

Impactos ambientales causados por el beneficio húmedo de café sobre el recurso hídrico en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná, en el departamento del Huila.



Julier Patricia Guzmán I.A

Universidad de Manizales

Facultad de ciencias contables, económicas y administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

2021

Impactos ambientales causados por el beneficio húmedo de café sobre el recurso hídrico en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná, en el departamento del Huila.



Julier Patricia Guzmán I.A

Trabajo de tesis presentado como requisito parcial para optar al título de magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Asesor de tesis

Juan Carlos Granobles Torres

I.A Esp. M.S.c.

Universidad de Manizales

Facultad de ciencias contables, económicas y administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

2021

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

Director de Tesis

---

Jurado

---

Jurado

## **Agradecimientos**

Gratitud con el Dios de la Vida y la Virgen María por todas las oportunidades y dificultades, con las cuales he aprendido y crecido personal y profesionalmente, y de nuevo me permitieron cumplir una meta más en mi vida.

Estoy muy agradecida con mi Familia, mi Madre, mi Esposo y mi Hija, por su amor, apoyo incondicional y paciencia, son el impulso, la fuerza y el motivo de mi existir.

Resulta importante reconocer a la Corporación para el Desarrollo Rural y Urbano de Colombia – CORDESARROLLO, la empresa por la cual conocí el sector agropecuario, a sus directivos por la gran labor y compromiso con el agro de nuestro país y por impulsar a sus colaboradores a crecer profesionalmente.

Especial reconocimiento merecen nuestros caficultores, estoy muy agradecida por su disposición y colaboración en el suministro de la información necesaria para esta investigación.

Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a mi director de tesis Juan Carlos Granobles Torres, por su acertada orientación, conocimientos, enseñanzas, su apoyo y colaboración, que me permitieron llegar al final de mi tesis.

Finalmente, agradecer a todas las personas que con sus palabras y acciones hicieron posible esta investigación.

Gracias.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico a Dios por darme la vida, por ser mi guía y darme fuerza para continuar en este andar, a mi Madre por su amor y apoyo para formarme profesionalmente, a mi Esposo y mi Hija por su paciencia, comprensión, su amor, el respaldo incondicional siempre, sin ellos no hubiese sido posible cumplir esta meta.

## Tabla de contenido

|  | Pág., |
|--|-------|
| Resumen.....   | 10    |
| Abstract.....  | 12    |
| Introducción .....   | 13    |
| 1. Planteamiento del problema .....                          | 15    |
| 1.1 Contexto del problema .....                              | 19    |
| 1.2 Pregunta de investigación.....                           | 20    |
| 2. Justificación.....  | 21    |
| 3. Fundamentación teórica.....                               | 23    |
| 3.1 Impacto ambiental.....                                   | 23    |
| 3.1.1 Valoración de impactos ambientales.....                | 24    |
| 3.1.2 Mitigación.....  | 28    |
| 3.1.3 Estrategias del componente ambiental.....              | 28    |
| 3.2 Proyectos productivos .....                              | 28    |
| 3.3 Actividad cafetera .....                                 | 29    |
| 3.4 Proceso productivo del café .....                        | 29    |
| 3.5 Sistemas de café .....                                   | 29    |
| 3.6 Beneficio húmedo tradicional de los frutos del café..... | 30    |
| 4. Antecedentes investigativos .....                         | 36    |
| 4.1 Antecedentes internacionales .....                       | 36    |
| 4.2 Antecedentes nacionales (Colombia).....                  | 37    |
| 4.3 Antecedentes regionales.....                             | 39    |
| 5. Marco legal .....   | 40    |
| 6. Objetivos.....  | 43    |

|   |    |
|---|----|
| 6.1 Objetivo General .....  | 43 |
| 6.2 Objetivos Específicos .....   | 43 |
| 7. Metodología.....   | 44 |
| 7.1 Tipo de investigación .....   | 44 |
| 7.2 Nivel de investigación.....   | 44 |
| 7.3 Población.....  | 44 |
| 7.4 Muestra.....  | 45 |
| 7.5 Localización de la zona de estudio.....   | 45 |
| 7.6 Procedimiento de recolección de la información .....  | 48 |
| 7.7 Métodos e instrumentos de recolección de datos .....  | 49 |
| 7.7.1 Fuentes secundarias .....   | 49 |
| 7.7.2 Fuentes primarias.....  | 49 |
| 7.8 Etapas y fases de la investigación .....  | 54 |
| 7.9 Análisis de la información .....  | 55 |
| 7.9.1 Análisis de la entrevista.....  | 55 |
| 7.9.2 Matriz de Leopold.....  | 56 |
| 7.9.3 Análisis fisicoquímico del agua .....   | 58 |
| 8. Consideraciones éticas.....  | 60 |
| 9. Resultados.....  | 63 |
| 9.1 Generalidades de las unidades productivas evaluadas .....   | 63 |
| 9.2 Caracterización de los sistemas de beneficio de café húmedo y ecológico en unidades productivas evaluadas. .... | 65 |
| 9.2.1 Sistemas de beneficio del café húmedo.....  | 65 |
| 9.2.2 Tratamiento de aguas mieles .....   | 69 |
| 9.2.3 Disposición de la cereza del café .....   | 70 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 9.3      | Caracterización físico-química del agua residual producida en un sistema de beneficio ...                                | 72  |
| 9.4      | Impacto ambiental del sistema de beneficio utilizado sobre el recurso hídrico.....                                       | 74  |
| 9.4.1    | <i>Análisis matriz Leopold – unidad productiva El Recodo</i> .....   | 75  |
| 9.4.2    | <i>Análisis matriz Leopold – unidad productiva Salamanca</i> .....   | 78  |
| 9.4.3    | <i>Análisis matriz Leopold – unidad productiva Las Vueltas (Lote 3)</i> .....  | 81  |
| 9.4.4    | <i>Análisis general de impactos ambientales generados por las 3 unidades productivas analizadas</i> .....                | 84  |
| 9.5      | Percepción de caficultores acerca de la producción de café, sus metodologías e impactos ocasionados al ambiente.....     | 86  |
| 9.5.1    | <i>Impactos negativos ocasionados por el beneficio húmedo del café</i> .....   | 86  |
| 9.5.2    | <i>Control legal</i> .....   | 87  |
| 10.      | Discusión.....   | 89  |
| 11.      | Conclusiones .....   | 93  |
| 12.      | Recomendaciones .....  | 95  |
| 13.      | Bibliografía .....   | 97  |
| Anexos   | .....  | 101 |
| Anexo 1. | Entrevista.....  | 101 |
| Anexo 2. | Matriz de Leopold .....  | 103 |
| Anexo 3. | Resumen analítico especializado .....  | 106 |
| Anexo 4. | Consentimiento informado .....   | 117 |
| Anexo 5. | Resultados análisis físico-químico de aguas residuales del beneficio del café, Finca El Recodo, vereda El Cascajal. .... | 119 |

## Lista de tablas

|   | <b>Pág.,</b> |
|---|--------------|
| Tabla 1. Expresión del impacto ambiental.....   | 24           |
| Tabla 2. Descripción del impacto ambiental.....   | 25           |
| Tabla 3. Proceso de beneficio húmedo del café.....  | 31           |
| Tabla 4. Diagrama causa efecto .....  | 33           |
| Tabla 5. Marco legal de la investigación .....  | 40           |
| Tabla 6. Límites permisibles Resolución No. 631 de 2015 .....   | 59           |
| Tabla 7. Generalidades de las unidades productivas evaluadas en la vereda El Cascajal. ....   | 63           |
| Tabla 8. Resultados análisis físico-químico de aguas residuales del beneficio del café, unidad productiva El Recodo, vereda El Cascajal. .... | 72           |
| Tabla 9. Análisis matriz Leopold - unidad productiva El Recodo.....   | 75           |
| Tabla 10. Análisis matriz Leopold - unidad productiva Salamanca .....   | 78           |
| Tabla 11. Análisis matriz Leopold - unidad productiva Las Vueltas (Lote 3) .....  | 81           |
| Tabla 12. Trade OFF Resultados Matriz Leopold en 3 unidades productivas.....  | 84           |

## Resumen

La producción agrícola de Colombia se ha desarrollado en condiciones insostenibles, lo que ha provocado la degradación ambiental en varias zonas de cultivo, siendo la producción de café, una de las que mayor generación de impactos negativos al medio ambiente produce, por el uso excesivo del recurso hídrico, la contaminación de las fuentes hídricas, producidos por el beneficio del café, proceso en que se separan los granos. Por tal motivo, el presente estudio se desarrolló bajo el objetivo de evaluar los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo tradicional de los frutos de café sobre el recurso hídrico en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila.

La presente investigación fue de enfoque mixto que integró valores cuantitativos y cualitativos, con un nivel descriptivo. Como muestra de estudio se seleccionaron 7 unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila. Para recolección de información se aplicaron entrevistas, análisis de laboratorio y matrices de valoración de impactos.

Como resultado del presente estudio se obtuvo que, el proceso de beneficio húmedo del café en las unidades productivas, genera altos impactos negativos al ambiente, sobre todo, en aquellas unidades que no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas mieles, en donde se identificaron valores altos en los parámetros de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Grasas y Aceites, pH in Situ, y Sólidos Suspendidos Totales, lo que supera los límites permisibles por la Resolución 0631/2015 - Art. 9. Se refleja la necesidad de implementar un proceso fermentativo y corregir pH a la salida con un producto que

lo eleve. Para la parte biológica, adecuar un reactor de fermentación, 24 a 48 horas y, al final hacer una coagulación, floculación para el tratamiento de los sólidos.

**Palabras clave:** impacto ambiental, beneficio húmedo, cultivo, café, recurso hídrico.

## **Abstract**

Colombia's Agricultural production has developed under unsustainable conditions, which has caused environmental degradation in several growing areas, being coffee production, one of the most negative impacts to the environment produces, due to of the overuse of water resources, pollution from water sources, causes by the benefit of coffee, a process in which the grains are separated. For this reason, this study was developed under the objective of assessing environmental impacts caused by the traditional wet benefit of coffee fruits on the water resource in productive units in El Cascajal village of the town of Timaná in the department of Huila.

The research was of a mixed approach that integrated quantitative and qualitative values, with a descriptive level. As a sample study, 7 production units were selected from the El Cascajal village of the town of Timaná in the department of Huila. Interviews, laboratory analysis and impact assessment matrices were applied for information collection.

As a result of this study, it was obtained that, the process of wet benefit of coffee in the production units generates high negative impacts on the environment, especially in those units that do not have honeywater treatment systems, where high values were identified high in the parameters of Biological Oxygen Demand (BOD5), Chemical Oxygen Demand (COD), Fats and Oils, pH in Situ, and Total Suspended Solids, which exceeds the permissible limits by Resolution 0631/2015 - Art. 9. It reflects the need to implement a fermentation process and correct pH at the exit with a product that raise. For the biological part, adapt a fermentation reactor, 24 to 48 hours and, at the end, make a flocculation coagulation for the treatment of solids.

**Keywords:** environmental impact, wet mill, crop, coffee, water resource.

## **Introducción**

En Colombia, el cultivo de café es una de las principales actividades económicas, tal que ha sido reconocido a nivel mundial por su calidad y exportación, no obstante, su producción en la actualidad, se desarrolla en algunas zonas del país de forma inadecuada, lo que produce grandes impactos negativos al medio ambiente, tales como contaminación de fuentes hídricas producto del beneficio húmedo del café, por el desecho de residuos que se generan durante el proceso. En el beneficio húmedo de los frutos del café se producen residuos de pulpa y mucílago, además, los frutos se transportan y se despulpan con abundante agua, de entre 40 y 60 litros de por kilogramo de café procesado. Estos residuos son conducidos a niveles más altos de carga residual en la cuenca, causando contaminación y afectando la flora y fauna local (Urquijo, 2016).

Los agricultores, a través de su producción cafetera tienen la responsabilidad de conservar y contribuir a la mejora del medio ambiente, ya que la mayoría de veces sobre explotan la producción sin tener en cuenta el daño que provocan por querer obtener más beneficios sacrificando el entorno laboral. Con el objeto de minimizar los impactos ambientales negativos al entorno, ocasionados por el excesivo consumo de agua y contaminación por aguas mieles del café, durante el proceso de beneficio, es indispensable inicialmente, conocer los impactos directos de estas actividades, con ello, poder generar estrategias que disminuyan la carga contaminante y promuevan el ahorro y uso eficiente del agua.

Es así como los agricultores tienen la responsabilidad de proteger y mejorar el medio ambiente dentro de sus procesos productivos de café, no obstante, el municipio de Timaná enfrenta grandes retos asociados al sector agropecuario, dado que en algunas unidades productivas de la vereda El Cascajal, no se han implementado sistemas de tratamiento de aguas

mieles producto del beneficio del grano de café, lo que ha provocado que estas aguas sean conducidas directamente a la fuente hídrica Las Vueltas. Además, aunque la región es una de las principales productoras de café del sur del Huila, no se ha encontrado disponibilidad de estudios sobre la problemática ambiental relacionada a la producción del café, por ello, se ve reflejada la necesidad de establecer un precedente investigativo a fin de identificar los impactos negativos causados en el recurso hídrico a partir del beneficio húmedo del café en estas unidades productivas.

El presente documento presenta un trabajo de investigación que evaluó los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo tradicional de los frutos de café sobre el recurso hídrico en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila, por medio de la caracterización de los sistemas de beneficio de café húmedo en 7 unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila, de las cuales, 4 cuentan con sistema de tratamiento de aguas mieles y 3 no cuentan con dicho sistema. En cuanto a los sistemas de beneficio húmedo del café, 6 de las 7 unidades productivas implementan sistemas tradicionales, y 1 implementa un sistema de beneficio ecológico.

Adicionalmente, se presenta los resultados del análisis físico químico del agua de acuerdo a la Resolución No. 631 de 2015, llevado a cabo en la unidad productiva El Recodo, la cual no cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales. Además, se evaluaron los impactos ambientales por medio del método de Leopold, en 3 unidades productivas; una con sistema de tratamiento de aguas residuales, una sin tratamiento de aguas residuales y una con un sistema de beneficio ecológico. Para finalizar se analizó la percepción de los caficultores acerca de la producción de café, sus metodologías e impactos ocasionados al ambiente.

## 1. Planteamiento del problema

La producción agropecuaria en Colombia se ha venido desarrollando en condiciones de insostenibilidad, a causa de sistemas utilizados por los productores rurales, como tecnologías obsoletas, que dependen del aprovechamiento y explotación de recursos naturales, esto genera un deterioro medio ambiental en las diversas zonas de cultivo. El cultivo de café, no se excluye de la generación de impactos al medio ambiente, por el uso excesivo del recurso hídrico, la generación de residuos que contaminan las fuentes hídricas, producidos por el beneficio del café, proceso en que se separan los granos. Dicho proceso produce grandes cantidades de desechos integrados por la pulpa y agua residual, esto a su vez, genera malos olores que pueden ocasionar molestias y daños en la salud de la población aledaña, de igual forma, la contaminación sobre las cuencas hídricas produce una alteración en los sistemas bióticos y abióticos (Cárdenas & Vallejo, 2016).

La producción de café se lleva a cabo mediante procesos y sistemas inadecuados que generan altas cantidades de contaminantes de aguas residuales producto del beneficio húmedo del café, produciendo desechos que afectan negativamente el agua. Durante el beneficio húmedo de los frutos del café, se producen residuos de pulpa y mucilago, además, se despulpa la fruta con agua y se transporta con la utilización excesiva de entre 40 a 60 Litros por kilogramo de café tratado, estos residuos desembocan en altos niveles de carga residual en cuencas hídricas, ocasionando su contaminación y afectaciones en la flora y fauna local (Urquijo, 2016). Del agua utilizada para tal proceso, “aproximadamente la mitad se utiliza en la clasificación del fruto, el despulpado y transporte de la pulpa a las fosas y el transporte de café despulpado a los tanques de fermentación” (Rodríguez et al., 2015, p. 14). Lo anterior genera una gran disminución del caudal de los ríos, deterioro de cuencas hídricas, y alteración en flora y fauna local.

Del proceso de beneficio húmedo del café se generan contaminantes a partir de la pulpa o desechos sólidos, aguas residuales y aguas mieles, ocasionando contaminación orgánica. “El 60% del fruto de café está formado por desechos sólidos como la pulpa (40%), Mucílago (16%) y cascarilla o pergamino (4%), siendo estos altamente contaminantes” (Zúñiga y Castillo, 2013, p. 1). Como consecuencia de ello, se genera una afectación química mediante la acidificación en los niveles de pH, disminución en los niveles de oxígeno disuelto y la oxidación de la materia orgánica. Por otro lado, la afectación física se desarrolla en los cambios en la apariencia o color de las fuentes hídricas, mal olor, muerte de animales y vegetación, y el aumento de la temperatura (Zúñiga y Castillo, 2013).

Zúñiga y Castillo (2013) afirman que “por cada quintal de café procesado en el beneficio húmedo se generan aproximadamente 58 libras de DQO de las cuales 13 libras son de las aguas mieles y 45 libras son de la pulpa” (p. 1). Tal como se mencionó anteriormente, esto ocasiona una disminución en la concentración de oxígeno en el agua, ocasionando muerte en la fauna acuática del recurso hídrico, “cambio de la acidez natural de agua, lo que la hace no apta para el riego de los cultivos, aplicación de agroquímicos, lavar café y mucho menos para el consumo humano y animal” (Zúñiga y Castillo, 2013, p. 1). Por otro lado, también afecta las cualidades organolépticas (color, sabor y olor) del agua, afectando a la vez, el equilibrio biológico, perjudicando directamente la flora y la fauna acuática e inclusive a la que habita en los alrededores de la fuente (Zúñiga y Castillo, 2013).

La insostenibilidad en las actividades desarrolladas en la producción de café, ocasiona grandes problemas tanto en los recursos naturales, así como alteraciones en la salud de la población. Los procesos de despulpado, desmucilaginado y lavado del café, generan residuos que son depositados al agua, dichos residuos se componen de celulosa, lignina, hemicelulosa,

azúcares, elementos inorgánicos tales como: Na, K, P. Lo anterior produce una alta contaminación orgánica, por cada Kg de café se producen aproximadamente 115,1 g de DQO, de los cuales el 73,7% (85 g) lo constituyen la pulpa y 26,3% (30 g) el mucílago (Rodríguez, Sanz, Oliveros, & Ramírez, 2015).

Los residuos generados del beneficio del café, son conocidas como “aguas mieles” del café, el aumento de dichos residuos, genera un incremento en el material orgánico disuelto en el agua, que ocasiona a su vez, el retiro acelerado del oxígeno contenido en el agua puro. El agua residual del café, tiene una relación DQO/DBO5 de 2,07 en promedio. El aumento de la carga de sólidos totales, incrementa la temperatura del agua, genera olores y pérdida de la calidad visual (Rodríguez et al., 2015).

Las aguas mieles pueden incentivar la proliferación de vectores de enfermedades, si no hay control adecuado, esto a su vez, conlleva alteraciones en la salud de las poblaciones aledañas que consumen el agua, deterioro de cuencas hídricas y alteración en flora y fauna local, deterioro del paisaje y calidad visual y restricción en el aprovechamiento del agua para acueductos y usos recreativos.

Los agricultores, a través de su producción cafetera tienen la responsabilidad de conservar y contribuir a la mejora del medio ambiente, ya que la mayoría de veces sobre explotan la producción sin tener en cuenta el daño que provocan por querer obtener más beneficios sacrificando el entorno laboral. Con el objeto de minimizar los impactos ambientales negativos al entorno, ocasionados por el excesivo consumo de agua y contaminación por aguas mieles del café, durante el proceso de beneficio, es indispensable inicialmente, conocer los impactos directos de estas actividades, con ello, poder generar estrategias que disminuyan la carga contaminante y promuevan el ahorro y uso eficiente del agua.

Dados los cambios climáticos, el municipio de Timaná se enfrenta a grandes retos asociados al sector agropecuario, ya que su modelo económico se fundamenta en el cultivo del café, el aumento de la temperatura ha obligado a los cafeteros a desplazar sus cultivos a zonas con una mayor altitud, generando una alta deforestación. Esto un problema que se ha venido desarrollando sobre el área rural del municipio, dada la expansión de las fronteras agrícolas sobre las veredas, que ejercen presión sobre los bosques naturales (Gobernación del Huila, 2014).

Además de la deforestación, los desplazamientos de los cultivos a zonas de mayor altitud han ocasionado el deterioro de las partes altas de las cuencas hídricas que son aprovechadas para el abastecimiento y procesamiento de los cultivos de café (Gobernación del Huila, 2014).

El uso actual de los recursos naturales no se está manejando dentro de un desarrollo sostenible, es por esto que se debe partir de la planificación que se ajuste a una respuesta adecuada a la oferta natural sin deteriorar la base de los recursos que se usan en el Municipio (Aliadas para el progreso, 2018, p. 1).

Algunas unidades productivas de la vereda El Cascajal, municipio de Timaná, no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas mieles producto del beneficio del grano de café, contrario a ello, estas aguas son conducidas en algunas unidades productivas, por una zanja hasta una planta de guadua y se infiltra naturalmente su totalidad, en otras fincas cafeteras se vierten directamente a la fuente hídrica Las Vueltas.

Aunque la región es una de las principales productoras de café del sur del Huila, no se ha encontrado disponibilidad de estudios sobre la problemática ambiental relacionada a la producción del café, por ello, se vio reflejada la necesidad de establecer un precedente

investigativo a fin de identificar los impactos negativos causados en el recurso hídrico a partir del beneficio húmedo del café en estas unidades productivas.

## **1.1 Contexto del problema**

El departamento del Huila cuenta con un aproximado de 155 mil hectáreas de cultivo de café, el cual, está representado en mayor medida sobre el sur del departamento, siendo este el epicentro de la caficultura colombiana. El departamento del Huila, presenta una gran oferta ambiental para el cultivo del café durante todo el año, por ello, es reconocida su producción por su variedad de sabores y calidad. El 94% del cultivo del café es de caficultores con terrenos entre 4 y 6 hectáreas en promedio, ocupando así el primer lugar entre los productores de Colombia, constituyéndose como el sustento principal de sus pobladores (Urquijo, 2016). El municipio de Timaná hace parte de uno de los grandes productores de café de la zona (Centeno & Muñoz, 2016).

El municipio de Timaná, se encuentra ubicado en el departamento del Huila, su economía se concentra principalmente en la producción del sector primaria, con predominancia en el área rural del municipio. En cuanto a área y producción, el café representa el principal cultivo, con una distribución sobre 4.390 hectáreas para una producción de 3`595.000 Kg al año equivalentes a 59.917 sacos de 60 kilogramos cada uno (Gobernación del departamento del Huila y Universidad del rosario, 2015). El municipio se caracteriza por ser de vocación agropecuaria, con el cultivo de café como principal renglón económico, el cual representa el 64.8% de producción municipal al año (Bautista, 2016).

La cobertura vegetal de la zona es variada, presenta áreas boscosas que han sido alterados severamente por la expansión agrícola, en que predominan los cultivos de café que afectan de

manera negativa los recursos naturales, a través de la instalación de estructuras para el manejo y beneficio del café, por ello, se genera una mínima oferta de agua, que ya ha afectado a varios sectores del municipio de Timaná.

La vereda El Cascajal se encuentra ubicada en la zona rural del municipio de Timaná, sobre el departamento del Huila, está comprendida por un área de 10.2 Km<sup>2</sup>, representando el 5.8% del municipio. Se beneficia del acueducto regional El Cascajal (Bautista, 2016). En la vereda El Cascajal, se encuentran 248 viviendas y una población de 1054 personas (Aguas del Huila, consultado en 2018). Se encuentra ubicada sobre bosque húmedo muy húmedo montano bajo, cuya vegetación está representada por árboles y cultivos (Bautista, 2016).

Teniendo en cuenta que el beneficio del café puede generar impactos negativos en la población aledaña que se beneficia de las cuencas hídricas presentes, se reflejó la necesidad de conocer los impactos ambientales causados en el proceso de beneficio del café en unidades productivas de la vereda El Cascajal, la cual se encuentra ubicada sobre el área rural del municipio de Timaná, característica por su alta productividad de los frutos el café, de esta forma, identificar los impactos en el recurso hídrico causados por el beneficio del producto.

## **1.2 Pregunta de investigación**

¿Cuáles son los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo tradicional de los frutos de café sobre el recurso hídrico en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila?

