

**EFFECTOS DE LAS AGUAS MIELES DEL CAFÉ SOBRE LA VEGETACIÓN Y SU
POTENCIAL USO COMO HERBICIDA EN EL CORREGIMIENTO DE
ATANQUEZ-CESAR**

AUTORES:

ALVARADO MARTINEZ LAURA VANESSA

MAESTRE MONTERO ANGELLY SULEM

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2022**

**EFFECTOS DE LAS AGUAS MIELES DEL CAFÉ SOBRE LA VEGETACIÓN Y SU
POTENCIAL USO COMO HERBICIDA EN EL CORREGIMIENTO DE
ATANQUEZ-CESAR**

AUTORES:

ALVARADO MARTINEZ LAURA VANESSA
MAESTRE MONTERO ANGELLY SULEM

DIRECTOR:

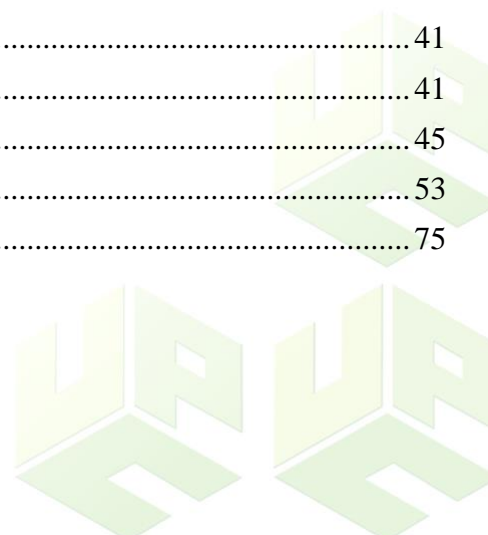
ING. HÉCTOR SEGURA

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2022**



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 1. TITULO DEL PROYECTO..... | 5 |
| 2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 6 |
| 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... | 8 |
| 4. OBJETIVOS..... | 10 |
| 4.1. OBJETIVO GENERAL..... | 10 |
| 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 10 |
| 5. MARCO REFERENCIAL..... | 11 |
| 5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 11 |
| 5.2. MARCO TEÓRICO..... | 18 |
| Aguas Residuales Del Despulpado Por Vía Húmeda Del Café (Coffea Sp)..... | 18 |
| 5.3. MARCO CONCEPTUAL..... | 26 |
| 5.4. MARCO CONTEXTUAL..... | 30 |
| 5.5. MARCO LEGAL..... | 35 |
| 6. MARCO METODOLÓGICO..... | 39 |
| 6.1. LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN..... | 39 |
| 6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 40 |
| 6.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN..... | 40 |
| 6.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO..... | 40 |
| 6.5. MUESTRA POBLACIONAL..... | 41 |
| 6.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 41 |
| 6.7. DESARROLLO METODOLÓGICO..... | 45 |
| 7. RESULTADOS Y ANALISIS..... | 53 |
| 10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 75 |



INTRODUCCIÓN

En Colombia la obtención del grano de café se puede realizar mediante dos procesos, despulpado por vía seca y despulpado por vía húmeda; siendo esta última, donde se originan las aguas mieles. El mucilago del café entra en contacto con el agua reaccionando y formando un aguamiel altamente contaminante, pero, las zonas en las que se realiza la obtención del grano de café, la gran mayoría no realiza un control para el vertido de estas aguas, contaminando cuerpos de agua naturales, suelo y por consiguiente vegetación. (infokofe, s.f.) Así mismo, el uso de herbicidas por parte de agricultores o empresas que se dedican a trabajar el campo representa hoy en día una amenaza para nuestros ecosistemas por las siguientes razones: contaminan el recurso agua, destruyen los suelos pulverizándolos superficialmente y compactándolos internamente desencadenando graves problemas como la salinización, alcalinización y erosión debido a las aguas de escorrentía un porcentaje considerable de los plaguicidas terminan en el agua y la gran mayoría no logran ser eliminados por la depuración natural del agua representando un grave peligro para los animales que habitan en este tipo de ecosistemas y los seres que usan esta agua para el consumo (animales y hombre). La vegetación puede acumular plaguicidas a niveles que en algunos casos representa su extinción, además, es importante resaltar que la mayoría de la vegetación de una u otra forma es consumida por animales y el ser humano, razón por la cual se producen malformaciones, incluso la muerte. (Agrotterra.com, 2018)

Actualmente, la destrucción ambiental de los ecosistemas en Colombia se ha originado por diversos factores; pero, en este proyecto se hace énfasis en dos grandes problemáticas (contaminación ocasionada por las aguas mieles del café y el uso inadecuado de herbicidas sintéticos) a las cuáles en el área de estudio (Atánquez) no se les brinda el control adecuado, desencadenando consecuencias nefastas para el medio ambiente y por consiguiente para la salud.



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



Por tal razón, es necesario plantear alternativas que busquen minimizar, reducir o evitar los impactos ambientales negativos que se vienen observando. Es así como surge esta investigación, en la que basándonos en la capacidad fitotóxica que posee el aguamiel del café, y con el debido proceso de recolección y análisis de datos, se pretende poder implementarlas como herbicida natural, con miras a que se aminoren los impactos ambientales negativos ocasionados por estas prácticas.





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



1. TITULO DEL PROYECTO

Efectos de las aguas mieles del café sobre la vegetación y su potencial uso como herbicida en el corregimiento de Atánquez – Cesar.



2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El despulpado por vía húmeda tiene como principal característica su alta demanda de agua. En este proceso se utilizan aproximadamente 40 L de agua por kg de café pergamino seco: *12,5% en el despulpado; 37,5% en el lavado y transporte del grano y 50% en el transporte de la pulpa*, (Roa, Oliveros, Álvarez, Sanz, Dávila, Álvarez, Zambrano, Puerta y Rodríguez, 1999).

