubrimiento de la semilla y se caracteriza por ser áspera y de color cremoso, la cuarta capa es conocida película plateada o técnicamente tratada como espermoderma es una sustancia de consistencia de unguento que recubre el grano, la quinta capa es conocida como grano de café o técnicamente conocido como endospermo, hace referencia a las dos semillas que son contenidas por cada cereza de café generalmente presentan una tonalidad verdosa o amarillenta y es la semilla que se comercializa y la última capa es conocida como embrión y hace referencia a la parte ubicada en la superficie de la semilla, en la Figura 1 se puede observar gráficamente la composición de las siete capas anteriormente mencionadas a mayor detalle:

## **Figura 2**

*Detalle de las Siete Capas del Café.*



Nota. Reproducida de Estructura del Fruto de Café, de Inception Coffee, 2020 ([www.inceptioncoffee.com](http://www.inceptioncoffee.com)). CC BY 2.0

#### 5.2.5 *Proceso del cultivo de café.*

El cultivo de café inicia con la plantación de la semilla la cual brota sus primeras hojas entre 60 y 65 días posteriores a la siembra, durante este tiempo se debe proteger del sol y la lluvia; cuando los árboles tienen entre 150 días y 180 días después de haber sido sembrados deben ser trasladados al campo donde culminarán su etapa de crecimiento, posterior a ello cuando los cafetos tienen entre 540 y 600 días producen su primera floración, la cual tarda entre tres a cuatro meses en dar el fruto maduro color rojizo también conocido como “Cereza”, dicho fruto es recogido de forma manual en los cafetales colombianos. Posterior a la cosecha se lava el grano mediante una técnica llamada “Beneficio” la cual consiste en sumergir los granos de café retirando los flotantes y dejando el resto de 18 a 24 horas, esto con el fin de poder retirar el mucílago y dejando listo el grano para secar hasta quedar con una humedad del 12% (Asociación Nacional de Exportadores de Café de Colombia, 2018). La producción de café va en aumento de acuerdo con la maduración del cafeto hasta un promedio de 4 o 5 cosechas, luego de esto es

necesario hacer una renovación de lotes que de paso a nuevos palos. (Federación de Cafeteros, 2008)

Las cosechas son distribuidas de acuerdo a las condiciones geográficas y climáticas que presente la región donde son sembradas generalmente se dan dos cosechas en el año, la de mayor abundancia se denomina “Cosecha principal” y la de menor abundancia se denomina “Cosecha de mitaca o traviesa” y de acuerdo con las características propias del lugar donde es sembrado se puede distribuir de 5 formas distintas: la primera forma obedece al 75% del total de la cosecha durante el primer semestre y el 25% restante durante el segundo semestre, esta distribución se da en zonas como Cundinamarca, Nariño, Cauca, Tolima, Huila, Quindío y Valle, la segunda forma es el 25% del total de la cosecha el primer semestre y el 75% restante en el segundo semestre, esta distribución se da en zonas como Antioquia, Caldas, Risaralda, Valle, Norte de Santander, Boyacá y Huila, la tercera forma es el 50% del total de la cosecha durante el primer semestre y el 50% restante durante el segundo semestre, esta distribución se da en zonas como Risaralda, Tolima, Valle, Quindío, Caldas, Cundinamarca, Huila, Cauca y Boyacá, la cuarta forma es el 100% de la cosecha durante el primer semestre y el 0% durante el segundo semestre y la quinta y última forma es el 0% de la cosecha durante el primer semestre y el 100% restante durante el segundo semestre; estas dos últimas se dan debido a que en zonas como Cesar, Magdalena, La Guajira, Norte de Santander, Santander y algunas zonas de Antioquia se da sólo una cosecha al año. (Federación de Cafeteros, 2008).

La recolección del café debe hacerse cuando el fruto tome una tonalidad rojiza intensa, esto da a entender que éste se encuentra en estado maduro y está listo para ser cosechado, hay que tener en cuenta que tanto los frutos que se encuentran verdes o “Pintones” con aproximadamente 30 semanas después de la afloración como los que se encuentran casi secos o



sobre madurados con aproximadamente 36 semanas no tendrán el peso adecuado para su cosecha y su recolección implicará que se requiera más frutos para la obtención de cierta cantidad de pergamino seco (Federación de Cafeteros, 2008), posterior a ello se procede a continuar con el siguiente paso en el proceso productivo correspondiente al denominado “Beneficio del café” en el cual se tienen en cuenta las etapas de despulpado, remoción del mucilago, lavado y secado; el despulpado inicia con el recibo del café en una tolva, la cual se encarga de transportar los frutos maduros por medio de gravedad y no requiere transporte por agua, es necesario que este proceso se realice con un tiempo de cosecha inferior a seis (6) horas ya que se puede ver afectada la calidad de la bebida; el despulpado como tal consiste en el retiro de la pulpa de café por medio de presión gracias a los componentes del fruto maduro tales como son el mucilago y la baba o “miel” que hacen posible la extracción de la cereza al ejercer presión al fruto. (Federación de Cafeteros, 2020), luego del despulpado se continúa con el retiro del mucilago el cual es conocido comúnmente por ser la baba que recubre el grano que ha sido despulpado, para llevar a cabo la remoción de dicha baba es necesario que se haga una fermentación ya sea natural o mecánica, allí se procede a almacenar los granos despulpados de 12 a 18 horas dependiendo el clima en el que se encuentre, entre menor sea la temperatura ambiente más tiempo de fermentación se requiere, comúnmente para saber si el mucilago se puede retirar se toma una muestra y se lava, posterior a ello se procede a frotar los granos con las manos esperando un sonido áspero como de “Cascajo”, esto indica que el café está listo para pasar al siguiente proceso que corresponde al lavado, este proceso debe realizarse en una especie de tina con los bordes redondeados donde se coloca el café fermentado se adiciona agua y debe agitarse constantemente con una paleta con el fin de que el grano quede con la menor cantidad de fermento adherido, luego se debe drenar el residuo del lavado por medio de una boquilla o sifón ubicado en la parte inferior de la tina, este

proceso se debe repetir dos veces más para garantizar el retiro total del mucilago y obtener así el grano, luego de estas tres (3) primeras lavadas, se debe realizar una cuarta en donde se debe cubrir al menos 5 centímetros por encima los granos de café con agua, con el fin de poder retirar de la masa aquellos que flotan ya que corresponden a granos vanos o también llamados “pasillas” y no representan una buena relación para el caficultor entre su peso y obtención del pergamino seco. (Federacion de Cafeteros, 2020)

Luego del lavado es necesario llevar a cabo el proceso de secado ya que, de acuerdo con las normas vigentes para la comercialización del café pergamino seco es necesario que el grano tenga una humedad entre el 10% y 12%; el secado se puede realizar tanto natural como mecánicamente, el secado natural consiste en dejar que el sol y el aire se encarguen de realizar el proceso y para ello son utilizadas diferentes técnicas que se asocian al punto mismo donde se va a realizar el procedimiento, en general los puntos que convergen en dichas técnicas son un espacio especial destinado para el secado, en donde se pueda almacenar la luz del sol o donde entre de forma directa, además se requiere la circulación del aire y una inclinación en la superficie de al menos el 1% con el fin de evitar los encharcamientos, de igual manera la masa que se dispone para el secado debe tener un máximo de 3,5 centímetros de espesor y se debe revolver por lo menos 4 veces al día garantizando un secado parejo del grano, el tiempo promedio de secado del café por método natural es de 7 a 15 días, dependiendo del clima y las lluvias que se presenten durante el proceso; el secado mecánico se realiza por medio de cámaras donde es introducida la masa de café en donde son puestas a corrientes de aire caliente de aproximadamente 50°C las cuales son impulsadas por un ventilador de forma pareja, el aire es calentado mediante quemadores o estufas, la estructura es conocida como silo de secado y maneja capas de masa de aproximadamente 40 centímetros de grosor, allí el café debe estar

siendo agitado constantemente con intervalos máximos de una hora, el tiempo promedio del secado de café por método mecánico es entre 25 y 30 horas. (Cenicafé, 2020).

### **5.2.6 Sistema de gestión ambiental ISO 14001 – 2015**

Esta norma internacional plantea los requisitos de un Sistema de Gestión Ambiental que logre un equilibrio entre tres pilares: 1) el medio ambiente, 2) sociedad y 3) la economía; ayudando a las organizaciones a controlar el impacto ambiental y lograr un crecimiento sostenible, dado que durante los últimos años la preocupación por el medio ambiente ha aumentado y se ha convertido en una preocupación mundial por el calentamiento global, cambio climático, entre otros problemas de contaminación; es por esto que las organizaciones pueden contribuir directamente en el cuidado ambiental tomando como herramienta la NTC ISO 140001 de 2015 liderada por el comité técnico de ISO 207, la cual tiene origen en la cumbre de la tierra realizada en 1992 (Online Browsing Platform, 2015).

Esta norma tiene una estructura de alto nivel y puede ser implementada en cualquier organización independientemente del tamaño, sector y ubicación geográfica; entendiéndose que una organización es una persona o grupo de personas que tienen sus propias funciones y responsabilidades, autoridades y relaciones para el logro de sus objetivos tales como la finca Los Monroy; lo que las compromete a:

1. Identificar los requisitos legales e impactos ambientales asociados a sus actividades, productos y servicios.
2. Fomentar la responsabilidad de la dirección y trabajadores en la protección del medio ambiente.
3. Ejecutar el ciclo de vida (compuesto por la adquisición de materias primas, el diseño, la producción, el transporte/entrega, el uso, el tratamiento al finalizar la vida y la

disposición final), para poder realizar actividades que no influyan negativamente sobre el medio ambiente.

4. Generar sistemas que faciliten alcanzar objetivos ambientales.
5. Fomentar que los proveedores establezcan sistemas de gestión ambientales.
6. Evaluar todos los resultados obtenidos con base en la política ambiental y objetivos fijados.

Por otro lado, el enfoque de la norma está basado en el ciclo de mejora PHVA, ya que proporciona un proceso iterativo para lograr la mejora continua:

**Planificar:** implantar objetivos ambientales y los procesos requeridos para generar y proporcionar resultados de acuerdo con la política ambiental de la organización.

**Hacer:** ejecutar los procesos de acuerdo con el plan.

**Verificar:** Controlar, monitorear y medir los procesos respecto a la política ambiental, compromisos, objetivos ambientales y criterios operacionales, e informar de sus resultados.

**Actuar:** emprender acciones para mejorar continuamente.

**Figura 3**



Nota. Reproducida de relación entre el modelo PHVA y el marco de referencia en esta Norma Internacional, de ISO, 2020 ([www.iso.org.com](http://www.iso.org.com)). CC BY 2.0 Ilustra cómo desde la Norma Internacional se puede integrar en el modelo PHVA, con el fin de comprender la importancia de un enfoque de sistema.

Además, tiene en cuenta el Ciclo de Vida del producto o servicio con el fin de que la organización defina:

1. Controles para abordar en el proceso de diseño los requisitos ambientales.
2. Criterios de compra en cumplimiento a los requisitos ambientales.
3. Metodología de comunicación de los requisitos ambientales a proveedores, subcontratistas y consumidor final.

La ISO 14001, está dividida en 10 cláusulas o capítulos, del 1, 2 y 3 establecen las generalidades, los objetivos y campos de aplicación, las referencias normativas y los términos y definiciones.

Del capítulo 4 al 10 se detallan los requisitos del Sistema de Gestión de Ambiental a implementar, la importancia de identificar el contexto, las necesidades y expectativas de los

interesados fortaleciendo el liderazgo y compromiso de la alta dirección con el sistema de ambiental, con el fin de direccionar los riesgos y oportunidades hacia el logro de los objetivos, a través de la asignación de recursos que soporten los procesos y transformen los requisitos encaminados a las operaciones y controles en bienes y servicios de ambientalmente sostenibles; ya que esta versión busca una mayor protección al medio ambiente, incluir el medio ambiente como elemento estratégico, potencializar el ciclo de vida de un producto o servicio e involucrar a la alta dirección en el Sistema de Gestión Ambiental e inquiriere en que las organizaciones abarquen aspectos como el control y gestión de emisiones, vertidos y residuos al evitar la utilización y manejo de materiales peligrosos o contaminantes y reducir la generación de residuos y mejorar en la eficacia y reducción del costo energético al conservar los recursos naturales tales como el agua, al realizar iniciativas ambientales.


### **5.2.7 Economía circular.**

El presidente Iván Duque en el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 introduce la estrategia nacional de economía circular con el fin de fortalecer el modelo de desarrollo económico, ambiental y social en línea con el desarrollo sostenible, el eficiente uso de agua energía y la recuperación de ecosistemas, a partir de la teoría de “producir conservando y conservar produciendo” (ANDI, 2019), y el cual es un vehículo central para cumplir con las metas de la Política de Crecimiento Verde de aumentar la tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos hasta el 17,9%, el porcentaje de residuos sólidos efectivamente aprovechados a un 30% y participación de la producción agrícola que cumple con criterios de crecimiento verde al 10% en el año 2030 (Departamento Nacional de Planeación, 2018), Transformar la economía lineal a la circular implica un proceso de cambio y ajuste del paradigma productivo y de consumo de las organizaciones e individuos y su primera tipología indica que el material

desechado es utilizado como materia prima, como lo es el caso de la pulpa de café residual; en la cual se debe tener en consideración tecnología o herramientas para el reciclaje, aprovechamiento y tratamiento, definir los sistemas de recolección y separación, limpieza y procesamiento de cada material reciclado, así como, su comercialización.

**Tabla 1**

*Modelo de valoración de residuos aplicable a este proyecto*

<b>Modelos de valoración de residuos</b>	
	Residuos son utilizados en aplicaciones diferentes
	Ejemplos: Aprovechamiento energético de residuos en hornos cementeros y aprovechamiento de materiales y las tecnologías para generar energía renovable.
	Evita la extracción de materias primas vírgenes y fuentes de energía, además de disminuir los residuos que van a disposición final.

Además de obtener los siguientes beneficios económicos y sociales, tales como, reducción de costos de materia prima, cumplimiento a la normatividad, manejo de residuos y control de emisiones; generación de empleo, fortalecen el tejido social y las capacidades por el uso colectivo de productos y servicios; ingresos por ventas de subproductos y atracción de fuentes de financiación nuevas. (Korhonen et al. 2018)

### 5.3 Marco Legal.

#### 5.3.1 Decreto 1594 de 1984.

En donde se reglamenta sobre los usos del agua y residuos líquidos, indicando en su artículo número 89 que las disposiciones del decreto aplican también para la actividad

denominada como “Beneficio del café”, allí claramente se da un alcance por medio de EMAR que es la entidad encargada del manejo y administración del recurso y el ministerio de salud para ser oficialmente los entes reguladores de la no contaminación de los vertientes hídricos por medio de las diversas causas que pueden llegar a cometerse; este decreto es de gran importancia para el desarrollo de las actividades de la finca los Monroy, pues en algunas ocasiones se ha realizado de manera errada la disposición de la pulpa de café, más exactamente en contravía de lo que plantea el presente decreto, es así como al generar una estrategia de aprovechamiento se debe tener en cuenta las reglamentaciones estipuladas para generar no solo un impacto a nivel de mejorar la disposición del residuo y diversificar el mercado caficultor, sino también en el aspecto de mitigación de riesgos asociados a sanciones por la contaminación a las vertientes hídricas y el mal manejo del desecho de residuos propios de la actividad comercial de la finca. (Ministerio de Agricultura, 1984). Este decreto es de gran importancia para el desarrollo de las estrategias, pues se debe considerar el proceso de aprovechamiento más la disposición final del residuo de dicha operación y que en caso de contar con solventes acuosos es necesario garantizar que no genere contaminación o que su tratamiento esté completo y cumpla con los requisitos exigidos por la norma.