## **2. Justificación**

Para lograr una sostenibilidad ambiental en las regiones productivas del departamento del Huila, el presente estudio, se orientó en conocer principalmente los impactos generados por la actividad cafetera en zona rural del municipio de Timaná, de modo más específico, sobre el proceso de beneficio húmedo del café. Esto genera un importante aporte que, mediante la aplicación de técnicas metodológicas y factores relevantes, establece un precedente de investigación que podrá ser utilizado en apoyo a la formulación de estrategias futuras para la conservación de los recursos naturales en medio de una sociedad creciente, consumidora e industrializada.

Adicionalmente, en vista de la necesidad de proteger los entornos naturales en las zonas rurales, desde la relación del agricultor con el medio ambiente, el presente estudio pone en evidencia la degradación de los recursos naturales como el agua, la calidad del suelo, la riqueza forestal y diversidad animal, entre otros, producto del beneficio húmedo del café. Por ende, el presente trabajo apoya al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible frente a la producción y consumo responsables que dependen del uso del medio ambiente natural y de los recursos de una manera que continúa teniendo efectos destructivos sobre el planeta.

El resultado del presente estudio representa un gran aporte informativo que puede servir para la formulación de proyectos productivo por parte de los entes territoriales, para que tengan conocimiento sobre las repercusiones ambientales que conllevan, y de este modo, propongan estrategias que se lleven a cabo de forma sostenible sobre la actividad cafetera.

El presente trabajo permite concientizar a los caficultores para que las áreas cultivables en la vereda El Cascajal, generen menos impactos negativos al ambiente durante el proceso de

beneficio del fruto, por lo que adquiere importancia regional, además de apoyar estrategias para minimizar los impactos negativos, que pueden ser aplicadas a futuro por los caficultores, promoviendo las buenas prácticas agrícolas en equilibrio con el medio ambiente.

El beneficio social ofrecido por el presente trabajo, se ofrece desde el conocimiento de la percepción de los caficultores acerca de la producción de café, sus metodologías e impactos ocasionados al ambiente, quienes, durante la participación en el estudio, lograron conocer más a fondo las repercusiones del beneficio húmedo tradicional del café.

### **3. Fundamentación teórica**

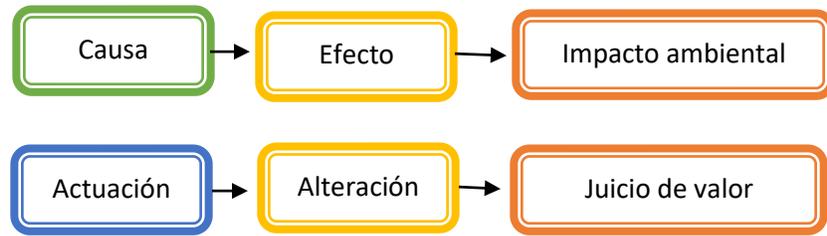
#### **3.1 Impacto ambiental**

El impacto ambiental está definido como el efecto producido por alguna actividad del ser humano sobre el medio ambiente en sus diversos aspectos. De manera técnica, el impacto ambiental se refiere a la “la alteración de la línea de base (medio ambiente), debido a la acción antrópica o a eventos naturales” (Gutiérrez, 2009, p. 1).

Algunos autores exponen que el término de impacto ambiental se acoge a las alteraciones provocadas por la construcción y operación de actividades o proyectos que se introducen en el medio ambiente natural. Por otro lado, se considera impacto al resultado de acciones humanas o fenómenos naturales conceptualizado como la “valoración de una alteración favorable o desfavorable sobre el medio ambiente o sobre algunos componentes del medio ambiente” (Palma, 2009, p. 25).

Los impactos ambientales conllevan efectos sobre los ecosistemas, el clima y la sociedad debido a las acciones realizadas en proyectos de extracción de recursos naturales, inadecuada disposición de residuos, emisión de agentes contaminantes y el cambio en el uso del suelo, etc. “Se reconocen impactos directos e indirectos (por el efecto secundario de los anteriores), que poseen tres dimensiones comunes de magnitud, importancia y significancia” (Perevochtchikova, 2013, p. 287).

Los impactos ambientales de un proyecto sobre los recursos naturales, corresponden a su relación con el posible entorno futuro si se realiza el proyecto, en contraste con el entorno futuro sin la ejecución del mismo, de esta manera, se estudia la evolución y alteraciones que conllevan el desarrollo de los proyectos sobre el medio ambiente (Palma, 2009).



**Tabla 1. Expresión del impacto ambiental**

Fuente: Palma, H. Z. (2009). Elaboremos un estudio de impacto ambiental - Documento técnico, p. 25. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

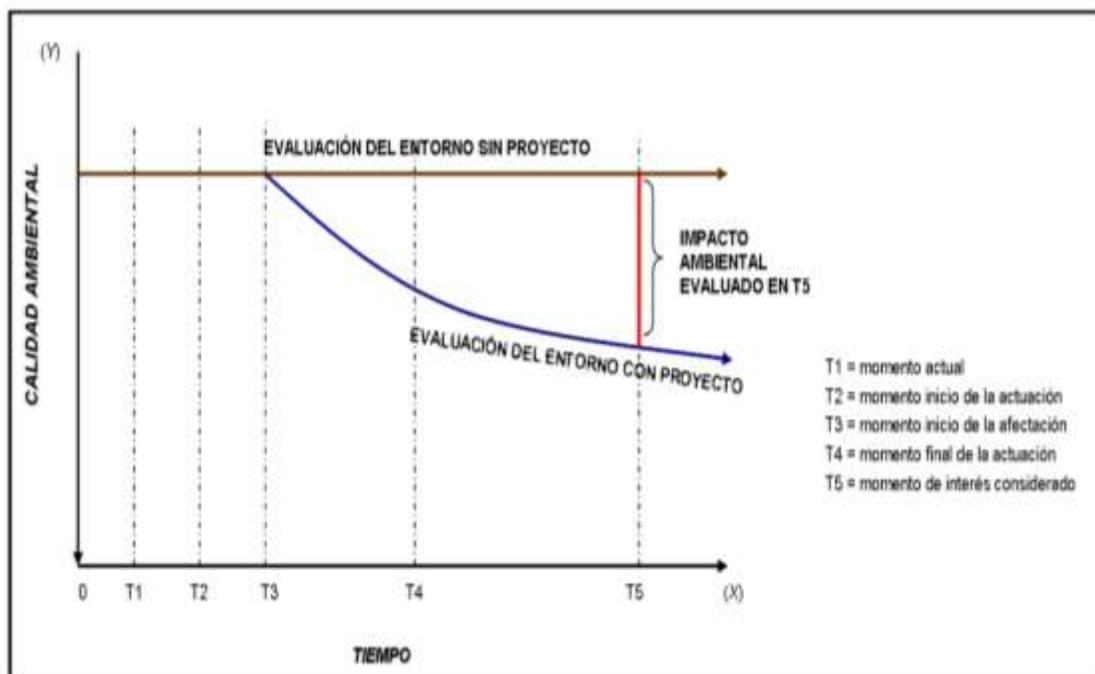
Tal como lo indica la tabla 1, el impacto ambiental se origina por una causa, que puede ser un proyecto o actividad en desarrollo, el cual altera de manera positiva o negativa los ecosistemas y sus componentes, dichos impactos se identifican a partir de la valoración de la afectación (Palma, 2009).

Dicha afectación se cualifica y cuantifica en el área de influencia donde se desarrolle el proyecto de desarrollo, sobre: la función ecológica que cumplen los elementos naturales y percepción del paisaje; las infraestructuras, las estructuras civiles y el uso – ocupación del territorio; los elementos de los componentes de las dimensiones económica y social y; los rasgos y patrimonio cultural de la población humana asentada en el lugar (Palma, 2009, p. 26).

### ***3.1.1 Valoración de impactos ambientales***

La valoración o evaluación de impactos ambientales, es el estudio de las consecuencias que pueden ser predichas sobre alguna actividad, “es el proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa, la implantación de políticas y programas o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo” (Gutiérrez, 2009, p. 7).

El procedimiento para valorar los impactos ambientales consiste en el estudio de los documentos que aporta el sujeto interesado en el desarrollo de algún proyecto, estos documentos deben brindar soportes científicos, técnicos y legales, que deben ser considerados para analizar los posibles problemas ambientales, económicos y socioculturales que pueda generar la actividad, anexo a ello, permite explorar las propuestas para corregir, mitigar o eliminar los impactos negativos al medio ambiente (Palma, 2009).



**Tabla 2. Descripción del impacto ambiental**

Fuente: Palma, H. Z. (2009). Elaboremos un estudio de impacto ambiental - Documento técnico, p. 27. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

La tabla 2 evidencia la medición del impacto sobre el ambiente con base en la afectación sobre la calidad ambiental. Se nota el impacto sobre el eje vertical T5 y hace referencia a la diferencia entre la evolución del entorno sin proyecto y la evolución del mismo con proyecto.

La valoración de los impactos ambientales analiza una serie de características como:

- El carácter del impacto, bien sea positivo o negativo sobre el estado previo a la intervención (vulnerabilidad).
- La magnitud del impacto, es decir, la cantidad e intensidad del impacto.
- El significado del impacto, corresponde a su importancia relativa (calidad del impacto).
- El tipo de impacto, describe el modo en que se produce (directo, indirecto, o sinérgico).
- “La duración del impacto, se refiere al comportamiento en el tiempo de los impactos ambientales previstos (corto, mediano o largo plazo)” (Ricardez y Luna, 2013, p. 37).
- “La reversibilidad del impacto, tiene en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar la situación anterior a la acción (reversibles o irreversibles)” (Ricardez y Luna, 2013, p. 37).
- El riesgo del impacto, identifica la probabilidad de ocurrencia.
- El área de influencia, “es el territorio que contiene el impacto ambiental y que no forzosamente coincide con la localización de la acción propuesta (espacio receptor de los impactos ambientales)” (Ricardez y Luna, 2013, p. 37).

## **Método de Leopold**

La presente investigación adoptará el método de Leopold para valorar los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo de café, en 3 unidades productivas de la vereda El Cascajal, municipio de Timaná en el departamento del Huila.

El método consiste en elaborar una matriz que presenta sobre sus columnas, Básicamente las actividades y procesos del proyecto y, en las filas, contiene los componentes del medio y sus características. “Esta matriz es uno de los métodos más utilizados en la EIA, para casi todo tipo de proyecto” (Ricardez y Luna, 2013, p. 40).

Las ventajas de la aplicación de la matriz de Leopold es que permite la estimación subjetiva de los impactos, a través de escalas numéricas, alternativas e interacciones, permitiendo identificar las actividades del proyecto que causan impactos de mayor o menor proporción (Ricardez y Luna, 2013). La matriz contiene los siguientes factores:

- “Identificación de las acciones del proyecto que intervienen y de los componentes del medio ambiental afectado” (Ricardez y Luna, 2013, p. 40).
- “Estimación subjetiva de la magnitud del impacto, en una escala de 1 a 10, siendo el signo (+) un impacto positivo y el signo (-) un impacto negativo, con la finalidad de reflejar la magnitud del impacto o alteración” (Ricardez y Luna, 2013, p. 40).
- “Evaluación subjetiva de la importancia o intensidad del impacto, en una escala de 1 a 10. Ambos valores se colocan en la casilla correspondientes, en la parte superior izquierda o inferior derecha respectivamente” (Leopold et al., 1973, citado por Ricardez y Luna, 2013, p. 40).

### ***3.1.2 Mitigación***

Las medidas de mitigación son acciones y/o estrategias orientadas en minimizar los impactos negativos de una actividad o proyecto sobre el medio ambiente, es decir, la implementación de medidas para reducir o eliminar los posibles efectos adversos de tales actividades (Arboleda, 2008).

### ***3.1.3 Estrategias del componente ambiental***

El componente ambiental contiene de manera precisa y clara las estrategias para estudiar y afrontar la realidad sobre los impactos ambientales ocasionados por algún proyecto, por lo tanto, involucra acciones basadas en el desarrollo sostenible en una interrelación entre causa – efecto. De esta manera, es un proceso que integra las percepciones, observaciones y análisis que van más allá de los aspectos cuantitativos, es decir, se compone de procesos sociales y ambientales que le permite conocer una realidad bajo sus causales y posibles consecuencias (Cardona, 2009).

## **3.2 Proyectos productivos**

Un proyecto productivo es un conjunto de actividades que se relacionan entre sí, para dar cumplimiento a un objetivo en común de desarrollo, que integra la promoción del empleo y la capacitación laboral (Müller, 2011).

Por lo general, los resultados de un proyecto están referidos a la dotación de habilidades productivas y competitivas de la población del ámbito rural y urbano necesarias para emprender o retomar la senda del desarrollo, que le permitan mejorar su empleabilidad, sus ingresos y su competitividad. Estos elementos se reflejan en los respectivos componentes del proyecto, los cuales se diseñan en base a la cadena de valor del proceso productivo de las actividades que desarrollan los beneficiarios (Müller, 2011, p. 3).

### **3.3 Actividad cafetera**

El fruto del café proviene de tres especies; *C. liberica*, *Coffea canephora*, y *C. arábica*, la arábica representa el cultivo más extendido a nivel mundial. Los países con mayor producción de café arábica son Colombia y Brasil, representados por el 42% de la producción internacional en el año 2010 (Rojas L. , 2012).

El café producido en Colombia es suave lavado, siendo de mejor calidad y de preferencia a nivel mundial, “su consumo está en aumento por parte de Estados Unidos y la Comunidad Europea, principales consumidores de café a nivel mundial, mientras que el consumo del café no lavado está en descenso” (Rojas L., 2012, p. 7).

### **3.4 Proceso productivo del café**

La transformación del café, desde su cultivo, posee varias etapas. Inicia en un almacigo, en que se siembran los gramos seleccionados uno cerca del otro y se plantan con tierra fértil. Luego de 8 semanas, las semillas crecen y las raíces se desarrollan, “momento en el cual las plantas son seleccionadas y trasplantadas en el vivero, donde se les nutre durante seis meses. Cuando los brotes alcanzan una altura aproximada de 60 centímetros, son llevados a la plantación” (Rojas L. , 2012, p. 1).

Cuando el café está en cosecha, sobre los 7 y 11 meses luego de su plantación, se recogen la totalidad de frutos maduros (Rojas L. , 2012).

### **3.5 Sistemas de café**

Las características en los sistemas del café se dan por medio del manejo en su producción para hacerlos más amigables con el medio ambiente (Rojas, Hartman, & Almonacid, 2010). Es posible identificar 5 tipos de sistemas de producción:

- Rústico: se siembra bajo sombra, es de bajo consumo de insumos. (Rojas et al., 2010).
- Policultivo tradicional: se siembra bajo el bosque original, alrededor de otros cultivos, es un sistema más complejo. (Rojas et al., 2010).
- Policultivo comercial: se reemplazan los árboles del bosque por otras especies usadas para el sombrío. (Rojas et al., 2010).
- Sombrío de una sola especie: se utilizan árboles leguminosos sólo para el sombrío. (Rojas et al., 2010).
- Monocultivo sin sombra: es un sistema intensificado que no usa sombra, es decir, utiliza más fertilizantes e insumos. (Rojas et al., 2010).

### **3.6 Beneficio húmedo tradicional de los frutos del café**

Es el proceso mediante el cual, en Colombia, se realiza la transformación del fruto en semilla, utilizando el agua en las fases de despulpado, lavado y transporte, para ello, se realiza un consumo de aproximadamente 40L de agua por cada kilogramo de café pergamino seco (cps), y, no se realiza un manejo adecuado a los subproductos generados en el proceso. (Rodríguez et al., 2015)

Se representa por las siguientes características:

- Alto consumo específico de agua-40 L.kg-1 de café pergamino seco.
- Alta contaminación orgánica (115g de DQO por kilogramo de café cereza).
- Requiere de infraestructura especializada para medianas y grandes producciones.

(Rodríguez et al., 2015, p. 6)

Para el procedimiento llevado a cabo en el beneficio húmedo tradicional de los frutos del café, se necesita un tanque de concreto y agua. Al igual que el método seco hay que hacer una

limpieza preliminar a la cereza. Los pasos consisten en despulpar, fermentar y lavar (Café Peruano, Consultado en 2018).



**Tabla 3. Proceso de beneficio húmedo del café**

Fuente: Urquijo, E. Y. (2016). *Identificación de impactos ambientales relacionados con el proceso de beneficio húmedo del café en la vereda de Tres Esquinas - Huila, Colombia.*

**Despulsar:** Luego de separar y limpiar la pulpa de la cereza, se realiza el despulpado por medio de una máquina que ejerce presión sobre las cerezas entre discos fijos y móviles. Las cascaras residuales del fruto se disponen a un lado y los granos recubiertos de pergamino mucilagoso se disponen al otro lado. Es importante resaltar que el despulpado se realiza lo más pronto posible para no alterar la calidad del fruto. “Los granos separados despulpados se pasan

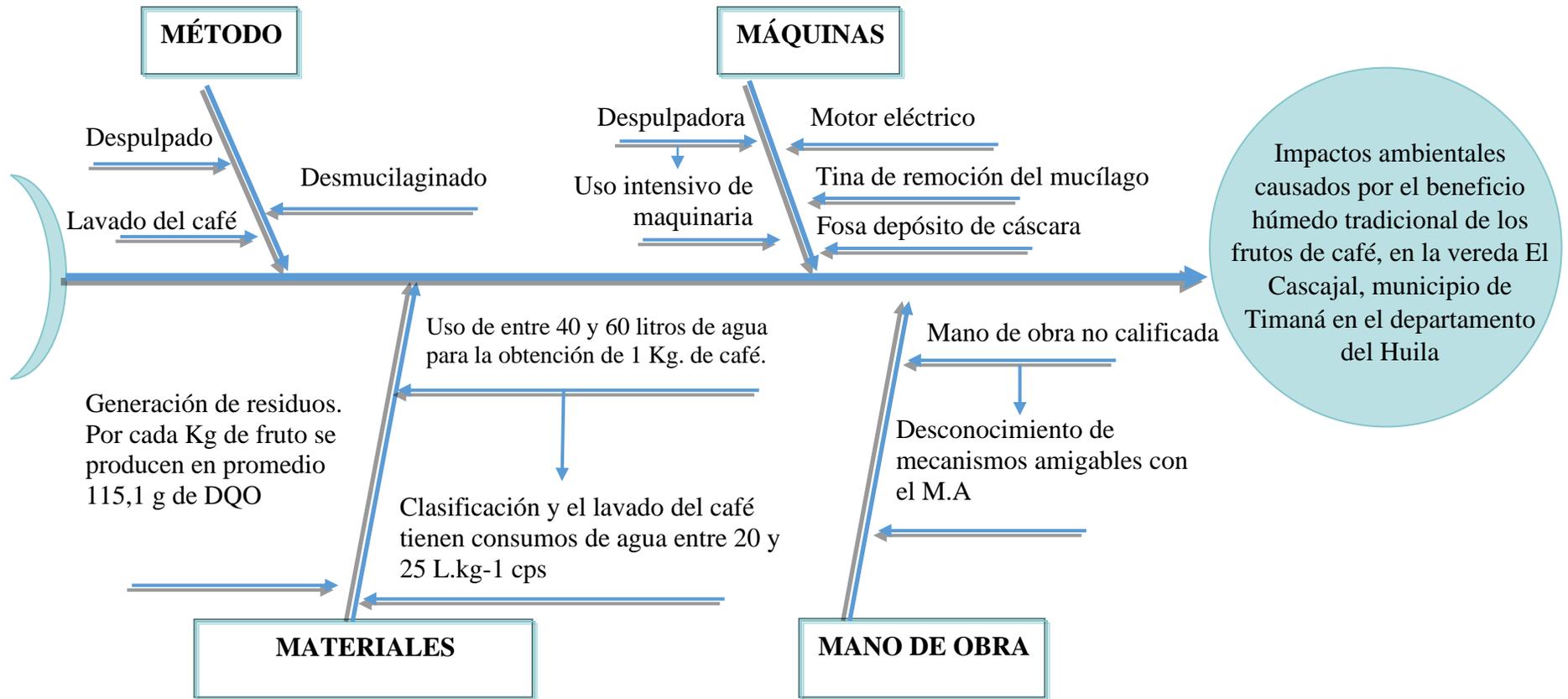
por canales en los que se lava con agua y se separan otra vez poniéndolos a flotar antes de que pasen a la siguiente etapa” (Café Peruano, Consultado en 2018, p. 1).

**Fermentar:** Luego del despulpe de los granos se disponen en tanques de fermentación en donde se descomponen las sustancias mucilaginosas por medio del trabajo de enzimas naturales, luego de ello se los lleva el agua. Generalmente, la eliminación de dichas sustancias se realiza entre 24 y 36 horas, según la temperatura y grosor de la capa del mucílago y la concentración de las enzimas (Café Peruano, Consultado en 2018).

**Lavar:** Luego del proceso de fermentación, se realiza el lavado del café con agua limpia.

**Secado:** El secado se realiza a fin de reducir la humedad del fruto hasta el 12.5%, para ello, se dispone al sol.

**Tabla 4. Diagrama causa efecto**



Fuente: Guzmán J., J. P., 2021.

El diagrama se encuentra constituido por las causas de los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo tradicional de los frutos de café, para ello, se desglosaron 4 categorías; Método, Máquinas, Materiales y Mano de obra.

**Método:** Los procesos de despulpado, desmucilaginado y lavado del café, generan residuos que son depositados al agua, dichos residuos se componen de lignina, celulosa, hemicelulosa, azúcares, elementos inorgánicos tales como: Na, K, P. Lo anterior produce una alta contaminación orgánica, por cada Kg de café se producen en promedio 115,1 g de DQO, de los cuales el 73,7% (85 g) lo constituyen la pulpa y 26,3% (30 g) el mucílago (Rodríguez, Sanz, Oliveros, & Ramírez, 2015).

**Máquinas:** El uso de despulpadoras, motores eléctricos, tinas de remoción del mucílago y la fosa de depósito de cáscara. Lo anterior se constituye en un uso intensivo de la maquinaria, ocasionando altos consumos de energía, uso del agua, reemplazo de la mano de obra humana, entre otros, que generan impactos negativos en el ambiente y en el entorno social.

**Materiales:** Los residuos generados del beneficio del café, son conocidas como “aguas mieles” del café, el aumento de dichos residuos, genera un incremento en el material orgánico disuelto en el agua, que puede retirar o consumir muy rápidamente el oxígeno del agua pura que lo contiene. Las aguas residuales del café, tienen una relación DQO/DBO5 de 2,07 en promedio. El aumento de la carga de sólidos totales, incrementa la temperatura del agua, genera olores y pérdida de la calidad visual (Rodríguez et al., 2015).

Las aguas mieles pueden incentivar la proliferación de vectores de enfermedades, si no hay control adecuado, esto a su vez, conlleva alteraciones en la salud de las poblaciones aledañas que consumen el agua, deterioro de cuencas hídricas y alteración en flora y fauna local, deterioro del

paisaje y calidad visual y restricción en el aprovechamiento del agua para acueductos y usos recreativos.

Por otro lado, en el proceso de beneficio del café, se requiere de un alto consumo específico de agua de ríos y quebradas para separar físicamente la cáscara del grano del café, se usa aproximadamente entre 40 y 60 litros de agua para la obtención de 1 Kg de café (Alfaro & Rodríguez, 1994). Del agua utilizada para tal proceso, “aproximadamente la mitad se utiliza en la clasificación del fruto, el despulpado y transporte de la pulpa a las fosas y el transporte de café despulpado a los tanques de fermentación” (Rodríguez et al., 2015, p. 14). Lo anterior genera una gran disminución del caudal de los ríos, deterioro de cuencas hídricas, y alteración en flora y fauna local.

**Mano de obra:** Los caficultores no calificados, a través de su producción cafetera la mayoría de veces sobre explotan la producción sin tener en cuenta el daño que provocan por querer obtener más beneficios sacrificando el entorno laboral. Desconocen las medidas de producción, amigables con el medio ambiente.

## **4. Antecedentes investigativos**

### **4.1 Antecedentes internacionales**

A nivel internacional, en México, Vázquez (2016) realizó un estudio para evaluar las afectaciones del proceso del beneficio húmedo del café sobre la sostenibilidad hídrica de una microcuenca, para ello, se midieron algunos parámetros físico-químicos indicativos de la calidad del agua y se aplicaron encuestas y entrevistas para evaluar la percepción del daño ambiental. Como resultado de estudio, se encontró que existe “un ineficiente manejo del subproducto durante el PBH y una falta de conocimiento sobre el impacto en la calidad de los cuerpos de agua por parte de los productores” (Vázquez, 2016, p. 6).