Considerando que la producción en café cereza del año 2011/2012 fue de 2.860.691 toneladas; el consumo de agua sería de 22.885.528 m³. Lo anterior equivale al consumo humano de una ciudad de 418.000 habitantes en un año, asumiendo que cada persona consume 150 L de agua por día. Esta información ilustra claramente la dimensión del malgasto de agua que se puede generar, por el excesivo consumo en todo el proceso de despulpado húmedo. Adicionalmente, una vez, el agua limpia entra en contacto con el mucilago del café esta reacciona acidificándose, como consecuencia obtenemos un agua con grandes cantidades de contaminantes y debido a que ya no representan ninguna utilidad son desechadas sin ningún tipo de control sobre fuentes de aguas y el suelo; desencadenando una serie de impactos negativos al ambiente.

Por otro parte, las variedades de semilla han sido mejoradas hasta el punto de poder germinar más rápido y adaptarse a distintos climas, aumentando enormemente las cosechas por unidad de superficie; a cambio, estas semillas se han vuelto más sensibles a plagas y enfermedades, lo que conlleva a la utilización de plaguicidas y herbicidas por parte del agricultor, estos últimos, constituyen un grupo muy importante de compuestos químicos de uso agrícola que año tras año aumentan su volumen de uso. La principal problemática de este tipo de sustancias radica en que son sustancias químicas sintéticas variadas, algunas con toxicidad muy elevada y alrededor del 95% de estas no llegan a su objetivo deseado (Redero, 2015), sino que llegan a otros tales como: aire, agua y suelo ocasionando un enorme



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



desequilibrio ambiental que se incrementan con el pasar del tiempo, representando una amenaza tangible para la flora, fauna y el ser humano.

Por todo lo anterior surgen los siguientes interrogantes ¿Es posible minimizar e incluso eliminar los contaminantes presentes en el aguamiel antes de ser vertidas a cuerpos de aguas y suelos? ¿Cómo afectan las propiedades del suelo, el crecimiento, desarrollo y producción de la vegetación el vertimiento de las aguas mieles? ¿Son persistentes las aguas mieles en el tiempo? ¿Es posibles reutilizar o aprovechar las aguas mieles del café? ¿Se puede contribuir a la generación de un impacto socioeconómico en los agricultores, por medio de procesos limpios, en pro de la conservación de nuestros ecosistemas? ¿Se pueden generar acciones de la mano con las autoridades, para abordar esta problemática? ¿Se puede usar la capacidad Fito-toxica de las aguas mieles como alternativa al uso de herbicidas sintéticos?



3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el proceso de producción de café se tiene una fase en la que este puede ser procesado por vía húmeda o por vía seca, se cree que el tratamiento que involucra el uso del agua garantiza que el grano obtenga mejores características organolépticas, es decir, se tiene un café de mayor calidad. No obstante, las aguas mieles resultante por lo general son vertidas a cuerpos de agua naturales, cabe resaltar que estas son consideradas un contaminante orgánico en el sector cafetero, según zambrano (1989), estas aguas aportan una contaminación unitaria equivalente a 115g de demanda química de oxígeno (DQO) por kg de café cereza, sumado a lo anterior, hay que mencionar el uso indiscriminado de herbicidas sintéticos para minimizar las pérdidas en los cultivos, teniendo en cuenta que persiste la preocupación por saber al respecto del destino y la persistencia del herbicida en el suelo, su potencial para contaminar las aguas superficiales y subterráneas, su relación importante con la fitotoxicidad para los cultivos subsiguientes y para la calidad del agua de beber (R. Labrada, 2016).

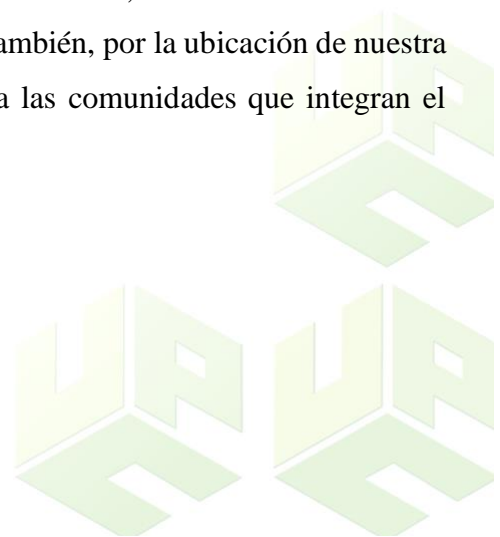
Por consiguiente, la importancia de esta investigación radica en la necesidad de mitigar, reducir o prevenir los impactos ambientales generados por las aguas mieles y transformar algunos sistemas de producción y consumo existentes en la industria cafetera.

Por todo lo mencionado, nos basamos en la “Estrategia Nacional de Economía Circular” presentada por el Gobierno de Colombia en noviembre de 2018 que, busca promover la innovación y generación de valor en sistemas de producción y consumo a través de optimizar, compartir, intercambiar, reciclar y regenerar materiales, agua y energía, cuyos resultados serán una economía productiva, eficiente y sostenible (Cancillería de Colombia, s.f.) surge este proyecto investigativo; en el cual se utilizará un mecanismo con miras a convertir un subproducto (Aguas mieles del café) en un producto (Herbicida orgánico) que prevenga, mitigue o repare los impactos ambientales causados por la mala disposición de las aguas

mieles y así mismo, el uso indiscriminado de herbicidas sintéticos, buscando, pasar de la fabricación, el consumo y el residuo a la reducción, reutilización y reciclaje. (FUENTE PROPIA).

Para cumplir estas expectativas fue seleccionada nuestra zona de estudio ubicada en Atánquez – Cesar, corregimiento perteneciente al Resguardo Indígena Kankuamo, debido a su ubicación en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, este corregimiento poseía cuerpos de agua que no habían sido alterados y a lo largo de su trayectoria (Nacimiento, desembocadura) eran usados, por animales, plantas y las 12 comunidades que conforman dicho resguardo. Pero, la realización de malas prácticas con respecto a los subproductos del café (AGUAS MIELES), uso indiscriminado de herbicidas, mal uso de cuerpos de aguas, entre otros factores, generaron un desequilibrio ambiental que trajo consigo sequía de arroyos, manantiales e incluso ríos, desaparición de ecosistemas, extinción masiva de especies, pérdida de nutrientes del suelo lo cual se ve reflejado en la poca o nula producción del suelo, creando una cadena de nunca acabar con respecto a la aplicación de agroquímicos, pues los agricultores se ven obligados a usarlos para obtener la producción esperada.