### **5.3.2 Decreto 3440 de 2004.**

Por medio del cual se modifica el decreto 3100 de 2003 y se adoptan otras disposiciones, particularmente en el artículo 3 del decreto se menciona el cobro de la tasa retributiva la cual va de la mano con lo expresado en el decreto 1594 de 1984 donde se dictaminan los porcentajes de aceptación de pH del agua como residuo del proceso de cultivo y cosecha de café en Colombia, integralmente se indica que el agua debe presentar un pH de 5 a 9 unidades para poder ser vertida en los sitios dispuestos para ello, lo que impacta en gran medida las operaciones realizadas con la



pulpa de café, ya que tiende a tener una composición ácida lo que directamente modifica el pH del agua con la cual tiene contacto, en este orden de ideas se debe realizar un tratamiento al agua producto de operaciones como el beneficio del café para que esta pueda ser desechada adecuadamente. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004), para el desarrollo del proyecto es de vital importancia conocer esta norma, pues se debe garantizar el cumplimiento de la norma frente al residuo producto del aprovechamiento que se realice, por esta razón se debe tener absoluto control y monitoreo sobre el pH de los fluidos resultantes de la estrategia de aprovechamiento.

### **5.3.3 Decreto 3930 de 2010.**

Por medio del cual se actualiza lo consignado en el decreto 1594 de 1984 ya que como se evidencia en el decreto actual mediante sentencia del consejo de estado de agosto 14 de 1992 varios de sus artículos fueron declarados nulos, de igual manera y posterior a ello mediante la ley 99 de 1993 se crea el ministerio de ambiente hoy conocido como ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; en este decreto del 2010 se establecen las disposiciones asociadas a los recursos hídricos teniendo en cuenta el ordenamiento y los vertimientos de éste . (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010), es de importancia este decreto para nuestro proyecto ya que se actualizan las disposiciones legales del uso del agua para el sector agrícola, de igual manera las directrices orientadas a los métodos y sistemas de disposición y vertimiento de las aguas residuales productos de la operación así como la claridad de las diferentes jurisdicciones y organismos gubernamentales encargados de la regulación de la norma.

#### **5.3.4 Ley 1450 de 2011.**

Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014 y por la cual el artículo 211 modificó y adicionó el artículo 42 de la ley 99 de 1993 mediante el parágrafo 1 en donde se indica que la aplicación de las tasas retributivas se darán incluso si la contaminación evidenciada se encuentra por encima de los límites permisibles y que bajo ninguna medida el cobro de dicha tasa implica la aceptación de la práctica infractora en la cual se basó el castigo, en el parágrafo 2 hace referencia a todos los recursos que vienen del cobro de dichas tasas deberán ser destinados como inversión para la descontaminación y monitoreo sobre la calidad del recurso, de igual manera la autoridad ambiental podrá hacer uso del 10% de los recursos recaudados para sanear los gastos causados por la ejecución y seguimiento de la tasa. (Función Pública, 2011).

## **6 Marco de Referencia.**

### **6.1 Recolección de la Información.**

#### **6.1.1 Tipo de investigación.**

El tipo de investigación que orienta el presente proyecto de grado es descriptivo, en consideración que especifica las características de la finca Los Monroy en su operación actual; y explicativa, al dar respuesta a la problemática identificada referente a la inadecuada disposición de la pulpa de café residual, lo que hace viable identificar estrategias de aprovechamiento de esta biomasa; y la naturaleza de los datos utilizados es mixta (cuantitativos y cualitativas).

#### **6.1.2 Fuentes de obtención de la información.**

Para el desarrollo de este proyecto se emplearán las siguientes fuentes de información:

**Fuentes Primarias:** la información se obtuvo directamente de administrador de la finca los Monroy, el señor Damián Monroy Gómez mediante reuniones por video llamadas y

entrevistas y el suministro de datos e indicadores sobre la producción de la pulpa de café residual durante el año 2020 y el 1Q del 2021.

**Fuentes Secundarias:** Este proyecto se apoya en diversos trabajos de investigación como: revistas, tesis, monografías, artículos, páginas especializadas, libros electrónicos, los cuales hacen referencia dentro del cuerpo de trabajo.

### 6.1.3 Herramientas.

Las herramientas por utilizar en la fase 1 es la Matriz GUT, permite priorizar los problemas que está generando la inadecuada disposición de la pulpa de café con base en la opinión de la comunidad que vive cerca de la finca, de acuerdo con la gravedad, urgencia y tendencia con el objetivo de solucionarlos. Los pasos para para la construcción de la herramienta son los siguientes:

1. Listar los problemas o puntos para el análisis.
2. Asignar un puntaje de 1 a 5 de acuerdo con la intensidad de las tres variables para cada problema. (Tabla 2).
3. Multiplicar los valores de las tres variables de cada problema (GxUxT).
4. El mayor valor debe ser el punto por priorizar.

La tabla número 1 establece el puntaje para calificar los problemas de acuerdo a la gravedad, urgencia y tendencia. (Mortara, Tabone, & Zanfrillo, 2019).

**Tabla 2**

*Puntaje para cada variable*

<b>Valoración</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Urgencia</b>	<b>Tendencia</b>
<b>5</b>	Extremadamente grave	Precisa acción inmediata	Situación que empeorará inmediatamente si no se hace nada

4	Muy grave	Es urgente	Situación que empeorará a corto plazo
3	Grave	Debe resolverse lo más rápido posible	Situación que empeorará a mediano plazo
2	Poco grave	Poco urgente, se puede esperar un poco	Situación que empeorará a largo plazo
1	Sin gravedad	Situación que puede esperar	Situación que no empeorará si no se hace nada

Nota. Puntuación por variables para utilizar la matriz GUT, de (Mortara, Tabone, & Zanfrillo, 2019).

Durante la fase 2 se utilizará el Análisis DAFO, es un procedimiento utilizado para evaluar el posicionamiento estratégico de una empresa o en este caso la finca los Monroy, refiriendo el presente y las expectativas al identificar las debilidades, amenazas, fuerzas y oportunidades (Manso Coronado, 2003).

Por otro lado, se utilizó un software de diseño 3D llamado SketchUp con el fin de plantear la distribución de la finca los Monroy para determinar las alternativas de aprovechamiento de pulpa de café óptimas (Domestika, 2021).

Finalmente, para la fase 3 se hará uso del método Analytic Hierarchy Process – AHP o Proceso Analítico Jerárquico para determinar las estrategias de aprovechamiento óptimas para la finca los Monroy, el cual plantea una estructura básica de tres niveles estableciendo como base un número finito de alternativas y criterios con el fin de tomar una decisión (Claver Gil & Sebastián Pérez, 2016).

#### **6.1.4 Metodología.**

El diseño metodológico está distribuido en tres fases en cumplimiento a los objetivos planteados, y las actividades a realizar por fase, así como los métodos y herramientas utilizados con base en la Guía metodológica para el desarrollo de trabajos de grado de la Universidad ECCI.

### 6.1.4.1 Fases del estudio.

La tabla número 3 establece la metodología del proyecto para el cumplimiento de los objetivos.

**Tabla 3**

*Metodología del proyecto*

<b>Fase 1</b>		
<b>Objetivo</b>	<b>Método/ Herramienta</b>	<b>Actividad</b>
<b>1</b> Analizar los impactos generados por la finca los Monroy resultado del desecho inadecuado de la pulpa de café.	1. Entrevista 2. Matriz GUT	1. Entrevistar al administrador sobre los impactos generados por el inadecuado desecho de la pulpa de café 2. Priorizar los efectos generados teniendo en cuenta el proceso, regularidad de la producción y disposición realizada en la finca los Monroy
<b>Fase 2</b>		
<b>2</b> Identificar las características de la finca los Monroy y la pulpa de café allí producida para la generación de estrategias de aprovechamiento.	1. Software SketchUp 2. Análisis DAFO 3. Ficha técnica	1. Realizar un diagnóstico de la distribución de la finca los Monroy 2. Evaluar el estado actual de la finca los Monroy dadas las estrategias de aprovechamiento 3. Revisar indicadores respecto a la cantidad de pulpa dada en cada cosecha 4. Realizar una caracterización de la pulpa generada en la finca los Monroy por tipo de café
<b>Fase 3</b>		
<b>3</b> Definir y plantear estrategias de aprovechamiento que sean factibles para la finca los Monroy.	1. Revisión documental 2. Herramienta AHP o PJA	1. Recopilar información sobre el uso de pulpa de café para la generación de productos 2. Realizar un análisis comparativo de las alternativas de

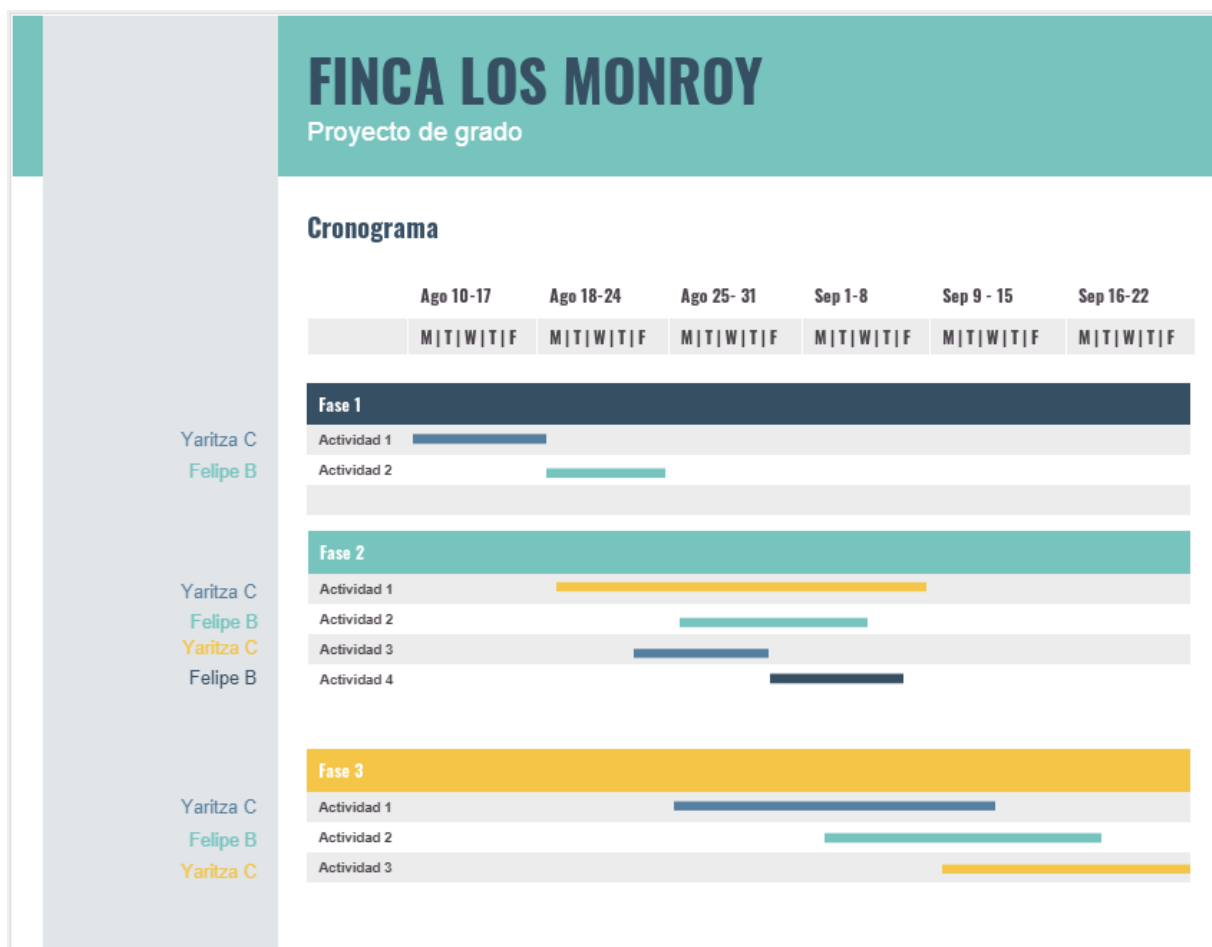
aprovechamiento óptimas  
para la finca los Monroy.

Nota. Metodología definida para la ejecución del proyecto por fases, Autores

**6.1.4.2 Cronograma.** Se establece cronograma del proyecto dado que permite identificar el tiempo requerido para la ejecución de cada una de las actividades establecidas por fase y controlar la consecución de los objetivos.

### Figura 4

*Puntaje para cada variable*



Nota. Metodología definida para la ejecución del proyecto por fases, Autores

### **6.1.5 Información recopilada.**

Durante el proceso de diagnóstico del proyecto se recopiló información necesaria para el desarrollo de cada una de las fases.

#### **Fase 1**

**6.1.5.1 Entrevista al administrador de la Finca los Monroy.** Se realizó una entrevista al administrador de la finca el 10 de junio de 2021, con el fin de determinar sus necesidades, proceso productivo y dar a conocer la propuesta académica a la que está enfocada el proyecto.

**Entrevistado:** Damián Monroy

**Entrevistador:** Yaritza Castro Fandiño

#### **Preguntas/Respuestas:**

1. ¿Qué café produce la finca?

Esta finca produce tres tipos de café: borbón, castillo arábigo, y caturra este último es un café nativo y de grano grande lo que facilita la tostión; en una cosecha primaria que va de marzo a junio se producen alrededor de 1050 kilos de café y este se recolecta de lunes a sábado.

2. ¿Cuáles son sus clientes?

Les vendemos a intermediarios por sacos y estos a su vez al comité de cafeteros, dado que solo realizamos el secado del grano. Un saco de café pesa 125 Kg y este puede venderse a \$1.500.000, este precio varía todos los días por el cambio de la bolsa de Nueva York.

3. ¿Qué otros mercados tienen la finca?

Producimos maíz, frijol, yuca, plátano, banano, caña para consumo y venta en el pueblo y también criamos pollos y vendemos huevos.

4. ¿Qué están haciendo con la pulpa de café?

Ahora la botamos, ya que antes tratamos de hacer abono, pero eso nos quemó los suelos por los ácidos que tiene, llegaron roedores que dañaron los cultivos de maíz, frijol y plátano y el agua que salía del beneficiadero contaminó el lago, yo creo que por eso se murieron los peces.

5. ¿Le gustaría que trabajáramos en estrategias para el aprovechamiento de la pulpa de café?

Sí, yo sé que se podrían hacer muchas cosas con ese residuo, pero la verdad no dispongo del tiempo y conocimiento para aprovecharla, como le mencione quise utilizarlo como abono, pero no funcionó.

**6.1.5.2 Encuesta.** Se realizaron 20 encuestas a propietarios y recolectores del municipio de Anzoátegui, la tabla número 4 detalla las preguntas formuladas, opciones de respuesta y resultados obtenidos.

**Tabla 4**

*Encuesta*

N.	Pregunta	Opciones	N. Respuestas	%
1	¿Qué impactos ambientales ha tenido usted por la inadecuada disposición de la pulpa de café por parte de la finca Los Monroy?	Contaminación del agua	8	40
		Contaminación del aire o atmosférica	7	35
		Residuos Sólidos	1	5
		Erosión del suelo	3	15
		Plagas	1	5
2	¿Sabe cuál es la cantidad de pulpa de café que produce cada cosecha?	Sí	4	20
		No	16	80
3	¿Conoce los usos que podría tener la pulpa de café?	Sí	2	10
		No	18	90
4	¿Compraría un producto elaborado a base de la pulpa de café?	Sí	16	80
		No	4	20
5	¿Le gustaría conocer estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café?	Sí	14	70
		No	6	30

Nota. Estructura de la encuesta aplicada a personas del entorno a la finca los Monroy y sus resultados, Autores

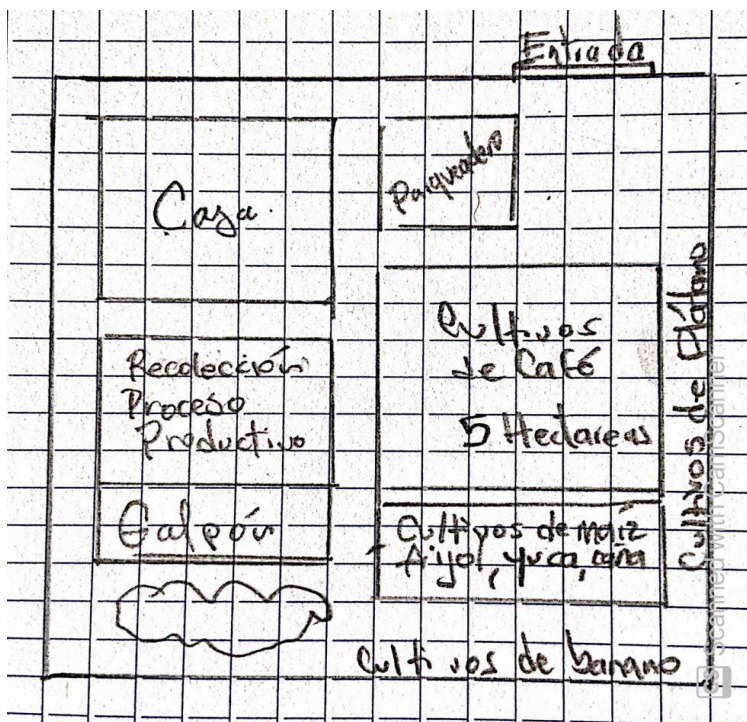


## Fase 2

**6.1.5.3 Croquis de la distribución de la finca los Monroy.** El administrador de la finca suministró el croquis de la distribución de la finca, elaborado a mano:

### Figura 5

*Distribución de la Finca los Monroy*



Nota. Plano de la finca los Monroy suministrado por el administrador, Autores

**6.1.5.4 Producción de pulpa de café en la Finca Los Monroy.** Del proceso de despulpe anual en la finca se obtuvo 15.120 kg de pulpa de café en el año 2020 y 14.003 kg durante el 2021, resultado de dos cosechas de café anuales (primaria y secundaria), la tabla número 5 detalla la cantidad de pulpa de fruta resultado del proceso de producción de café en la finca los Monroy.