La investigación citada líneas arriba, permite conocer sobre las afectaciones del proceso del beneficio húmedo del café sobre la sostenibilidad hídrica en las cuencas hídricas, dado que expone un caso en que intervienen factores de índole social, ambiental y económica, que se relacionan con la actividad cafetera de la zona. Adicionalmente, evidencia la gran afectación al cauce por las aguas residuales de la acumulación de la pulpa y el consumo de agua utilizado en el proceso.

Por otro lado, en Nicaragua, se realizó una investigación a fin de cuantificar el efecto que produce el vertido de aguas mieles procedentes del beneficio húmedo del café en la calidad fisicoquímica del agua, desarrollada por López (2012), para ello, se tomaron muestras de agua para su posterior análisis. Los resultados evidenciaron una gran incidencia del vertido de las aguas mieles sin previo tratamiento en la calidad natural de las corrientes de agua superficiales de la Subcuenca. Como resultado de estudio, se encontró que el punto de vertido directo de las

aguas mieles, evidencia un mayor deterioro, es decir, los impactos negativos sobre las cuencas hídricas a partir del beneficio húmedo del café están presentes en la actividad productiva.

En Nicaragua, un estudio acerca del efecto vertido aguas mieles en calidad físico-química del agua, elaborado por Espinoza y Monserrat (2013), se desarrolló con el fin de analizar los indicadores fisicoquímicos del agua con relación a la incidencia del vertido de las aguas mieles en el agua superficial. Se realizaron análisis fisicoquímicos en muestras de agua tomados en diferentes épocas del año y en diferentes puntos de muestreo, con ello se analizaron los parámetros de “alcalinidad total, Sólidos en Suspensión, DBO, DQO, conductividad eléctrica, nitratos, nitritos, pH, Fosforo Total, Turbidez, coliformes totales, Coliformes termotolerantes y caudal” (Espinoza y Monserrat, 2013, p. 45).

“Los resultados de los indicadores fisicoquímicos del presente estudio demuestran que no existe incidencia del vertido de las aguas mieles en el agua superficial de la microcuenca río Cuspire” (Espinoza y Monserrat, 2013, p. 43). Anexo a ello, expresan que la producción cafetera no genera ningún riesgo de contaminación en el agua. El anterior estudio permite destacar que, a pesar de la actividad cafetera asentada en la zona, las afectaciones por aguas mieles no es muy significativa, no obstante, los autores resaltan que, si se genera un aumento en la actividad, las aguas mieles aumentarían su proporción y, por tanto, pueden contaminar las cuencas hídricas aledañas.

#### **4.2 Antecedentes nacionales (Colombia)**

En Chinchiná, Caldas, Pabón, Sanz, y Oliveros (2008) publicaron un artículo titulado “Efecto de dos prácticas empleadas con café desmucilaginado mecánicamente en la calidad y el impacto ambiental”, en el cual se evaluaron tres tratamientos: desmucilaginado y secado inmediato, desmucilaginado y almacenamiento con agua y desmucilaginado y almacenamiento

sin agua. El estudio se realizó bajo un diseño experimental aleatorio, con 12 repeticiones, y unidad experimental de 100 kg de frutos de café. Como resultado de estudio, los autores encontraron que no existe un efecto de tratamientos “para el porcentaje de tazas con calificación mayor o igual a 7 en impresión global, ni para la variable factor de rendimiento, con valores estadísticamente iguales en los tres tratamientos” (Pabón, et al., 2008, p. 222). La anterior investigación permite conocer los parámetros del agua cuyo afluente ha sido afectado por el desmucilaginado mecánico del café, en donde se pudo destacar que, a pesar de cumplir con los valores admisibles en los parámetros de sólidos totales, pH, sustancias flotantes y coliformes totales, no cumple con los estándares de agua potable.

En Colombia, un estudio realizado por Sánchez, Ulloa, y Márquez (2012), se llevó a cabo con el fin de describir de manera sintética el impacto de los sistemas de producción de café sobre el paisaje y la biodiversidad, incluyendo la introducción de especies exóticas invasivas, a nivel global y específico en Colombia. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica en seis bases de datos, las cuales permitieron constatar que;

El efecto de la transformación del paisaje actúa como una reacción en cadena, la suma de los impactos locales logran alterar la biodiversidad a nivel global, los procesos ecológicos y climáticos, como también el ámbito socioeconómico, así mismo, se destacaron los beneficios del café con sombrero en la conservación de especies de flora y fauna nativas, ya que presenta características similares a las de los bosques que aún no han sido intervenidos por el hombre (Sánchez, Ulloa, & Márquez, 2012, p. 93).

Sánchez, Ulloa, & Márquez (2012) aportan relevancia a los sistemas de cultivo bajo sombra, ya que se obtuvieron resultados positivos en los parámetros estudiados; transformación del paisaje, biodiversidad y especies exóticas invasoras, dado que apoyan la conservación de la

cobertura vegetal de los ecosistemas, la composición de los suelos y la protección de especies nativas de la región cafetera.

### **4.3 Antecedentes regionales**

En el departamento del Huila, Urquijo (2016) llevó a cabo un estudio con el objetivo de identificar los impactos ambientales a causa del beneficio húmedo de café en la vereda de Tres Esquinas (Huila). Para ello se aplicaron encuestas a 27 caficultores de la vereda involucrando a la corporación autónoma, de igual forma, se realizaron visitas y entrevistas al personal de Cenicafé. Los resultados evidenciaron que;

Los caficultores manejan inadecuadamente su proceso y desconocen la magnitud que estos impactos ambientales generan a su entorno, como lo es la afectación al recurso hídrico debido a dos caracterizaciones realizadas a los vertimientos del proceso de despulpada del café por la Federación de cafeteros seccional Huila, donde no dio positivo según el Decreto 1594 de 1984 para uso agrícola, la identificación de otros impactos como la erosión, la contaminación atmosférica y residuos sólidos, que a su vez se reflejan en las visitas realizadas en campo (Urquijo, 2016, p. 2).

Urquijo (2016) aporta sustancialmente al desarrollo de la presente investigación, dado que se desarrolla bajo objetivos y metodologías similares que sirven de guía para el proceso de investigación. Como resultado de estudio, los autores evidenciaron que los caficultores manejan de manera inadecuada el proceso del beneficio húmedo del café, por lo que se generan diversos impactos negativos al medio ambiente a partir del vertimiento de aguas mieles, entre ellos la erosión, contaminación atmosférica e hídrica, convirtiéndose así en una posible hipótesis para la presente investigación realizada en el mismo departamento.

## 5. Marco legal

**Tabla 5. Marco legal de la investigación**

| Norma  | Descripción  |
|--|--|
| Constitución de 1991   | <p>Establece los más importantes derechos y deberes de todas las entidades de carácter pública o privada con respecto al medio ambiente, siendo enmarcados en los principios del desarrollo sostenible.</p> <p><b>Título 2, Capítulo 3:</b> De los derechos colectivos y del ambiente.</p> <p><b>Artículo 78:</b> “La ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización. Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios”.</p> <p><b>Artículo 79:</b> “Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.</p> <p><b>Artículo 80:</b> “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”.</p> |
| Código de los recursos naturales renovables y proyección al medio ambiente – Decreto Ley 2811/1974 | <p>Por el cual se dicta el <b>Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.</b></p> <p>Este Código tiene por objeto:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la</li> </ol>   |

| Norma                                     | Descripción   |
|---|---|
| Código sanitario nacional – Ley 9 de 1979 | <p>máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional.</p>  |
|   | <p><b>2.</b> Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos.</p> <p><b>3.</b> Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la administración pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y de ambiente.</p> |
|   | <p>Por la cual se dictan Medidas Sanitarias:</p>  |
|   | <p><b>Del control sanitario de los usos del agua.</b></p>   |
|   | <p><b>Artículo 30.</b> Para el control sanitario de los usos del agua se tendrán en cuenta las siguientes opciones:</p>   |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Consumo humano;</li> <li>b) Doméstico;</li> <li>c) Preservación de la flora y fauna;</li> <li>d) Agrícola y pecuario;</li> <li>e) Recreativo;</li> <li>f) Industrial;</li> <li>g) Transporte.</li> </ul>  |
|   | <p><b>Residuos líquidos.</b></p>  |
|   | <p><b>Artículo 10.</b> “Todo vertimiento de residuos líquidos deberá someterse a los requisitos y condiciones que establezca el Ministerio de salud, teniendo en cuenta las características del sistema de alcantarillado y de la fuente receptora correspondiente”.</p>  |

| Norma                  | Descripción  |
|------------------------|--|
| Ley 99 de 1993         | <p>Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.</p> <p>De los principios generales ambientales. “El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo”.</p>   |
| Ley 373 de 1997        | <p>Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.</p>   |
| Resolución 631 de 2015 | <p>Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.</p> <p><b>Capítulo VI.</b> Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (arnd) a cuerpos de aguas superficiales.</p> <p>Sector: Actividades productivas de agroindustria y ganadería</p> <p><b>Artículo 9.</b> Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (arnd) a cuerpos de aguas superficiales de actividades productivas de agroindustria y ganadería.</p> |

Fuente: Fuente: Guzmán J., J. P., 2021. Con base en los estatutos y normativa legal vigente en Colombia.

## **6. Objetivos**

### **6.1 Objetivo General**

Evaluar los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo tradicional de los frutos de café sobre el recurso hídrico en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila.

### **6.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar los sistemas de beneficio de café húmedo y ecológico en unidades productivas evaluadas, tras conocer la percepción de los caficultores acerca de la producción de café, sus metodologías e impactos ocasionados al ambiente.
- Analizar las características fisicoquímicas del agua residual producidas en un sistema de beneficio.
- Determinar el impacto ambiental del sistema de beneficio utilizado sobre el recurso hídrico.

## **7. Metodología**

### **7.1 Tipo de investigación**

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto que integró valores cuantitativos y cualitativos. “Con los estudios cuantitativos se pretende confirmar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales entre elementos” (Sampieri, Collado, y Lucio, 2014, p. 6). Con lo anterior se pudo conocer de manera cuantitativa los impactos generados del beneficio del café en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná, dado el alto consumo del recurso hídrico y la ausencia de tratamiento de aguas mieles.

Enfoque cualitativo de investigación “consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (sus emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos más bien subjetivos)” (Sampieri et al., p. 8). Con ello, se realizaron preguntas abiertas a través de la comunicación verbal y visual en que se conocieron los puntos de vista de algunos caficultores de la finca, acerca de los impactos identificados en el proceso de beneficio del café.

### **7.2 Nivel de investigación**

El nivel de investigación planteado para el presente estudio fue descriptivo, los cuales “buscan especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (Sampieri et al., p. 92). Este nivel de investigación fue útil para mostrar de manera precisa los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo de café, en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila.

### **7.3 Población**

73 unidades productivas de café del municipio de Timaná en el departamento del Huila.

## 7.4 Muestra

Los proyectos productivos estuvieron dirigidos a las asociaciones de pequeños o medianos productores de Café, para lo cual se seleccionó a **la Asociación de Campesinos del Sur del Huila – ASOCAMPO**, productores de Café Especial, ubicada en el Municipio de Timaná, Departamento del Huila, conformada por 73 productores y en la cual se realizó la depuración de las unidades productivas ubicadas en la Vereda El Cascajal del Municipio de Timaná (H) y en las cuales se lleva a cabo el beneficio húmedo del Café, encontrando 12 unidades Productivas o fincas cafeteras, de las cuales:

- 6 tienen Sistema de Tratamiento de aguas mieles.
- 3 unidades productivas no cuentan con sistema de tratamiento de aguas mieles.
- 2 no tienen infraestructura productiva.
- 1 realiza beneficio ecológico.

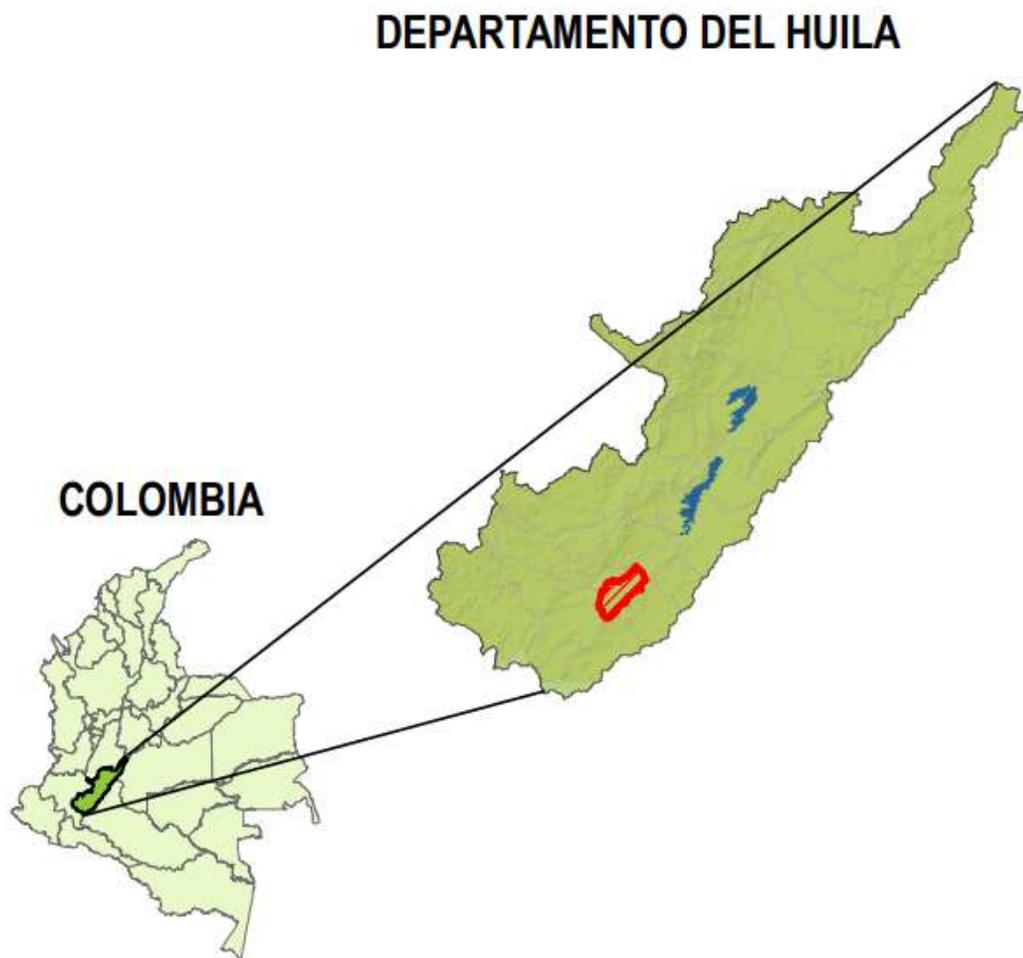
Por lo anterior, se seleccionaron como muestra de estudio 7 Unidades productivas de café de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila.

**Tipo de muestreo:** No probabilístico por conveniencia.

## 7.5 Localización de la zona de estudio

El municipio de Timaná, se encuentra ubicado en el departamento del Huila (Mapa 1), su economía se concentra principalmente en la producción del sector primaria, con predominancia en el área rural del municipio. Sus coordenadas geográficas son 1° 58' latitud norte y 75° 56' longitud oeste, posee una extensión total de 182.5 Km<sup>2</sup>, con una altitud de la cabecera municipal de 1.100 m.s.n.m, y una temperatura media de 24° C.

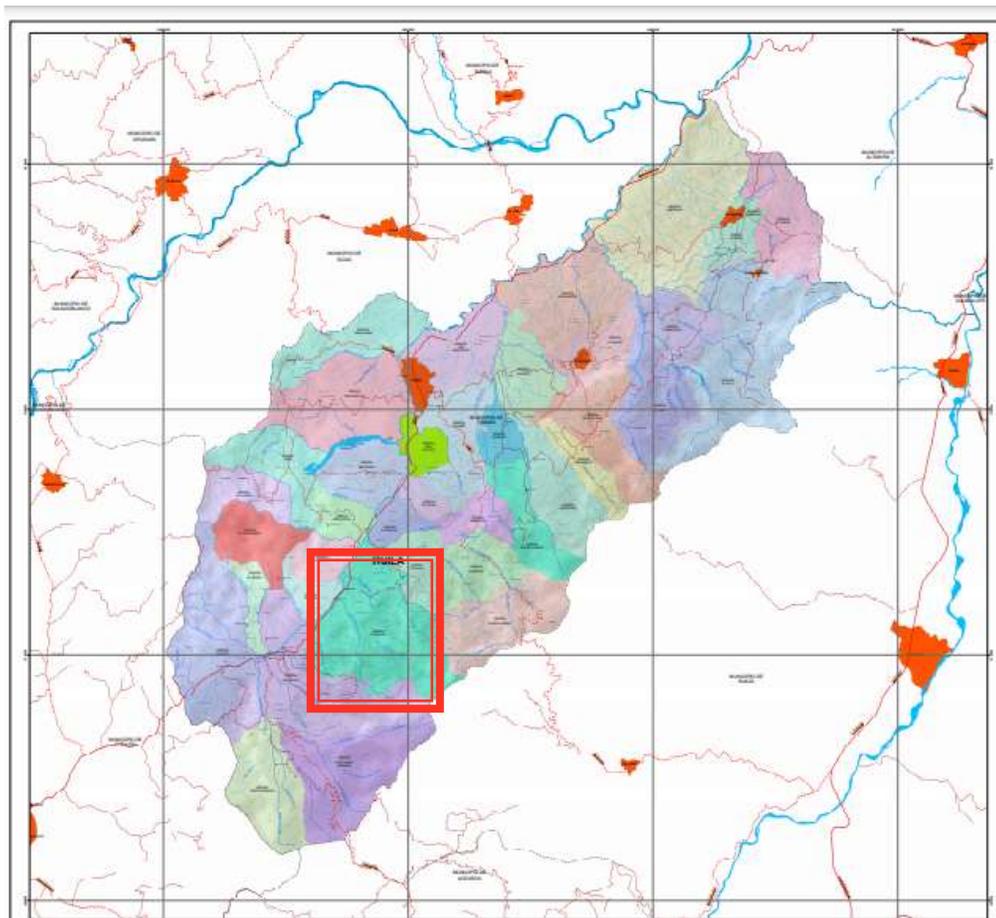
En cuanto a área y producción, el café representa el principal cultivo, con una distribución sobre 4.390 hectáreas para una producción de 3`595.000 Kg al año equivalentes a 59.917 sacos de 60 kilogramos cada uno (Gobernación del departamento del Huila y Universidad del rosario, 2015). El municipio se caracteriza por ser de vocación agropecuaria, con el cultivo de café como principal renglón económico, el cual representa el 64.8% de producción municipal al año (Bautista, 2016).



**Mapa 1. Localización del municipio de Timaná en el departamento del Huila –Colombia.**

Fuente: SIR Huila. Gobernación del Huila. Cartografía Básica Oficial Para el Ordenamiento del Departamento del Huila.

La cobertura vegetal de la zona es variada, presenta áreas boscosas que han sido alterados severamente por la expansión agrícola, en que predominan los cultivos de café que afectan de manera negativa los recursos naturales, a través de la instalación de estructuras para el manejo y beneficio del café, por ello, se genera una mínima oferta de agua, que ya ha afectado a varios sectores del municipio de Timaná. El 89.9% del territorio es de clima medio, entre los 1.000 y 2.000 m.s.n.m, con una temperatura de 17° C a 23° C. El restante, posee un clima frío, situado entre los 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura de 11°C a 15°C (Secretaría de Salud del Huila, 2014).



**Mapa 2. Localización de la vereda El Cascajal, en el municipio de Timaná.**

Fuente: SIR Huila. Gobernación del Huila. Cartografía Básica Oficial Para el Ordenamiento del Departamento del Huila.

La vereda El Cascajal se encuentra ubicada en la zona rural del municipio de Timaná (Mapa 2), sobre el departamento del Huila, está comprendida por un área de 10.2 Km<sup>2</sup>, representando el 5.8% del municipio. Se beneficia del acueducto regional El Cascajal (Bautista, 2016). Sus coordenadas geoespaciales son **1°55'20" N -75°56'54" W**. En ella se encuentran 248 viviendas y una población de 1054 personas (Aguas del Huila, consultado en 2018). Se encuentra ubicada sobre bosque húmedo muy húmedo montano bajo, cuya vegetación está representada por árboles y cultivos (Bautista, 2016).

## **7.6 Procedimiento de recolección de la información**

Para la identificación de los impactos ambientales se utilizaron técnicas e instrumentos de recolección de información con enfoque mixto de investigación, por medio de entrevistas, análisis de laboratorio y matrices de valoración de impactos. Para ello, se contactó con los responsables en el proceso del beneficio húmedo del café de las unidades productivas, para establecer las fechas de visita y recolección de la información.

Para evaluar los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo tradicional de los frutos de café, en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila, se desarrollaron las siguientes actividades para el cumplimiento de los objetivos:

**Entrevista:** a partir de la investigación realizada por Urquijo (2016), dirigida a los caficultores encargados del proceso de beneficio húmedo en las 7 unidades productivas seleccionadas en la muestra de estudio, para conocer su punto de vista frente a la producción y sus impactos.

**Análisis fisicoquímico del agua:** recolección donde desembocan las aguas mieles del beneficio del café en la unidad productiva El Recodo, a partir de ello, se caracterizaron los parámetros y se contrastaron con los límites permisibles de la Resolución No. 631 de 2015.

**Matriz Leopold:** para formular la matriz, se realizaron visitas en 1 unidad productiva que contara con sistema de tratamiento de aguas mieles, 1 unidad productiva que no tuviera implementado dicho sistema, y en 1 unidad productiva que tuviera implementado un sistema de beneficio ecológico, para identificar los impactos generados al ambiente, en el beneficio húmedo del café.

## **7.7 Métodos e instrumentos de recolección de datos**

### ***7.7.1 Fuentes secundarias***

Las fuentes secundarias fueron aquellos documentos de investigación consultados mediante revisiones bibliográficas, que permiten sustentar el presente proyecto de investigación. Los documentos fueron adquiridos por medio de bases de datos reconocidas como SciElo, Dialnet, Ebsco, bases de datos o repositorios institucionales de la Universidad de Manizales y demás universidades reconocidas. También se tuvieron en cuenta las normativas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible acerca de los límites permisibles de la Resolución No. 631 de 2015.

### ***7.7.2 Fuentes primarias***

La recolección de la información se realizó por medio de fuentes primarias de enfoque cualitativo como entrevistas a las 7 unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná, seleccionadas como muestra de estudio, y de enfoque cuantitativo como el análisis fisicoquímico del agua donde desembocan las aguas mieles del beneficio del café en la unidad

productiva El Recodo, y se realizó una matriz Leopold a través de la observación del proceso llevado a cabo, para identificar los impactos generados de la producción en 1 unidad productiva con tratamiento para aguas mieles, en 1 unidad sin sistema de tratamiento, y en 1 unidad productiva que tiene implementado un sistema de beneficio ecológico.

#### **7.6.2.1 Entrevista.**

**Método:** directo.

**Técnica:** Entrevista semiestructurada.

**Instrumento:** Guía de preguntas (Anexo 1).

**Herramienta de registro:** Libreta, grabadora y cámara.

**Responsable:** Investigador.

**Sujetos de muestra:** Caficultores encargados del proceso de beneficio húmedo del café en las 7 unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná.

**Tiempo de ejecución:** Tiempo máximo de 20 minutos.

**Lugar de ejecución:** Sitio de trabajo de los caficultores.

Las preguntas de la entrevista se realizaron con base en la investigación realizada por Urquijo (2016), la cual constaba de 8 ítems basados en la identificación de los impactos dirigida a los caficultores encargados con las que se conoció su punto de vista frente a la producción y sus impactos (Ver guía de preguntas en anexo 1). La entrevista fue realizada en un tiempo máximo de 20 minutos, en un ambiente cómodo donde se generaron pocas interrupciones, de igual forma, la entrevista fue grabada y transcrita más adelante y posteriormente analizada.