Por consiguiente, con el aprovechamiento de la capacidad fitotóxica que poseen las aguas mieles del café y su implementación como un herbicida natural, no solo se crearía una alternativa para el uso de herbicidas sintéticos, sino que también, por la ubicación de nuestra zona de estudio, se lograría garantizar el recurso agua a las comunidades que integran el resguardo indígena Kankuamo y corregimientos vecinos.





4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los efectos de las aguas mieles del café sobre la vegetación y su potencial uso como herbicida en el corregimiento de Atánquez-cesar.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los parámetros fisicoquímicos (PH, DBO₅, DQO, SST, grasas y aceites) de las aguas mieles del café en el corregimiento de Atánquez, Cesar.
- Analizar los efectos de las aguas mieles en la vegetación por medio de pruebas pilotos en el terreno.
- Evaluar la eficiencia de las aguas mieles como herbicida orgánico en el suelo.



5. MARCO REFERENCIAL

5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Hasta la fecha, no se han encontrado antecedentes de investigaciones que se relacionen con respecto a utilización de aguas mieles como herbicida natural a nivel regional y nacional. Pero existen investigaciones en las cuales se aborda la problemática ambiental de los impactos derivados en la producción del café ocasionados por un inadecuado manejo a los subproductos del proceso en beneficio húmedo, y posibles alternativas de solución a implementar en las fincas cafeteras y herbicidas naturales a base de otros tipos de aguas mieles u otro producto natural. Por tal razón solo se presentaran a continuación cuatro antecedentes investigativos.

1. MATUK V., V.; PUERTA Q., G.I.; RODRÍGUEZ V., N. (1997), desarrollaron la investigación titulada *IMPACTO BIOLÓGICO DE LOS EFLUENTES DEL BENEFICIO HUMEDO DEL CAFÉ*; para optar el título de Bióloga (o), presentado a la Pontificia Universidad Javeriana, con la finalidad de evaluar el impacto biológico que generan los efluentes del beneficio húmedo de café tratados y sin tratar anaerobiamente, mediante pruebas de toxicidad en tres organismos pertenecientes a diferentes niveles tróficos dentro de una cadena alimenticia: el pez *Lebistes reticulatus*, el microcrustáceo *Daphnia pulex* y el alga *Chlorella vulgaris*. En esta investigación: - Se realizaron bioensayos de toxicidad aguda en un sistema estático, lo cual permitió someter a los organismos a condiciones drásticas y obtener resultados más confiables sobre la toxicidad de los efluentes del beneficio húmedo del café. - Se realizaron mediciones de mortalidad para *Daphnia pulex* y *Lebistes reticulatus* y de inhibición de crecimiento para *Chlorella vulgaris* cada 24 horas, hasta 96 horas, tiempo para el cual se determinó la

concentración letal media en el caso del micocrustáceo y el pez y la concentración efectiva media para el alga. Para este mismo período se hicieron medidas del pH. A los efluentes del beneficio húmedo del café con y sin tratamiento, se les realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos: demanda química de oxígeno DQO, demanda bioquímica de oxígeno DBO, pH, acidez, alcalinidad, sólidos totales suspendidos y volátiles, ácidos grasos volátiles, nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, fosfatos, fósforo, sulfatos, color verdadero y aparente, dureza, conductividad y viscosidad a muestras de un litro con concentraciones de 1200 y 400 ppm de DQO para cada efluente evaluado en los bioensayos. A los efluentes en todas las concentraciones evaluadas en los bioensayos, se les determinó la DQO, el pH y la temperatura. Así mismo, se determinó la DQO y el pH de cada efluente, tal como sale del proceso. Con el fin de analizar las respuestas de los bioindicadores frente a los efluentes en las concentraciones evaluadas y determinar el efluente que genera el efecto más drástico sobre los organismos, así como el bioindicador más sensible, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas comparativas de Tuve con un nivel de significancia del 5%.

En los resultados de la investigación se tiene que, El drenado de la pulpa y del mucílago causó el mayor efecto, con una concentración efectiva media (en función de la DQO) de 495 ppm para *C. vulgaris*, una CL50 de 390 ppm para *D. pulex* y 290 ppm para *L. reticulatus*. Las aguas del lavado tratadas anaerobiamente generaron el efecto menos nocivo. *L. reticulatus* fue el organismo más sensible y *se demostró que todos los efluentes del beneficio húmedo sin tratamiento pueden ser tóxicos en el ecosistema en concentraciones superiores a 300 ppm de DQO*. Las aguas del lavado tratadas anaerobiamente son tóxicas en concentraciones superiores a 500 ppm.

Los aportes directos al presente estudio: En el procesamiento del café por vía húmeda que se realiza, generan residuos líquidos altamente contaminantes por sus valores de acidez, contenido de sólidos y Demanda Química de Oxígeno (DQO), lo cual genera graves desequilibrios en el ecosistema receptor y en sus componentes.

Esta investigación es necesaria porque es un estudio pionero debido a que constituye un avance en el diagnóstico de la contaminación del proceso de beneficio del café, ya que involucra los componentes tanto abióticos como bióticos reuniendo un conocimiento general y real sobre el efecto e impacto que se generaría por el vertimiento de las aguas y subproductos del café en el ecosistema acuático.

- 2. Eliana Yuliet Urquijo Trujillo (2016), desarrolló el artículo de investigación titulado IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ EN LA VEREDA DE TRES ESQUINAS - HUILA-COLOMBIA; para optar el título de especialista en planeación ambiental y manejo integral de los recursos naturales, en la Universidad Militar Nueva Granada, con la finalidad de contribuir 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 se realizó 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. Los productos de esta investigación fueron que el agua residual es biodegradable en casi su totalidad durante sus procesos de beneficio húmedo del fruto del café en la vereda Tres Esquinas, pero poseen características fisicoquímicas, particularmente agresivas con el medio*

ambiente: pH bajos, acidez alta y concentraciones de materia orgánica alta, correspondientes a contaminantes superiores a las aguas residuales domésticas. ninguna de estas fincas posee un sistema adecuado de vertimientos para disminuir la contaminación que genera a campo abierto o una maquinaria adecuada para el buen uso del agua. El resultado de la investigación demuestra que los caficultores manejan inadecuadamente su proceso y hay desconocimiento por parte de los productores sobre estos impactos y sus posibles soluciones o mitigaciones a los problemas ambientales causados por el cultivo. como lo es la afectación al recurso hídrico debido a dos caracterizaciones realizadas a los vertimientos del proceso de despulpado del café por la Federación de cafeteros seccional Huila, la identificación de otros impactos como la erosión, la contaminación atmosférica y residuos sólidos.