**Tabla 5***Producción Estimada de Pulpa de Café por Cosecha en la Finca Los Monroy*

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Kg de pulpa de café</b>	<b>%</b>	<b>Tipo de Cosecha</b>
<b>2020</b>	Enero	454	0,03	Secundaria
	Marzo	4536	0,30	Principal
	Abril	3780	0,25	
	Mayo	1814	0,12	
	Junio	1210	0,08	Secundaria
	Noviembre	1966	0,13	
	Diciembre	1361	0,09	
<b>2021</b>	Enero	1037	0,06	Secundaria
	Marzo	4840	0,28	Principal
	Abril	4322	0,25	
	Mayo	2247	0,13	
	Junio	1556	0,09	
<b>Total Pulpa de Café 2020</b>		<b>15120</b>	<b>100</b>	
<b>Total Pulpa de Café 2021</b>		<b>14003</b>	<b>81</b>	

Nota. Producción de pulpa de café en la finca los Monroy en cada una de las cosechas durante los últimos 12 meses, Autores

### **Fase 3.**

#### **6.1.5.5 Usos de pulpa de café acuerdo a los trabajos investigados.**

Se recopila información de acuerdo con diferentes trabajos de investigación, artículos y páginas especializadas sobre alternativas de aprovechamiento, tomando como referente la pulpa de café utilizada, tiempo requerido, proceso, rendimientos e impactos. La tabla número 6 recopila información de las diferentes alternativas de aprovechamiento de pulpa de café con base en los materiales escritos referenciados.

Tabla 6

Usos de pulpa de café acuerdo a los trabajos investigados.

Alternativa	Pulpa de café utilizada	Tiempo requerido	Proceso	Rendimientos	Impacto
<b>Hongos (Cenicafé, 2008)</b>	Pergamino	45 días	Despulpe, empaque (25 kg), preñe, inoculación, incubación, fructificación.	De 25 toneladas de pulpa fresca, se puede producir 2 toneladas de	<i>Social:</i> Los hongos son de consumo humano <i>Ambiental:</i> los residuos, que pueden utilizar en alimentación de rumiantes o en lombricultivos.
<b>Compostaje (Torres Ampuero, 2012)</b>	Pergamino	5 meses	Procesamiento de pulpa, lombricultura.	Produce 73.25 kilos de compostaje a partir de 100 kilos de pulpa	<i>Ambiental:</i> Enriquecen con nutrimentos los suelos mejoran sus condiciones físicas Aportan microorganismos que le dan vida al suelo, hacen más productivos los suelos. <i>Económicos:</i> Se pueden producir en la misma finca a partir de cualquier residuo vegetal y evitan altos costos de fertilización.
<b>Harina de pulpa de café (Ramirez Velez &amp; Jaramillo López, 2013)</b>	Sin especificar	26 días	Secado solar invernadero, secado manual, secado mecánico (calentamiento, vaporización, secado, estabilización), control de calidad de humedad,	Sin especificar	<i>Ambiental:</i> El proceso de despulpado y lavado de 1 kg café genera una cantidad de agua y material contaminante equivalente a aquella producida por 6 personas en un día, por sus características fisicoquímicas y carga orgánica, acidez y contenido sedimentable, ocasionan cambios, al contacto con el agua, en sus propiedades afectando la viscosidad del agua, color, turbiedad, transparencia, temperatura, olor y sabor, y se eleva la demanda química y biológica de oxígeno, causando impacto biológico y desequilibrio en el ecosistema acuático.

Alternativa	Pulpa de café utilizada	Tiempo requerido	Proceso	Rendimientos	Impacto
			secado molino de martillos.		
<b>Producción de Biogás (Londoño Espinosa, 2017)</b>	Caturra	15 días	Hidrolisis, ácido génesis, metano génesis.	Puede obtenerse 370,8 L de Biogás a partir de 268 kg de pulpa y 114,0 L de agua, lo que indica un rendimiento de 41,52 L de biogás por L de pulpa de café	<i>Ambiental:</i> las fuentes de agua recibirán menos descargas que las actuales a causa del proceso del beneficio del café; igual sucederá con el aire ya que disminuirán las emisiones de gases generados por la fermentación de la pulpa en descomposición y mermarán los malos olores. Los suelos serán mejorados por el uso de lodo estabilizado, el cual será obtenido como subproducto del reactor PFR. <i>Económico:</i> el reactor es de bajo costo dado que se fabricó a partir de materiales reciclables.
<b>Alcohol</b>	Castillo	1 5 h	Fermentación alcohólica, destilación simple, rectificación del alcohol, deshidratación del alcohol, determinación del contenido de etanol.	Puede obtenerse 1 L de etanol a partir de 56 kg de pulpa	<i>Ambiental:</i> se dispone en cielo abierto hasta su descomposición total (produciendo gases y lixiviados).
<b>Dulce (Gomez Posada, 2019)</b>	Sin especificar	Sin especificar	Proceso artesanal donde se debe blanquear la	Sin especificar	Sin información

<b>Alternativa</b>	<b>Pulpa de café utilizada</b>	<b>Tiempo requerido</b>	<b>Proceso</b>	<b>Rendimientos</b>	<b>Impacto</b>
			casaca en bicarbonato de sodio (3 veces) y luego, cocinar con azúcar o especias.		
<b>Te en infusión (Paredes Guevara, 2018)</b>	Sin especificar	Sin especificar	Proceso de infusión, agregar casaca al agua hirviendo, reposar 4 min y retirar residuos de casaca con filtro	11 gramos de cáscara generan 320 ml de te	Sin información
<b>Mermeladas (Directo al Paladar, 2011)</b>	Sin especificar	1h	Proceso artesanal: Cocinar la pulpa de café con azúcar y limón, triturar, tamizar, ebullición	"2 kilos de pulpa de	Mermeladas

Nota. Alternativas de aprovechamiento de pulpa de café recopilada de materiales escritos, Autores

## 6.2 Análisis de la Información.

Para el presente trabajo se realizó la tabulación, representación gráfica y análisis de la información recopilada por fases.

### 6.2.1 Análisis de los impactos generados por la finca los Monroy resultado del desecho inadecuado de la pulpa de café

Fase 1, partiendo de la información suministrada por el administrador de la finca los Monroy y la encuesta realizada a los 20 propietarios y recolectores de los alrededores se priorizó a través de la Matriz GUT los impactos generados por el inadecuado desecho de la pulpa de café con el fin de generar planes de acción que los mitiguen; La tabla número 7 refleja la calificación obtenida respecto a los impactos que genera la pulpa de café con base en la gravedad, urgencia y tendencia de cada problema.

**Tabla 7**

*Matriz GUT*

Variable	Gravedad	Urgencia	Tendencia	G x U x T	Prioridad
	Puntuación 1-5				
Contaminación del agua	5	5	4	100	Alta
Erosión del suelo	4	4	3	48	Medio Alta
Contaminación del aire o atmosférica	2	1	3	6	Baja
Residuos Sólidos	3	2	1	6	Baja
Plagas	2	1	1	2	Baja

Nota. Aplicación de la Matriz GUT con base en los impactos generados por la finca los Monroy por el inadecuado desecho de la pulpa de café, Autores

La contaminación del agua y erosión de suelo son los problemas que al ser evaluados tienen una prioridad de solución alta; dado que en el proceso de despulpe de café se utiliza agua

y la ubicación inclinada que tiene la finca implica que se contaminen las vertientes hídricas de la zona, además, el 40% de encuestados corrobora que este es el principal impacto que genera la finca los Monroy por desechar de forma inapropiada la pulpa de café e incluso el administrador manifestó que los peces del lago murieron y este queda cerca al beneficiadero porque el agua vuelve directamente al medio ambiente. Por tanto, se recomienda establecer un sistema de reutilización del agua residual del proceso de despulpe, para ello es importante investigar sobre tratamientos de aguas residuales, dado que no hacen parte del objetivo de esta investigación.

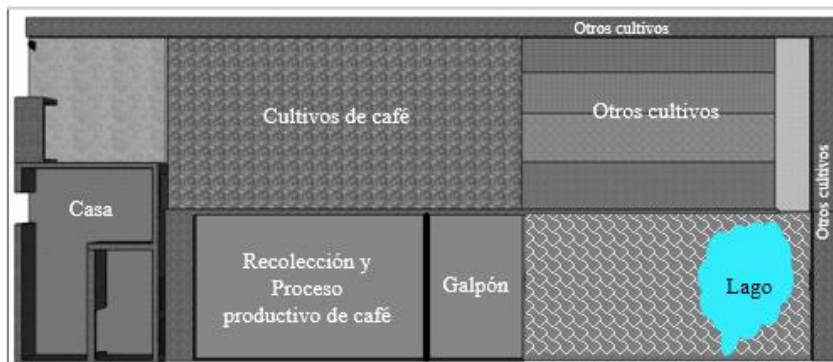
Otro de los impactos es la erosión del suelo, dado que la finca está ubicada en un entorno montañoso y el proceso productivo del café deteriora la calidad del suelo al utilizar la pulpa de café como “abono” sin ningún tratamiento, lo que hace necesario cambiar las prácticas de disposición y tratamiento de la pulpa residual.

### ***6.2.2 Análisis de las características de la finca los Monroy y la pulpa de café allí producida para las estrategias de aprovechamiento***

Fase 2, para determinar las alternativas óptimas que pueden ser implementadas por la finca los Monroy es necesario identificar sus características e infraestructura:

#### **Figura 6**

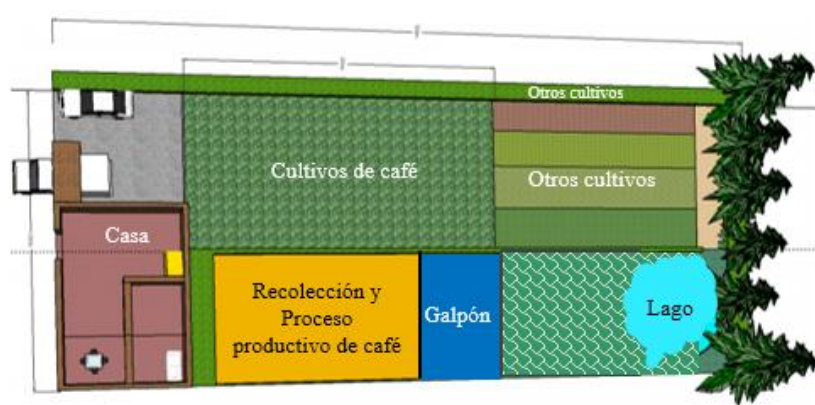
*Plano 1 de la Finca los Monroy*



Nota. Representación sin escala de la finca los Monroy a blanco y negro, Autores

## Figura 7

*Plano 2 de la Finca los Monroy*



Nota. Representación sin escala de la finca los Monroy a color, Autores

Actualmente la finca los Monroy cuenta con una extensión de 10 hectáreas de las cuales cuatro corresponden al cultivo de café, una casa principal de 12.11 m x 8.59 m de 2 habitaciones, sala comedor cocina, baño y área de parqueo de 8.59 m x 8.62 m. Además, tiene un espacio destinado para la recolección del café y producción de café seco de 13.37 m x 8.83 m, un galpón para la crianza de pollos de 6.89 m x 9,17 m, un lago de 7.81 m x 8.83 m, en el cual tienen proyectado realizar piscicultura y también, un espacio destinado para otros cultivos con un área de 17.85 m x 10.60 m.

Se evidencia que se puede utilizar el espacio destinado para parquear automóviles teniendo en cuenta la cercanía al proceso de recolección y ubicación de la casa; otro espacio disponible, es el punto medio entre el lago y el galpón, el cual puede destinarse para la producción de compostaje.

Por otro lado, para determinar el estado actual de la finca con el fin de definir las estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café y desarrollo de estas, se realizó un análisis DOFA (Tabla 8), en el cual se pueden identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas actuales.



**Tabla 8***Análisis DOFA*

<b>Debilidades</b>	<b>Oportunidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-No hay un registro de producción de pulpa de café por cosecha</li> <li>-No existe un procedimiento estándar para la disposición final de los residuos</li> <li>-Desconocimiento de los procesos necesarios para aprovechar la pulpa de café</li> <li>-No tiene una base de clientes a la cual pueda promocionar la estrategia de aprovechamiento seleccionada</li> <li>-Espacio reducido para la implementación de estrategias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ampliar el catálogo de productos ofertados</li> <li>-Generación de ingresos alternos</li> <li>-Disminución en el impacto ambiental por disposición de la pulpa</li> <li>-Reconocimiento en el mercado por sus estrategias de aprovechamiento</li> <li>-Generación de empleo para el proceso resultante del aprovechamiento</li> </ul>
<b>Fortalezas</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cosecha de tres variedades de café</li> <li>-15 años de operación en el mercado de cosecha y venta de café</li> <li>-Presencia de nuevas generaciones con interés por estrategias de aprovechamiento</li> <li>-Conciencia de requerir un proceso que reduzca el impacto ambiental por la disposición inadecuada de la pulpa de café</li> <li>-Variedad de cultivos y animales en la finca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sanciones por el inadecuado manejo de la pulpa de café</li> <li>-Altos niveles de contaminación por la mala disposición de la pulpa</li> <li>-Competidores fuertes para la comercialización del producto seleccionado</li> <li>-Factores climáticos adversos en la zona</li> <li>-Baja demanda del producto resultante de la estrategia de aprovechamiento</li> </ul>

Nota. Análisis DOFA realizado a la finca los Monroy con el fin de identificar sus oportunidades, debilidades, fortalezas y amenazas, Autores

También, se realiza un análisis de la producción anual de pulpa de café generada en la finca los Monroy al ser utilizada en cada una de las alternativas de aprovechamiento teniendo como referente la información recopilada en la tabla 6; La tabla número 9 precisa la cantidad que se puede producir para cada alternativa de aprovechamiento identificada respecto a la pulpa obtenida en la finca los Monroy.

**Tabla 9**

*Resultados de cada alternativa con base en la producción de pulpa de café de la finca los Monroy*

Alternativa	Cantidad de pulpa necesaria Kg	Resultados		Unidad de media
		2020 Base: 15120 Kg	2021 Base: 14003 Kg	
<b>Hongos (referencia)</b>	25	1.210	1.121	Kilos
<b>Compostaje</b>	100	11.076	10.258	Kilos
<b>Harina de pulpa de café</b>	-	-	-	
<b>Producción de Biogás</b>	268	56	52	Litros
<b>Alcohol</b>	56	270	250	Litros
<b>Dulce</b>	-	-	-	
<b>Te e infusión</b>	0,011	1.374.545	1.272.967	tazas de té de 320 ml
<b>Mermeladas</b>	2	7.560	7.001	gramos

Nota. Uso de pulpa de café de acuerdo a la producción de la finca los Monroy por cada alternativa, Autores

El biogás es una de las alternativas de aprovechamiento que requiere de mayor cantidad de pulpa de café y tiene un costo de maquinaria y herramientas aproximado de \$6.951.881 y materia prima de \$33.988 con una base de 50Kg de pulpa o sea que para generar los 370,8 L de Biogás como lo indica el documento de referencia se necesitarían 5 veces ese costo de producción aproximadamente (\$34.929.348) como se evidencia en la tabla 11 Costos asociados a las alternativas de aprovechamiento de pulpa de café.