Teniendo en cuenta que la entrevista fue aplicada en otro estudio y validada su funcionalidad para el desarrollo de los objetivos, su implementación en el presente estudio fue adecuada para la recolección de la información.

#### **7.6.2.2. Análisis fisicoquímico del agua.**

Los análisis físico químicos se llevaron a cabo en la unidad productiva El Recodo, de acuerdo a la Resolución No. 631 de 2015 – “Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”, el muestreo se realizara en la descarga puntual de las aguas mieles resultado del proceso de beneficio húmedo del café, se hizo un muestreo compuesto por dos horas, y para lo cual se tomaron 9 alícuotas cada 15 minutos de los parámetros de pH, Temperatura y Caudal, del mismo modo se analizaron los parámetros de: Demanda Química de Oxígeno – DQO, Demanda Bioquímica de Oxígeno – DQO5, Solidos Suspendidos Totales – SST, Solidos sedimentables – SSED, Grasas y Aceites, Fosforo Total; Nitrógeno Total y Color Real.

**Método científico:** observación y experimentación.

**Técnica:** Muestra.

**Instrumento:** Plan de muestreo e instrucciones de trabajo (Instructivo para la toma de muestras de aguas residuales – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM)

**Herramienta de registro:** Recipiente, cámara, etiquetas para muestras.

**Responsable:** Laboratorio ambiental AMBILAB S.A.S.

**Muestra:** Para determinar la carga contaminante en el agua, generado del proceso de beneficio del café, se contactó con el laboratorio ambiental AMBILAB S.A.S, quienes designaron a un empleado técnico encargado del muestreo del agua residual. Tal muestra, fue tomada de la fuente donde desembocan las aguas mieles del beneficio del café en la unidad productiva El Recodo, y fue llevada al laboratorio, a partir de ello, se caracterizaron los parámetros y se contrastaron con los límites permisibles de la Resolución No. 631 de 2015.

**Lugar de ejecución:** fuente donde desembocan las aguas mieles del beneficio del café en la unidad productiva El Recodo.

**Tiempo:** Variable.

- Recolección de muestra puntual de agua. (Muestreo manual)
- pH, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Sedimentables, Grasas y Aceites, Fósforo Total, Nitrógeno Total, Color Real.

### **7.6.2.3 Matriz de Leopold.**

**Método científico:** observación participante.

**Instrumento:** diario de campo.

**Técnica:** diario de campo y observación participante.

**Herramienta de registro:** Libreta y grabadora.

**Responsable:** Investigador.

**Muestra:** Para formular la matriz, se realizaron visitas en 3 fincas cafeteras, la primera, la unidad productiva El Recodo, en donde no se lleva un tratamiento de aguas mieles, la segunda, la unidad productiva Salamanca, la cual, si cuenta con un sistema de tratamiento de agua residual producida por el beneficio húmedo del café, y la tercera la unidad productiva Las Vueltas (Lote

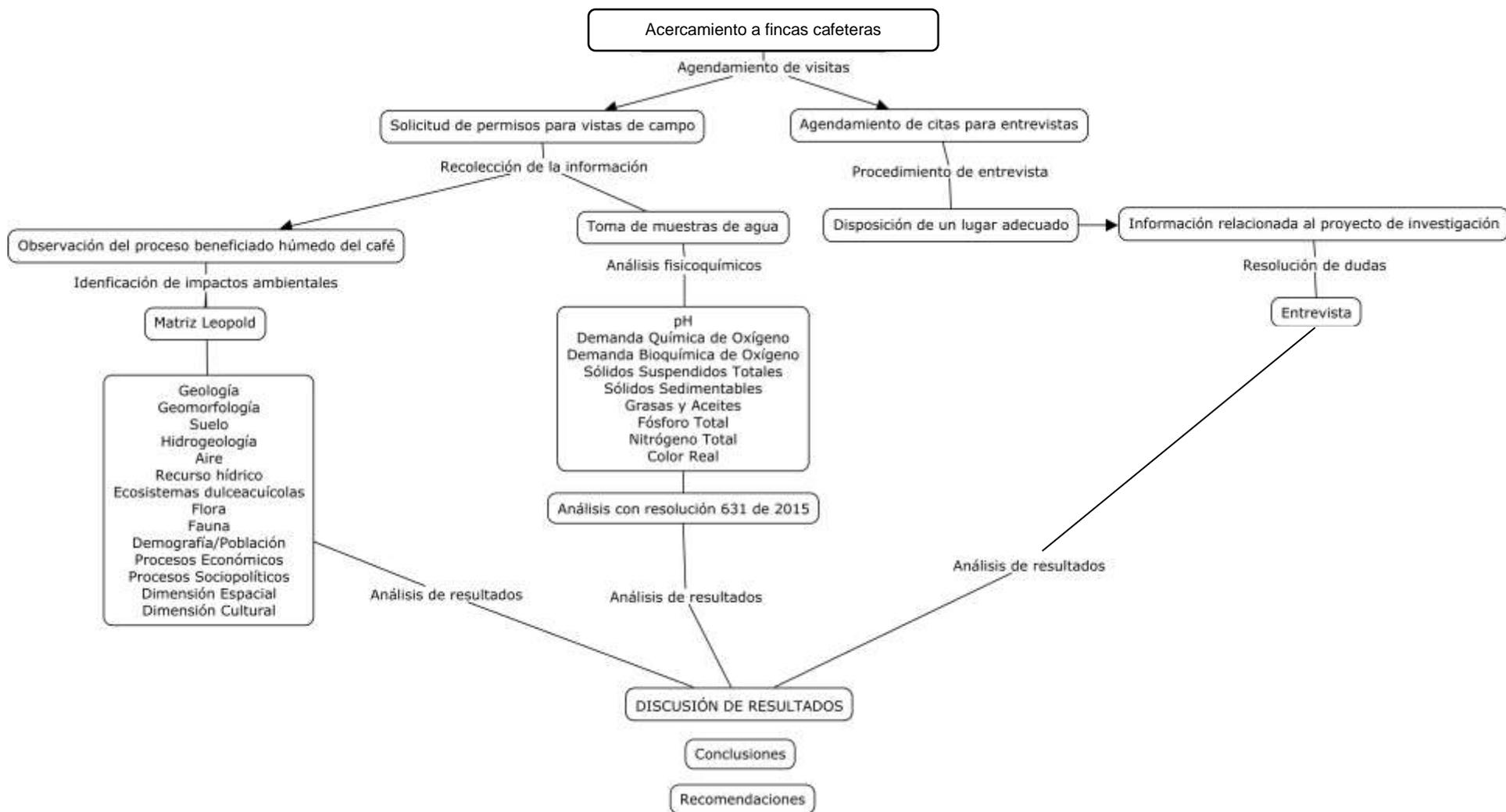
3), la cual tiene implementado un sistema de beneficio ecológico. En cada visita, se apreciaron los cultivos, procesos y repercusiones generados al ambiente, a partir del proceso de beneficio húmedo del café.

**Tiempo:** Variable.

**Lugar de ejecución:** unidad productiva El Recodo, la unidad productiva Salamanca, y la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), de la vereda El Cascajal.

La presente investigación adoptó el método de Leopold para valorar los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo de café, en la unidad productiva El Recodo, la unidad productiva Salamanca, y en la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), de la vereda El Cascajal, municipio de Timaná en el departamento del Huila (Ver anexo 2).

## 7.8 Etapas y fases de la investigación



Fuente: Guzmán J., J. P., 2021.

## **7.9 Análisis de la información**

### ***7.9.1 Análisis de la entrevista***

Las entrevistas fueron grabadas para su posterior transcripción y análisis.

A partir de las respuestas de los entrevistados, se analizó la siguiente información:

- ✓ Generalidades de la unidad productiva; número de trabajadores, encargado del beneficio del café, número de plantas cafeteras, hectáreas de cultivo, periodos de mitaca y cosecha, frecuencia de recolección del grano.
- ✓ Descripción del proceso del beneficio húmedo del café, sistemas utilizados.
- ✓ Conocimiento sobre los impactos Ambientales a causa de la producción cafetera.
- ✓ Conocimiento sobre el concepto de aguas mieles y su repercusión al medio ambiente.
- ✓ Conocimiento sobre los impactos Ambientales a causa del beneficio húmedo del café.
- ✓ Consumo de agua en el proceso de beneficio húmedo del café.
- ✓ Sistemas de tratamiento de aguas mieles.
- ✓ Disposición de cereza y mucílago generado del proceso de beneficio húmedo del café.
- ✓ Control legal; estudios fisicoquímicos al agua residual (aguas mieles) producto del beneficio húmedo del café, visitas de la CAM, control sobre el consumo de agua para el beneficio del café.

### ***7.9.2 Matriz de Leopold***

Se llevó a cabo un estudio de caso mediante la aplicación de la matriz de Leopold en 3 unidades productivas, dado que, por motivo de la pandemia actual del Covid-19, por distanciamiento social se ha restringido la movilidad y acceso a diversas zonas, por lo cual no se pudo aplicar a las 7 unidades productivas seleccionadas en la muestra de estudio. Por ende, se valoraron los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo de café, en la unidad productiva El Recodo, la unidad productiva Salamanca y en la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), de la vereda El Cascajal, municipio de Timaná en el departamento del Huila (Ver anexo 2).

Se estudiaron las siguientes variables:

- ✓ Componentes del medio; Geología, Geomorfología, Suelo, Hidrogeología, Aire, Recurso hídrico, Ecosistemas dulceacuícolas, Flora, Fauna, Demografía / Población, Procesos Económicos, Procesos Sociopolíticos, Dimensión Espacial, Dimensión Cultural.
- ✓ Impactos generados por el proceso de beneficio húmedo del café.

Se realizó un análisis sobre las calificaciones obtenidas con base en un análisis numérico de las filas y las columnas, de donde se determinó lo siguiente:

- ✓ Las acciones ambientales que causaron un mayor impacto y de qué tipo.
- ✓ Los factores ambientales que reciben mayor impacto y de qué forma
- ✓ El número de impactos positivos y negativos.
- ✓ La calificación global de los impactos negativos y positivos del proyecto.

- ✓ El ordenamiento de los impactos.

El método se basó en elaborar una matriz que presenta sobre sus columnas, básicamente las actividades y procesos del proyecto y, en las filas, contiene los componentes del medio y sus características. “Esta matriz es uno de los métodos más utilizados en la EIA, para casi todo tipo de proyecto” (Ricardez y Luna, 2013, p. 40).

Para la construcción de la matriz, se tomaron cada una de las actividades llevadas a cabo en el proceso, es decir, despulpado, desmucilaginado y lavado, posterior a ello, se examinó si tuvieron relación con cada uno de los impactos de cada componente ambiental, establecidos en la matriz, luego de determinar dicha relación, se trazó una línea diagonal en la celda, para indicar que allí hay un impacto ambiental. Se continuó este procedimiento hasta barrer toda la matriz (Arboleda J. A., 2005).

Para evaluar cada una de las interacciones se utilizaron 3 parámetros:

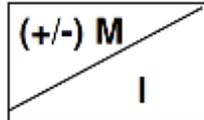
**Clase:** Indica el tipo o sentido de las consecuencias del impacto (positivas o benéficas (+) o negativas o perjudiciales (-)).

**Magnitud (M):** Corresponde al grado o nivel de alteración que sufre el factor ambiental a causa de una acción del proyecto (se califica con 1 la alteración mínima y con 10 la alteración máxima, pudiendo asignarse calificaciones intermedias). Este criterio evalúa los cambios en las variables o condiciones propias o intrínsecas del factor, es decir cuánto se desmejoró, cuanto se destruyó, etc. (Arboleda J. A., 2005, p. 82).

**Importancia (I):** Evalúa el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del ambiente que puede ser afectado por el proyecto (se califica con 1 cuando es insignificante y con 10 cuando se presenta la máxima significación). Este criterio evalúa otras consideraciones

extrínsecas al factor analizado, como el valor del mismo dentro del entorno afectado, la importancia para la comunidad, etc. (Arboleda J. A., 2005, p. 82).

Estos criterios se evalúan para cada interacción marcada y los resultados se colocan de la siguiente manera dentro de la celda que se está analizando. (Arboleda J. A., 2005, p. 82).



Positivo (+): Mejora la calidad ambiental de la entidad u organismo distrital y/o el entorno.

Negativo (-): Deteriora la calidad ambiental de la entidad u organismo distrital y/o el entorno.

### ***7.9.3 Análisis fisicoquímico del agua***

El análisis fisicoquímico del agua se realizó en 1 caso de estudio, en la unidad productiva El Recodo, debido a que, por motivo de la pandemia actual del Covid-19, por distanciamiento social se ha restringido la movilidad y acceso a diversas zonas. Adicionalmente, las limitaciones económicas en la investigación, restringieron el muestreo y análisis de laboratorio para las demás unidades productivas analizadas en el presente estudio.

Se analizaron las siguientes variables:

- ✓ pH, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Sedimentables, Grasas y Aceites, Fósforo Total, Nitrógeno Total, Color Real.

- ✓ Límites permisibles de la resolución 631 de 2015, según el capítulo VI sobre los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARND) a cuerpos de aguas superficiales, del sector: actividades productivas de agroindustria y ganadería.

**Tabla 6. Límites permisibles Resolución No. 631 de 2015**

| Parámetro   | Unidades            | Procesamiento de hortalizas, frutas, legumbres, raíces y tubérculos | Beneficio de café (clasificación de la Federación Nacional de Cafeteros – FNC/CENICAFÉ) |                     |
|---|---------------------|---|---|---------------------|
|   |                     |   | Proceso o ecológico   | Proceso tradicional |
| <b>Generales</b>  |                     |   |   |                     |
| pH  | Unidades de pH      | 6,00 a 9,00   | 5,00 a 9,00   | 5,00 a 9,00         |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)  | mg/L O <sub>2</sub> | 150,00  | 3.000,00  | 650,00              |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )   | mg/L O <sub>2</sub> | 50,00   | 400,00  |                     |
| Sólidos suspendidos Totales (SST)   | mg/L                | 100,00  | 800,00  | 400,00              |
| Sólidos Sedimentables (SSED)  | mL/L                | 5,00  | 10,00   | 10,00               |
| Grasas y Aceites  | mg/L                | 10,00   | 30,00   | 10,00               |
| <b>Compuestos de Fósforo</b>  |                     |   |   |                     |
| Fósforo Total (P)   | mg/L                | Análisis y Reporte  | Análisis y Reporte  | Análisis y Reporte  |
| <b>Compuestos de Nitrógeno</b>  |                     |   |   |                     |
| Nitrógeno Total (N)   | mg/L                | Análisis y Reporte  | Análisis y Reporte  | Análisis y Reporte  |
| <b>Otros parámetros para análisis y reporte</b>   |                     |   |   |                     |
| Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 535 nm y 620 nm). | m - 1               | Análisis y Reporte  | Análisis y Reporte  | Análisis y Reporte  |

Fuente: Resolución No. 631 de 2015.

## **8. Consideraciones éticas**

El presente estudio se desarrolló bajo ciertas consideraciones éticas, en primer lugar, cabe recalcar que, la investigadora solicitó la debida autorización a los encargados de 7 unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná, a quienes se les brindó un formato de consentimiento informado donde se dio a conocer la información relevante del estudio, a partir de ello, se ejecutó la recolección de los datos, garantizado el uso apropiado de la información suministrada.

Se explicó a los participantes del estudio, que la información recolectada fue para usos únicamente académicos, los cuales no fueron ni serán divulgados con fines lucrativos ni perjudiciales. Los datos fueron tratados de manera profesional. Las imágenes y testimonios registrados que fueron recolectados fueron tratados por el responsable y/o encargado dentro del marco del cumplimiento de la política de protección de datos contemplada en la Ley 1581 de 2012 y su Decreto Reglamentario 1377 de 2013.

Los sujetos tomados como muestra para la realización de entrevistas, fueron protegidos por medio del anonimato y privacidad de sus datos personales, en donde el presente estudio, sólo se interesó en sus respuestas, dado que permitieron establecer unos resultados acordes a los objetivos planteados.

La financiación del proyecto fue responsabilidad únicamente del investigador, los propietarios de 7 unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná ni los caficultores participantes tuvieron que asumir ningún gasto relacionado a la ejecución de la investigación.

En cuanto a la revisión bibliográfica establecida en el presente estudio, se tuvo en cuenta el respeto a las fuentes consultadas e investigadas, haciendo la debida citación y referencias con base en las normas APA Sexta edición. A partir de estas consideraciones éticas se reflejó la responsabilidad frente al compromiso adquirido en el proceso investigativo de este trabajo que se llevó a cabo en 7 unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila.

Al finalizar la investigación, se ofreció una copia a los propietarios y encargados de la finca, de manera que conozcan los resultados del estudio, de manera que les permita conocer su estado actual frente a los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo tradicional de los frutos de café sobre el recurso hídrico en 7 unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila.

Para dar cumplimiento a las consideraciones éticas del presente estudio, se desarrollaron los siguientes criterios:

- Se expresaron claramente los riesgos y garantías de seguridad que se ofrecieron a los participantes de estudio.
- La investigación se llevó a cabo luego de la autorización de los propietarios de 7 unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná.
- Se estableció el consentimiento informado para los participantes del estudio.

### **Consentimiento informado**

Se entiende por Consentimiento Informado el acuerdo por escrito, mediante el cual el sujeto de investigación o en su caso, su representante legal, autoriza su participación en la

investigación, con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos, beneficios y riesgos a que se someterá, con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna (Ver anexo 4).

## 9. Resultados

### 9.1 Generalidades de las unidades productivas evaluadas

El presente estudio se realizó en 7 unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila, de las cuales, 4 cuentan con sistema de tratamiento de aguas mieles y 3 no cuentan con dicho sistema. En cuanto a los sistemas de beneficio húmedo del café, 6 de las 7 unidades productivas implementan sistemas tradicionales, y 1 implementa un sistema de beneficio ecológico.

**Tabla 7. Generalidades de las unidades productivas evaluadas en la vereda El Cascajal.**

| Unidad productiva    | Extensión productiva en café (Ha) | Árboles por Ha | Especies                              | Frecuencia de recolección | Sistema de beneficio | Tratamiento de aguas mieles |
|----------------------|-----------------------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------|
| El Recodo            | 4                                 | 5.000          | Caturra, F6, Castillo y Catimar.      | Cada 15 días              | Tradicional          | No tiene                    |
| El Rosal             | 1.5                               | 5.000          | Castillo                              | Cada 15 días              | Tradicional          | Si tiene                    |
| Salamanca            | 1.5                               | 4.000          | Caturro, Castillo y variedad Colombia | Cada 15 días              | Tradicional          | Si tiene                    |
| Las Vueltas (Lote 3) | 3                                 | 5.000          | F6 y Castilla                         | Cada 20 días              | Ecológico - Ecomil   | Si tiene                    |
| Azafrán              | 2                                 | 4.000          | Catorro, Borbón rosado y Castillo     | Cada 3 semanas            | Tradicional          | Si tiene                    |
| Lote de don Efraín   | 1.5                               | 5.000          | Castillo, Variedad Colombia y Caturra | Cada 20 días              | Tradicional          | No tiene                    |
| Las Vueltas (Lote 1) | 2                                 | 5.000          | Castilla                              | Cada 15 días              | Tradicional          | No tiene                    |

Fuente: Guzmán J., J. P., 2021.

En la unidad productiva El Rosal se producen 15 cargas (entiéndase de ahora en adelante que, 1 carga de café = 125kg de café) en tiempos de mitaca y de cosecha, cuenta con 7 trabajadores, aunque el beneficio es realizado por el propietario de la unidad productiva. La mitaca ha sido en abril y mayo, siendo pico en el mes de mayo, y la cosecha ha sido septiembre, octubre y noviembre, siendo el noviembre el pico.

En la unidad productiva Salamanca, se producen aproximadamente 15 cargas en tiempos de mitaca y de cosecha. Cuenta con 5 trabajadores. La mitaca ha sido en mayo y junio, y la cosecha mayor en el mes de septiembre.

En la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), se producen 20 cargas por hectárea, y en tiempos de mitaca y cosecha se producen 30 cargas de café. Los tiempos de mitaca son al principio del año, siendo mayo el mes pico, y de cosecha a finales del año, siendo el pico en el mes de octubre. Cuenta con 8 trabajadores, aunque el proceso de beneficio húmedo es realizado por el propietario de la unidad productiva.

La unidad productiva Azafrán, produce aproximadamente 25 cargas por hectárea, entre el tiempo de mitaca y cosecha, siendo la mitaca en el mes de mayo y el pico de cosecha en septiembre. Cuenta con 7 trabajadores para la recolección de café, el proceso de beneficio húmedo es realizado por el propietario de la unidad productiva.

En la unidad productiva El Recodo, cada hectárea produce aproximadamente 20 cargas de café por cosecha y mitaca. Los periodos óptimos de cosecha se dan 2 veces en el año, después de abril y a mediados de agosto, luego se genera la crisis que dura aproximadamente un mes y medio. Los meses de cosecha son septiembre, octubre y noviembre. Los meses de mitaca son en el tiempo alto, es decir, entre los meses de abril y mayo. El pico más alto se da a finales del mes

de abril o durante los primeros días de mayo. Un trabajador recolecta aproximadamente de 20 a 25 cargas de café colorado. El proceso de beneficio húmedo es realizado por el propietario de la unidad productiva.

En la unidad productiva Lote de don Efraín, la mitaca es en el mes de abril, y el centro de cosecha en el mes de octubre. Cuenta con 1 o 2 trabajadores para la recolección de café, sin embargo, el proceso de beneficio húmedo es realizado solo por el propietario.

La unidad productiva Las Vueltas (Lote 1), produce aproximadamente 40 cargas de café en 2 hectáreas. La cosecha de café inicia a finales del mes de noviembre, en donde el centro se concentra en los meses de octubre o primeros días de noviembre. Cuenta con 4 trabajadores que realizan la recogida de café, el proceso de beneficio húmedo lo realiza los propietarios de la unidad productiva.

## **9.2 Caracterización de los sistemas de beneficio de café húmedo y ecológico en unidades productivas evaluadas.**

En 6 de las 7 unidades productivas implementan sistemas tradicionales, y 1 implementa un sistema de beneficio ecológico.

### ***9.2.1 Sistemas de beneficio del café húmedo***

#### **9.2.1.1 Despulpado o descerezado del café.**

En este procedimiento se retira la piel o la pulpa a las cerezas del café, se realiza generalmente lego de 6 horas de haber recogido la cosecha. El café se pone en una máquina despulpadora o descerezadora donde se separa la cáscara a un lado y la pulpa hacia el otro.

Para el despulpado, en la unidad productiva El Recodo, se utiliza una máquina que despulpa 500 kg por hora. A diario, se toman 2 horas, proceso donde se utiliza agua y en el cual se hace la separación de la cascara y el fruto del café. Aproximadamente se gastan 50 L de agua por 11,339 kg.

Esta máquina, arrastra la cereza del café, llevándola a 2 superficies, una liza y otra con una especie de dientes, en donde la presión generada, ocasiona una expulsión de la piel y pulpa del mismo. De esta forma, quedan separados los granos de café, siendo la pulpa un residuo del proceso. Los granos ya despulpados contienen mucílago, el cual pasa a un proceso de fermentación para su tratamiento.

- En la unidad productiva El Recodo, para el despulpado de 560 kg de café se utilizan aproximadamente 6000 L de agua.
- En la unidad productiva El Rosal, para el despulpado de 15 cargas de café se utilizan aproximadamente 15000 L de agua.
- En la unidad productiva Salamanca, se gastan aproximadamente 4.000 L para las 15 cargas verdes de café.
- En la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), se consume menos de 1 litro por kilogramo de café, dado que se cuenta con un sistema ecológico de beneficio, llamado Ecomil.
- En la unidad productiva Azafrán, para el proceso de beneficio de las 20 cargas se consumen aproximadamente 3.000 L de agua.

- En la unidad productiva Lote de don Efraín, el consumo de agua por cosecha, para aproximadamente entre 15 y 20 cargas de café, se utilizan cerca de 2000 L.
- En la unidad productiva Las Vueltas (Lote 1), para el beneficio de 40 cargas de café se utilizan aproximadamente 2000 L de agua por cosecha.

#### **9.2.1.2 Desmucilaginado del café.**

Este proceso es realizado al disponer los granos de café en una alberca con agua en donde se genera una fermentación, durante:

- 36 horas en la unidad productiva El Recodo.
- 20 horas en la unidad productiva El Rosal.
- 12 a 24 horas en la unidad productiva Las Vueltas (Lote 1).
- 24 horas en las unidades productivas Salamanca, Azafrán y Lote de don Efraín.
- En la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3) no se requiere fermentación.