El aporte directo al presente estudio es la teoría evidente de la necesidad de aplicar un tratamiento a las aguas residuales y el aprovechamiento de los residuos sólidos, ya que constituye una forma de controlar los problemas ambientales que no solo la vereda de Tres Esquinas enfrenta en estos momentos, sino también los otros sectores cafeteros que a su vez desconocen el problema. Con el fin de reducir el impacto ambiental ocasionado por el alto consumo de agua en el proceso de despulpado en húmedo, es necesario generar estrategias que disminuyan la carga contaminante proveniente de los vertimientos de este proceso, para que estas estrategias sean efectivas se hace necesario que el productor esté consciente de las problemáticas ambientales relacionadas con su labor diaria e implemente practicas eficientes para el buen manejo del uso del agua en esta vereda.

Esta investigación es necesaria porque relaciona los impactos sociales como la calidad de vida de los caficultores, debido a los impactos ambientales que origina el propio cultivo y el beneficio húmedo del café.

3. Rodrigo Cristóbal Cárdenas Garzón, Julio Enrique Ortiz Prieto (2014), desarrollaron la investigación *titulada MANEJO INTEGRADO DEL RECURSO AGUA, EN EL PROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ, PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CAFÉ ESPECIAL “ACAFETO” EN EL MUNICIPIO DE FRESNO, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA*; para optar el título de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, en la Universidad de Manizales. Con la finalidad de contribuir al manejo integrado del recurso hídrico en el proceso de beneficio húmedo del café. Esta investigación se plantea para conocer el estado del manejo del agua en el proceso de beneficio, antes y después de ejecutar la investigación, se realizó una encuesta inicial a 41 caficultores que forman parte de la asociación de productores de café especial del municipio de Fresno Tolima “Acafeto”. La encuesta inicial involucró aspectos socioeconómicos, información sobre el uso de la tierra y aspectos relacionados con el sistema de beneficio; para la encuesta final se le agregó a lo anterior la valoración del recurso hídrico y prácticas sostenibles; El producto de esta investigación en cuanto al Índice de Calidad de Agua (ICA) para mitaca Mayo, se determinó con los siguientes parámetros: SST, pH, Turbiedad, DQO, y diferencia de temperatura entre el afluente y el efluente, preservando los pesos relativos de cada factor y la escala del total; y, los parámetros evaluados en cosecha Noviembre, para obtener el índice de calidad del agua fueron: sólidos suspendidos totales (SST), pH, turbiedad, demanda química de oxígeno (DQO), diferencia de temperatura, nitratos, fosfatos y oxígeno disuelto, preservando los pesos relativos de cada factor y la escala del total. Los resultados de la investigación en cuanto a la disposición de las aguas residuales del lavado del café, 27 encuestados (65,9%) realizaban vertimiento a campo abierto; 13 encuestados (31,7%) realizaban el vertimiento a fuentes superficiales

de agua; solamente un encuestado lo recolectaba en un tanque plástico y posteriormente lo adicionaba a la pulpa de café en la fosa de almacenamiento. Los aportes directos al presente estudio son las recomendaciones para seguir fortaleciendo los programas de educación ambiental encaminados a una gestión integral del agua en la caficultura para evitar épocas de déficit hídrico (por calidad o cantidad); incentivando la inversión en la gestión integral del recurso agua en el sector cafetero. Esta investigación es necesaria porque contribuye al manejo integrado del recurso hídrico en el proceso de beneficio húmedo del café. Además, pretende que el pequeño productor de café adopte un manejo integrado del recurso hídrico, en el proceso de beneficio húmedo del café, lo cual permitirá fortalecer la gestión ambiental dentro de la asociación de productores de café “Acafeto” y podrá generar un modelo que puede ser implementado por otras asociaciones, contribuyendo al manejo hídrico a nivel local, regional y nacional.

4. Carolina Aristizábal Arias, Hernando Duque Orrego (20XX), desarrollaron la investigación titulada *CARACTERIZACION DEL PROCESO DE BENEFICIO DE CAFÉ EN CINCO DEPARTAMENTOS CAFETEROS DE COLOMBIA*, en el Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, con la finalidad de obtener información en distintas condiciones de producción. Esta investigación se llevó a cabo en fincas de los departamentos de Risaralda, Antioquia, Santander, Cauca y Huila. Estos departamentos hacen un aporte diferente a la producción nacional de café. Para la recolección de datos en la finca diseñaron un formulario de entrevista en el cual se consigna la información técnica, económica y general de las fincas cafeteras. En los productos de esta investigación se identificaron cuatro tipos de sistemas de beneficio: convencional con secado solar, convencional con secado mecánico, ecológico con secado solar y ecológico con secado mecánico. Los resultados de la investigación: el 58% de las

fincas del estudio realizaban el proceso de forma tradicional y secan el café al sol. Se consideró el manejo de pulpa y las aguas mieles, si se depositaban en el lote de la finca directamente o si se realizaba algún procesamiento antes de su vertimiento, el 64% de los casos la pulpa se deposita en fosas, el otro 24% la apila; el beneficio ecológico con secado mecánico estuvo presente en el 21%; el beneficio tradicional y secado mecánico fue el 11% y las fincas con beneficio ecológico y secado solar un 10%. Para un total de 100 fincas estudiadas. Los aportes directos al presente estudio es el detalle de las fases y productos que se tienen en el sistema de producción de beneficio húmedo. Esta investigación es necesaria porque hace la clasificación de las formas de producción utilizadas en el país diferenciándolos entre ellos y analizando cada uno según la capacidad productiva de la finca haciendo más fácil la identificación de las fuentes de contaminación derivadas dentro de cada uno de estos.