Por otro lado, al evaluar el comportamiento de la cantidad requerida para producir compostaje vs los resultados obtenidos, esta alternativa podría generar 151 kilos de compostaje por un costo de producción de \$1.993.071 pesos, lo que indica que es una posible alternativa que podría implementarse en la finca los Monroy. En el caso de la mermelada, se evidencia que solo

se requiere de 2 kg de pulpa para obtener 1.000 gramos del producto terminado y los costos de producción oscilan en \$2.617.633 con una base de 50Kg de pulpa o sea que se podrían generar 25.000 gramos de mermelada por este valor y el té también es una alternativa con alto potencial dando de 0.011 kg de pulpa para producir 0.32 litros de té en infusión por un costo de producción \$2.048.747 con una base de utilización de 50kg de pulpa de café.

Además, se realizó la caracterización de la pulpa de café teniendo como referente las variedades que se cultivan en la finca los Monroy y los materiales escritos investigados: La tabla número 10 precisa las características fisicoquímicas de la pulpa de café por variedad resultado de la producción de café en la finca los Monroy.

**Tabla 10**

*Caracterización de la pulpa de café producida en la finca los Monroy*

<b>Variable</b>	<b>Caturra</b>	<b>Castillo</b>	<b>Borbón</b>
<b>% Humedad</b>	78,21	82,21	79,37
<b>Color L*A*B*</b>	L 19,11 a 9,31 b 3,92	L 18,86 a 7,72 b 3,34	L 20,17 a 8,20 b 4,85
<b>pH</b>	4.92	4.91	5.02
<b>Propiedades físicas</b>			
<b>Cafeína mg/l</b>	24.23	20.63	26,19
<b>Ácidos cloro génicos mg/l</b>	9.98	13.51	16.19
<b>Acidez</b>	0.16%	0.16%	0.16%

L\* = Luminosidad

a\* = Coordenadas rojo / verde (+a indica rojo, -a indica verde)

b\* = Coordenadas amarillo / azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

Nota. Caracterización de la pulpa de café producida en la finca los Monroy por tipo de café, Autores

Por último, se tomó como referencia los criterios de costo de maquinaria y herramientas y costo de materia prima necesarios para procesar 50 Kg de pulpa de café de acuerdo a las alternativas de aprovechamiento relacionados en un trabajo de grado del año 2020. (Ortiz Quintero & Yate Cuervo, 2020), con el fin de calcular los costos actuales teniendo como referente que el peso colombiano (inflación) presentó un aumento del 1.60% entre estos años (DANE, 2021), la tabla número 11 refleja los costos asociados a cada alternativa de aprovechamiento e incremento de acuerdo a la inflación sobre la estimación realizada en el año 2020.

**Tabla 11**

*Costos asociados a las alternativas de aprovechamiento de pulpa de café*

Alternativa	Tasa de Inflación 2020-2021	Costos de Maquinaria y herramientas		Costo de Materia Prima	
		2020	2021	2020	2021
<b>Hongos (referencia)</b>	0,0160	\$541.700	\$550.367	\$39.000	\$39.624
<b>Compostaje</b>	0,0160	\$1.891.784	\$1.922.053	\$69.900	\$71.018
<b>Harina de pulpa de café</b>	0,0160	\$9.609.650	\$9.763.404	\$1	\$1
<b>Producción de Biogás</b>	0,0160	\$6.842.403	\$6.951.881	\$33.453	\$33.988
<b>Alcohol</b>	0,0160	\$6.430.560	\$6.533.449	\$191.653	\$194.719
<b>Dulce</b>	0,0160	\$232.600	\$236.322	\$232.000	\$235.712
<b>Te en infusión</b>	0,0160	\$2.010.000	\$2.042.160	\$6.483	\$6.587
<b>Mermeladas</b>	0,0160	\$2.326.000	\$2.363.216	\$250.410	\$254.417

Nota. Costos asociados a cada una de las alternativas de aprovechamiento de pulpa de café teniendo en cuenta la inflación, Autores

### 6.2.3 *Análisis de las alternativas de aprovechamiento para definir las estrategias óptimas para la finca los Monroy*

Finalmente, en la fase 3, a través del método multicriterio Proceso de Análisis Jerárquico – PAJ, se valoraron las alternativas de aprovechamiento, teniendo en cuenta la información recopilada en las tablas 6 y 11 de este documento así:

1. Objetivo: Determinar las alternativas de aprovechamiento óptimas para la finca los Monroy
2. Criterios: 1) Distribución de la finca -DF, 2) Costos de Maquinaria y herramientas -CMQ, 3) Costo de materia prima - CMP, 4) Complejidad del proceso - CP, 5) Rendimientos - RM, y 6) Tiempos de producción - t 'P
3. Alternativas: 1) Hongos - HG, 2) Compostaje - CP. 3) Harina de pulpa de café - HP, 4) Producción de Biogás - BG, 5) Alcohol - AH, 6) Dulce- DL, 7) Te en infusión – TE y 8) Mermeladas - MM

Para la valoración se utiliza la escala de comparación relativa (Saaty, 1980), la tabla 12 se establece la escala de comparación por pares, para comparar los criterios y alternativas conjuntamente.

**Tabla 12**

Escala de comparación relativa – PAJ

<b>Definición</b>	<b>Escala numérica</b>	<b>Recíproco</b>
<b>Igual importancia</b>	1	1
<b>Importancia moderada</b>	3	1/3
<b>Importancia grande</b>	5	1/5
<b>Importancia muy grande</b>	7	1/7
<b>Importancia extrema</b>	9	1/9

Nota. Escala de valoración para aplicar en el Proceso de Análisis Jerárquico en la definición de las alternativas óptimas para la finca los Monroy, (Saaty, 1980)

Y se construye la matriz de comparaciones pareadas bajo los criterios establecidos después de evaluar cada alternativa según el criterio y su importancia, la tabla número 13 detalla las ponderaciones obtenidas en cada alternativa según el criterio y peso con el fin de definir cuáles son las óptimas para la finca los Monroy.

**Tabla 13**

*Tabla comparativa método PAJ*

<b>Alternativa/ Criterio</b>	<b>HG</b>	<b>CP</b>	<b>HP</b>	<b>BG</b>	<b>AH</b>	<b>DL</b>	<b>TE</b>	<b>MM</b>
<b>DF</b>	0,05	0,21	0,28	0,27	0,18	0,17	0,24	0,24
<b>CMQ</b>	0,29	0,24	0,45	0,35	0,74	0,23	0,23	0,28
<b>CMP</b>	0,28	0,31	0,45	0,31	0,29	0,29	0,24	0,23
<b>CP</b>	0,18	0,18	0,56	0,44	0,43	0,19	0,19	0,19
<b>RM</b>	0,44	0,42	1,00	0,56	0,56	0,43	0,46	0,38
<b>t 'P</b>	0,50	0,42	0,50	0,50	0,56	0,56	0,56	0,56
<b>Total</b>	<b>1,74</b>	<b>1,79</b>	<b>3,24</b>	<b>2,44</b>	<b>2,76</b>	<b>1,87</b>	<b>1,92</b>	<b>1,87</b>
<b>Peso</b>	<b>0,57</b>	<b>0,56</b>	<b>0,31</b>	<b>0,41</b>	<b>0,36</b>	<b>0,53</b>	<b>0,52</b>	<b>0,54</b>

Nota. Comparación de los criterios y alternativas definidos para establecer las alternativas óptimas para la finca los Monroy, Autores

En la tabla número 14 se observa que las mejores alternativas de acuerdo a la distribución de la planta, costos de materia prima y maquinaria, y complejidad del proceso, entre otros criterios de decisión tenidos en cuenta son: la producción de hongos, compostaje y fabricación de mermelada.

**Tabla 14***Resultado de decisión de acuerdo con el método PAJ*

<b>Alternativa</b>	<b>Puntaje</b>
Hongos - HG	0,574289
Compostaje - CP	0,558486
Mermelada - MM	0,535248
Dulce de pulpa de café- DL	0,534263
Te en infusión -TE	0,520211
Biogás - BG	0,409018
Alcohol - AH	0,362565
Harina de pulpa de café -HP	0,308755

Nota. Puntaje obtenido de acuerdo a la comparación de los criterios y alternativas definidos para el aprovechamiento de pulpa de café, Autores

### **6.3 Propuestas de solución.**

De acuerdo con el resultado del Proceso de Análisis Jerárquico PAJ, se determina que las dos mejores alternativas para construir las estrategias de aprovechamiento de la finca Los Monroy son los hongos con un puntaje de 0,5742 y el compostaje con un puntaje de 0,5584, estudio en el cual se tuvo en cuenta los diferentes criterios inherentes a las características propias de la finca; Dentro de las principales ventajas de estas dos estrategias se encuentra en primer lugar que es poca la inversión requerida para su puesta en marcha, ya que son propuestas tomadas de investigaciones asociadas a pequeños productores de café y con procesos de fácil implementación artesanal, en segundo lugar la infraestructura requerida es moderada y se ajusta a los espacios disponibles al interior de la finca Los Monroy y en tercer lugar, son subproductos que presentan facilidad para ser vendidos, ya que son demandados en las dinámicas comerciales del pueblo y las fincas cercanas, situación que facilitaría la distribución final.

### 6.3.1 Propuesta 1 – Producción de Hongos Comestibles.

Para el desarrollo de la primera propuesta correspondiente a la producción de hongos comestible, se hace necesaria en primera medida un espacio que pueda ser adaptado para el almacenamiento de la materia prima del proceso, adicional a esto se requiere una inversión en bolsas plásticas que son usadas durante el proceso de cultivo del hongo, así mismo se requieren materiales de empaque como bandejas de icopor y vinilpel, también se necesita el químico benomyl conocido por su efecto plaguicida, para la siembra del hongo se requieren semillas de hongo Pleurotus, el cual es conocido dentro de la familia de los hongos comestibles para consumo humano por su gran valor nutritivo, las semillas de este hongo se pueden obtener directamente en la sede de Cenicafé en Chinchiná Caldas; De acuerdo con (Cenicafé, 2008) la pulpa fresca a utilizar en la producción del subproducto debe tener máximo 72 horas después del despulpado, en la figura 8 se detalla la cadena de suministro del subproducto:

**Figura 8**

*Cadena de Suministro Hongos*



Nota. Cadena de suministro para la producción de hongos a base de pulpa de café como propuesta de aprovechamiento para la finca los Monroy, Autores



El proceso inicia por los proveedores que en esta oportunidad son la Finca los Monroy con la pulpa de café obtenida a partir del proceso de beneficio del café en la cosecha, así como Cenicafé con el aporte de las semillas del hongo *Pleurotus*; El primer paso a realizar es el empaque de la pulpa de café en costales de 25kg, posterior a ello el costal debe pasar a la prensa para que sean drenados 8 litros de agua de la pulpa fresca para que luego sea almacenada en una caneca con un peso encima como una piedra o ladrillo, a continuación se debe llenar la caneca con agua hasta que cubra el costal y dejarlo allí sumergido durante 48 horas, pasado el tiempo se debe retirar el costal de la caneca y deberá ser llevado nuevamente a la prensa donde la pulpa nuevamente deberá perder 8 litros de agua drenada, el costal prensado será colocado nuevamente en la caneca con un sobrepeso, paso seguido se deberá adicionar una solución de agua con Benomyl en una concentración de 160 ppm y deberá ser en cantidad que cubra nuevamente el costal, esta mezcla deberá estar así durante 10 días realizando proceso de fermentación, luego de este tiempo deberá ser prensado nuevamente y se deberá garantizar 6 litros de drenado para asegurar que la pulpa cuenta con las características requeridas para la siembra.

Hasta este punto se ha preparado la pulpa de café para que pueda ser mezclada con las semillas y empezar los procesos siguientes los cuales son inoculación, incubación, fructificación y cosecha, dichos procesos inician con la siembra, la cual se debe realizar en un mesón que se encuentre en un sitio cerrado y que haya sido previamente limpiado con alcohol, para la siembra por cada 100 kg de pulpa de café se deberán añadir 2 kg de semillas de hongo y la mezcla deberá hacerse manualmente, cuando se encuentre mezclado el insumo, este deberá ser empacado en bolsas de polietileno de 30 \* 40 cm de calibre 2 introduciendo 2 kg de mezcla por bolsa, es necesario que la mezcla quede compacta, luego de esto con una aguja se deberá hacer perforaciones bien distribuidas en la bolsa, posterior a ello las bolsas deberán ser almacenadas en

estanterías que pueden ser de latas, guadua o en el suelo y previamente deben estar espolvoreadas con carbonato de calcio con el fin de prevenir la aparición de hongos competidores, el lugar debe ser un espacio cerrado, oscuro y seco y el tiempo de permanencia allí será de 3 a 4 semanas, dependerá de cuando la pulpa se torne de color blanco.

Para iniciar la etapa de fructificación debe humedecerse el piso del espacio donde se encuentran almacenadas las bolsas, de igual manera las bolsas se deben abrir y ser humedecidas la ventaja en la manipulación de las bolsas radica en que el sustrato donde está creciendo el hongo es rígido, característica que facilita el proceso, posterior a ello las condiciones de almacenamiento deben ser modificadas, ya que se necesita que entre ventilación y luz natural, razón por la cual se sugiere que el espacio de almacenamiento tenga ventanas que puedan ser abiertas o cerradas dependiendo la etapa del proceso en la que se encuentre el cultivo del hongo, una semana después de dicho cambio se empezaran a notar las estructuras del hongo y es allí cuando la bolsa deberá ser retirada por completo.

### **Figura 9**

*Primeras estructuras del hongo.*



Nota. Reproducida de Cartilla 22 Manejo de productos Derivados, de Cenicafé, 2008 ([www.cenicafe.com](http://www.cenicafe.com)). CC BY 2.0

## Figura 10

*Hongo listo para cosechar*



Nota. Reproducida de Cartilla 22 Manejo de productos Derivados, de Cenicafé, 2008 ([www.cenicafé.com](http://www.cenicafé.com)). CC BY 2.0

La etapa de cosecha arranca aproximadamente un mes después de haberse realizado la siembra, para ser cosechado el hongo debe ser torcido de forma manual sobre su base, entre 8 y 12 días posterior a la cosecha se producirá una nueva cosecha y así sucesivamente durante 45 días obteniendo así en total 5 cosechas, los hongos obtenidos son aptos para el consumo humano y en caso de que no se vayan a utilizar cuando aún se encuentran frescos, estos deberán ser almacenados en recipientes plásticos o bandeja de icopor con vinilpel durante máximo 10 días y en refrigeración; Como datos del ejercicio se presenta que por cada 100 kg de pulpa seca para producción se hongos se generan 32 kg de desecho el cual puede ser empleado como insumo en lombricultivos o como alimentación para rumiantes, de igual manera se refiere que con 25 toneladas de pulpa fresca al año se podría producir 2 toneladas de hongos frescos.