#### **9.2.1.3 Lavado del café.**

Para este proceso, se utiliza una bomba con la que se transporta el café a la Guardiola, es utilizada para no tener que lavar el café de manera manual. La bomba revuelca el café, haciendo que las fricciones de un grano con el otro los laven. Este procedimiento es realizado por 5 minutos.

En el primer lavado, se genera una mayor carga contaminante, donde se observa el líquido residual turbio.

En las unidades productivas, el café es lavado:

- 3 veces en las unidades productivas El Recodo y en Lote de don Efraín, de manera que desprenda bien el mucílago.
- Entre 1 y 2 veces en la unidad productiva Las Vueltas (Lote 1).
- 2 veces en la unidad productiva Salamanca.
- 1 vez en las unidades productivas El Rosal y Azafrán, aunque en esta última varía la cantidad de lavados, dado que en ocasiones realizan de 3 a 5 lavados, según los compradores de café.

Durante el lavado, se retiran los granos que no alcanzaron a llenar, dado que el árbol no alcanzó a tener los nutrientes necesarios, o el clima, o el verano, no dejaron que el grano llenara bien, esos granos se levantan porque no tienen almendra. En algunos casos, como en la unidad productiva El Recodo, disponen y secan esos granos para la pasilla, o se riegan en el cafetal para que se descompongan.

En la unidad productiva El Recodo, se conecta luego a la bomba a un tubo donde los granos suben a la Guardiola, sube con agua y todo, y en la tolva, a través de una malla, se retiene el café y devuelve el agua, de esta manera, el agua circula durante el proceso. Se realiza el segundo y tercer lavado de la misma manera. Para el tercer lavado, el agua sale más clara y no se encuentran cáscaras residuales. Finalmente, se carga el café a la Guardiola, que tiene una

capacidad aproximada de 1000 kg de café mojado, para luego realizar el empacado del producto. Las otras unidades productivas deben realizar secado de café.

En la unidad productiva El Recodo se calibra para 50 kg y se vende a una empresa llamada SKN, en donde se exporta a suiza, España.

#### **9.2.1.4 Beneficio ecológico.**

Para el proceso de beneficiado del café húmedo en la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), no se requiere de una fermentación, en razón de que han implementado el sistema Ecomil hace 5 meses, el cual permite un beneficio ecológico del café. Antes de implementar este sistema, el proceso de beneficio consumía 1.500 L, sin embargo, el consumo de agua en la actualidad, ha disminuido considerablemente. Este proceso permite que el agua residual salga con una carga contaminante con el 90% menor a los sistemas tradicionales, en donde el agua no sale con mucílago. Se consume menos de 1 litro por kilogramo de café, dado que se cuenta con un sistema de beneficio ecológico, llamado Ecomil.

Este sistema permite aprovechar el mucílago en la alimentación animal, minimiza el tamaño y costo de los beneficiaderos, además, reduce la necesidad de mantenimiento constante, realizándose solo cada 2 meses.

#### ***9.2.2 Tratamiento de aguas mieles***

Solo 4 de las 7 unidades productivas visitadas, poseen sistemas de tratamiento para las aguas mieles producidas por el beneficio húmedo del café, de la siguiente manera:

- En la unidad productiva El Rosal, para el tratamiento de aguas mieles se tiene implementado un filtro de 1.000 L y un desnatador de 500 L, a los cuales, se les hace

mantenimiento cada vez que hay beneficio, aproximadamente cada 8 días. El propietario afirma que ha sido capacitado para el mantenimiento de los filtros.

Adicionalmente, el mucílago es aplicado como abono a las plantas de plátano y café.

- En la unidad productiva Salamanca, para el tratamiento de aguas mieles se utiliza un tanque de 500 L, en donde se deja por 24 horas y se desnata, y luego pasa a un filtro de 1.000 L, el cual se compone de piedras que ayudan a filtrar el agua residual.
- En la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), para el tratamiento de aguas mieles se utiliza una cajilla de repartición, un tanque desnatador y un tanque filtro, el agua filtrada y tratada es utilizada en el cafetal. Al sistema se le realiza mantenimiento cada 2 meses.
- En la unidad productiva Azafrán, utilizan como tratamiento para las aguas mieles, dos tanques, uno para el desnatador, al cual se le realiza mantenimiento cada 4 días, y el otro tanque, es utilizado para hacer un segundo lavado, al cual se le realiza mantenimiento cada 15 días.

### ***9.2.3 Disposición de la cereza del café***

En las 7 unidades productivas evaluadas se realiza un aprovechamiento de las cerezas del café generadas en el beneficio húmedo, encontrando así, lo siguiente:

- En la unidad productiva El Rosal, el propietario afirma que, el mucílago es aplicado como abono a las plantas de plátano y café. La cereza residual del proceso es llevada a una fosa para posteriormente aplicar cal y ser utilizado como abono orgánico.

- En la unidad productiva Salamanca, la cereza es apilada en una fosa donde es paleada y utilizada como abono para los cultivos de banano.
- En la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), la cereza es llevada a una fosa para posteriormente ser utilizada como abono para el mismo cultivo, el cual se aplica cada 4 meses, aproximadamente 40 bultos de abono.
- En la unidad productiva Azafrán, la cereza se acopia en una fosa, donde se seca, se patea cada 5 días, para ser utilizada posteriormente como abono orgánico, el cual es aplicado a los cultivos cada 3 meses. El mucílago aun no lo aprovechan, a pesar de que tienen conocimiento del aporte que tiene como abono.
- En la unidad productiva El Recodo, se realiza aprovechamiento de la cereza residual, utilizándola como abono. Las pasillas son vendidas en aproximadamente \$300.000 la carga. También es utilizada como abono en los cafetales.
- La unidad productiva Lote de don Efraín, realiza un aprovechamiento de la cereza del café, en donde la acopia durante 6 meses, volteándola 1 vez a la semana y luego es utilizada como abono en los cultivos de café.
- En la unidad productiva Las Vueltas (Lote 1) se realiza un aprovechamiento de la cereza del café, en donde se acopia en una fosa, y, por medio de la lombricultura, se realiza paleo 1 vez a la semana, en donde al descomponerse es utilizado como abono para los cultivos de café y plátano, al igual que el mucílago residual del proceso de beneficio. El abono es aplicado cada 3 meses en las 2 hectáreas.

### 9.3 Caracterización físico-química del agua residual producida en un sistema de beneficio

Los análisis físico químicos se llevaron a cabo en la unidad productiva El Recodo, de acuerdo a la Resolución No. 631 de 2015 – “Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”, el muestreo fue realizado en la descarga puntual de las aguas mieles resultado del proceso de beneficio húmedo del café, se realizó un muestreo compuesto por dos horas, y para lo cual se tomaron 9 alícuotas cada 15 minutos de los parámetros de pH, Temperatura y Caudal, del mismo modo se analizaron los parámetros de: Demanda Química de Oxígeno – DQO, Demanda Bioquímica de Oxígeno – DQO5, Solidos Suspendidos Totales – SST, Solidos sedimentables – SSED, Grasas y Aceites, Fosforo Total; Nitrógeno Total y Color Real.

El resultado del análisis fisicoquímico se relaciona a continuación, de igual forma, en el anexo 5 se encuentra el reporte generado por el Laboratorio AMBILAB S.A.S.

**Tabla 8. Resultados análisis físico-químico de aguas residuales del beneficio del café, unidad productiva El Recodo, vereda El Cascajal.**

| ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES DEL BENEFICIO DEL CAFÉ |  |          |           |                          |  |                                | Resolución 0631/2015 - Art. 9 |          |
|--|--|----------|-----------|--------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------|----------|
| Fecha de Análisis  | Variable                               | Unidad   | Resultado | Límite de Cuantificación | Técnica                                      | Método                         | Valores Permisibles           | Artículo |
| 2020-09-25   | Caudal*                                | L/s      | 1,739     | N.A                      | Volumétrico.                                 | N.P                            | N.R.                          | 09       |
| 2020-09-28   | Color Verdadero***                     | U Pt-Co  | 152,5     | N.A.                     | Espectofotométrico - Longitud de Onda Simple | SM 2120 C                      | N.R.                          | 09       |
| 2020-09-28   | Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)*** | mg O2 /L | 18742,5   | 10                       | Incubación 5 días y Luminiscencia            | SM 5210 B y ASTM D888 Método C | 400,00 mg O2 /L               | 09       |
| 2020-10-01   | Demanda Química de Oxígeno             | mg O2 /L | 28925,    | 10                       | Reflujo Cerrado y                            | SM 5220 D                      | 650,00 mg O2 /L               | 09       |

| ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES DEL BENEFICIO DEL CAFÉ |                                |             |                                 |                          |  |                                | Resolución 0631/2015 - Art. 9 |          |
|--|--------------------------------|-------------|---------------------------------|--------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------|----------|
| Fecha de Análisis  | Variable                       | Unidad      | Resultado                       | Límite de Cuantificación | Técnica                                | Método                         | Valores Permisibles           | Artículo |
|  | (DQO)***                       |             | 0                               |                          | Colorimétrico                          |                                |                               |          |
| 2020-10-09   | Fósforo Total***               | mg P/L      | 8,0                             | 0,5                      | Espectrofotométrico                    | SM 4500 P B, D                 | N.R.                          | 09       |
| 2020-09-30   | Grasas y Aceites**<br>*        | mg /L       | 687,69                          | 10                       | Extracción Soxhlet                     | SM 5220 D Modificado           | 10,00 mg /L                   | 09       |
| 2020-10-16   | Nitrógeno Total Kjeldahl***    | mg N/L      | 506,94                          | 3,00                     | Digestión - Kjeldhal                   | SM4500-Norg C, SM 4500 NH3 B,C | N.R.                          | 09       |
| 2020-09-25   | pH in Situ*                    | Unidades pH | 3,76 a 23,30°C - 4,09 a 22,10°C | N.A.                     | Electrométrica                         | SM 4500 H+, B                  | 5,00 a 9,00 Unidades pH       | 09       |
| 2020-09-25   | Sólido Sedimentables in situ*  | mL/L        | <0,1                            | 0,1                      | Volumétrica                            | SM 2540 F                      | 10,00 mL/L                    | 09       |
| 2020-09-30   | Sólidos Suspendidos Totales*** | mg /L       | 5125,0                          | 5                        | Gravimétrico (Secado de 103°C - 105°C) | SM 2540 D                      | 400,00 mg /L                  | 09       |
| 2020-09-25   | Temperatura in Situ*           | °C          | 22,10°C - 23,40°C               | N.A.                     | Electrométrica                         | SM 2550 B                      | N.R.                          | 09       |

Fuente: Laboratorio Ambilab S.A.S. Resultados del presente estudio, a partir de la muestra en la unidad productiva El Recodo, en la descarga puntual de las aguas mieles resultado del proceso de beneficio húmedo del café.

Partiendo de los resultados del análisis fisicoquímico de las aguas mieles producidas por el beneficio húmedo del café en la unidad productiva el Recodo, se presentaron valores altos en Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Grasas y Aceites, pH in Situ, y Sólidos Suspendidos Totales, lo que supera los límites permisibles por la Resolución 0631/2015 - Art. 9.

Adicionalmente, se encontró que los valores reportados para el color del agua, son altos, al igual que los sólidos suspendidos totales y la carga de nitrógeno lo que puede hacer que su degradación sea rápida.

Se concluye que, la carga contaminante es excesivamente alta, en donde existe un proceso fermentativo dado que se presenta un pH bastante ácido. Además, se observa que la relación de DBO y DQO está en el 65%, lo que significa que es viable hacer procesos biológicos de bioremediación. Se refleja la necesidad de implementar un proceso fermentativo y corregir pH a la salida con un producto que lo eleve. Para la parte biológica, adecuar un reactor de fermentación, 24 a 48hrs y, al final hacer una coagulación floculación para el tratamiento de los sólidos.

#### **9.4 Impacto ambiental del sistema de beneficio utilizado sobre el recurso hídrico.**

Para determinar el impacto ambiental del sistema de beneficio utilizado sobre el recurso hídrico, se empleó un método de observación participante, con el uso de diarios de campo, donde posteriormente se adoptó el método de Leopold para valorar los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo de café, en la unidad productiva El Recodo, la unidad productiva Salamanca y en la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), de la vereda El Cascajal, municipio de Timaná en el departamento del Huila (Ver anexo 2).

Se realizaron visitas en 3 fincas cafeteras, la primera, la unidad productiva El Recodo, en donde no se lleva un tratamiento de aguas mieles, la segunda, la unidad productiva Salamanca, la cual, si cuenta con un sistema de tratamiento de agua residual producida por el beneficio húmedo del café, y la tercera la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), la cual tiene implementado un sistema de beneficio ecológico. En cada visita, se apreciaron los cultivos, procesos y repercusiones generados al ambiente, a partir del beneficio húmedo del café.

9.4.1 Análisis matriz Leopold – unidad productiva El Recodo

Tabla 9. Análisis matriz Leopold - unidad productiva El Recodo

|                   |                              | Proceso de beneficio tradicional del café   |   | Actividad  |                 |        | TOTAL |      |    |
|-------------------|------------------------------|---|---|--|-----------------|--------|-------|------|----|
|                   |                              |   |   | Despulpado   | Desmucilaginado | Lavado |       |      |    |
| DIMENSIÓN FÍSICA  | Dimensión                    | Componente  | Impacto   |  |                 |        |       |      |    |
|                   | COMPONENTES AMBIENTALES      | DIMENSIÓN FÍSICA  | Geología  | Meteorización  |                 |        |       |      |    |
| Geomorfología     |                              |   | Erosión   |  |                 | - 7    | - 7   | 5    |    |
|                   |                              |   | Modificación Paisajística                           |  |                 | - 5    | - 5   | 5    |    |
|                   |                              |   | Procesos de Remoción en Masa                        |  |                 | 5      | 5     |      |    |
|                   |                              |   | Socavación  |  |                 |        |       |      |    |
|                   |                              |   | Estabilidad Geotécnica.                             |  |                 | - 7    | - 7   | 5    |    |
| Suelo             |                              |   | Cambio en las condiciones físico químicas del suelo | + 7  | 6               |        | - 7   | 6    |    |
|                   |                              |   | Cambio de uso                                       | + 5  | 5               |        | - 5   | 5    |    |
| Hidrogeología     |                              |   | Contaminación de Aguas Subterráneas                 |  |                 | - 9    | - 9   | 8    |    |
|                   |                              |   | Modificación del nivel freático                     |  |                 | 8      | 8     |      |    |
| Aire              |                              |   | Deterioro de la calidad del aire                    | - 4  | - 2             | 3      | - 6   | 6    |    |
|                   |                              |   | Aumento en decibeles de ruido                       | - 8  |                 | 5      | - 8   | 5    |    |
| Recurso hídrico   |                              |   | Alteración de la calidad del agua                   |  |                 | - 10   | - 10  | 10   |    |
|                   |                              |   | Disminución del recurso hídrico                     | - 9  | - 7             | 9      | - 9   | - 25 |    |
|                   |                              |   | Disminución en la capacidad de transporte           |  | 6               | 9      |       | 24   |    |
|                   |                              |   | Alteración del cauce                                |  |                 | - 6    | - 6   | 8    |    |
| DIMENSIÓN BIÓTICA |                              |   | Ecosistemas dulceacuícolas                          | Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola                       |                 |        | - 10  | - 10 | 10 |
|                   |                              |   |   | Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas |                 |        | - 10  | - 10 | 10 |
|                   | Flora                        | Perdida de la cobertura vegetal   |   |  | - 2             | - 2    | 3     |      |    |
|                   |                              | Pérdida de biodiversidad  |   |  | - 9             | - 9    | 8     |      |    |
|                   |                              | Cambio en la estructura y composición florística  |   |  | - 8             | - 8    | 6     |      |    |
|                   | Fauna                        | Cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre            |   |  | - 8             | - 8    | 8     |      |    |
|                   |                              | Fragmentación del hábitat   |   |  | 8               | 8      |       |      |    |
|                   |                              | Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat) |   |  | - 7             | - 7    | 7     |      |    |
|                   | ÓN SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL | Demografía / Población  | Cambio sobre el componente demográfico              |  |                 |        |       |      |    |
|                   |                              | Procesos Económicos   | Cambio en la dinámica de empleo                     |  |                 |        |       |      |    |

|  |                                |   |         |         |           |
|--|--------------------------------|---|---------|---------|-----------|
|  |                                | Cambio en los ingresos de la población                                    | + 6 / 5 |         | + 6 / 5   |
|  |                                | Cambio en las actividades económicas                                      | + 6 / 5 |         | + 6 / 5   |
|  |                                | Cambio económico por modificación uso del suelo                           |         |         |           |
|  | <b>Procesos Sociopolíticos</b> | Generación de expectativas sociales                                       |         |         |           |
|  |                                | Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad         |         |         |           |
|  |                                | Cambios en la seguridad pública   |         |         |           |
|  | <b>Dimensión Espacial</b>      | Cambio en la prestación de servicios públicos y/o sociales                |         |         |           |
|  |                                | Cambio en el acceso y movilidad   |         |         |           |
|  |                                | Afectación a la salud pública   | - 4 / 5 | - 7 / 8 | - 11 / 13 |
|  |                                | Desplazamiento involuntario de unidades familiares por compra de vivienda |         |         |           |
|  | <b>Dimensión Cultural</b>      | Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico                   |         |         |           |

Fuente: Guzmán J., J. P., 2021.

Los impactos ambientales negativos generados a partir del beneficio húmedo del café en la unidad productiva el Recodo, la cual no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas mieles, se vieron reflejados principalmente sobre el recurso hídrico en las actividades de despulpado, desmucilaginado y lavado, las cuales ocasionan alteración de la calidad del agua, disminución del recurso y alteración del cauce, en este caso, de la cuenca hídrica Las Vueltas.

La alteración en la calidad del agua se evidenció por los valores fisicoquímicos arrojados en los análisis del residuo de aguas mieles producidas por el beneficio del café, encontrando una alta carga contaminante, con valores altos en Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Grasas y Aceites, pH in Situ ácido, y Sólidos Suspendidos Totales, que superan los límites permisibles por la Resolución 0631/2015 - Art. 9. Además, los valores para el color del agua, son altos, al igual que los sólidos presentes y la carga de nitrógeno. Lo anterior, a su vez ocasiona una alteración del cauce, específicamente en la cuenca hídrica Las

Vueltas. Por otra parte, en el componente de hidrogeología, se infiere que se genera una contaminación de Aguas Subterráneas por el residuo de aguas mieles.

La disminución del recurso hídrico fue generada por el consumo de aproximadamente 6000 L de agua para el despulpado de 560 kg de café y para el desmucilaginado, adicionalmente, en la unidad productiva El Recodo se realizan 3 lavados del café, siendo en el primer lavado, donde genera una mayor carga contaminante, y se observa el líquido residual turbio.

Los impactos ambientales negativos que alteran al recurso hídrico, afectan de igual manera a los componentes de Ecosistemas dulceacuícolas, flora y fauna, dado que, al ser las aguas mieles un residuo altamente contaminante, puede ocasionar la afectación directa de animales que se benefician del recurso hídrico. De igual forma, puede generar una afectación de especies focales (migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat). Al generarse una alta contaminación del agua, se genera también una eliminación de especies completas por la falta de oxígeno, convirtiéndose en un medio totalmente hostil para la vida de plantas y animales acuáticos.

En la dimensión Aire, se generan impactos negativos relacionados al deterioro de la calidad del aire y el aumento en decibeles de ruido, por las actividades de despulpado y desmucilaginado, por el uso de una máquina despulpadora o descerezadora que despulpa 500 kg por hora. A diario, se utiliza por 2 horas. En cuanto al desmucilaginado, el proceso de fermentación puede generar malos olores durante su almacenamiento.

En la dimensión de Geomorfología, se genera una afectación en la Estabilidad Geotécnica debido a la infiltración de aguas mieles por el terreno que ocasiona una desestabilidad por la constante disposición inadecuada de aguas mieles, que, a su vez, puede propiciar procesos

erosivos y modificación del paisaje por la formación de zanjas o canales por el paso de agua residual, que afecta a lo largo del talud del cafetal.

En la dimensión espacial, se genera como impacto negativo una afectación a la salud pública, en la actividad de despulpado se da por la generación de ruido, y por el lavado del café, en donde el residuo de aguas mieles sin tratamiento, afecta la quebrada Las Vueltas que se encuentra a una altura de 1.900 metros, para consumo humano, que abastece aguas arriba el acueducto de la vereda El Cascajal. Los propietarios de las unidades productivas analizadas han manifestado que el recurso hídrico no es usado para consumo humano dada su alta contaminación.

En cuanto al componente del suelo, los impactos positivos se vieron reflejados en el Cambio en las condiciones físico químicas del suelo, esto debido a que, en la unidad productiva, los granos que no alcanzaron a llenar son retirados y dispuestos para el abono del cafetal. Adicionalmente, se realiza aprovechamiento de la cereza residual, utilizándola como abono. Las pasillas son vendidas en aproximadamente \$ 300.000 la carga, lo que genera un impacto positivo en la comunidad en el cambio en los ingresos de la población.

#### 9.4.2 Análisis matriz Leopold – unidad productiva Salamanca

**Tabla 10. Análisis matriz Leopold - unidad productiva Salamanca**

|                            | Proceso de beneficio tradicional del café |                              |   | Actividad  |                 |        | TOTAL |         |
|----------------------------|---|------------------------------|---|------------|-----------------|--------|-------|---------|
|                            | Dimensión                                 | Componente                   | Impacto   | Despulpado | Desmucilaginado | Lavado |       |         |
| AMBIENTALES<br>COMPONENTES | DIMENSIÓN FÍSICA                          | Geología                     | Meteorización                                       |            |                 |        |       |         |
|                            |   |                              | Geomorfología                                       | Erosión    |                 |        |       |         |
|                            |   | Modificación Paisajística    |   |            |                 |        |       |         |
|                            |   | Procesos de Remoción en Masa |   |            |                 |        |       |         |
|                            |   | Socavación                   |   |            |                 |        |       |         |
|                            |   | Estabilidad Geotécnica.      |   |            |                 |        |       |         |
|                            |   | Suelo                        | Cambio en las condiciones físico químicas del suelo | + 8 / 8    |                 |        |       | - 8 / 8 |
|                            |   |                              | Cambio de uso                                       | + 5 / 5    |                 |        |       | - 5 / 5 |

|   |   |   |   |  |         |         |           |         |
|---|---|---|---|--|---------|---------|-----------|---------|
|   |   | <b>Hidrogeología</b>  | Contaminación de Aguas Subterráneas       |  |         | - 3 / 4 | - 3 / 4   |         |
|   |   |   | Modificación del nivel freático           |  |         |         |           |         |
|   |   | <b>Aire</b>   | Deterioro de la calidad del aire          | - 4 / 3  | - 2 / 3 |         | - 6 / 6   |         |
|   |   |   | Aumento en decibeles de ruido             | - 8 / 5  |         |         | - 8 / 5   |         |
|   |   | <b>Recurso hídrico</b>  | Alteración de la calidad del agua         |  |         | - 3 / 4 | - 3 / 4   |         |
|   |   |   | Disminución del recurso hídrico           | - 8 / 9  | - 6 / 6 | - 8 / 9 | - 22 / 24 |         |
|   |   |   | Disminución en la capacidad de transporte |  |         |         |           |         |
|   |   |   | Alteración del cauce                      |  |         | - 2 / 3 | - 2 / 3   |         |
|   |   | <b>DIMENSIÓN BIÓTICA</b>  | <b>Ecosistemas dulceacuícolas</b>         | Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola                       |         |         | - 2 / 3   | - 2 / 3 |
|   |   |   |   | Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas |         |         | - 2 / 3   | - 2 / 3 |
| <b>Flora</b>  | Perdida de la cobertura vegetal   |   |   |  | - 2 / 3 | - 2 / 3 |           |         |
|   | Pérdida de biodiversidad  |   |   |  | - 2 / 3 | - 2 / 3 |           |         |
|   | Cambio en la estructura y composición florística  |   |   |  | - 2 / 3 | - 2 / 3 |           |         |
| <b>Fauna</b>  | Cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre            |   |   |  | - 2 / 3 | - 2 / 3 |           |         |
|   | Fragmentación del hábitat   |   |   |  |         |         |           |         |
|   | Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat) |   |   |  | - 2 / 3 | - 2 / 3 |           |         |
| <b>DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL</b>                                | <b>Demografía / Población</b>   |   | Cambio sobre el componente demográfico    |  |         |         |           |         |
|   |   |   | Cambio en la dinámica de empleo           |  |         |         |           |         |
|   | <b>Procesos Económicos</b>  | Cambio en los ingresos de la población                            |   |  |         |         |           |         |
|   |   | Cambio en las actividades económicas                              |   |  |         |         |           |         |
|   |   | Cambio económico por modificación uso del suelo                   |   |  |         |         |           |         |
|   |   | Generación de expectativas sociales                               | + 5 / 5                                   |  |         | + 5 / 5 |           |         |
|   | <b>Procesos Sociopolíticos</b>  | Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad |   |  |         |         |           |         |
|   |   | Cambios en la seguridad pública                                   |   |  |         |         |           |         |
|   |   | Cambio en la prestación de servicios públicos y/o sociales        |   |  |         |         |           |         |
|   | <b>Dimensión Espacial</b>   | Cambio en el acceso y movilidad                                   |   |  |         |         |           |         |
| Afectación a la salud pública   |   | - 4 / 5   |   |  | - 4 / 5 |         |           |         |
| Desplazamiento involuntario de unidades familiares por compra de vivienda |   |   |   |  |         |         |           |         |

|  |  |                           |   |  |  |  |  |
|--|--|---------------------------|---|--|--|--|--|
|  |  | <b>Dimensión Cultural</b> | Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico |  |  |  |  |
|--|--|---------------------------|---|--|--|--|--|

Fuente: Guzmán J., J. P., 2021.