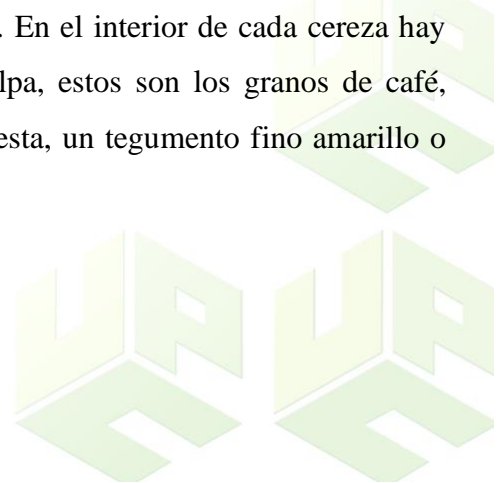
5.2. MARCO TEÓRICO

Aguas Residuales Del Despulpado Por Vía Húmeda Del Café (Coffea Sp)

El agua utilizada para despulpar y lavar se convierte en agua residual o comúnmente llamado en Latinoamérica agua miel. Estas aguas por ser muy acidas y ricas en materia orgánica pueden ser particularmente nocivas si se descargan en cuerpos de agua, y si se retienen en lagunas o fosas, se corre el riesgo de contaminar el agua subterránea (molina, 1999).

Generalidades Del Café (Coffea Sp)

Los cafetos son arbustos que llegan hasta los 12 m de altura, en algunas variedades salvajes hasta los 20 m. En las plantaciones, con fines de recolección, son podados entre los 2 y 4 m de altura. Un cafeto requiere alrededor de 3 años para la primera floración y 5 años para la primera cosecha. Se producen 2 floraciones al año, pero según la humedad ambiental puede llegar hasta 8 veces, por esta razón se encuentran en la misma planta frutos en diferente estado de madurez. El fruto madura en 28 semanas después de la floración, con forma elíptica y con 1.5 cm de largo está formado por epicarpio o piel, mesocarpio o pulpa, endocarpio o pergamino y dos semillas. Botánicamente es una cereza. En el interior de cada cereza hay dos semillas separadas por un surco y rodeadas de pulpa, estos son los granos de café, protegidos a su vez, por una película plateada y, sobre esta, un tegumento fino amarillo o pergamino. Coronel (2010).



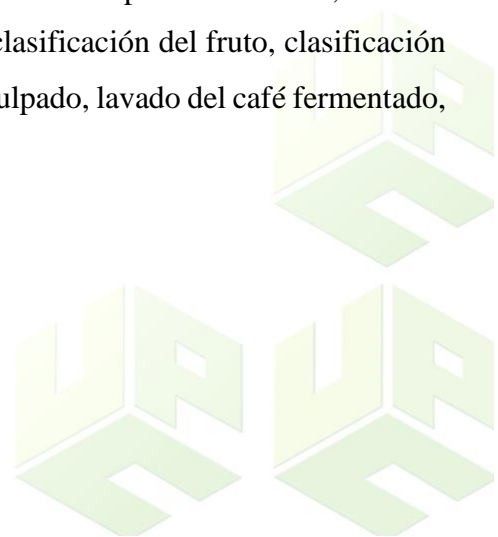
Clasificación Taxonómica Del Café (Coffea Sp)

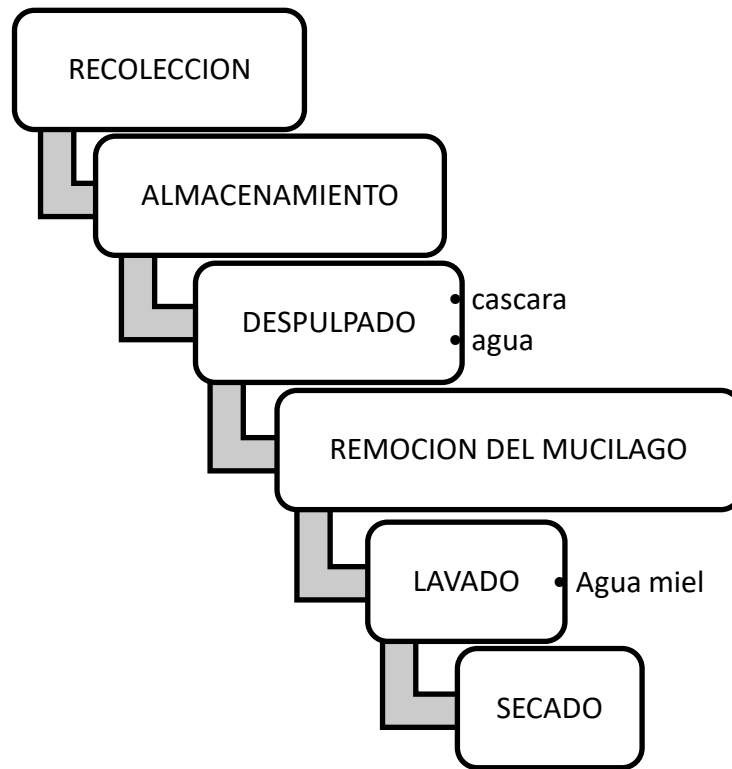
Según Coronel (2010):

- División: Magnoliophyta
- Clase: Dicotyledoneae
- Orden: rubiales
- Familia: Rubiácea
- Género: Coffea
- Especie: Coffea sp

Despulpado Por Vía Húmeda Del Café

Con este nombre se conoce al proceso que tradicionalmente se ha utilizado en Colombia para transformar el fruto en semilla y en el cual se utiliza agua en las etapas de despulpado, lavado y transporte (del fruto, del café despulpado y lavado), con un consumo global cercano a los 40 litros de agua por cada kilogramo de café pergamino seco (cps) (20, 33) y en el cual no se realiza manejo a los subproductos obtenidos. Se define como la transformación del fruto de café maduro a café pergamino seco de punto comercial, a través de las siguientes etapas: Recolección del fruto, recibo y clasificación del fruto, clasificación del café despulpado, remoción del mucílago del café despulpado, lavado del café fermentado, clasificación del café lavado, secamiento del café lavado.





Fuente: propia

Caracterización De Los Subproductos Del Beneficio De Café

Al realizar la caracterización de los subproductos del despulpado húmedo del café pueden ser de clasificados como: líquidos y sólidos.