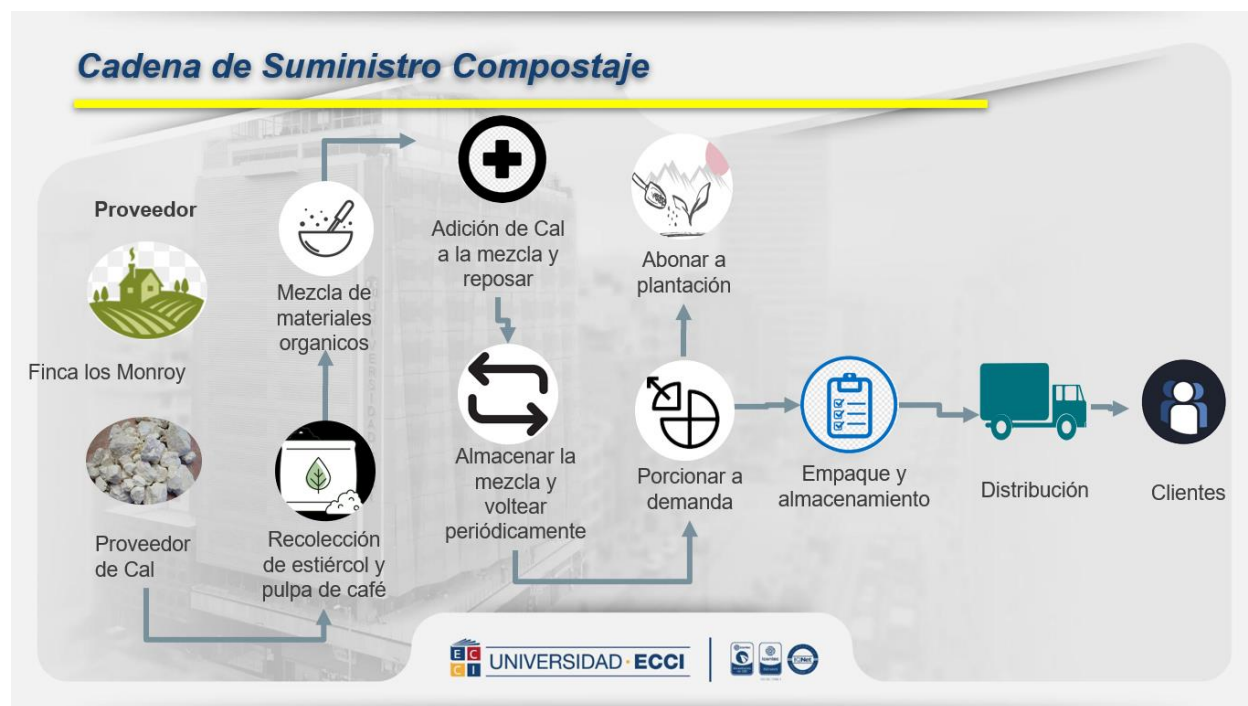
### **6.3.2 Propuesta 2 – Compostaje.**

El compostaje técnicamente se define como un abono orgánico que resulta de la descomposición de la mezcla entre materia orgánica tanto de origen vegetal como de origen

animal, dicha descomposición es generada por una actividad microbiana que a niveles de pH controlados y condiciones físicas favorables, da como resultado una mezcla de materias orgánicas muy estable y con componentes de difícil descomposición, éstas particularidades hacen que sea de gran rendimiento a la hora de nutrir los suelos de plantaciones y combatir la erosión de los mismos, particularmente la pulpa de café es ideal para la realización de compostaje debido a sus características fisicoquímicas más exactamente a la concentración de azúcares que permiten un gran rendimiento como abono orgánico, en la figura 11 se detalla la cadena de suministro del subproducto:

**Figura 11**

*Cadena de Suministro Compostaje*



Nota. Cadena de suministro para la producción de compostaje a base de pulpa de café como propuesta de aprovechamiento para la finca los Monroy, Autores

Para la producción de compostaje es necesario contar con una fosa o construcción de acopio de material orgánico, para ello es indispensable que dichos espacios cuenten con

materiales que faciliten la aireación de la mezcla, por lo que se recomienda el uso de guadua bien sea en las paredes para construcciones sobre el suelo o en el piso para el caso de las fosas, adicional a esto dichos lugares deben contar con un espacio que permita realizar el volteo de la mezcla de una forma cómoda y que contribuya al ingreso de aire de manera distribuida por toda la superficie; el proceso inicia con la concentración por separado de material orgánico de origen vegetal que en esta oportunidad sería la pulpa de café, así como la de origen animal que sería el estiércol de animales de granja que en esta ocasión sería el resultante de los galpones, posterior a ello se procede a realizar la mezcla, la cual se ira construyendo a partir de capas alternadas tanto de pulpa como de estiércol, es necesario que entre capa y capa se espolvoree cal por la superficie de separación con el fin de estabilizar lo más posible dicha mezcla, para mejorar la aireación de puede colocar un listón de madera o guadua justo en la mitad de las capas que se vayan a almacenar, luego de que se cuenta con el total de material ya previamente distribuido se recomienda aislar el espacio por medio de un recubrimiento plástico que disminuya la humedad presente, y que proteja la mezcla de las lluvias.

Luego de ello es necesario que cada 20 a 30 días se voltee la mezcla, esto con el fin de poder contar con la presencia microbiana en todas las capas y facilitar la aireación de la misma y así aumentar la proliferación de los microorganismos necesarios para la descomposición, de acuerdo con (Verdugo Ojeda, 2020) el abono orgánico estará listo pasados 3 o 4 meses después de haber realizado la mezcla, en este punto la composición es ideal para nutrir cultivos y plantaciones tales como café, banano, plátano y guineo; para realizar la adición del abono es necesario que sea mezclado con tierra en una proporción 50/50 con el fin de aprovechar al máximo los nutrientes del suelo sin causar un impacto negativo en las plantaciones, de igual

manera la mezcla estaría lista para ser empacada y distribuida en las cantidades que el agricultor lo prefiera.

## **7 Impactos Esperados / Generados.**

### **7.1 Impactos Esperados.**

Para el desarrollo de este proyecto se busca generar impactos de tipo ambiental, económico y social tal y como se menciona en el objetivo general, ya que por medio del aprovechamiento de la pulpa de café se atacan diferentes frentes de la operación que genera una contribución integral, dicho esto a continuación se detalla los impactos esperados por cada categoría.

#### ***7.1.1 Impactos Ambientales Esperados.***

Dentro de los impactos ambientales esperados se encuentra el que recae sobre las fuentes hídricas cercanas a la finca, y es que cerca del 80% de la pulpa de café generada es desechada mediante una corriente acuosa, esto se traduce en casi 12.096 kg al año que con el desarrollo del presente proyecto se espera dejen de depositarse en este medio, actualmente el ecosistema se está viendo muy afectado debido a la cantidad de oxígeno que demanda la descomposición de la pulpa de café, reduciendo de esta manera el oxígeno contenido en el agua y generando que especies animales y vegetales tengan menos probabilidades de sobrevivir, de la misma manera cerca del 20% del total de la pulpa de café está siendo utilizada como un tipo de abono orgánico para los cultivos de café y plátano, esto representa cerca de 3.024 kg al año, sin embargo a esta no se le está dando ningún tipo de tratamiento antes de ser agregada a dichos cultivos, lo que ha generado malos olores en el proceso de descomposición, así como la presencia de plagas como moscas, larvas y hormigas que han afectado el desarrollo propio de los cultivos. Adicional a esto se espera mitigar los riesgos asociados a la imposición de multas referentes a la contaminación

de los afluentes, ya que no se está monitoreando la composición final del agua posterior a la adición de la pulpa de café, por lo que no se puede garantizar el cumplimiento de los parámetros dictado por las autoridades ambientales.

### ***7.1.2 Impactos Económicos Esperados.***

Con el desarrollo del proyecto se espera que la finca Los Monroy diversifique el mercado en el cual es participe por medio de la generación de subproductos construidos a partir de la pulpa residual de café, que permita aumentar la generación de ingresos por cosecha de café, aprovechando el desperdicio como materia prima tal cual como se sugiere en las propuestas de solución, la primera estrategia referente a la producción de hongos comestibles permite a la finca participar en el mercado con un nuevo producto, el cual se destaca por ser innovador en la región, así como económico de producir y con grandes volúmenes de producto terminado para comercialización, el margen de utilidad de igual manera convierte dicha estrategia en sustentable y con buenas opciones de desarrollo debido a la poca competencia y a las buenas características del producto, así mismo la experiencia que posee la finca en materia de comercialización de alimentos obtenidos a partir de cultivos propios es significativa, lo que se convertiría en un plus pues las estrategias de distribución, promoción y venta se tienen medianamente definidas y claramente se cuenta con una base de clientes potenciales que permitiría la salida casi inmediata de las primeras producciones de hongos.

Con relación a la segunda estrategia de aprovechamiento la cual hace referencia a la producción de compostaje, se estima que sea de gran acogida en el mercado, pues es un insumo que se comercializa bastante en la región debido a que es una zona dedicada a los cultivos, el plus del producto es que es un abono 100% orgánico, convirtiéndolo así en una gran opción al momento de analizar las diferentes opciones disponibles para el enriquecimiento y nutrición de

los suelos dedicados a la siembra, así mismo en términos económicos se convierte en una gran alternativa para la finca y para los clientes, pues se estima que su costo de producción sea bajo y el precio comercial sea inferior al promedio del mercado, sin embargo manteniendo un margen de utilidad que convierta en sustentable la propuesta y con gran atractivo para el desarrollo de la misma. Por último, se prevé que, en apoyo a los impactos ambientales esperados mencionados, se desarrolle una mitigación de riesgos asociados al pago de multas por contaminación ambiental, relacionadas con la incorrecta disposición final de la pulpa residual de café al exterior de la finca.

### **7.1.3 Impactos Sociales Esperados.**

Al plantear el proyecto se espera que además de los impactos ambientales y económicos esperados ocurra uno en sentido social y es que con este tipo de trabajos se busca que haya sostenibilidad en los negocios y un desarrollo integral para todas las partes interesadas en los procesos productivos de la organización, específicamente por medio de las estrategias de aprovechamiento se busca generar unas dinámicas de participación social donde el voz a voz conforme una comunidad dedicada al estudio de planes y acciones encaminadas a la optimización de recursos y buenas prácticas de operación, donde el principal interés sea el de conocer cómo reducir los impactos en el medio ambiente y los desechos generados por las cosechas; Así mismo se espera generar un interés en las nuevas generaciones con relación al estudio y tecnificación de los cultivos y la investigación a cerca de nuevas estrategias de aprovechamiento para los desechos generados por la cosecha de diferentes especies vegetales que se dan en la región.

Se busca que este tipo de acciones sean impulsadas por grandes corporaciones en materia agropecuaria que de alguna manera premien y reconozcan los esfuerzos realizados por la mejora



integral de los rendimientos de las cosechas, así mismo se pretende que la finca los Monroy sea reconocida por las fincas vecinas como líder en desarrollo sostenible y mitigaciones de impactos ambientales creando un referente para el municipio en el sentido de aprovechamiento, diversificación de mercados y generación de conciencia socio ambiental.

## **7.2 Impactos Generados.**

En el transcurso del desarrollo de las acciones investigativas del presente proyecto, se realizan varias actividades que permiten generar algún tipo de información acerca de la producción de la finca los Monroy con la que no se contaba o simplemente no era de importancia ni fácil recordación para sus propietarios, un ejemplo de ello es la cantidad de pulpa de café resultante a partir de las cosechas anuales presentadas en la finca, para dicho cálculo se recolectó la información de las producciones del año inmediatamente anterior, y con base en eso se obtuvo la información referente a la pulpa residual con el fin de determinar el escenario inicial sobre el cual se plantearían las estrategias de aprovechamiento, dicha información fue de gran importancia para el desarrollo del proyecto, así como para el personal de la finca pues no eran conscientes de la cantidad de biomasa que estaban produciendo, si bien habían considerado el gran esfuerzo que les representaba su disposición final, no percibían la cuantía tan grande que representa para la finca, otro de los grandes impactos generados fue la transmisión de información relacionada con las estrategias de aprovechamiento y los distintos estudios y avances relacionados con la pulpa de café residual, cambiando la percepción que se tenía como un material comúnmente desechado, que siempre se había realizado el proceso de la misma manera y que no tenía aspecto de poder ser utilizado como materia prima para la producción de un subproducto.




Como refuerzo a lo anterior también se evidencia que se está consolidando un fuerte interés de desarrollo de procesos y productos alternativos al interior de la finca, el hecho de que se pueda convertir en una actividad económica que le permita disminuir impactos negativos y obtener rentabilidad ha sido de gran acogida por parte de los propietarios, así mismo los familiares más jóvenes han mostrado interés por desarrollar una cultura de sostenibilidad no solo como referente para la finca si no para otras fincas de la región en materia de aprovechamiento de desechos, con las propuestas de solución relacionadas en el trabajo, se han realizado análisis de costos y proyecciones que muy superficialmente orientan financieramente sobre la viabilidad o no de la implementación de los procesos necesarios para la obtención de subproductos, adicional a ello se cuenta con la información específica de las características de la finca construida por los autores, como la matriz DOFA, la matriz GUT, la ficha de caracterización de la pulpa y la producción estimada de pulpa de café, información de gran relevancia para el desarrollo de las estrategias de aprovechamiento de la pulpa de café, pero también muy importante para el conocimiento del proceso productivo y comportamiento organizacional, pues son herramientas claves para el autoconocimiento y la puesta en marcha de planes y proyectos que impacten directamente a la finca.

## 8 Análisis Financiero.

### 8.1 Inversión en maquinaria y materia prima.

**Tabla 15**

*Costos asociados a la producción de compostaje.*

Costos de maquinaria y herramientas					
Herramienta	Descripción	Cant.	Precio unitario	Total	
	Microprocesador PLC	Controlador lógico programable y unidad central de procesamiento	4	\$578.504	\$2.314.016
	Termómetro digital con punzón	Instrumento de medición de temperatura	5	\$29.261	\$146.305
	Pirómetro	Dispositivo capaz de medir la temperatura de una sustancia sin necesidad de estar en contacto con ella	3	\$170.305	\$510.915



Sonda de oxígeno

Mide la cantidad residual de oxígeno en los gases de escape.

3

\$49.592

\$148.776



Sonda de humedad

Dispositivo que transmite la humedad de un elemento emisor.

4

\$234.756

\$939.024



Sonda de PH

Instrumento utilizado para medir la acidez o la alcalinidad de una solución, también llamado de pH.

4

\$55.880

\$223.520



Cosedora manual

Construcción metálica de alta resistencia, requiere gancho estándar 26/6, ideal para trabajo pesados.

4

\$47.445

\$189.780



Balanza báscula

Báscula portátil de 300 kg ofrece opciones de pesaje digital / electrónico con pantalla LCD. También viene con ganchos de acero inoxidable.

4

\$57.900

\$231.600



Tolva



Tiene doble cámara de 105 l (2x - 27,7 gal) de Miracle-Gro, para producir un flujo constante y abundante de compostaje.

5

\$744.626




\$3.723.130





**Subtotal****\$8.427.066****Costo de materia prima**

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
	Pulpa de café	Es la cáscara del grano de café formada por el exocarpio (epidermis) y parte del mesocarpio.	15.120 kg	\$0	\$0
	Levadura Saccharomeyces	Paquete de 10 cada paquete de 5 g 1 p	100 paquete	\$71.018	\$7.101.800
<b>Subtotal</b>					<b>\$7.101.800</b>
<b>Total</b>					<b>\$15.528.866</b>

Nota. Costos de maquinaria y materia prima necesarios para la producción de compostaje en la finca los Monroy, Autores

**Tabla 16***Costos asociados a la producción de hongos.*

<b>Costos de maquinaria y herramientas</b>					
<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
	Prensa exprimidora	Instrumento utilizado para prensar material sólido y drenar líquidos contenidos	20	\$473.151	\$9.463.020
	Caneca plástica grande	Material utilizado principalmente para el almacenamiento de sustancias	30	\$38.608	\$1.158.240
			Subtotal	<b>\$10.621.260</b>	
<b>Costo de materia prima</b>					
<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>	
	Pulpa de café	Es la cáscara del grano de café formada por el exocarpio (epidermis) y parte del mesocarpio.	15.120 kg	\$0	\$0

	Costal en fibra	Elaborado con dos tipos de materia prima: fibras naturales (fique) y fibras sintéticas (polipropileno).	500	\$1.016	\$508.000
	Bolsa de polietileno	Obtenidas del polietileno, por polimerización del etileno, que es un derivado del petróleo.	500	\$508	\$254.000
	Semilla de Pleurotus Orellanas	Semilla con micelio del hongo Pleurotus ostreatus	400 kg	\$11.176	\$3.386.328
	Carbonato de calcio malla 400	Obtenido a partir de caliza de alta pureza procesada por vía seca y clasificada de forma extrafina.	800 kg	\$549	\$438.200
<b>Subtotal</b>					<b>\$4.470.400</b>
<b>Total</b>					<b>\$15.091.660</b>

Nota. Costos de maquinaria y materia prima necesarios para la producción de hongos alimenticios en la finca los Monroy, Autores

En las tablas 15 y 16, se relaciona las herramientas o máquinas y materia prima necesarias para transformar la pulpa de café en hongos y compostaje respectivamente; en el caso de compostaje se debe invertir \$15.528.866 y para los hongos \$15.091.660. Por otro lado, se estimó que se requieren de 2 operarios dada la complejidad y necesidad de cada proceso, los cuales obtendrán una remuneración correspondiente al salario mínimo \$908.526 para un total de \$1.817.052 mensual y, además, otros costos indirectos asociados a servicios públicos como el agua y la luz y de distribución, específicamente consumo de gasolina. (Global Petrol Prices, 2021). Por lo tanto, en el cálculo de la proyección sobre un periodo de 5 años, se tiene en cuenta los costos de mano de obra, materia prima, mantenimiento, costos de distribución, servicios públicos y transporte y el aumento promedio de 1) la inflación correspondiente al 2.5%, 2) salario mínimo por un 3.6% y, por último, 3) el Producto Interno Bruto PIB - 1.3% presentado durante los últimos 5 años. (El Financiero, 2021), (Infobae, 2020), (As, 2021).