La unidad productiva Salamanca, si cuenta con un sistema de tratamiento de aguas mieles, compuesto por un tanque de 500 L, en donde se deja por 24 horas y se desnata, y luego pasa a un filtro de 1.000L que contiene piedras que ayudan a filtrar el agua residual. Por ello, los impactos negativos ocasionados al medio ambiente son de menor magnitud en comparación a la unidad productiva El Recodo y aquellas que no poseen sistemas de tratamiento de aguas mieles.

Sin embargo, la unidad productiva Salamanca genera impactos negativos en el componente aire relacionados al deterioro de la calidad del aire y el aumento en decibeles de ruido, por las actividades de despulpado y desmucilaginado, por el uso de una máquina despulpadora o descerezadora. Por otro lado, el desmucilaginado y su proceso fermentación durante 24 horas puede generar malos olores durante su almacenamiento.

El impacto negativo frente al recurso hídrico se presenta principalmente en cuanto a su disminución, dado que se realiza un consumo de aproximadamente 4.000 L para el beneficio de 15 cargas verdes de café. La magnitud del impacto es ligeramente menor a la encontrada en la unidad productiva El Recodo, dado que, en Salamanca realizan solo 2 lavados de café, por lo que utilizan una cantidad ligeramente menor de agua.

Como impactos positivos se encontraron frente al Cambio en las condiciones físico químicas del suelo, esto debido a que, en la unidad productiva Salamanca, la cereza es apilada en una fosa donde es paleada y utilizada como abono para los cultivos de banano.

Por otra parte, los impactos negativos en el recurso hídrico, fauna y flora local, relacionados a la contaminación de aguas subterráneas, alteración de la calidad del agua,

alteración del cauce, afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola, cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas, pérdida de la cobertura vegetal, pérdida de biodiversidad, cambio en la estructura y composición florística, cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y afectación de especies focales, tuvieron una magnitud significativamente menor en comparación a la unidad productiva El Recodo, esto debido al tratamiento de aguas mieles llevado a cabo en la unidad productiva Salamanca, el cual reduce en gran medida la carga contaminante arrojada a la cuenca hídrica, por lo tanto, los impactos negativos son menores.

En el componente de procesos sociopolíticos, se presenta una generación de expectativas sociales por el aprovechamiento de los residuos sólidos generados en el proceso de beneficio del café, lo que podría influir en las actividades productivas locales que se interesen en implementarlas.

En la dimensión espacial, se genera como impacto negativo una afectación a la salud pública, en la actividad de despulpado se da por la generación de ruido.

#### 9.4.3 Análisis matriz Leopold – unidad productiva Las Vueltas (Lote 3)

**Tabla 11. Análisis matriz Leopold - unidad productiva Las Vueltas (Lote 3)**

|                         | Proceso de beneficio tradicional del café |               |   | Actividad  |                 |        | TOTAL |     |     |   |
|-------------------------|---|---------------|---|------------|-----------------|--------|-------|-----|-----|---|
|                         | Dimensión                                 | Componente    | Impacto   | Despulpado | Desmucilaginado | Lavado |       |     |     |   |
| COMPONENTES AMBIENTALES | DIMENSIÓN FÍSICA                          | Geología      | Meteorización                                       |            |                 |        |       |     |     |   |
|                         |   | Geomorfología | Erosión   |            |                 |        |       |     |     |   |
|                         |   |               | Modificación Paisajística                           |            |                 |        |       |     |     |   |
|                         |   |               | Procesos de Remoción en Masa                        |            |                 |        |       |     |     |   |
|                         |   |               | Socavación  |            |                 |        |       |     |     |   |
|                         |   |               | Estabilidad Geotécnica.                             |            |                 |        |       |     |     |   |
|                         |   | Suelo         | Cambio en las condiciones físico químicas del suelo | + 8        | 8               |        |       | - 8 | 8   |   |
|                         |   |               | Cambio de uso                                       | + 5        | 5               |        |       | - 5 | 5   |   |
|                         |   | Hidrogeología | Contaminación de Aguas Subterráneas                 |            |                 |        |       | - 2 | - 2 | 2 |

|  |   |   |   |  |     |     |     |     |   |
|--|---|---|---|--|-----|-----|-----|-----|---|
|  |   |   | Modificación del nivel freático           |  |     |     |     |     |   |
|  |   | <b>Aire</b>   | Deterioro de la calidad del aire          |  |     |     |     |     |   |
|  |   |   | Aumento en decibeles de ruido             |  |     |     |     |     |   |
|  |   |   | Alteración de la calidad del agua         |  |     | - 2 | - 2 | 2   |   |
|  |   | <b>Recurso hídrico</b>  | Disminución del recurso hídrico           | - 2  | 2   | - 2 | - 4 | 4   |   |
|  |   |   | Disminución en la capacidad de transporte |  |     |     |     |     |   |
|  |   |   | Alteración del cauce                      |  |     | - 1 | - 1 | 2   |   |
|  |   | <b>DIMENSIÓN BIÓTICA</b>  | <b>Ecosistemas dulceacuícolas</b>         | Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola                       |     |     | - 1 | - 1 | 2 |
|  |   |   |   | Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas |     |     | - 1 | - 1 | 2 |
|  |   |   | <b>Flora</b>                              | Perdida de la cobertura vegetal  |     |     | - 1 | - 1 | 2 |
| Pérdida de biodiversidad                         |   |   |   |  | - 1 | - 1 | 2   |     |   |
| Cambio en la estructura y composición florística |   |   |   |  | - 1 | - 1 | 2   |     |   |
| <b>Fauna</b>                                     | Cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre            |   |   |  | - 1 | - 1 | 2   |     |   |
|  | Fragmentación del hábitat   |   |   |  |     |     |     |     |   |
|  | Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat) |   |   |  |     |     |     |     |   |
| <b>DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL</b>       | <b>Demografía / Población</b>   |   | Cambio sobre el componente demográfico    |  |     |     |     |     |   |
|  | <b>Procesos Económicos</b>  |   | Cambio en la dinámica de empleo           |  |     |     |     |     |   |
|  |   | Cambio en los ingresos de la población                                    |   |  |     |     |     |     |   |
|  |   | Cambio en las actividades económicas                                      |   |  |     |     |     |     |   |
|  |   | Cambio económico por modificación uso del suelo                           |   |  |     |     |     |     |   |
|  | <b>Procesos Sociopolíticos</b>  | Generación de expectativas sociales                                       | + 7                                       | 7  |     | + 7 | 7   |     |   |
|  |   | Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad         |   |  |     |     |     |     |   |
|  |   | Cambios en la seguridad pública   |   |  |     |     |     |     |   |
|  | <b>Dimensión Espacial</b>   | Cambio en la prestación de servicios públicos y/o sociales                |   |  |     |     |     |     |   |
|  |   | Cambio en el acceso y movilidad   |   |  |     |     |     |     |   |
|  |   | Afectación a la salud pública   |   |  |     |     |     |     |   |
|  |   | Desplazamiento involuntario de unidades familiares por compra de vivienda |   |  |     |     |     |     |   |
|  | <b>Dimensión Cultural</b>   | Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico                   |   |  |     |     |     |     |   |

Fuente: Guzmán J., J. P., 2021.

La unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), tiene implementado un sistema de beneficio ecológico, a través de Ecomil donde el consumo de agua es menor a 1 litro por kilogramo de café, y también cuenta con un sistema de tratamiento de agua residual de dicho proceso, por ello, los impactos negativos generados al medio ambiente son significativamente menores en comparación a las unidades productivas Salamanca (con tratamiento de aguas mieles, pero con beneficio húmedo tradicional del café) y El Recodo (sin tratamiento de aguas mieles).

Como impactos positivos se encontraron frente al Cambio en las condiciones físico químicas del suelo, esto debido a que, en la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), la cereza es llevada a una fosa para posteriormente ser utilizada como abono para el mismo cultivo, el cual se aplica cada 4 meses, aproximadamente 40 bultos de abono.

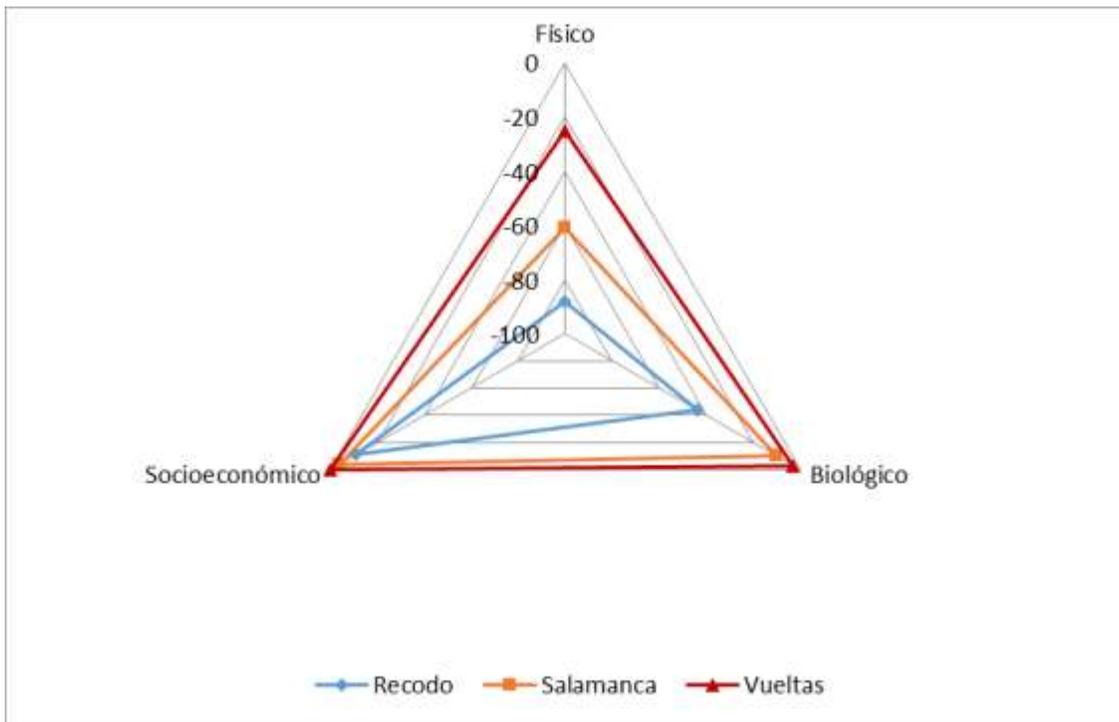
Teniendo en cuenta que el Ecomil consume menos de 1 litro por kilogramo de café, se genera una afectación mínima en la disminución del recurso hídrico, y, a su vez, se genera una menor cantidad de aguas mieles, dado que no se requiere de una fermentación con adición de agua. Lo anterior implica que los impactos negativos en el recurso hídrico, fauna y flora local, relacionados a la contaminación de aguas subterráneas, alteración de la calidad del agua, alteración del cauce, afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola, cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas, pérdida de la cobertura vegetal, pérdida de biodiversidad, cambio en la estructura y composición florística, cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre y afectación de especies focales, tuvieron una magnitud mínima.

En el componente de procesos sociopolíticos, se presenta una generación de expectativas sociales por el aprovechamiento de los residuos sólidos generados en el proceso de beneficio del café, la implementación de procesos de beneficio ecológicos y sistemas de tratamiento para

aguas mieles, lo que podría influir en las actividades productivas locales que se interesen en implementarlas.

#### 9.4.4. Análisis general de impactos ambientales generados por las 3 unidades productivas analizadas

**Tabla 12. Trade OFF Resultados Matriz Leopold en 3 unidades productivas**



Fuente: Guzmán J., J. P., 2021.

Tal como se evidencia en la anterior tabla, la mayor influencia en las dimensiones analizadas en la matriz de Leopold, correspondió a la unidad productiva El Recodo, siendo aquella que no posee ningún tipo de tratamiento para aguas mieles, sin embargo, en la unidad productiva Salamanca, también se evidencian afectaciones, aunque en menor proporción que en la unidad productiva El Recodo. Solo en la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), se logró

evidenciar una afectación significativamente menor, con relación a las demás, siendo esta, la que emplea un sistema ecológico de beneficio húmedo de café.

Los impactos ambientales negativos generados a partir del beneficio húmedo del café en la unidad productiva el Recodo, la cual no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas mieles, se vieron reflejados principalmente sobre el recurso hídrico en las actividades de despulpado, desmucilaginado y lavado, las cuales ocasionan alteración de la calidad del agua, disminución del recurso y alteración del cauce, en este caso, de la cuenca hídrica Las Vueltas. La alteración en la calidad del agua se evidenció por los valores fisicoquímicos arrojados en los análisis del residuo de aguas mieles producidas por el beneficio del café. La disminución del recurso hídrico fue generada por el consumo. Los impactos ambientales negativos que afectan al recurso hídrico, afectan de igual manera a los componentes de Ecosistemas dulceacuícolas, flora y fauna.

La unidad productiva Salamanca, que, si cuenta con un sistema de tratamiento de aguas mieles, generó impactos negativos ocasionados al medio ambiente de menor magnitud en comparación a la unidad productiva El Recodo y aquellas que no poseen sistemas de tratamiento de aguas mieles. No obstante, se generaron impactos negativos en el componente aire relacionados al deterioro de la calidad del aire y el aumento en decibeles de ruido, por las actividades de despulpado y desmucilaginado, por el uso de una máquina despulpadora o descerezadora. Por otro lado, el desmucilaginado y su proceso fermentación durante 24 horas puede generar malos olores durante su almacenamiento.

La unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), la cual tiene implementado un sistema de beneficio ecológico, a través de Ecomil y que también cuenta con un sistema de tratamiento de agua residual, tuvo una generación de impactos negativos al medio ambiente significativamente

menor en comparación a las unidades productivas Salamanca (con tratamiento de aguas mieles, pero con beneficio húmedo tradicional del café) y El Recodo (sin tratamiento de aguas mieles). Esta unidad productiva, genera impactos positivos frente al cambio en las condiciones físico químicas del suelo, esto debido a que, la cereza es llevada a una fosa para posteriormente ser utilizada como abono para el mismo cultivo, adicionalmente, teniendo en cuenta que el Ecomil consume menos de 1 litro por kilogramo de café, se genera una afectación mínima en la disminución del recurso hídrico, y, a su vez, se genera una menor cantidad de aguas mieles, dado que no se requiere de una fermentación con adición de agua.

### **9.5 Percepción de caficultores acerca de la producción de café, sus metodologías e impactos ocasionados al ambiente**

Para conocer la percepción de caficultores acerca de la producción de café, sus metodologías e impactos ocasionados al ambiente, se aplicó una entrevista semiestructurada a los caficultores encargados del proceso del beneficio húmedo del café en las 7 unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná. Con lo anterior, se generaron las siguientes categorías de análisis:

#### ***9.5.1 Impactos negativos ocasionados por el beneficio húmedo del café***

Todos los participantes entrevistados tienen claro que el proceso de beneficio húmedo del café tiene repercusiones negativas en el ambiente, debido a la producción de aguas mieles, el excesivo consumo de agua, y el deshecho de las cerezas del café. Sin embargo, aunque saben que dichos procesos generan impactos negativos al ambiente, no todos tienen claro el concepto de “aguas mieles”, además, los participantes solo mencionaron la contaminación hídrica directamente por aguas mieles, que afecta la quebrada Las Vueltas que se encuentra a una altura

de 1.900 metros, para consumo humano, que abastece aguas arriba el acueducto de la vereda El Cascajal.

Las aguas mieles generadas del beneficio del café que no tienen ningún tratamiento, son desechadas directamente a la fuente hídrica. El propietario de la unidad productiva El Recodo manifestó que el uso doméstico del agua de dicha fuente se da en la parte alta, pero luego de la disposición de aguas mieles, aguas abajo, no hay condición para uso doméstico.

El propietario de la unidad productiva El Recodo manifestó que no tiene claridad total sobre los impactos generados producto de las aguas mieles depositadas directamente en el recurso hídrico, sin embargo, manifiesta que sabe que contaminan un 80%. Expresó también que, hay otros productores que arrojan toda la cereza a la fuente hídrica, lo cual genera un mayor impacto negativo al ambiente. Adicionalmente, considera que puede ser delito la manera en que se disponen actualmente las aguas mieles de la finca, dado que, los componentes de las aguas mieles pueden contener amoníaco y hasta 1.000.000 de bacterias malas por centímetro cúbico.

Finalmente, cabe resaltar que, los participantes del estudio manifestaron que las zonas en donde se ubican las unidades productivas, no se encuentran en zonas de reserva o de protección ambiental.

### **9.5.2 Control legal**

Los participantes manifestaron que nunca se han realizado estudios fisicoquímicos al agua residual (aguas mieles) producto del beneficio húmedo del café, y en algunas unidades productivas, tampoco se han realizado visitas por parte de la CAM. Solo los participantes pertenecientes a las unidades productivas El Rosal y Las Vueltas (Lote 1), quienes manifestaron que si se han realizado visitas a las unidades productivas para darles asesorías para disminuir la

contaminación de sus vertimientos del beneficio húmedo del café. Los demás participantes, por otra parte, mencionaron que, si se han hecho visitas, pero de manera comunal, en polideportivos, para hablar sobre impactos generados al medio ambiente, pero no desde los aspectos relacionados al beneficio del café.

El propietario de la unidad productiva El Recodo manifestó que la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, no ha realizado visitas con el fin de solicitar algún tipo de tratamiento al residuo líquido, ni ha realizado campañas de asesoramiento sobre la generación de impactos. Sin embargo, realizó unas charlas sensibilizadoras en la planta de tratamiento de agua potable del acueducto de la vereda el Cascajal, donde se verificaron las estufas ecológicas y dieron a conocer las zonas de reserva, llamadas Peñas Blancas.

En cuanto al consumo de agua, el propietario de la unidad productiva El Rosal expresó que, las unidades productivas tienen un límite de litros de agua para aprovechamiento, que, de ser excedido, cobran un excedente. Si superan los 20000 L, deben pagar de más por el servicio.

## 10. Discusión

El presente estudio permitió reconocer que, el proceso de beneficio húmedo del café en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila, genera altos impactos negativos al ambiente, sobre todo, en aquellas unidades que no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas mieles. A partir de ello, se encontró que las aguas mieles se hallan con valores altos los parámetros de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Grasas y Aceites, pH in Situ, y Sólidos Suspendidos Totales, lo que supera los límites permisibles por la Resolución 0631/2015 - Art. 9. Adicionalmente, los valores reportados para el color del agua, fueron altos, al igual que los sólidos suspendidos totales y la carga de nitrógeno. Lo anterior difiere del estudio realizado en México, por Vázquez (2016) quienes evidenciaron la gran afectación al cauce por las aguas residuales de la acumulación de la pulpa, sin embargo, los análisis fisicoquímicos de la cuenca cumplen con lo establecido en la NOM-127-SSA1-1994 en cuanto a los límites permisibles para uso y consumo humano, considerando las siguientes características físicas de calidad del agua; Temperatura, pH, Dureza y Turbiedad, aunque manifiestan que los 98 subproductos generados en el proceso de beneficio húmedo, ocasionan efectos negativos en la cuenca hídrica por la descarga in situ del aguamiel, la cual, arrojó valores no permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996 en cuanto al valor del pH, lo que concuerda con lo evidenciado en el presente estudio, el cual encontró valores de pH bastante ácidos, lo que afecta la calidad de los cuerpos de agua receptores y a los habitantes de las comunidades dependientes de dichas fuentes.

Así mismo, la investigación de López (2012), en Nicaragua, encontró que el punto de vertido directo de las aguas mieles, evidencia un mayor deterioro, es decir, los impactos negativos sobre las cuencas hídricas a partir del beneficio húmedo del café están presentes en la

actividad productiva. “Los resultados de los indicadores fisicoquímicos demuestran una clara incidencia del vertido de las aguas mieles sin previo tratamiento en la calidad natural de las corrientes de agua superficiales” (p. 5), en donde los parámetros más alterados fueron Conductividad eléctrica y Demanda Química de Oxígeno, pH, Fósforo Total, Temperatura, Sólidos Suspensos, Nitratos y Nitritos, Turbidez y Oxígeno Disuelto. Sin embargo, en el mismo país, el estudio de Espinoza y Monserrat (2013), demostró que “no existe incidencia del vertido de las aguas mieles en el agua superficial de la microcuenca río Cuspire” (p. 43), por lo que expresaron que la producción cafetera no genera ningún riesgo de contaminación en el agua. El anterior estudio permite destacar que, a pesar de la actividad cafetera asentada en la zona, las afectaciones por aguas mieles no es muy significativa, no obstante, si se genera un aumento en la actividad, las aguas mieles aumentarán su proporción y, por tanto, pueden contaminar las cuencas hídricas aledañas.

En el presente estudio, en la unidad productiva que contaba con sistema de tratamiento de aguas mieles, se encontró que efectivamente los impactos negativos al ambiente eran considerablemente inferiores a la unidad productiva que no contaba con sistema de tratamiento, sin embargo, se presentó una afectación que, aunque reducida, no permite el consumo directo del agua por los habitantes. Esto se demuestra de igual forma, con el estudio de Pabón, Sanz, y Oliveros (2008), en Chinchiná, Caldas, (Colombia) quienes encontraron que, a pesar de cumplir con los valores admisibles en los parámetros de sólidos totales, pH, sustancias flotantes y coliformes totales, no cumple con los estándares de agua potable.

Todo lo anteriormente mencionado, demuestra los altos impactos negativos ocasionados por el proceso de beneficio húmedo del café en que no se emplean sistemas de tratamiento de aguas mieles, los cuales, ocasionan alteración de la calidad del agua, disminución del recurso y

alteración del cauce, en este caso, de la cuenca hídrica Las Vueltas. Adicionalmente, afectan negativamente los componentes de los Ecosistemas dulceacuícolas, la flora y fauna, dado que, al ser las aguas mieles un residuo altamente contaminante, puede ocasionar la afectación directa de animales que se benefician del recurso hídrico. De igual forma, puede generar una afectación de especies focales (migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat). Al producirse una alta contaminación del agua, se genera también una eliminación de especies completas por la falta de oxígeno, convirtiéndose en un medio totalmente hostil para la vida de plantas y animales acuáticos. Lo anterior es reconocido por el estudio de Sánchez, Ulloa, y Márquez (2012) realizado en Colombia, quienes expresan que, “El efecto de la transformación del paisaje actúa como una reacción en cadena, la suma de los impactos locales logra alterar la biodiversidad a nivel global, los procesos ecológicos y climáticos, como también el ámbito socioeconómico” (Sánchez, Ulloa, & Márquez, 2012, p. 93).