Generalidades y conceptos principales. Los residuos orgánicos, tanto sólidos como líquidos, son de muy difícil disposición final por su carácter de contaminantes del medio ambiente, sin embargo, el mejor tratamiento para cualquiera de estos elementos es su conversión en productos que puedan volverse a incorporar a la naturaleza en forma reciclada. Los subproductos que se generan en el proceso del beneficiado son: la pulpa, el mucílago, las aguas de despulpado, agua de arrastre de la pulpa y las del proceso de lavado.

Importancia Del Recurso Hídrico

El agua es de gran importancia en la mayoría de los procesos productivos agropecuarios los cuales de alguna forma alteran la calidad de este recurso generando contaminación; el subsector cafetero no es ajeno a esta situación, pues con las actividades propias de la finca cafetera se genera contaminación en las fuentes hídricas, además del consumo excesivo de este valioso recurso, en especial en el proceso de beneficio húmedo del café. (Cardenas & Julio, 2014)

Influencia De Herbicidas En La Erosión De Suelos

El desgaste de los suelos malgasta los nutrientes e implica una mayor aplicación de fertilizantes. Sancho (1991); en una línea similar de análisis, demostró la desigualdad perdida de suelos en cafetales, de acuerdo con el tipo de manejo de malezas y la cobertura vegetal presentes en ellos. El autor determinó que la erosión es más alta en los cafetales en que el café no es acompañado por ningún otro tipo de cobertura vegetal. El segundo lugar en erosión lo ocupan los suelos en que se practica el control químico de malezas, en tanto que la erosión se redujo drásticamente en aquellos cafetales en que se intercalaba plantas de *Arachis pintoi*, o en que se practicaba la “chapia”, dejando el residuo sobre el terreno. Los niveles de pérdida de nutrimentos y materia orgánica, igualmente, variaban en asocio a los sistemas de manejo de las malezas y la cobertura (Sancho: 1991: 105-108). La ocupación del suelo agrícola por espacios residenciales, en las tierras más planas, ha provocado la migración del café a las laderas, en donde las pendientes más acentuadas, en combinación con la deforestación del cafetal, son responsables por una mayor proclividad a la erosión.

Contaminación De Las Aguas Superficiales.

La descarga de materia orgánica en los ríos es la principal fuente de contaminación de agua. El beneficiado húmedo del café, por su parte, es el principal responsable del excesivo volumen de materia orgánica en las aguas de los ríos. La magnitud de este impacto puede comprenderse mejor si se considera que el beneficio del café, por sí sólo, aporta más contaminación que toda un área Metropolitana en la que reside más de un millón de personas.

Nutrientes Esenciales Y Benéficos Para La Vegetación.

Actualmente se consideran cerca de 21 elementos minerales como esenciales o benéficos para el crecimiento óptimo de las plantas. Una parte de estos elementos los adquiere naturalmente la planta a partir del aire y el agua, otra parte es suministrada por el suelo o artificialmente a través de las prácticas de fertilización (Hablan et al., 1999). Un nutrimento mineral se considera esencial si cumple tres criterios: 1) La planta es incapaz de completar su ciclo de vida si el nutrimento está ausente. 2) La función del elemento en la planta no puede ser reemplazada por otro nutrimento. 3) El elemento está directamente relacionado con el metabolismo de la planta y no a través de un efecto indirecto como, por ejemplo, al actuar como antagónico de un nutrimento presente en cantidades tóxicas. Los elementos benéficos son aquellos que pueden contrarrestar los efectos tóxicos de otros elementos o suplir el papel de otros nutrimentos en funciones de la planta menos específicas. Tres elementos, el carbono (C), el hidrógeno (H) y el oxígeno (O) son suministrados por el aire y el agua y son los más abundantes en la planta. Los demás elementos la toma del suelo o son suministrados en fertilizantes o enmiendas. Los seis macronutrientes esenciales, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) los requiere la planta en grandes cantidades. El resto de los elementos minerales en cantidades muy pequeñas (trazas). Siete de estos elementos son los denominados micro nutrimentos esenciales entre los cuales se incluyen hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl) y molibdeno (Mo). Cinco elementos como sodio (Na), cobalto (Co),



vanadio (Va), níquel (Ni) y silicio (Si) se consideran como nutrimentos benéficos solamente para algunas plantas. No se conoce ningún requerimiento específico del café en cuanto a estos elementos. La concentración de macro nutrimentos requerida es de 10 a 10.000 veces más que la de micro nutrimentos (Havlin et al., 1999) citado por (Pulgarin & Valencia).

Herbicidas.

un herbicida es un producto químico o no, que se utiliza para inhibir o interrumpir el desarrollo de plantas indeseadas, también conocidas como malas hierbas, en terrenos que han sido o van a ser cultivados. Procede del latín herba (hierba) y cida (matador, exterminador, - que mata-) (Agrotterra The Leading Agrimarketplace, 2018).

Para elegir un herbicida tendremos en cuenta el estado del cultivo, estado y tipo de maleza que queremos controlar, así como las características físicas del suelo. (Agrotterra The Leading Agrimarketplace, 2018).

Tipos de herbicidas: existen varias formas de clasificar los herbicidas, incluyendo como se usan, sus propiedades químicas y su modo de acción.

- **Herbicida total:** es aquel producto fitosanitario que se aplica con la finalidad de controlar la totalidad de las malas hierbas existentes, sin discriminación. Los herbicidas totales, son generalmente utilizados para la limpieza total del terreno. (Agrotterra The Leading Agrimarketplace, 2018)
- **Herbicida selectivo:** es aquel que se utiliza para eliminar un tipo concreto de mala hierba, preservando el resto del cultivo sobre el que se aplica
- **Herbicida foliar o de hojas:** se clasifica en herbicida foliar de contacto y en herbicida foliar sistémico.
- **Herbicida foliar de contacto,** se centra en la destrucción de hojas y tallos donde se aplica el mismo, no afectando en ningún momento la raíz.