**Tabla 17**

*Proyección de gastos para la producción de Compostaje.*

Cuenta	Periodo				
	1	2	3	4	5
Maquinaria y herramientas	\$-	\$-	\$50.832	\$57.277	\$240.625
Materia Prima	\$ 7.101.800	\$ 7.275.014	\$ 7.452.452	\$ 7.634.218	\$ 7.820.418
Mano de obra	\$21.804.624	\$22.589.590	\$23.402.816	\$24.245.317	\$25.118.149
Mantenimiento	\$984.135	\$1.008.738	\$1.033.957	\$1.059.806	\$1.086.301
Servicios públicos	\$1.367.113	\$1.401.290	\$1.436.323	\$1.472.231	\$1.509.036
Transporte	\$1.621.440	\$1.642.519	\$1.663.871	\$1.685.502	\$1.707.413
Distribución	\$2.702.400	\$2.737.531	\$2.773.119	\$2.809.170	\$2.845.689
Gastos Admón.	\$1.153.267	\$1.182.099	\$1.211.651	\$1.241.942	\$1.272.991
<b>Total</b>	<b>\$ 36.734.779</b>	<b>\$ 37.836.781</b>	<b>\$ 39.025.021</b>	<b>\$ 40.205.463</b>	<b>\$ 41.600.622</b>
<b>Promedio mensual</b>	<b>\$ 3.061.232</b>	<b>\$ 3.153.065</b>	<b>\$ 3.252.085</b>	<b>\$ 3.350.455</b>	<b>\$ 3.466.718</b>

Nota. Proyección de gastos para la producción de compostaje en la finca los Monroy, Autores



En la tabla número 17 se detalla los valores tomando como referente una producción de 11.075 kg de compostaje, los cuáles cuestan en promedio por cada kilogramo \$3.317 producirlo. El precio de venta del producto se calcula con base en el costo por kilogramo más un margen de ganancia superior al 26% dado que los costos de producción son bajos y un kilogramo de compostaje orgánico tiene un valor comercial en promedio de \$7.500, lo que indica que podrían vender cada kilogramo en \$4.167.

**Tabla 18**

*Proyección de gastos para la producción de hongos.*

Cuenta	Periodo				
	1	2	3	4	5
Materia Prima	\$ 4.470.400	\$ 4.579.434	\$ 4.691.128	\$ 4.805.545	\$ 4.922.754
Mano de obra	\$21.804.624	\$ 22.589.590	\$23.402.816	\$24.245.317	\$25.118.149
Mantenimiento	\$596.400	\$611.310	\$626.593	\$642.258	\$658.314
Servicios públicos	\$1.367.113	\$1.401.290	\$1.436.323	\$1.472.231	\$1.509.036
Transporte materia prima	\$2.161.920	\$2.190.025	\$2.218.495	\$2.247.336	\$2.276.551
Distribución	\$3.242.880	\$3.285.037	\$3.327.743	\$3.371.004	\$3.414.827
Gastos Admón.	\$1.153.267	\$1.182.099	\$1.211.651	\$1.241.942	\$1.272.991
<b>Total</b>	<b>\$ 34.796.604</b>	<b>\$ 35.838.785</b>	<b>\$ 36.914.749</b>	<b>\$ 38.025.633</b>	<b>\$ 39.172.622</b>
<b>Promedio mensual</b>	\$ 2.899.717	\$ 2.986.565	\$ 3.076.229	\$ 3.168.803	\$ 3.264.385

Nota. Proyección de gastos para la producción de hongos alimenticios en la finca los Monroy, Autores

Los valores se tomaron con respecto a una producción de 149 kg de hongos cada 45 días lo que indica que el periodo productivo es de 8.11 meses, las cuáles cuestan en promedio \$28.758 el kilo. El precio de venta del producto se calcula con base en el costo por kilogramo más un margen de ganancia del 22% dado que los costos de producción son bajos y un kilogramo de hongos tiene un valor comercial promedio de \$45.000, lo que indica que podrían vender cada kilogramo en \$35.000.

**Tabla 19**

*Proyección de ingresos y ganancias para la producción de compostaje.*

<b>Cuenta</b>	<b>Periodo</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Producción Anual en Kg	11.075	11.075	11.075	11.075	11.075
Precio de Venta por Kg	\$ 4.167	\$ 4.271	\$ 4.378	\$ 4.487	\$ 4.600
<b>Ingresos Esperados por Año</b>	<b>\$ 46.149.525</b>	<b>\$ 47.303.263</b>	<b>\$ 48.485.845</b>	<b>\$ 49.697.991</b>	<b>\$ 50.940.441</b>
Gastos Proyectados por Año	\$ 36.734.779	\$ 37.836.781	\$ 39.025.021	\$ 40.205.463	\$ 41.600.622
<b>Ganancia Esperada por Año</b>	<b>\$ 9.414.746</b>	<b>\$ 9.466.482</b>	<b>\$ 9.460.824</b>	<b>\$ 9.492.528</b>	<b>\$ 9.339.819</b>

Nota. Proyección de ingresos y ganancias para la producción de compostaje en la finca los Monroy, Autores

En la tabla 19 se detalla la producción proyectada anual durante 5 periodos de compostaje, la cual no incluye modificaciones a la capacidad productiva de la finca y se maneja con el estándar de producción de pulpa de café que actualmente es de 15.120 kg, así mismo se considera un aumento en el precio de venta de 2.5% por periodo con relación al inmediatamente anterior, esto debido a la consideración del aumento de IPC de acuerdo con (Datos Macro, 2021), como resultado de la multiplicación de la producción anual en kg y el precio de venta por kg se obtiene los ingresos esperados por año, a los cuales se les resta el total de gastos relacionados en la tabla 17, con el fin de obtener la ganancia bruta de la aplicación de la propuesta de solución mencionada, cabe aclarar que en este ejercicio no se está teniendo en cuenta los cargos por conceptos de impuestos.

**Tabla 20**

*Proyección de ingresos y ganancias para la producción de hongos.*

Cuenta	Periodo				
	1	2	3	4	5
Producción Anual en Kg	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210
Precio de Venta por Kg	\$ 35.000	\$ 36.680	\$ 38.441	\$ 40.286	\$ 42.220
<b>Ingresos Esperados por Año</b>	<b>\$ 42.350.000</b>	<b>\$ 44.382.800</b>	<b>\$ 46.513.174</b>	<b>\$ 48.745.807</b>	<b>\$ 51.085.605</b>
Gastos Proyectados por Año	\$ 34.796.604	\$ 35.838.785	\$ 36.914.749	\$ 38.025.633	\$ 39.172.622
<b>Ganancia Esperada por Año</b>	<b>\$ 7.553.396</b>	<b>\$ 8.544.015</b>	<b>\$ 9.598.426</b>	<b>\$ 10.720.173</b>	<b>\$ 11.912.984</b>

Nota. Proyección de ingresos y ganancias para la producción de hongos alimenticios en la finca los Monroy, Autores

En la tabla 20 se detalla la producción proyectada anual durante 5 periodos de hongos comestibles, la cual no incluye modificaciones a la capacidad productiva de la finca y se maneja con el estándar de producción de pulpa de café que actualmente es de 15.120 kg, así mismo se considera un aumento en el precio de venta de 4.8% por periodo con relación al inmediatamente anterior, esto debido a la consideración del aumento de IPC de acuerdo con (Datos Macro, 2021), como resultado de la multiplicación de la producción anual en kg y el precio de venta por kg se obtiene los ingresos esperados por año, a los cuales se les resta el total de gastos relacionados en la tabla 18, con el fin de obtener la ganancia bruta de la aplicación de la propuesta de solución mencionada, cabe aclarar que en este ejercicio no se está teniendo en cuenta los cargos por conceptos de impuestos.

## **8.2 Aplicación de indicador ROI.**

El ROI (Return On Investment) es una ratio muy utilizada en la bolsa que sirve para medir el beneficio financiero de un activo según la cantidad que hemos invertido. De una forma muy sencilla podremos averiguar si una inversión ha tenido una buena rentabilidad. Si nos ha devuelto más capital del que inicialmente pusimos. Es decir, es una forma de hallar la eficiencia de una inversión. (Dinero Bolsa, 2016)

**Fórmula ROI.**

$$\frac{\text{Ingresos generados} - \text{Inversión Realizada}}{\text{Inversión Realizada}} * 100$$

Los ingresos generados para compostaje con una producción total anual de 11.075 kg de compostaje corresponden a \$46.149.525 y en el caso de los hongos, se tendrá una producción anual de 1210 kilogramos con un total de ingresos de \$42.350.000.

**Tabla 21**

*Cálculo del ROI tomando como referencia 1 año.*

<b>Compostaje</b>		
Ingresos Generados	Inversión Realizada	ROI
\$46.149.525	\$15.528.866	197%
<b>Hongos</b>		
Ingresos Generados	Inversión Realizada	ROI
\$42.350.000	\$15.091.660	181%

Nota. Cálculo del retorno de inversión para cada alternativa viable para la finca los Monroy, Autores  
Al terminar el primer año de implementación de estos procesos productivos la finca los Monroy pueden obtener un retorno de la inversión del 197% para compostaje y en el caso de los hongos, del 181%; ya que se pueden obtener más del doble de la inversión independientemente de la alternativa que elijan como se evidencia en la tabla 19. Además, se demuestra que, aunque la inversión a realizar para la producción de compostaje, los ingresos son superiores generando un mayor beneficio para la finca.

**8.3 Aplicación de indicador TIR Y VAN.**

La TIR (Tasa Interna de Retorno) es uno de los indicadores más utilizados a la hora de evaluar un proyecto de inversión, y se utiliza como determinante a la hora de tomar decisiones,

representa porcentualmente la rentabilidad asociada a la empresa, lo que se denomina tasa de rentabilidad; Sin embargo para poder trabajar la TIR es necesario conocer sobre VAN (Valor Actual Neto), debido a que ambos conceptos se encuentran especialmente relacionados, el VAN se basa en la utilización de flujos de caja futuros que podría generar la opción evaluada teniendo como forma de descuento la tasa mínima esperada con el fin de establecer el equivalente monetario. (UNIR, 2019).

### 8.3.1 *Formula TIR*

$$-A + \frac{Q1}{(1 + k_{TIR})} + \frac{Q2}{(1 + k_{TIR})^2} + \frac{Q3}{(1 + k_{TIR})^3} + \frac{Qn}{(1 + k_{TIR})^n} = 0$$

Donde -A corresponde a el valor inicial de desembolso o también conocido como inversión inicial, Q representa los flujos de caja de cada periodo y  $k_{TIR}$  refiere la tasa de descuento que representa la TIR; también es conocida como VAN igualada a 0.

### 8.3.2 *Formula VAN*

$$\frac{Q1}{(1 + k_{TIR})} + \frac{Q2}{(1 + k_{TIR})^2} + \frac{Q3}{(1 + k_{TIR})^3} + \frac{Qn}{(1 + k_{TIR})^n} - A$$

Donde -A corresponde a el valor inicial de desembolso o también conocido como inversión inicial, Q representa los flujos de caja de cada periodo y  $k_{TIR}$  refiere la tasa de descuento que representa la TIR.

**Tabla 22**

*Cálculo del VAN y la TIR de la Producción de Compostaje.*

<b>Cuenta</b>	<b>Periodo</b>					
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Inversión	\$ 15.528.866					
Flujo de Caja	-\$ 15.528.866	\$ 9.414.746	\$ 9.466.482	\$ 9.460.824	\$ 9.492.528	\$ 9.339.819
				<b>TIR</b>	54%	
<b>Tasa</b>	10%			<b>VAN</b>	\$ 20.244.407	

Nota. Aplicación de la VAN y la TIR a la Propuesta de Compostaje en la finca los Monroy, Autores

De acuerdo con la Tabla 22 se puede observar que el resultado de aplicar la fórmula VAN es un número positivo, lo que indica que se supera satisfactoriamente la rentabilidad esperada, razón por la cual la propuesta es viable, de la misma manera se evidencia que la tasa asociada a la rentabilidad de la propuesta de producción de Compostaje es de 54%, lo que da vía libre a que se pueda realizar la inversión con altos índices de retorno y rentabilidad.

**Tabla 23**

*Cálculo del VAN y la TIR de la Producción de Hongos Comestibles.*

<b>Cuenta</b>	<b>Periodo</b>					
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Inversión	\$ 15.091.660					
Flujo de Caja	-\$ 15.091.660	\$ 7.553.396	\$ 8.544.015	\$ 9.598.426	\$ 10.720.173	\$ 11.912.984
				<b>TIR</b>	51%	
<b>Tasa</b>	10%			<b>VAN</b>	\$ 20.766.720	

Nota. Aplicación de la VAN y la TIR a la Propuesta de Hongos Comestibles en la finca los Monroy, Autores

De acuerdo con la Tabla 23 se puede observar que el resultado de aplicar la fórmula VAN es un número positivo, lo que indica que se supera satisfactoriamente la rentabilidad esperada,

razón por la cual la propuesta es viable, de la misma manera se evidencia que la tasa asociada a la rentabilidad de la propuesta de producción de Hongos Comestibles es de 51%, lo que da vía libre a que se pueda realizar la inversión con altos índices de retorno y rentabilidad.

## **9 Conclusiones y recomendaciones.**

### **9.1 Conclusiones**

Las siguientes conclusiones surgen a partir del proyecto realizado: Propuesta de estrategias para el aprovechamiento de la pulpa de café residual en la finca cafetera los Monroy.

El resultado de las encuestas y entrevistas permitió identificar los diferentes impactos a los que está expuesto el entorno por el inadecuado desecho de la pulpa de café en la finca los Monroy, llegando a la conclusión que la contaminación del agua y la erosión del suelo, tienen una priorización mayor y requieren de una intervención con el fin de mitigar los efectos y riesgos asociados al proceso actual de disposición de esta biomasa.

Por otro lado, con base en la información recopilada sobre la infraestructura y distribución de la finca los Monroy, se identificaron dos espacios disponibles que se pueden adaptar a las necesidades productivas de las dos alternativas de aprovechamiento de pulpa de café propuestas. Además, se logró identificar que la pulpa residual de las tres variedades de café que produce la finca se puede utilizar en la producción de hongos comestibles y compostaje por su alto porcentaje de humedad, entre otras características fisicoquímicas.

Por último, se evaluaron ocho alternativas de aprovechamiento a través del método de Proceso de Análisis Jerárquico, para establecer las propuestas de solución adaptables a las características de la finca y teniendo como referente la producción de pulpa, complejidad del proceso, costos de materia prima y maquinaria, rendimientos y tiempos de producción; se determinó que las estrategias de aprovechamiento de pulpa de café óptimas para la finca los

Monroy con el fin de generar un impacto ambiental, social y económico positivo obedece a la producción de compostaje y hongos alimenticios.

## **9.2 Recomendaciones**

Se recomienda adoptar medidas de tratamiento de agua resultante del proceso productivo de café para garantizar el cumplimiento normativo de la disposición de este recurso en fuentes hídricas.

También, se sugiere implementar el subproceso de beneficiado de café en seco desarrollado por el Centro Nacional de Investigación de Café - CENICAFE con el fin de reducir el uso de agua y hacer sostenible la operación.