Otro impacto negativo altamente identificado en el presente estudio fue el consumo de agua para el proceso de beneficio húmedo, encontrando una disminución del recurso hídrico por el consumo de aproximadamente entre 2000 L a 15000 L de agua para el despulpado y desmucilaginado de entre 15 y 40 cargas de café, exceptuando la unidad productiva que implementa el Ecomil, el cual reduce su consumo a menos de 1 L por Kg de café. Lo anterior se reconoce en el estudio de Vázquez (2016), quien identificó la gran afectación al cauce debido al consumo de agua utilizado en el proceso.

Finalmente, el presente estudio, a través de las entrevistas realizadas a los participantes, encontró que todos tienen claro que el proceso de beneficio húmedo del café tiene repercusiones negativas en el ambiente, debido a la producción de aguas mieles, el excesivo consumo de agua, y el deshecho de las cerezas del café. Sin embargo, aunque saben que dichos procesos generan

impactos negativos al ambiente, no todos tienen claro el concepto de “aguas mieles”, además, los participantes solo mencionaron la contaminación hídrica directamente por aguas mieles, pero no reconocen las demás afectaciones al medio ambiente. Al igual que en el estudio de Vázquez (2016), la falta de conocimiento sobre los impactos ambientales generados por el beneficio húmedo del café, ocasionan que los caficultores sigan realizando los procesos sin tener en cuenta las ventajas de implementar sistemas de tratamiento o sistemas de beneficio ecológicos. De igual forma, tal como lo expuso Urquijo (2016) en su estudio desarrollado en el departamento del Huila, “los caficultores manejan inadecuadamente su proceso y desconocen la magnitud que estos impactos ambientales generan a su entorno, la identificación de otros impactos como la erosión, la contaminación atmosférica y residuos sólidos” (Urquijo, 2016, p. 2).

## 11. Conclusiones

Se caracterizaron los sistemas de beneficio de café húmedo y ecológico en 7 unidades productivas evaluadas, tras conocer la percepción de los caficultores acerca de la producción de café, sus metodologías e impactos ocasionados al ambiente. Se evidenció que el sistema tradicional de beneficio húmedo del café se realiza por medio de despulpadoras o descerezadoras, en donde el consumo de agua se presentó en mayor medida sobre la Unidad Productiva El Rosal y un menor consumo en la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), debido a la implementación del sistema de beneficio ecológico, el cual permite que el agua residual salga con una carga contaminante con el 90% menor a los sistemas tradicionales. Respecto al tratamiento de aguas mieles, solo 4 de las 7 unidades productivas visitadas, poseen sistemas de tratamiento, sin embargo, en las 7 unidades productivas evaluadas se realiza un aprovechamiento de las cerezas del café generadas en el beneficio húmedo, utilizado como abono para la diversidad de cultivos pertenecientes a estas unidades. De otro lado, partiendo de la percepción de los caficultores, se encontró que, aunque los participantes tienen claro que el proceso de beneficio húmedo del café tiene repercusiones negativas en el ambiente, no todos tienen claro el concepto de “aguas mieles”, además, los participantes solo mencionaron la contaminación hídrica directamente por aguas mieles, pero no reconocen las demás afectaciones al medio ambiente.

Se analizaron las características fisicoquímicas del agua residual producidas en un sistema de beneficio en la unidad productiva El Recodo, de acuerdo a la Resolución No. 631 de 2015, en donde se obtuvieron valores altos en el color del agua, los sólidos suspendidos totales y la carga de nitrógeno. La carga contaminante es excesivamente alta, en donde existe un proceso fermentativo dado que se presenta un pH bastante ácido. Además, se observa que la relación de

DBO5 y DQO está en el 65%, lo que significa que es viable hacer procesos biológicos de bioremediación. Se refleja la necesidad de implementar un proceso fermentativo y corregir pH a la salida con un producto que lo eleve. Para la parte biológica, adecuar un reactor de fermentación, 24 a 48 horas y, al final hacer una coagulación floculación para el tratamiento de los sólidos.

Se determinaron altos impactos ambientales en el sistema de beneficio en la unidad productiva el Recodo, reflejados principalmente en las actividades de despulpado, desmucilaginado y lavado, sobre el recurso hídrico, las cuales ocasionan alteración de la calidad del agua, disminución del recurso y alteración del cauce, en este caso, de la cuenca hídrica Las Vueltas, que, a su vez, afectan a los componentes de los Ecosistemas dulceacuícolas, flora y fauna. Por otra parte, la unidad productiva Salamanca, genera impactos negativos ocasionados al medio ambiente de menor magnitud en comparación a la unidad productiva El Recodo y aquellas que no poseen sistemas de tratamiento de aguas mieles, sin embargo, el impacto negativo frente al recurso hídrico se presenta principalmente en cuanto a su disminución. Adicionalmente, en la unidad productiva Las Vueltas (Lote 3), los impactos negativos generados al medio ambiente son significativamente menores en comparación a las demás unidades productivas.

## 12. Recomendaciones

Dada la alta necesidad de implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales, se sugiere adecuar varias unidades de acuerdo a los parámetros que están por encima de los límites permisibles, de este modo, se recomienda adaptar un sistema de trampas de grasas convencional de tal forma que las sustancias inmiscibles y flotantes queden retenidas en la parte superior, la cual puede extraerse de forma manual. Adicionalmente, incluir un segundo reactor anaerobio tipo tanque séptico acompañado con un reactor FAFA, teniendo en cuenta el caudal requerido, que se proyecte por un tiempo por reactor de 24 horas, de tal forma que garantice los volúmenes. Una vez pase el proceso fermentativo se sugiere implementar un tanque para estabilizar el pH de tal forma que eleve su valor

De acuerdo a las características fisicoquímicas del agua producida del reactor se recomienda implementar un proceso Batch de tal forma que se puedan aplicar procesos fisicoquímicos que favorezcan la floculación y coagulación de los sólidos suspendidos que no se removieron durante el proceso. Adicionalmente, se recomienda realizar monitoreos sobre el pH residual.

Es fundamental el manejo y control de los vertimientos producto del beneficio húmedo del café, dada su alta negatividad en sus impactos, sobre todo, al recurso hídrico, por lo que se recomienda realizar monitoreos periódicos que permitan determinar las necesidades y las unidades que se requieren para el sistema de tratamiento biológico. En el mercado actual existen diferentes módulos para el tratamiento biológico de agua residual, dados por la Federación Nacional de cafeteros, que pueden ser adquiridos por los caficultores, cuya inversión, se menor al beneficio obtenido de los mismos.

Uno de los valores que generó mayor impacto negativo al recurso hídrico fue la cantidad de grasas y aceites presentes en aguas mieles provenientes del proceso de beneficio húmero del café, lo que demuestra la necesidad de llevar a cabo futuras investigaciones que profundicen en las propiedades y características fisicoquímicas del grano de café, que permitan identificar la medida en que se generan dichas sustancias inmiscibles en el agua.

Tomando como referencia el resultado del presente estudio, en donde se evidenció una gran utilidad en los procesos de beneficio ecológicos, se sugiere implementar dichos sistemas en las unidades productivas, de manera que permita reducir significativamente la generación de impactos negativos al ambiente, sobre todo a las cuencas hídricas de la zona, así mismo, el presente estudio establece un precedente que evidencia el beneficio ambiental que tienen en los proyectos productivos de café en el municipio.

Para finalizar, se recomienda realizar capacitaciones periódicas a los caficultores, de manera que les permita reconocer las actividades que generan impactos negativos y positivos al ambiente, desde los sistemas de beneficio tanto tradicionales como ecológicos, de este modo, incentivar el interés en implementar medidas ecológicas, enmarcadas en las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) que permitan desarrollar de forma sostenible cada uno de los procesos en la actividad cafetera.

### 13. Bibliografía

- Aguas del Huila. (consultado en 2018). *Sistema de información del Diagnóstico Sanitario Rural - DSR*. Obtenido de <https://dsr.aguasdelaHuila.gov.co/?p=/Reporte&ID=e713aa94-f1b1-417f-a0dc-9feb486ee3b4>
- Alfaro, M. d., & Rodríguez, J. (1994). *Impacto ambiental del procesamiento del café en Costa Rica*. Obtenido de Nota técnica Rev. Agronomía Costarricense.
- Aliadas para el progreso. (2018). *Aspecto ambiental de Timaná, Huila*. Obtenido de <https://aliadas.com.co/2016/09/19/aspecto-ambiental-de-timana-huila/>
- Arboleda, J. (2008). *Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Obtenido de Medellín, Colombia:  
[https://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual\\_EIA\\_Jorge%20Arboleda.pdf](https://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual_EIA_Jorge%20Arboleda.pdf)
- Arboleda, J. A. (2005). *Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellín: Empresas Públicas de Medellín.
- Bautista, J. (2016). *Plan de desarrollo del municipio de Timaná Huila, para el periodo 2016 - 2019*. Obtenido de Concejo Municipal de Timaná:  
[http://timanahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/timanahuila/content/files/000047/2306\\_plan-de-desarrollo-municipio-de-timana-periodo-20162019-porque-timana-somos-todos.pdf](http://timanahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/timanahuila/content/files/000047/2306_plan-de-desarrollo-municipio-de-timana-periodo-20162019-porque-timana-somos-todos.pdf)
- Beltrán, J. A., & Piñeros, A. (2013). *Sector agropecuario colombiano: su realidad económica y perspectiva*. Obtenido de Universidad EAN:  
<https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/4629/BeltranJorge2013.pdf?sequence=1>
- Café Peruano. (Consultado en 2018). *¿Que Es el Proceso de Beneficio del Café?* Obtenido de <http://cafe-peruano.com/>
- Cárdenas, J. I., & Vallejo, L. E. (2016). *Agricultura y desarrollo rural en Colombia 2011-2013: una aproximación*. Obtenido de Apuntes del CENES:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/cenes/v35n62/v35n62a04.pdf>

- Cardona, R. (2009). *Estrategias para el fortalecimiento de la gestión ambiental de una compañía en el manejo de los impactos sociales y ambientales de un proyecto exploratorio de hidrocarburos en el departamento del Casanare*. Obtenido de Pontificia Universidad Javeriana:  
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/740/eam59.pdf?sequence=1>
- Centeno, A., & Muñoz, D. (2016). *Niveles de producción y de calidad del café (Coffe arabica) bajo sombrero de guamo inga ssp y a libre exposición solar durante (La afectación del periodo del niño.) en la vereda Criollo Timaná Huila*. Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/12040>
- Espinoza, M. I., & Monserrat, R. S. (2013). *Efecto vertido aguas mieles en calidad físico-química del agua microcuenca Rio Cuspire Yalí, Nicaragua*. Obtenido de Rev. Ciencias ambientales: <https://core.ac.uk/download/pdf/94854377.pdf>
- Gobernación del departamento del Huila y Universidad del rosario. (2015). *Cuenta regresiva hacia los Objetivos de Desarrollo del Milenio 2015: Municipio de Timaná*. Obtenido de La Simulación al Servicio de la Academia :  
<http://huila.gov.co/images/stories/odm/TIMANA.pdf>
- Gobernación del Huila. (2014). *Plan de cambio climático Huila 2050: preparándose para el cambio climático*. Obtenido de Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM:  
[http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/nodo\\_centro\\_andino/Huila\\_2050-Plan\\_de\\_Cambio\\_Climatico\\_2x1.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/nodo_centro_andino/Huila_2050-Plan_de_Cambio_Climatico_2x1.pdf)
- Gutiérrez, J. L. (2009). *Impacto ambiental: Medio ambiente y desarrollo sostenible*. Obtenido de Universidad Los Ángeles de Chimbote:  
[http://files.uladech.edu.pe/docente/17817631/mads/Sesion\\_1/Temas%20sobre%20medio%20ambiente%20y%20desarrollo%20sostenible%20ULADECH/14.\\_Impacto\\_ambiental\\_lectura\\_2009\\_.pdf](http://files.uladech.edu.pe/docente/17817631/mads/Sesion_1/Temas%20sobre%20medio%20ambiente%20y%20desarrollo%20sostenible%20ULADECH/14._Impacto_ambiental_lectura_2009_.pdf)
- López, D. (2012). *Efecto del vertido directo de las aguas mieles en la calidad físico-química del agua de la Subcuenca del Río Jigüina, Jinotega*. Obtenido de Revista Científica-FAREM Estelí / Ciencias Ambientales: <http://repositorio.unan.edu.ni/5773/2/3-12-2-PB.pdf>

- Müller, R. (2011). *Manual para la presentación de proyectos productivos sostenibles*. Obtenido de Fondo Nacional de Capacitación Laboral y de Promoción del Empleo – FONDOEMPLEO:  
[http://fondoempleo.com.pe/Dir\\_Sistemas\\_FE/OLD/11\\_C/B/Man11Conc\\_L4.pdf](http://fondoempleo.com.pe/Dir_Sistemas_FE/OLD/11_C/B/Man11Conc_L4.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación, 2014 Resumen. La innovación en la agricultura familiar*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/3/a-i4036s.pdf>
- Pabón, J., Sanz, J., & Oliveros, C. (2008). Efecto de dos prácticas empleadas con café desmucilaginado mecánicamente en la calidad y el impacto ambiental. *Cenicafé*, 2014-226.
- Palma, H. Z. (2009). *Elaboremos un estudio de impacto ambiental - Documento técnico*. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Caldas:  
[https://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/06/elaboremos\\_un\\_estudio\\_de\\_impacto\\_ambiental.pdf](https://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/06/elaboremos_un_estudio_de_impacto_ambiental.pdf)
- Perevochtchikova, M. (2013). *La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales*. Obtenido de Rev. Gestión y Política Pública :  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v22n2/v22n2a1.pdf>
- Ricardez, M., & Luna, L. (2013). *Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales*. Obtenido de Rev. Temas de Ciencia y Tecnología. Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez:  
[http://www.utm.mx/edi\\_anteriores/temas50/T50\\_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf](http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas50/T50_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf)
- Rodríguez, N., Sanz, J., Oliveros, C., & Ramírez, C. (2015). *Beneficio del café en Colombia*. Obtenido de Federación Nacional de cafeteros de Colombia.
- Rojas, Á., Hartman, K., & Almonacid, R. (2010). *El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras*. Obtenido

de Rev. Ambiente y Desarrollo XVI: Código SICI: 0121-7606(201206)16:30<93:IPCSLB>2.0.TX;2-L

Rojas, L. (2012). *Propuesta de un Sistema de Gestión Ambiental para el sistema de producción cafetera de la finca “Las Palmas”, La Vega-Cundinamarca, bajo los requisitos de la norma ISO 14001:2004*. Obtenido de Pontificia Universidad Javeriana.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la investigación 6<sup>o</sup> Edición*. Obtenido de McGraw Hill Education:  
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Sánchez, Á. R., Ulloa, K. H., & Márquez, R. A. (2012). *El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras*. Obtenido de Rev. Ambiente y desarrollo.

Secretaría Distrital de Medio Ambiente - Bogotá. (2013). *Diligenciamiento de la Matriz de Identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales*. Obtenido de Subdirección de Políticas y Planes Ambientales:  
[http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2426046/INSTRUCTIVO\\_MATRIZ\\_EIA.pdf](http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2426046/INSTRUCTIVO_MATRIZ_EIA.pdf)

Urquijo, E. Y. (2016). *Identificación de impactos ambientales relacionados con el proceso de beneficio húmedo del café en la vereda de Tres Esquinas - Huila, Colombia*. Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada.

Vázquez, G. (2016). *Efectos del proceso beneficio húmedo de café sobre la sostenibilidad hídrica de la microcuenca La Suiza, Chiapas*. Obtenido de El Colegio de la Frontera Norte: <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2018/01/TESIS-V%C3%A1zquez-Gonz%C3%A1lez-Guiyer-Euselmar.pdf>

Zúñiga, P., & Castillo, C. (2013). *Beneficiado Húmedo de Café*. Obtenido de Agricultura Engormix. Cooperativa de Servicios Múltiples R.L. Boaco – Nicaragua:  
<https://www.engormix.com/agricultura/articulos/beneficiado-humedo-cafe-t30188.htm>

## **Anexos**

### **Anexo 1. Entrevista**

**Nombre del entrevistado:**

**Nombre de la unidad productiva:**

**Propietario: \_\_\_\_ Empleado: \_\_\_\_ Familiar: \_\_\_\_**

**¿Con cuántas hectáreas productivas cuenta la unidad?**

1. ¿Con cuántos trabajadores cuenta la unidad productiva?
2. ¿Quién realiza el proceso de beneficio del café?
3. ¿Cuántas plantas de café tiene sembradas actualmente?
4. ¿En cuáles meses se encuentra el pico de la mitaca?
5. ¿En cuáles meses se encuentra el pico de la cosecha?
6. ¿Cuántas cargas produce entre mitaca y cosecha?
7. ¿Cada cuánto está recolectando el fruto del café?
  - Cada 15 días \_\_
  - Cada 2 meses \_\_\_\_
  - Cada 5 meses \_\_
8. Describa el proceso llevado a cabo para el beneficio del café.
9. ¿Cuáles son los Impactos Ambientales que usted considera que pueden contaminar su entorno a causa de la producción cafetera?
10. ¿Considera usted que el beneficio húmedo del café genera impactos negativos al medio ambiente?

- 11.** Si su respuesta anterior fue afirmativa, menciones cuáles impactos negativos considera usted que genera el beneficio húmedo del café al medio ambiente.
- 12.** ¿Cuánto es el consumo de agua por el proceso del beneficio húmedo del café al día?
- 13.** ¿Alguna vez han realizado estudios fisicoquímicos al agua residual (aguas mieles) producto del beneficio húmedo del café?
- 14.** Si su respuesta es afirmativa responda, ¿cumple con los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos por la normativa Colombiana?
- 15.** ¿Ha recibido visitas de la CAM para darle asesorías para disminuir la contaminación de sus vertimientos del beneficio húmedo del café?  
Sí\_\_ No\_\_
- 16.** ¿Tiene conocimiento sobre cuáles son las aguas mieles?
- 17.** ¿En la unidad productiva realizan un tratamiento de aguas mieles?
- 18.** ¿Cómo disponen la cereza y mucílago generado del proceso de beneficio húmedo?

### Anexo 2. Matriz de Leopold

|                         |                  | Proceso de beneficio tradicional del café |         | Actividad   |                 |        |  |  |
|-------------------------|------------------|---|---------|---|-----------------|--------|--|--|
|                         |                  |   |         | Despulpado  | Desmucilaginado | Lavado |  |  |
| COMPONENTES AMBIENTALES | Dimensión        | Componente                                | Impacto |   |                 |        |  |  |
|                         | DIMENSIÓN FÍSICA | Geología                                  |         | Meteorización                                       |                 |        |  |  |
|                         |                  |   |         | Erosión   |                 |        |  |  |
|                         |                  | Geomorfología                             |         | Modificación Paisajística                           |                 |        |  |  |
|                         |                  |   |         | Procesos de Remoción en Masa                        |                 |        |  |  |
|                         |                  |   |         | Socavación  |                 |        |  |  |
|                         |                  |   |         | Estabilidad Geotécnica.                             |                 |        |  |  |
|                         |                  | Suelo                                     |         | Cambio en las condiciones físico químicas del suelo |                 |        |  |  |
|                         |                  |   |         | Cambio de uso                                       |                 |        |  |  |
|                         |                  | Hidrogeología                             |         | Contaminación de Aguas Subterráneas                 |                 |        |  |  |
|                         |                  |   |         | Modificación del nivel freático                     |                 |        |  |  |
|                         |                  | Aire                                      |         | Deterioro de la calidad del aire                    |                 |        |  |  |
|                         |                  |   |         | Aumento en decibeles de ruido                       |                 |        |  |  |
|                         |                  | Recurso hídrico                           |         | Alteración de la calidad del agua                   |                 |        |  |  |
|                         |                  |   |         | Disminución del recurso hídrico                     |                 |        |  |  |

|  |                                   |  |   |  |  |  |  |
|--|-----------------------------------|--|---|--|--|--|--|
|  |                                   |  | Disminución en la capacidad de transporte   |  |  |  |  |
|  |                                   |  | Alteración del cauce  |  |  |  |  |
| <b>DIMENSIÓN BIÓTICA</b>                   | <b>Ecosistemas dulceacuícolas</b> |  | Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola  |  |  |  |  |
|  |                                   |  | Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas                        |  |  |  |  |
|  | <b>Flora</b>                      |  | Perdida de la cobertura vegetal   |  |  |  |  |
|  |                                   |  | Pérdida de biodiversidad  |  |  |  |  |
|  |                                   |  | Cambio en la estructura y composición florística  |  |  |  |  |
|  | <b>Fauna</b>                      |  | Cambio en la riqueza y abundancia (diversidad) en las comunidades de fauna silvestre            |  |  |  |  |
|  |                                   |  | Fragmentación del hábitat   |  |  |  |  |
|  |                                   |  | Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat) |  |  |  |  |
| <b>DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL</b> | <b>Demografía / Población</b>     |  | Cambio sobre el componente demográfico  |  |  |  |  |
|  | <b>Procesos Económicos</b>        |  | Cambio en la dinámica de empleo   |  |  |  |  |
|  |                                   |  | Cambio en los ingresos de la población  |  |  |  |  |
|  |                                   |  | Cambio en las actividades económicas  |  |  |  |  |
|  |                                   |  | Cambio económico por  |  |  |  |  |

|  |                                |                           |   |  |  |  |  |
|--|--------------------------------|---------------------------|---|--|--|--|--|
|  |                                |                           | modificación uso del suelo  |  |  |  |  |
|  | <b>Procesos Sociopolíticos</b> |                           | Generación de expectativas sociales                                       |  |  |  |  |
|  |                                |                           | Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad         |  |  |  |  |
|  |                                |                           | Cambios en la seguridad pública   |  |  |  |  |
|  |                                | <b>Dimensión Espacial</b> |   | Cambio en la prestación de servicios públicos y/o sociales |  |  |  |
|  |                                |                           | Cambio en el acceso y movilidad   |  |  |  |  |
|  |                                |                           | Afectación a la salud pública   |  |  |  |  |
|  |                                |                           | Desplazamiento involuntario de unidades familiares por compra de vivienda |  |  |  |  |
|  | <b>Dimensión Cultural</b>      |                           | Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico                   |  |  |  |  |

### Anexo 3. Resumen analítico especializado

| Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 1                     |  |
|---|--|
| <b>Nombre del proyecto o tema de indagación</b>                                 | Identificación de impactos ambientales relacionados con el proceso de beneficio húmedo del café en la vereda de Tres Esquinas - Huila – Colombia   |
| <b>Referencia bibliográfica</b>   | Urquijo, E. Y. (2016). <i>Identificación de impactos ambientales relacionados con el proceso de beneficio húmedo del café en la vereda de Tres Esquinas - Huila, Colombia</i> . Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada  |
| <b>Dirección (link) con fecha y hora de búsqueda o referencia de biblioteca</b> | <b>Link:</b><br><a href="https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15205/UrquijoTrujilloElianaYuliet2016.pdf;jsessionid=7C45927EEE2F6BEC213FCF23261FFBF7?sequence=1">https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15205/UrquijoTrujilloElianaYuliet2016.pdf;jsessionid=7C45927EEE2F6BEC213FCF23261FFBF7?sequence=1</a><br><b>Fecha y hora de búsqueda:</b> 08 – noviembre – 2018, 7:00 a.m.   |
| <b>Resumen (textual, usar comillas)</b>   | “Esta investigación contribuye a la identificación de impactos ambientales a causa del beneficio húmedo de café en la vereda de Tres Esquinas (Huila), para el desarrollo de esta investigación y conocer su proceso se realizaron una serie de encuestas a 27 caficultores de la vereda involucrando a la corporación autónoma en el conocimiento de esta problemática, el conocimiento de los caficultores acerca de los impactos ambientales que este proceso genera y el tiempo en que ellos realizan esta actividad, como también las visitas realizadas con evidencia fotográfica y entrevistas al personal de Cenicafé”.<br><br>“El resultado de toda la información recolectada nos demuestra que los caficultores manejan inadecuadamente su proceso y desconocen la magnitud que estos impactos ambientales generan a su |

### Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 1

|  |  |
|--|--|
|  | <p>entorno, como lo es la afectación al recurso hídrico debido a dos caracterizaciones realizadas a los vertimientos del proceso de despulpada del café por la Federación de cafeteros seccional Huila, donde no dio positivo según el Decreto 1594 de 1984 para uso agrícola, la identificación de otros impactos como la erosión, la contaminación atmosférica y residuos sólidos, que a su vez se reflejan en las visitas realizadas en campo”.</p> |
| <b>Palabras claves</b>   | Contaminantes, aguas residuales, beneficio húmedo de café.   |
| <b>¿Cuáles son las disciplinas o campos del saber que se han ocupado del tema?</b>   | Ingeniería ambiental, agrícola.  |
| <b>¿Cuáles han sido las problemáticas y los objetivos (generales y específicos) sobre los que se ha centrado la investigación existente?</b> | <p><b>Problemática:</b> Se tiene un procesamiento inadecuado que produce grandes volúmenes de aguas residuales no tratadas en el proceso del beneficio húmedo del café, que genera desechos contaminantes que potencialmente pueden afectar el agua, suelo y flora circundante.</p> <p><b>Objetivo general:</b> Identificar los impactos ambientales a causa del beneficio húmedo de café en la vereda de Tres Esquinas (Huila).</p>                   |
| <b>¿Cuáles son los enfoques o perspectivas teóricas que han sido empleadas para abordar</b>  | La investigación se fundamentó basándose en la Guía Ambiental para el sector Cafetero, elaborada por Federación Nacional de Cafeteros de Colombia en 2013.   |

**Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 1**

**la temática? (revisar hipótesis)**

No se encontró hipótesis de estudio.