- **herbicida foliar sistémico** se aplica sobre las hojas y tallos, pero con la diferencia de que estos son absorbidos y la sabia trasladada hasta la raíz de esta para que la planta muera.
- **Herbicida de presiembra:** se denomina así al herbicida aplicado sobre el terreno desnudo. Se recomienda cuando se realiza siembra directa sobre rastrojo y es necesario destruir la maleza antes de la siembra.
- **Herbicida preemergencia:** Es aquel que se aplica antes de la emergencia de las malas hierbas, no siempre coincide con la emergencia del cultivo, aunque este ya este sembrado.
- **Herbicida postemergencia:** es aquel que se aplica después de la emergencia de la mala hierba. la postemergencia propiamente dicha es una práctica dirigida al control de las malas hierbas en estado de plántulas más o menos desarrolladas que han escapado de una aplicación de presiembra o preemergencia. (Agroterra The Leading Agrimarketplace, 2018)

Los plaguicidas antes de salir al mercado pasan por el proceso de la formulación, durante el cual los ingredientes activos son mezclados con otras sustancias como solventes, coadyuvantes y otras, denominadas como ingredientes inertes, sobre las cuales no se da información en las etiquetas y que en muchos casos son sustancias activas biológica, química o toxicológicamente. (NIVIA)

Efectos de los herbicidas sobre la salud.

toxicidad aguda: en estados unidos los herbicidas que contienen glifosato han sido reclasificados por la agencia de protección Ambiental EPA en la clase II, altamente tóxicos por ser irritantes de los ojos (MEISTER, 1995) pero la Organización Mundial de la Salud ha encontrado efectos más serios; en varios estudios con conejos fue calificada como “fuertemente irritante” o “altamente irritante” (CAROLINE, 1995)

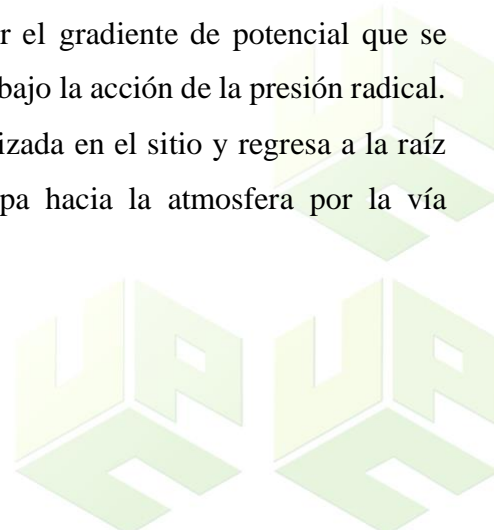
Movimiento del agua en el suelo.

El agua que llega al suelo por irrigación o por el ascenso a partir de una capa freática, es objeto de varios movimientos: Los movimientos de infiltración bajo el efecto de la gravedad denominados genéricamente “percolación o drenaje” se trata de movimientos descendentes o laterales. La percolación o descenso del agua por gravedad tiene algunas características importantes como la permeabilidad o la velocidad de percolación que dependen de la textura, pero principalmente de la estructura. La permeabilidad de un suelo es mayor a medida que su macroporosidad es mayor. Cuando el suelo está formado por componentes redondeados y de la misma talla, es más permeable. Si los suelos están formados por componentes de tamaño diferentes, imbricados los uno sobre los otros, son más impermeables. (RIVERA, 2013).

Ruta del agua en la planta.

El agua absorbida que lleva con ella los iones minerales llega a los vasos de la raíz a través del parénquima cortical. La savia bruta está constituida por una solución que se mueve principalmente bajo la acción de la fuerza generada por el gradiente de potencial que se establece entre el suelo y la atmósfera, y en menor grado bajo la acción de la presión radical. Una parte del agua transportada en la savia bruta es utilizada en el sitio y regresa a la raíz como savia elaborada, mientras que la mayor se disipa hacia la atmósfera por la vía transpiratoria. (RIVERA, 2013).

PH en las plantas.



Los pH extremos afectan la estabilidad de la membrana y por tanto la tasa de la absorción de los nutrientes. por otro lado, es muy importante para la nutrición mineral de las plantas el efecto de competencia entre el “H” y los otros cationes. (RIVERA, 2013)

5.3. MARCO CONCEPTUAL

Agricultura: Arte ciencia e industria que se ocupa de la explotación de plantas y animales para el ser humano. En sentido amplio la agricultura Incluye el cultivo del suelo, el desarrollo y recogida de la cosecha, la cría y desarrollo de ganado la explotación de la leche y la silvicultura. (RAE).

Agricultura es un conjunto de técnicas para el cultivo de la tierra destinadas para maximizar la calidad y cantidad de la cosecha. La palabra agricultura es de origen latín agri que indica “campo” y cultura que es sinónimo de “cultivo o cultivado”. (“Agricultura”, 2018).

Ambiente: Se entiende al ambiente como un sistema global integrado por componentes naturales y sociales, constituidos su vez por elementos biofísicos en su interacción. (MINISTERIO DE AMBIENTE, 2015).

Comunidad: Tipo de organización social cuyos miembros se unen para participar en objetivos comunes. La comunidad la integran individuos unidos por vínculos naturales o espontáneos y por objetivos que trascienden los particulares. (RAE)

Consumidores: Persona que adquiere productos de consumo o utiliza ciertos servicios (RAE)

Contaminación: La presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes o la combinación de ellos, en concentraciones tales y con un tiempo de permanencia tal, que causen en estas condiciones negativas para la vida humana, la salud y el bienestar del hombre, la flora, la fauna, los ecosistemas o que produzcan el hábitat de los seres vivos, el aire, el agua, los suelos, los paisajes, o los recursos naturales en general, un deterioro importante (MINISTERIO DE AMBIENTE, 2015)

Contaminante: Cualquier elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, que causen efecto adverso al aire, agua, flora, fauna, seres humanos, a su interrelación o al ambiente en general (MINISTERIO DE AMBIENTE, 2015).

Cultivos: Que prescinde de los barbechos y, mediante abonos y riegos, hace que la tierra, sin descansar, produzca las cosechas. (RAE)

Despulpado del café: Proceso mediante el cual se logra la transformación de café cereza a café pergamino seco mediante la separación de las partes del fruto con el fin de conservar su calidad física, organoléptica y sanitaria. En Colombia mayormente se utiliza el beneficio húmedo, gracias al cual se obtienen características de acidez y aromas pronunciados, amargo moderado y al café resultado de este proceso se les denomina café suave lavado.