Por otro lado, se aconseja realizar un estudio de mercado para determinar clientes potenciales de estos productos y realizar alianzas estratégicas con otras fincas del sector o entidades dedicadas a la comercialización de productos agrícolas y alimenticios emergentes, con el fin de ampliar el mercado.



## 10 Referencias.

- Agronegocios. (16 de 06 de 2020). *Existencias mundiales de café llegarán a máximo de seis años por aumento de producción*. Obtenido de Existencias mundiales de café llegarán a máximo de seis años por aumento de producción:  
<https://www.agronegocios.co/agricultura/existencias-mundiales-de-cafe-llegaran-a-maximo-de-seis-anos-por-aumento-de-produccion-3018861>
- Agualimpia Engineering. (10 de 06 de 2015). *Planta de Biogás Capucas Honduras*. Obtenido de Planta de Biogás Capucas Honduras:  
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:QAwwr-MAI8J:https://www.aqualimpia.com/app/download/14493620622/BD-CAPUCAS.pdf%3Ft%3D1510231242+&cd=44&hl=es&ct=clnk&gl=co>
- Alcaldía Municipal de Anzoátegui Tolima. (02 de 04 de 2019). *Veredas Anzoátegui, Tolima*. Obtenido de <http://www.anzoategui-tolima.gov.co/datos-abiertos/veredas-anzoategui-tolima>
- ANDI. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. Obtenido de Estrategia Nacional de Economía Circular:  
[http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%CC%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf\\_637176135049017259.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%CC%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf)
- As. (05 de 01 de 2021). *Aumento salario mínimo en Colombia: en cuánto queda para 2021*. Obtenido de Aumento salario mínimo en Colombia: en cuánto queda para 2021:  
[https://colombia.as.com/colombia/2021/01/05/actualidad/1609876969\\_200603.amp.html](https://colombia.as.com/colombia/2021/01/05/actualidad/1609876969_200603.amp.html)
- Asociación Nacional de Exportadores de Café de Colombia. (20 de 08 de 2018). *Asoexport*. Obtenido de Asoexport: <https://asoexport.org/cultivo-decafe/>

Biblioteca Cenicafé. (01 de 01 de 1977). *Repositorio digital Cenicafé*. Obtenido de Repositorio digital Cenicafé: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/806>

Cenicafé. (2008). *Manejo y aprovechamiento de productos derivados del beneficio del café*.

Obtenido de Manejo y aprovechamiento de productos derivados del beneficio del café:

[https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla\\_22\\_manejo\\_de\\_productos\\_derivados.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_22_manejo_de_productos_derivados.pdf)

Cenicafé. (10 de 03 de 2010). *Los subproductos del café: fuente de energía renovable*. Obtenido de Los subproductos del café: fuente de energía renovable:

<https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0393.pdf>

Cenicafé. (20 de Septiembre de 2015). *Beneficio del Café en Colombia*. Obtenido de Prácticas y estrategias para el ahorro, uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso del beneficio húmedo del café:

[https://www.cenicafe.org/es/publications/Final\\_libro\\_Beneficio\\_isbn.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/Final_libro_Beneficio_isbn.pdf)

Cenicafé. (7 de 11 de 2020). *Cartilla 21 Beneficio II*. Obtenido de Cartilla 21 Beneficio II:

[https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla\\_21.\\_Secado\\_del\\_cafe.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_21._Secado_del_cafe.pdf)

Cenicafé. (09 de 07 de 2021). *Historia Cenicafé*. Obtenido de Historia Cenicafé:

[https://www.cenicafe.org/es/index.php/quienes\\_somos/historia](https://www.cenicafe.org/es/index.php/quienes_somos/historia)

Claver Gil, J., & Sebastián Pérez, M. Á. (22 de 12 de 2016). *El proceso analítico jerárquico. Aplicación al estudio del patrimonio industrial inmueble*. Obtenido de El proceso

analítico jerárquico. Aplicación al estudio del patrimonio industrial inmueble:

[https://books.google.com.co/books?id=Rqb3DQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=PROCESO+ANALITICO+JERARQUICO&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=PROCESO%20ANALITICO%20JERARQUICO&f=false](https://books.google.com.co/books?id=Rqb3DQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=PROCESO+ANALITICO+JERARQUICO&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=PROCESO%20ANALITICO%20JERARQUICO&f=false)

- Corantioquia. (28 de 03 de 2016). *Manual de gestión de recurso hídrico, Piscícolas cultivo de trucha y tilapia*. Obtenido de Manual de gestión de recurso hídrico, Piscícolas cultivo de trucha y tilapia:  
[https://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Gesti%C3%B3n%20ambiental/Producci%C3%B3n%20y%20Consumo%20Sostenible/Manuales\\_GIRH/Piscicola.pdf](https://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Gesti%C3%B3n%20ambiental/Producci%C3%B3n%20y%20Consumo%20Sostenible/Manuales_GIRH/Piscicola.pdf)
- Cortés Rico, M. E., & Ladino Soto, O. B. (07 de 12 de 2016). *Elaboración de una bebida alcohólica usando subproductos del proceso de beneficio del café (Pulpa de café)*. Obtenido de Elaboración de una bebida alcohólica usando subproductos del proceso de beneficio del café (Pulpa de café):  
<http://revistas.sena.edu.co/index.php/rnova/article/view/619/683>
- DANE. (05 de 02 de 2021). *Índice de Precios al Consumidor (IPC)*. Obtenido de Índice de Precios al Consumidor (IPC):  
[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/bol\\_ipc\\_ene21.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/bol_ipc_ene21.pdf)
- Datos Macro. (2021). *IPC de Colombia*. Obtenido de En septiembre se elevó el IPC en Colombia: <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/colombia>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Política de crecimiento verde*. Obtenido de Política de crecimiento verde.: <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Pol%C3%ADtica%20CONPES%203934/Resumen%20Pol%C3%ADtica%20de%20Crecimiento%20Verde%20-%20diagramaci%C3%B3n%20FINAL.pdf>
- Diario La Economía. (04 de 08 de 2019). *Aroma, cuerpo y acidez, café enorme que produce el Tolima Grande*. Obtenido de Aroma, cuerpo y acidez, café enorme que produce el Tolima Grande: <https://diariolaeconomia.com/tomemos-cafe/item/4632-aroma-cuerpo-y-acidez-cafe-enorme-que-produce-el-tolima-grande.html>

- Dinero Bolsa. (13 de 08 de 2016). *Ratio ROI. Qué es y cómo interpretar el retorno de una inversión*. Obtenido de Ratio ROI. Qué es y cómo interpretar el retorno de una inversión: <https://dinerobolsa.com/ratio-roi-retorno-la-inversion/>
- Directo al Paladar. (2011). *Mermelada de membrillo al café*. Obtenido de Mermelada de membrillo al café: <https://www.directoalpaladar.com/cultura-gastronomica/mermelada-de-membrillo-al-cafe#comments>
- Domestika. (12 de 05 de 2021). *¿Qué es SketchUp y cómo empezar a usarlo?* Obtenido de ¿Qué es SketchUp y cómo empezar a usarlo?: <https://www.domestika.org/es/blog/5619-que-es-sketchup-y-como-empezar-a-usarlo>
- El Financiero. (30 de 06 de 2021). *El aumento de la inflación global*. Obtenido de El aumento de la inflación global: <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/manuel-sanchez-gonzalez/2021/06/30/el-aumento-de-la-inflacion-global/>
- Federación de Cafeteros. (28 de 06 de 2008). *Cartilla cafetera 19*. Obtenido de [https://caldas.federaciondecafeteros.org/app/uploads/sites/11/2020/07/Cartilla\\_19-Recolecci%C3%B3n-de-caf%C3%A9.pdf](https://caldas.federaciondecafeteros.org/app/uploads/sites/11/2020/07/Cartilla_19-Recolecci%C3%B3n-de-caf%C3%A9.pdf)
- Federacion de Cafeteros. (7 de Noviembre de 2020). *Caldas, Federacion de cafeteros*. Obtenido de Caldas, Federacion de cafeteros: [https://caldas.federaciondecafeteros.org/app/uploads/sites/11/2020/07/Cartilla\\_20-Beneficio-del-caf%C3%A9-I.-Despulpado-remoci%C3%B3n-de-mucilago-y-lavado..pdf](https://caldas.federaciondecafeteros.org/app/uploads/sites/11/2020/07/Cartilla_20-Beneficio-del-caf%C3%A9-I.-Despulpado-remoci%C3%B3n-de-mucilago-y-lavado..pdf)
- Federación Nacional de Cafeteros. (10 de 07 de 2021). *Café del Tolima*. Obtenido de Café del Tolima: <https://tolima.federaciondecafeteros.org/cafe-de-tolima/>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (14 de Enero de 2020). *Producción de café de Colombia cerró el 2019 en 14,8 millones de sacos*. Obtenido de Producción de café de

Colombia cerró el 2019 en 14,8 millones de sacos:

<https://federaciondecafeteros.org/wp/listado-noticias/produccion-de-cafe-de-colombia-cerro-el-2019-en-148-millones-de-sacos/#:~:text=Bogot%C3%A1%2C%20enero%2014%20de%202020,millones%20de%20sacos%20en%201992>).

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (20 de 08 de 2021). *En el Eje Social trabajamos a través de 6 caminos*. Obtenido de En el Eje Social trabajamos a través de 6 caminos:

<https://federaciondecafeteros.org/wp/sostenibilidad/eje-social/>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (20 de 08 de 2021). *Gestión empresarial*.

Obtenido de Gestión empresarial:

<https://federaciondecafeteros.org/wp/programas/gestion-empresarial/>

Función Pública. (16 de 06 de 2011). *Ley 1450 de 2011*. Obtenido de Ley 1450 de 2011:

<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Kjc9Sea3cbEJ:https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php%3Fi%3D43101+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>

Global Petrol Prices. (13 de 09 de 2021). *Colombia Precios de la gasolina*. Obtenido de Colombia Precios de la gasolina:

[https://es.globalpetrolprices.com/Colombia/gasoline\\_prices/](https://es.globalpetrolprices.com/Colombia/gasoline_prices/)

Gobernación del Tolima. (08 de 08 de 2021). *Convertir al Tolima en el segundo mayor*

*productor de café en Colombia: la ambiciosa meta del gobernador Ricardo Orozco*.

Obtenido de Convertir al Tolima en el segundo mayor productor de café en Colombia: la ambiciosa meta del gobernador Ricardo Orozco:

- <https://www.tolima.gov.co/noticias/2892-convertir-al-tolima-en-el-segundo-mayor-productor-de-cafe-en-colombia-la-ambiciosa-meta-del-gobernador-ricardo-orozco>  
 Gobernación del Tolima. (10 de Julio de 2021). *Municipio de Anzoátegui*. Obtenido de Municipio de Anzoátegui: <https://www.tolima.gov.co/tolima/informacion-general/turismo/1996-municipio-de-anzoategui>
- Gomez Posada, S. (2019). *Subproductos del café : valor agregado para el negocio*. Obtenido de Subproductos del café : valor agregado para el negocio: <https://quecafe.info/usuarios-alternativos-subproductos-cafe/>
- Graziosi, R. R. (17 de Agosto de 2005). *Posibles usos alternativos de los residuos*. Obtenido de Posibles usos alternativos de los residuos: <https://www.ico.org/documents/ed1967c.pdf>
- Inception Coffe. (27 de 07 de 2020). *Partes del fruto de Café*. Obtenido de Partes del fruto de Café: <https://www.inceptioncoffee.com/partes-del-fruto-de-cafe/>
- Infobae. (27 de 12 de 2020). *Estos han sido los incrementos del salario mínimo en Colombia de los últimos 35 años*. Obtenido de Estos han sido los incrementos del salario mínimo en Colombia de los últimos 35 años: <https://www.infobae.com/america/colombia/2020/12/27/estos-han-sido-los-incrementos-del-salario-minimo-en-colombia-de-los-ultimos-35-anos/?outputType=amp-type>
- INTAGRI. (23 de Mayo de 2020). *Abonos Orgánicos en Cultivo de Café. Serie Nutrición Vegetal*. Obtenido de Abonos Orgánicos en Cultivo de Café. Serie Nutrición Vegetal: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/abonos-organicos-en-el-cultivo-de-cafe>
- International Coffee Organization. (06 de 06 de 2020). *International Coffee Organization*. Obtenido de <http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/1a-total-production.pdf>

- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). *Circular Economy: The Concept and its Limitations*. Obtenido de Circular Economy: The Concept and its Limitations: <https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/94077.pdf>
- La República. (18 de 03 de 2019). *Huila es el departamento líder cafetero con 16% del área cultivada*. Obtenido de Huila es el departamento líder cafetero con 16% del área cultivada: <https://www.larepublica.co/especiales/ruta-del-cafe/huila-es-el-departamento-lider-cafetero-con-16-del-area-cultivada-2840686>
- Londoño Espinosa, H. D. (20 de Mayo de 2017). *Aprovechamiento de la pulpa de café para la producción de Biogas en un reactor de flujo pistón*. Obtenido de Aprovechamiento de la pulpa de café para la producción de Biogas en un reactor de flujo pistón: <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3297/APROVECHAMIENTO%20DE%20PULPA%20DE%20CAF%c3%89%20PARA%20LA%20PRODUCCION%20DE%20BIOGAS%20EN%20UN%20REACTOR%20DE%20FLUJO%20PISTON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manso Coronado, F. J. (13 de 04 de 2003). *Diccionario Enciclopédico de Estrategia Empresarial*. Obtenido de Diccionario Enciclopédico de Estrategia Empresarial: <https://books.google.com.co/books?id=HF5MQbmedA8C&pg=PA17&dq= analisis+dafo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi20pOOmsHyAhUYKfKfHVIIsA4kQ6AEwAnoECAkQAq#v=onepage&q&f=false>
- Martínez-Alemán, S. R., Hernández-Castillo, F. D., González, C. N., & Herrera, R. R. (23 de Mayo de 2019). *Extractos de pulpa de café: Una revisión sobre antioxidantes polifenólicos*. Obtenido de Extractos de pulpa de café: Una revisión sobre antioxidantes polifenólicos: <https://www.redalyc.org/journal/674/67459697009/html/>

Ministerio de Agricultura. (26 de Junio de 1984). *Decreto 1594 de 1984*. Obtenido de Decreto 1594 de 1984:

[https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto\\_1594\\_de\\_1984.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_1594_de_1984.pdf)

Ministerio de Agricultura. (2 de 12 de 2020). *Cosecha cafetera de 2020 cerraría con un valor de \$9 billones, superior en 20% a 2019 y una de las más altas en 20 años*. Obtenido de Cosecha cafetera de 2020 cerraría con un valor de \$9 billones, superior en 20% a 2019 y una de las más altas en 20 años:

<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Cosecha-cafetera-2020.aspx>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (21 de Octubre de 2004). *Decreto 3440 de 2004*. Obtenido de Decreto 3440 de 2004:

<http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/decreto+3440+de+2004.pdf/9144b013-e8f7-4c1f-bed9-f7d16b5fcfe8>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (25 de Octubre de 2010). *Decreto 3930 de 2010*. Obtenido de Decreto 3930 de 2010:

[https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec\\_3930\\_2010.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_3930_2010.pdf)

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (24 de Diciembre de 2018). *Decreto 2412 de 2018*.