**¿Cuáles son los enfoques y estrategias metodológicas (tipo, enfoque, diseño, técnicas de recolección de datos, universo y muestra, procesamiento o manejo de los datos) que se han utilizado?**

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron herramientas con enfoque mixto de estudio para recolectar información, a fin de identificar los impactos ambientales generados por el beneficio húmedo del café, los instrumentos utilizados son:

1. Revisión de Documentos, facilitados por la Federación de Cafeteros, seccional Huila, donde se obtuvo información de los análisis de aguas realizados a dos fincas de Tres Esquinas y se entrevistó al personal encargado de la vereda.
2. Una encuesta de tres preguntas basadas en la identificación de los impactos y se entrevistaron algunos caficultores con el fin de conocer su punto de vista frente a la producción y sus impactos.
3. Visitas en la zona de producción cafetera en la vereda de Tres Esquinas donde se puede apreciar los cultivos y sus repercusiones al ambiente.

**¿Cuáles son los principales resultados o hallazgos de la investigación?**

“Los caficultores manejan inadecuadamente su proceso y desconocen la magnitud que estos impactos ambientales generan a su entorno, como lo es la afectación al recurso hídrico debido a dos caracterizaciones realizadas a los vertimientos del proceso de despulpada del café por la Federación de cafeteros seccional Huila, donde no dio positivo según el Decreto 1594 de 1984 para uso agrícola, la identificación de otros impactos como la erosión, la contaminación atmosférica y residuos sólidos, que a su vez se reflejan en las visitas realizadas en campo” (Urquijo, 2016, p. 2).

### Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 1

|   |   |
|---|---|
| <b>¿De qué manera aporta al proyecto-tema de investigación?</b> | El anterior estudio aporta sustancialmente al desarrollo de la presente investigación, dado que se desarrolla bajo objetivos y metodologías similares que sirven de guía para el proceso de investigación. Como resultado de estudio, los autores evidenciaron que los caficultores manejan de manera inadecuada el proceso del beneficio húmedo del café, por lo que se generan diversos impactos negativos al medio ambiente como el vertimiento de aguas mieles, erosión, contaminación atmosférica y residuos sólidos, convirtiéndose así en una posible hipótesis para la presente investigación realizada en el mismo departamento. |
| <b>Ficha elaborada por</b>                                      | <b>Julier Patricia Guzmán</b>   |

### Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 2

|   |   |
|---|---|
| <b>Nombre del proyecto o tema de indagación</b>                                 | Efecto de dos prácticas empleadas con café desmucilaginado mecánicamente en la calidad y el impacto ambiental   |
| <b>Referencia bibliográfica</b>   | Pabón, J., Sanz, J., & Oliveros, C. (2008). <i>Efecto de dos prácticas empleadas con café desmucilaginado mecánicamente en la calidad y el impacto ambiental</i> . Cenicafé, 2014-226.  |
| <b>Dirección (link) con fecha y hora de búsqueda o referencia de biblioteca</b> | Link: <a href="https://www.cenicafe.org/es/publications/arc059%2803%29214-226.pdf">https://www.cenicafe.org/es/publications/arc059%2803%29214-226.pdf</a><br><b>Fecha y hora de búsqueda:</b> 08 – noviembre – 2018, 10:00 a.m. |

**Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 2**

|   |  |
|---|--|
| <b>Resumen (textual, usar comillas)</b>   | “Para determinar el efecto en términos de calidad y contaminación, de almacenar café (Coffea arabica L., Variedad Castillo®) desmucilaginado mecánicamente antes del inicio del secado, se evaluaron tres tratamientos: desmucilaginado y secado inmediato (tratamiento 1), desmucilaginado y almacenamiento con agua (tratamiento 2) y desmucilaginado y almacenamiento sin agua (tratamiento 3). El almacenamiento de los tratamientos 2 y 3 se realizó durante 12 a 14 horas (una noche). El análisis se realizó bajo el diseño experimental completamente aleatorio, con 12 repeticiones, y unidad experimental de 100 kg de frutos de café. El análisis de varianza no mostró efecto de tratamientos para el porcentaje de tazas con calificación mayor o igual a 7 en impresión global, ni para la variable factor de rendimiento, con valores estadísticamente iguales en los tres tratamientos. En la variable DQO del tratamiento 1, se generaron 12,1 g DQO/kg cc, mientras que en los tratamientos 2 y 3 se presentan contaminaciones adicionales de 2,53 y 1,16 g DQO/kg cc, respectivamente”. |
| <b>Palabras claves</b>  | Beneficio, secado, impresión global, calidad en taza, contaminación.   |
| <b>¿Cuáles son las disciplinas o campos del saber que se han ocupado del tema?</b>            | Ingeniería ambiental, ingeniería agrícola.   |
| <b>¿Cuáles han sido las problemáticas y los objetivos (generales y específicos) sobre los</b> | <b>Problemática:</b> en el proceso tradicional de beneficio de café por vía húmeda se utilizan alrededor de 40 litros de agua por kilogramo de café pergamino seco (cps), y los subproductos (mucílago y pulpa) no reciben un manejo adecuado, lo cual genera un impacto negativo al ambiente.   |

**Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 2**

**que se ha centrado la investigación existente?**

**Objetivo general:** Identificar el efecto de dos prácticas empleadas con café desmucilaginado mecánicamente en la calidad y el impacto ambiental.

**¿Cuáles son los enfoques o perspectivas teóricas que han sido empleadas para abordar la temática? (revisar hipótesis)**

Los enfoques teóricos utilizados son:

Roa M, G.; Oliveros T., C.E.; Álvarez G., J.; Ramírez G., C.A.; Sanz U., J.R.; Dávila A., M.T.; Álvarez H., J.R.; Zambrano F., D.A.; Puerta Q., G.I.; Rodríguez V., N. *Beneficio ecológico del café*. Chinchiná, Cenicafé, 1999. 273p.

No se encontró hipótesis.

**¿Cuáles son los enfoques y estrategias metodológicas (tipo, enfoque, diseño, técnicas de recolección de datos, universo y muestra, procesamiento o manejo de los datos) que se han utilizado?**

El estudio se realizó bajo un diseño experimental aleatorio, con 12 repeticiones, y unidad experimental de 100 kg de frutos de café.

**¿Cuáles son los principales resultados o hallazgos de la investigación?**

Como resultado de estudio, los autores encontraron que no existe un efecto de tratamientos “para el porcentaje de tazas con calificación mayor o igual a 7 en impresión global, ni para la variable factor de rendimiento, con valores estadísticamente iguales en los tres tratamientos” (Pabón, et al., 2008, p. 222).

**Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 2**

|   |  |
|---|--|
| <b>¿De qué manera aporta al proyecto-tema de investigación?</b> | La anterior investigación permite conocer los parámetros del agua cuyo afluente ha sido afectado por el desmucilaginado mecánico del café, en donde se pudo destacar que, a pesar de cumplir con los valores admisibles en los parámetros de sólidos totales, pH, sustancias flotantes y coliformes totales, no cumple con los estándares de agua potable. |
| <b>Ficha elaborada por</b>                                      | <b>Julier Patricia Guzmán</b>  |

**Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 3**

|   |  |
|---|--|
| <b>Nombre del proyecto o tema de indagación</b>                                 | Efectos del proceso beneficio húmedo de café sobre la sostenibilidad hídrica de la microcuenca La Suiza, Chiapas   |
| <b>Referencia bibliográfica</b>   | Vázquez, G. (2016). <i>Efectos del proceso beneficio húmedo de café sobre la sostenibilidad hídrica de la microcuenca La Suiza, Chiapas</i> . Obtenido de El Colegio de la Frontera Norte  |
| <b>Dirección (link) con fecha y hora de búsqueda o referencia de biblioteca</b> | Link: <a href="https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2018/01/TESIS-V%C3%A1lquez-Gonz%C3%A1lez-Guiyer-Euselmar.pdf">https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2018/01/TESIS-V%C3%A1lquez-Gonz%C3%A1lez-Guiyer-Euselmar.pdf</a><br><b>Fecha y hora de búsqueda:</b> 08 – noviembre – 2018, 3:00 p.m. |
| <b>Resumen (textual, usar comillas)</b>   | “El cultivo de café es una de las actividades asociadas al cuidado ambiental a raíz de los fundamentos agroecológicos y la sostenibilidad hídrica. Sin embargo, el proceso de beneficio húmedo (PBH) requiere de volúmenes considerables de agua y además genera dos subproductos;                                   |

**Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 3**

aguamiel y pulpa de café. El presente trabajo evaluó las afectaciones socioambientales producidas por el aguamiel y la percepción de los cafetaleros sobre el vertimiento de este subproducto sin tratamiento alguno a los afluentes de la microcuenca La Suiza (MCLS), misma que se localiza dentro de la Reserva de la Biosfera el Triunfo en la Sierra Madre de Chiapas. Para detectar las posibles afectaciones ambientales, se midieron algunos parámetros físico-químicos indicativos de la calidad del agua. En el aspecto social, se aplicaron encuestas y entrevistas para evaluar la percepción del daño ambiental, esto último permitió identificar actores sociales que interactúan directa e indirectamente con el proceso de producción y transformación del café en ésta zona. De esta manera, en La MCLS, existe un ineficiente manejo del subproducto durante el PBH y una falta de conocimiento sobre el impacto en la calidad de los cuerpos de agua por parte de los productores. Sin embargo, la totalidad de los mismos está dispuesta a implementar acciones que fortalezcan la sostenibilidad hídrica de la cuenca. Así mismo, se recomiendan posibles alternativas de intervención socio-ambiental para concientizar sobre los daños en la sostenibilidad hídrica de la microcuenca y los beneficios de hacer un adecuado uso y manejo sustentable de la misma”.

**Palabras claves**

Sostenibilidad hídrica, beneficio húmedo, aguamiel, percepción social.

**¿Cuáles son las disciplinas o campos del saber que se han ocupado del tema?**

Maestría en gestión integral del agua

**¿Cuáles han sido las**

**Problemática:** Descarga considerable de contaminantes hacia los afluentes principales y tributarios

**Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 3**

**problemáticas y los objetivos (generales y específicos) sobre los que se ha centrado la investigación existente?**

de la cuenca, así como también a los diferentes cuerpos receptores como los humedales, suelo y vegetación nativa.

**Objetivo general:** Evaluar las afectaciones del proceso del beneficio húmedo del café sobre la sostenibilidad hídrica de la microcuenca La Suiza, municipio de Montecristo de Guerrero, Chiapas.

**Objetivos específicos:**

a) Identificar los factores biofísicos, socioeconómicos e institucionales que intervienen en la sostenibilidad hídrica de La MCLS.

b) Determinar los efectos del residuo aguamiel proveniente del beneficio húmedo sobre los afluentes en la parte alta, media y baja de La MCLS.

c) Evaluar la percepción que tienen los productores de café en relación a las descargas de los residuos del beneficio húmedo sobre la sostenibilidad hídrica de La MCLS.

**¿Cuáles son los enfoques o perspectivas teóricas que han sido empleadas para abordar la temática? (revisar hipótesis)**

**Enfoque teórico:**

- El desarrollo sostenible como antecedente de la sostenibilidad hídrica.
- De la sostenibilidad hídrica a la agricultura sostenible.
- La sostenibilidad hídrica en la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH).

**Hipótesis:** “El residuo de aguamiel proveniente del beneficio húmedo tiene un efecto diferenciado sobre la sostenibilidad hídrica de la microcuenca La Suiza y se manifiesta en la percepción social del

**Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 3**

uso del agua para la producción café”.

**¿Cuáles son los enfoques y estrategias metodológicas (tipo, enfoque, diseño, técnicas de recolección de datos, universo y muestra, procesamiento o manejo de los datos) que se han utilizado?**

La investigación es de enfoque mixto; debido a que se utilizan herramientas cualitativas y cuantitativas para el análisis del como la aplicación de una encuesta y el análisis físico-químico de las aguas superficiales y del aguamiel.

Se analizan los efectos del proceso de beneficio húmedo, específicamente del aguamiel sobre afluentes tributarios y río principal con mayor énfasis en la percepción de la población de La MCLS bajo las siguientes condiciones:

1. En forma in situ se muestreó el aguamiel en cinco beneficios húmedos que comprendieron tres comunidades de la microcuenca: tres muestras en la comunidad de Rio Negro (alta), una Toluca (alta) y una más en Puerto Rico (baja). El análisis de los parámetros fisicoquímicos de pH y Temperatura se analizó a través del método de la Global Water Watch (GWW).
2. En los afluentes tributarios y río principal, se utilizó el mismo método de medición, pero se observaron las siguientes variables; Temperatura, pH, Oxígeno Disuelto, Alcalinidad, Dureza y Turbidez en puntos específicos de los afluentes tributarios y del río principal que componen la microcuenca, que además se enunciaran a lo largo de este apartado.
3. Se implementó una encuesta que consta de 50 cuestionarios a los productores de café de La MCLS, para conocer su percepción sobre los principales efectos que produce el PBH sobre la sobre la SH de la cuenca.

**Ficha de resumen analítico especializado de referencia N° 3**

**¿Cuáles son los principales resultados o hallazgos de la investigación?**

Como resultado de estudio, se encontró que existe “un ineficiente manejo del subproducto durante el PBH y una falta de conocimiento sobre el impacto en la calidad de los cuerpos de agua por parte de los productores” (Vázquez, 2016, p. 6).

**¿De qué manera aporta al proyecto-tema de investigación?**

La anterior investigación permite conocer sobre las afectaciones del proceso del beneficio húmedo del café sobre la sostenibilidad hídrica en las cuencas hídricas, dado que expone un caso en que intervienen factores de índole social, ambiental y económica, que se relacionan con la actividad cafetera de la zona. Por otro lado, evidencia la gran afectación al cauce por las aguas residuales de la acumulación de la pulpa y el consumo de agua utilizado en el proceso.

**Ficha elaborada por**

**Julier Patricia Guzmán**

## Anexo 4. Consentimiento informado

**TÍTULO DEL ESTUDIO:** Impactos ambientales causados por el beneficio húmedo de café sobre el recurso hídrico en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná, en el departamento del Huila.

**INVESTIGADOR:** Julier Patricia Guzmán

### **DECLARACIÓN DEL INVESTIGADOR:**

El propósito de este documento es pedirle autorización para el manejo de la información brindada por usted, si decide participar en el presente estudio.

A usted se le está invitando a participar en una investigación académica. Antes de decidir si participa o no debe conocer cada uno de los siguientes enunciados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad de preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez haya comprendido y si usted quiere participar se le pedirá que firme este documento, del cual se le entregará una copia firmada y fechada.

**Objetivo del estudio:** Evaluar los impactos ambientales causados por el beneficio húmedo tradicional de los frutos de café sobre el recurso hídrico en unidades productivas de la vereda El Cascajal del municipio de Timaná en el departamento del Huila.

**Procedimiento:** Para la identificación de los impactos ambientales se utilizarán técnicas e instrumentos de recolección de información, por medio de entrevistas, análisis de laboratorio y matrices de valoración de impactos. Para ello, se contactará con los responsables en el proceso del beneficio húmedo en las unidades productivas, para establecer las fechas de visita y recolección de la información.

Los resultados son confidenciales, es decir solo serán de uso académico de los investigadores.

**Riesgos, stress o incomodidad:** La participación en este estudio, no le causará a la menor ningún peligro ni daño físico, ni psicológico.

**Otra información:** El participar en este estudio es voluntario. La información que sea proporcionada por usted será confidencial pues no se colocará el nombre de los caficultores participantes.

Teniendo en cuenta lo anterior, manifiesto que entiendo que el tratamiento de datos comprende la recolección, almacenamiento, uso, circulación, conservación, transferencia y/o transmisión del video e imágenes obtenidas del registro, así mismo y luego de haber sido informado(s), comprendo que mi participación en las fotografía y testimonios:

- No generará ningún gasto, ni remuneración alguna por mi participación o realización.
- No habrá ninguna sanción en caso de que no se autorice mi participación.
- No será publicada mi identidad, así como, los videos, imágenes, sonidos y datos personales registrados a terceros.
- Los testimonios e imágenes se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación, como evidencia de la práctica educativa del estudiante.

Así mismo entiendo qué:

Las imágenes y testimonios registrados que sean recolectados serán tratados por el responsable y/o encargado dentro del marco del cumplimiento de la política de protección de datos contemplada en la Ley 1581 de 2012 y su Decreto Reglamentario 1377 de 2013.

Los testimonios e imágenes podrán ser usados para temas investigativos y/o académicos propios de la universidad.

En ese orden de ideas, manifiesto que comprendo en su totalidad la información sobre esta actividad y autorizo el uso de los videos, imágenes, sonidos e información relacionada al objeto de estudio, conforme a este consentimiento informado de forma consciente y voluntaria.

.....  
Nombre del investigador

.....  
Firma del investigador

**DECLARACIÓN DEL PARTICIPANTE**

Este estudio me fue explicado. Acepto participar en esta investigación.

He tenido la ocasión de hacer preguntas. Si más adelante tengo preguntas sobre el estudio o sobre mis derechos en la investigación puedo hacerlo con toda confianza y libertad conversando con los autores de este estudio.

.....  
Nombre de la participante

.....  
Firma de la participante

**Anexo 5. Resultados análisis físico-químico de aguas residuales del beneficio del café, Finca El Recodo, vereda El Cascajal.**



| Fecha      | Resultados Laboratorio No. |
|------------|----------------------------|
| 2020-10-21 | R1670                      |

Formato Informe de Resultado de ensayo AS-TRE-F01 - V 03  
Fecha última revisión y aprobación 2018-01-31

| Información del Cliente                      |                  |             |              |                      |                            |               |               |
|--|------------------|-------------|--------------|----------------------|----------------------------|---------------|---------------|
| Cliente/Empresa                              |                  |             |              |                      |                            | NIT/D.I       |               |
| Julier Patricia Guzman                       |                  |             |              |                      |                            | 55216390      |               |
| Contacto                                     |                  |             | Celular      |                      | Email                      |               |               |
| Julier Patricia Guzman                       |                  |             | 3204887265   |                      | mantzacortes1982@gmail.com |               |               |
| Dirección                                    |                  |             |              | Ciudad/Departamento  |                            |               |               |
| Pitalito                                     |                  |             |              | PITALITO, HUILA      |                            |               |               |
| Referencia de la Muestra                     |                  |             |              |                      |                            |               |               |
| Procedimiento No.                            | Plan de muestreo | Muestra No. | Tipo de Agua | Tipo de muestreo     | Fecha Toma                 | Fecha Entrada | Hora Muestreo |
| AS-TMM-003                                   | 1031-1           | M1670       | Residual     | COMPUESTO            | 2020-09-25                 | 2020-09-25    | 09:15         |
| Muestra tomada por                           |                  | Lat.        | Long.        | Alt.                 | Lugar                      |               |               |
| Aldemar Calvache                             |                  | 00703403    | 011254489    | 1244 m.s.n.m.        | Finca El Recodo            |               |               |
| Punto de muestreo                            |                  |             |              | Fuente               |                            |               |               |
| Punto de descarga - Planta de Beneficio Café |                  |             |              | Proceso de Beneficio |                            |               |               |

| ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES DEL BENEFICIO DEL CAFÉ |  |             |                                 |                          |   |                                | Resolución 0631/2015 - Art. 9 |          |
|--|--|-------------|---------------------------------|--------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|----------|
| Fecha de Análisis  | Variable                               | Unidad      | Resultado                       | Límite de Cuantificación | Técnica                                       | Método                         | Valores Permisibles           | Artículo |
| 2020-09-25   | Caudal*                                | L/s         | 1,739                           | N.A.                     | Volumétrico.                                  | N.P.                           | N.R.                          | 09       |
| 2020-09-28   | Color Verdadero***                     | U Pt-Co     | 152,5                           | N.A.                     | Espectrofotométrico - Longitud de Onda Simple | SM 2120 C                      | N.R.                          | 09       |
| 2020-09-28   | Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)*** | mg O2 /L    | 18742,5                         | 10                       | Incubación 5 días y Luminiscencia             | SM 5210 B y ASTM D888 Método C | 400,00 mg O2 /L               | 09       |
| 2020-10-01   | Demanda Química de Oxígeno (DQO)***    | mg O2 /L    | 28925,0                         | 10                       | Reflajo Cerrado y Colorimétrico               | SM 5220 D                      | 650,00 mg O2 /L               | 09       |
| 2020-10-09   | Fósforo Total***                       | mg P/L      | 8,0                             | 0,5                      | Espectrofotométrico                           | SM 4500 P B, D                 | N.R.                          | 09       |
| 2020-09-30   | Grasas y Aceites***                    | mg /L       | 687,69                          | 10                       | Extracción Soxhlet                            | SM 5220 D Modificado           | 10,00 mg /L                   | 09       |
| 2020-10-16   | Nitrógeno Total Kjeldahl***            | mg N/L      | 506,94                          | 3,00                     | Digestión - Kjeldahl                          | SM4500-Norg C, SM 4500 NH3 B,C | N.R.                          | 09       |
| 2020-09-25   | pH in Situ*                            | Unidades pH | 3,76 a 23,30°C - 4,09 a 22,10°C | N.A.                     | Electrométrica                                | SM 4500 H+, B                  | 5,00 a 9,00 Unidades pH       | 09       |
| 2020-09-25   | Sólido Sedimentables in situ*          | mL/L        | <0,1                            | 0,1                      | Volumétrica                                   | SM 2540 F                      | 10,00 mL/L                    | 09       |
| 2020-09-30   | Sólidos Suspendedos Totales***         | mg /L       | 5125,0                          | 5                        | Gravimétrico (Secado de 103°C -105°C)         | SM 2540 D                      | 400,00 mg /L                  | 09       |
| 2020-09-25   | Temperatura in Situ*                   | °C          | 22,10°C - 23,40°C               | N.A.                     | Electrométrica                                | SM 2550 B                      | N.R.                          | 09       |

APRECIADO CLIENTE: A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con diez (10) días hábiles para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; **Ambilab S.A.S.** asume la conformidad de los resultados del análisis.

- ANOTACIÓN 1: Los resultados que se relacionan en este informe corresponden unicamente a las muestras analizadas.
- ANOTACIÓN 2: La reproducción parcial de este informe será autorizada por el Laboratorio Ambilab S.A.S.
- ANOTACIÓN 3: Las muestras analizadas en el Laboratorio Ambilab S.A.S, serán desechadas veinte (20) días después de haber sido emitido el informe, a excepción de las variables que tienen menor tiempo de conservación según el Standar Methods.



| Fecha      | Resultados Laboratorio No. |
|------------|----------------------------|
| 2020-10-21 | R1670                      |

Formato Informe de Resultado de ensayo AS-TRE-F01 - V 03  
Fecha ultima revisión y aprobación:2018-01-31

\* Variable Acreditada por Ambilab SAS  
\*\* Variable subcontratada no Acreditada  
\*\*\* Variable subcontratada Acreditada  
N.E: No establecido N.A: No aplica N.P: No Presenta N.R: No Reporta



*Carolina Pérez B.*

CAROLINA PÉREZ BETANCOURT  
DIRECTOR LABORATORIO PQ - 1993

Rdo.:

OSCAR EDUARDO VALBUENA CALDERON  
DIRECTOR TECNICO

Fin Del Reporte.....