Obtenido de Decreto 2412 de 2018:

[https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:AHMLLeAVj\\_MJ:https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php%3Fi%3D89969+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:AHMLLeAVj_MJ:https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php%3Fi%3D89969+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co)

Montoya, L. F., & Deossa, G. V. (05 de 07 de 2020). *Estrategias para el aprovechamiento de la pulpa de café en las fincas cafeteras del municipio de Andes Antioquia*. Obtenido de



Estrategias para el aprovechamiento de la pulpa de café en las fincas cafeteras del municipio de Andes Antioquia:

<https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/773/Pulpa%20cafe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mortara, V. A., Tabone, L. B., & Zanfrillo, A. I. (27 de 09 de 2019). *Comparación de herramientas de apoyo a la toma de decisiones*. Obtenido de Comparación de herramientas de apoyo a la toma de decisiones: <http://nulan.mdp.edu.ar/3214/1/mortara-et-al-2019.pdf>

Online Browsing Platform. (2015). *ISO 14001:2015*. Obtenido de ISO 14001:2015: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>

Ordoñez Pineda, K. L., & Sepúlveda Monroy, C. (10 de Diciembre de 2019). *Caracterización físico química de los residuos del plátano y el café para su posible uso como materias primas en la fabricación de papel*. Obtenido de Caracterización físico química de los residuos del plátano y el café para su posible uso como materias primas en la fabricación de papel: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/24795/Ordo%C3%B1ezPinedaKarenLizethSep%C3%BAvedaMonroyCamila2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización Internacional del Café. (15 de 02 de 2021). *Panorama general del Informe de la OIC*. Obtenido de Panorama general del Informe de la OIC: <https://www.ico.org/documents/cy2020-21/ed-2358c-overview-cdr-2020.pdf>

Ortiz Quintero, B. S., & Yate Cuervo, P. (2020). *Desarrollo de un producto derivado de la pulpa de café, obtenida de la finca cafetera "Las Violetas" de la vereda La Uribe - Villahermosa, Tolima*. Obtenido de Desarrollo de un producto derivado de la pulpa de

café, obtenida de la finca cafetera "Las Violetas" de la vereda La Uribe - Villahermosa, Tolima:

[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1137&context=ing\\_industrial](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1137&context=ing_industrial)

Ortíz, A., Valdivié, M., & Elías, A. (18 de 07 de 2003). *La cascarilla de café como cama avícola*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193018072003.pdf>

Paredes Guevara, M. A. (2018). *Evaluación de las propiedades de tres pulpas de café para la producción de una bebida tipo té*. Obtenido de Evaluación de las propiedades de tres pulpas de café para la producción de una bebida tipo té:

<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6958/3/6121959-2018-2-IQ.pdf#page24%20>:

Periódico Criterio Hidalgo. (18 de 04 de 2019). *El café, la segunda bebida más consumida en el mundo*. Obtenido de Periódico Criterio Hidalgo: <https://criteriohidalgo.com/noticias/el-cafe-la-segunda-bebida-mas-consumida-en-el-mundo>

Periódico El Nuevo Siglo. (23 de 08 de 2021). *Más del 30% del café que se consume en Colombia es importado*. Obtenido de Más del 30% del café que se consume en Colombia es importado: <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/04-11-2021-mas-del-30-del-cafe-que-se-consume-en-colombia-es-importado>

Periodico El Tiempo. (26 de 03 de 2021). *El 2021 podría cerrar como otro año récord para el sector cafetero*. Obtenido de El 2021 podría cerrar como otro año récord para el sector cafetero: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/razones-por-las-cuales-el-2021-podria-cerrar-como-ano-record-para-el-cafe-576220>

Periódico La Crónica del Quindío. (05 de 06 de 2021). *El precio del café ha subido el 75% en 2021, con respecto a 2020*. Obtenido de El precio del café ha subido el 75% en 2021, con

respecto a 2020: <https://www.cronicadelquindio.com/noticias/economia/el-precio-del-cafe-ha-subido-el-75-en-2021-con-respecto-a-2020>

Periódico Portafolio. (20 de 02 de 2020). *Colombia es el principal proveedor de café de EE. UU.*

Obtenido de Colombia es el principal proveedor de café de EE. UU.:

<https://www.portafolio.co/economia/colombia-es-el-principal-proveedor-de-cafe-de-ee-uu-538316>

Radio Nacional de Colombia. (27 de 04 de 2021). *Precio del café alcanza cifras históricas en*

*Colombia.* Obtenido de Precio del café alcanza cifras históricas en Colombia:

<https://www.radionacional.co/actualidad/economia/precio-del-cafe-alcanza-cifras-historicas-en-colombia>

Ramirez Velez, A., & Jaramillo López, J. C. (20 de 06 de 2013). *Proceso para la obtención de*

*miel y/o harina de café a partir de la pulpa o cáscara y el mucilago del grano de café.*

Obtenido de Proceso para la obtención de miel y/o harina de café a partir de la pulpa o cáscara y el mucilago del grano de café:

<https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf;jsessionid=C5102AF38AA75204225BC529E0E09EE9.wapp1nA?docId=WO2013088203&tab=PCTBIBLIO>

Restrepo, G., Barrera, J., Humbert, S., Rojas, D., Puerto, M., Gaitan, A., . . . Gmunder, S. (2018).

*Huella Ambiental del Café en Colombia.* Obtenido de Huella Ambiental del Café en Colombia:

<http://www.andi.com.co/Uploads/HUELLA%20AMBIENTAL%20%20DEL%20CAF%C3%89%20EN%20COLOMBIA.pdf>

Revista Semana. (1 de 10 de 2020). *Día Mundial del Café: Las cifras detrás de un producto*

*infaltable en Colombia.* Obtenido de Día Mundial del Café: Las cifras detrás de un

- producto infaltable en Colombia: <https://www.semana.com/empresas/articulo/dia-mundial-del-cafe-las-cifras-detras-de-este-producto/302153/>
- Saaty, T. L. (1980). *Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP)*. Obtenido de Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP): <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/27/proceso-analitico-jerarquico-ahp/>
- Sánchez Aguirre, O. A., Guevara Valencia, M., González Amaó, M. T., & Bulás Mendoza, M. d. (13 de 05 de 2017). *APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DEL BENEFICIADO DE CAFÉ*. Obtenido de APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DEL BENEFICIADO DE CAFÉ: [https://www.researchgate.net/publication/343303847\\_Aprovechamiento\\_de\\_subproductos\\_del\\_beneficiado\\_de\\_cafe](https://www.researchgate.net/publication/343303847_Aprovechamiento_de_subproductos_del_beneficiado_de_cafe)
- Serna Jiménez, J. A., Torres Valenzuela, L. S., Martínez Cortínez, K., & Hernández Sandoval, M. C. (20 de 06 de 2018). *Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos*. Obtenido de Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos: <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018006>
- Torres Ampuero, C. (2012). *Uso de pulpa de café en la elaboración de abonos para incrementar la productividad de café*. Obtenido de Uso de pulpa de café en la elaboración de abonos para incrementar la productividad de café: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL1257.pdf>
- UNIR. (24 de 01 de 2019). *¿Qué es y cómo calcular la TIR (Tasa Interna de Retorno)?* Obtenido de ¿Qué es y cómo calcular la TIR (Tasa Interna de Retorno)?: <https://www.unir.net/empresa/revista/como-calcular-tir-tasa-interna-retorno/>

Urrego Yepes, W., & Godoy Pernalete, M. J. (08 de 05 de 2021). *Aprovechamiento de los residuos de la agroindustria del café en la elaboración de materiales compuestos de matriz polimérica*. Obtenido de Aprovechamiento de los residuos de la agroindustria del café en la elaboración de materiales compuestos de matriz polimérica:

<http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/view/2590/2418>

Verdugo Ojeda, Y. (2020). *Aigo cafetero: Cuide los recursos naturales aprovechando los subproductos de café. Pproducción de abono con la pulpa de café*. Obtenido de Aigo cafetero: Cuide los recursos naturales aprovechando los subproductos de café.

Pproducción de abono con la pulpa de café:

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/19545/Anexo%201%20CARTILLA.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Wong Paz, J. E., Guyot, S., Rodríguez Herrera, R., Gutiérrez Sánchez, G., Contreras Esquivel, J. C., Saucedo Castañeda, G., & Aguilar, C. N. (29 de 12 de 2013). *Alternativas actuales para el manejo sustentable de los residuos de la industria del café en México*. Obtenido de Alternativas actuales para el manejo sustentable de los residuos de la industria del café en México: <http://www.actaquimicamexicana.uadec.mx/?p=538>

## **Anexos**

Desarrollo del Proceso de análisis jerárquico utilizado para definir las alternativas óptimas para el aprovechamiento de pulpa de café en la finca los Monroy:

<b>Criterios</b>	<b>DF</b>	<b>CMQ</b>	<b>CMP</b>	<b>CP</b>	<b>RM</b>	<b>t 'P</b>
DF	1,00	3,00	1,00	1,00	5,00	0,33
CMQ	0,33	1,00	1,00	0,20	0,14	0,11
CMP	1,00	1,00	1,00	0,33	0,14	1,00
CP	1,00	0,33	0,33	1,00	3,00	5,00
RM	3,00	1,00	1,00	0,33	1,00	5,00
t 'P	3,00	1,00	1,00	0,20	0,20	1,00
<b>Total</b>	<b>9,33</b>	<b>7,33</b>	<b>5,33</b>	<b>3,07</b>	<b>9,49</b>	<b>12,44</b>
<b>Peso relativo</b>	<b>0,11</b>	<b>0,14</b>	<b>0,19</b>	<b>0,33</b>	<b>0,11</b>	<b>0,08</b>

Criterio 1. Distribución de la Finca

<b>Alternativa/ Criterio</b>	<b>HG</b>	<b>CP</b>	<b>HP</b>	<b>BG</b>	<b>AH</b>	<b>DL</b>	<b>TE</b>	<b>MM</b>
HG	1,00	1,00	0,11	0,14	0,20	1,00	0,33	0,33
CP	0,33	1,00	0,14	0,14	0,14	0,33	0,33	0,33
HP	5,00	0,20	1,00	1,00	3,00	0,20	0,20	0,20
BG	7,00	0,14	1,00	1,00	1,00	1,00	0,14	0,14
AH	5,00	0,20	1,00	1,00	1,00	0,20	0,20	0,20
DL	1,00	1,00	0,11	0,11	0,11	1,00	1,00	1,00
TE	1,00	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00	1,00	1,00
MM	1,00	1,00	0,11	0,11	0,11	1,00	1,00	1,00
<b>Sumatoria</b>	<b>21,33</b>	<b>4,74</b>	<b>3,62</b>	<b>3,65</b>	<b>5,71</b>	<b>5,73</b>	<b>4,21</b>	<b>4,21</b>
<b>Puntuación</b>	<b>0,05</b>	<b>0,21</b>	<b>0,28</b>	<b>0,27</b>	<b>0,18</b>	<b>0,17</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>

Criterio 2. Distribución de la Finca

<b>Alternativa/ Criterio</b>	<b>HG</b>	<b>CP</b>	<b>HP</b>	<b>BG</b>	<b>AH</b>	<b>DL</b>	<b>TE</b>	<b>MM</b>
HG	1,00	0,20	0,11	0,11	0,11	0,33	0,20	0,20
CP	0,33	1,00	0,11	0,14	0,20	0,33	0,33	0,33
HP	0,11	0,11	1,00	0,11	0,11	0,20	0,20	0,20
BG	0,14	0,11	0,33	1,00	0,11	0,20	0,20	0,20
AH	0,20	1,00	0,33	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00
DL	0,33	0,33	0,11	0,11	0,14	1,00	0,33	0,33
TE	0,33	0,33	0,11	0,20	0,20	0,33	1,00	0,33
MM	1,00	1,00	0,11	0,14	0,14	1,00	1,00	1,00
<b>Sumatoria</b>	<b>3,45</b>	<b>4,09</b>	<b>2,22</b>	<b>2,82</b>	<b>1,35</b>	<b>4,40</b>	<b>4,27</b>	<b>3,60</b>
<b>Puntuación</b>	<b>0,28</b>	<b>0,24</b>	<b>0,45</b>	<b>0,35</b>	<b>0,73</b>	<b>0,22</b>	<b>0,23</b>	<b>0,27</b>

Criterio 3. Costo de materia prima

<b>Alternativa/ Criterio</b>	<b>HG</b>	<b>CP</b>	<b>HP</b>	<b>BG</b>	<b>AH</b>	<b>DL</b>	<b>TE</b>	<b>MM</b>
HG	1,00	0,33	0,11	0,14	0,14	1,00	1,00	1,00
CP	0,33	1,00	0,11	0,33	0,33	0,20	1,00	0,33
HP	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,20	0,33	0,33
BG	1,00	0,33	0,33	1,00	1,00	0,20	0,33	0,20
AH	0,20	0,33	0,33	1,00	1,00	0,33	0,14	0,33
DL	0,14	0,20	0,11	0,14	0,14	1,00	0,20	1,00
TE	0,33	0,33	0,11	0,14	0,14	0,20	1,00	0,20
MM	0,20	0,33	0,11	0,14	0,33	0,33	0,20	1,00
<b>Sumatoria</b>	<b>3,54</b>	<b>3,20</b>	<b>2,22</b>	<b>3,24</b>	<b>3,43</b>	<b>3,47</b>	<b>4,21</b>	<b>4,40</b>
<b>Puntuación</b>	<b>0,28</b>	<b>0,31</b>	<b>0,45</b>	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	<b>0,28</b>	<b>0,23</b>	<b>0,22</b>

Criterio 4. Complejidad del proceso

<b>Alternativa/ Criterio</b>	<b>HG</b>	<b>CP</b>	<b>HP</b>	<b>BG</b>	<b>AH</b>	<b>DL</b>	<b>TE</b>	<b>MM</b>
HG	1,00	1,00	0,11	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00
CP	1,00	1,00	0,11	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00
HP	0,11	0,11	1,00	0,33	0,20	0,11	0,11	0,11
BG	0,20	0,20	0,11	1,00	0,14	0,11	0,11	0,11
AH	0,20	0,20	0,11	0,14	1,00	0,14	0,14	0,14
DL	1,00	1,00	0,11	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00
TE	1,00	1,00	0,11	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00
MM	1,00	1,00	0,11	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00
<b>Sumatoria</b>	<b>5,51</b>	<b>5,51</b>	<b>1,78</b>	<b>2,25</b>	<b>2,34</b>	<b>5,37</b>	<b>5,37</b>	<b>5,37</b>
<b>Puntuación</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,56</b>	<b>0,44</b>	<b>0,42</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>

## Criterio 5. Rendimientos

<b>Alternativa/ Criterio</b>	<b>HG</b>	<b>CP</b>	<b>HP</b>	<b>BG</b>	<b>AH</b>	<b>DL</b>	<b>TE</b>	<b>MM</b>
HG	1,00	0,20	0/7	0,11	0,11	0,20	0,33	0,33
CP	0,20	1,00	0/7	0,11	0,11	0,20	0,20	0,20
HP	0,11	0,11	1,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
BG	0,20	0,20	0/7	1,00	0,11	0,20	0,20	0,14
AH	0,33	0,33	0/7	0,11	1,00	0,20	0,20	0,33
DL	0,11	0,11	0/7	0,11	0,11	1,00	0,11	0,33
TE	0,20	0,20	0/7	0,11	0,11	0,20	1,00	0,20
MM	0,11	0,20	0/7	0,11	0,11	0,20	1,00	1,00
<b>Sumatoria</b>	<b>2,27</b>	<b>2,36</b>	<b>1,00</b>	<b>1,78</b>	<b>1,78</b>	<b>2,31</b>	<b>1,00</b>	<b>2,65</b>
<b>Puntuación</b>	<b>0,44</b>	<b>0,42</b>	<b>1,00</b>	<b>0,56</b>	<b>0,56</b>	<b>0,43</b>	<b>3,16</b>	<b>0,37</b>

## Criterio 6. Tiempos de producción



<b>Alternativa/ Criterio</b>	<b>HG</b>	<b>CP</b>	<b>HP</b>	<b>BG</b>	<b>AH</b>	<b>DL</b>	<b>TE</b>	<b>MM</b>
HG	1,00	0,20	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	0,11
CP	0,14	1,00	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	0,11
HP	0,14	0,20	1,00	0,14	0,11	0,11	0,11	0,11
BG	0,14	0,20	0,14	1,00	0,11	0,11	0,11	0,11
AH	0,14	0,20	0,14	0,14	1,00	0,11	0,11	0,11
DL	0,14	0,20	0,14	0,14	0,11	1,00	0,11	0,11
TE	0,14	0,20	0,14	0,14	0,11	0,11	1,00	0,11
MM	0,14	0,20	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	1,00
<b>Sumatoria</b>	<b>2,00</b>	<b>2,40</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>1,78</b>	<b>1,78</b>	<b>1,78</b>	<b>1,78</b>
<b>Puntuación</b>	<b>0,50</b>	<b>0,41</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,56</b>	<b>0,56</b>	<b>0,56</b>	<b>0,56</b>