Desecho: corresponde a cualquier producto deficiente, inservible o inutilizado que su poseedor destina al abandono o del que desea desprenderse. (Acurio, Texeira, & Zepeda, 1997).



DBO: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO 5). Se define como DBO de un líquido a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aerobias o anaerobias facultativas: Pseudomonas, Escherichia, Aerobacter, Bacillus), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se expresa en mg/L.

DQO: Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltos o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/l).

Mucílago: Es un hidrogel (sistema coloidal líquido liofílico) que posee una carga orgánica, el mucílago representa entre el 20 y 22 % del peso del fruto y conforma una importante proporción de la carga orgánica potencial, por su alto contenido de azúcares, pectinas y ácidos orgánicos.

Tabla 1. Composición química del mucilago

| | |
|---------------------------------------|------------|
| Materias pépticas totales | 33% |
| Azúcares reductores | 30% |
| Azúcares no reductores | 20% |
| Celulosa, cenizas, entre otros | 17% |



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



| | |
|--------------|-------------|
| total | 100% |
|--------------|-------------|

Fuente: Anacafé.

http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=BeneficiadoHumedo_Mucilago.

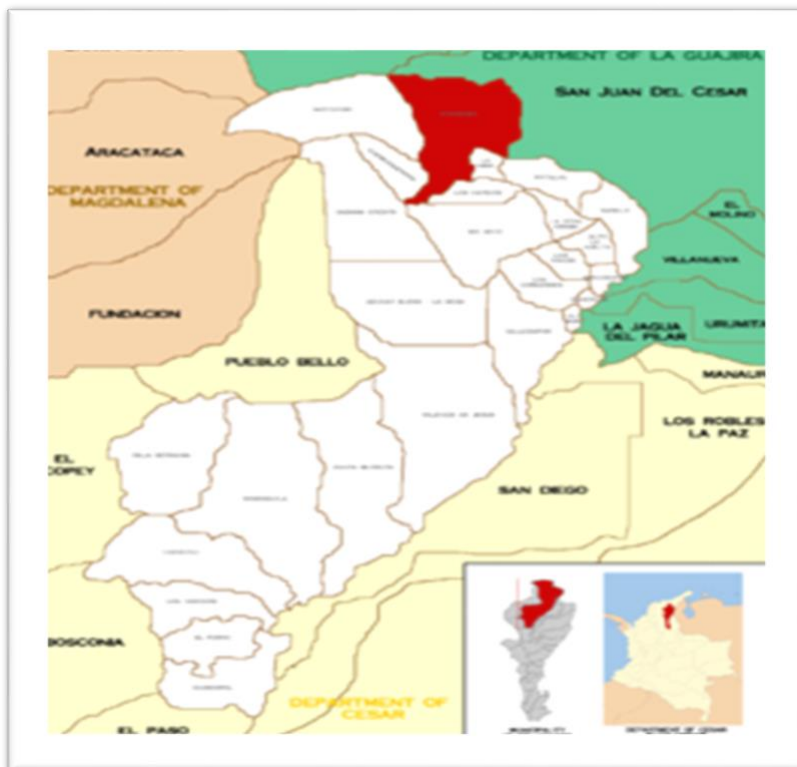
Suelo: Manto superior de la corteza terrestre, la cual se ubica entre la superficie y el lecho rocoso, compuesto por minerales, materia orgánica, agua aire y organismos vivos. (MINISTERIO DE AMBIENTE, 2015).

Pergamino de café: es la parte anatómica que envuelve el grano y constituye alrededor del 12% del peso del grano en base seca. Su composición química ha permitido que se esté utilizando como un componente de los sustratos empleados para el cultivo de hongos tropicales.



5.4. MARCO CONTEXTUAL

Ubicación Geográfica



Fuente: Organización Indígena Kankuamo (OIK).

Atánquez, el nombre de esta comunidad proviene de una vieja tradición indígena de la etnia indígena Kankuama y que significa “Trabajo, Lucha y Defensa”. Hace parte del recién creado Resguardo Kankuamo, constituido según resolución No. 012 del 10 de abril de 2003 del Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA). El Pueblo Indígena Kankuamo es uno de los cuatro pueblos que habitan la Sierra Nevada de Santa Marta junto con los pueblos Kogui, Wiwa y Arhuaco. El territorio ancestral se encuentra ubicado en la vertiente suroriental de la Sierra, Municipio de Valledupar, Departamento del Cesar, en los distritos Atánquez, Guatapurí, Chemesquemena, los Haticos, La Mina y Río Seco, su acuerdo



está en línea con las reservas de Kogui, Wiwa y Arhuaco. (ETNIAS DEL MUNDO, s.f.).su caserío está rodeado por los ríos Chiskuinlla y Candela. Con una altitud media 1783 msnm por su ubicación y la topografía del terreno las calles cruzan la serranía y forman hileras de caminos que se comunican entre sí. Su población se estima en unos seis mil habitantes, producto del mestizaje entre los blancos, negros y nativos indígenas. (VIAJAR A COLOMBIA, s.f.)

Clima

Presenta un clima tropical y se clasifica como Aw. La temperatura media anual en Atánquez se encuentra a 22.4 °C y La precipitación es de 1576 mm al año. Fuente: (CLIMATE-DATA-ORG, 2018)

La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 307 mm. Durante el año, las temperaturas medias varían en 1.4 ° C. (CLIMATE-DATA-ORG, 2018).

Cultura

Las razones de los cambios en su cultura fueron varias. Entre estos, se puede observar la ubicación de su territorio, fácilmente disponible para la colonización y el establecimiento de asignaciones desde la primera intrusión española. Además, la introducción de Atánquez en los circuitos comerciales en el Caribe, un fenómeno que causó la llegada de inmigrantes y cambios en las operaciones domésticas se desplazó a la producción de caña de azúcar y panela. (ETNIAS DEL MUNDO, s.f.). A lo largo de nuestra historia hemos sufrido un proceso sistemático de exterminio físico y cultural, lo cual ha afectado nuestras dinámicas sociales, económicas y culturales, en gran medida permitido por la desidia estatal. Somos uno de los pueblos indígenas más golpeados por el conflicto armado en Colombia, hasta el punto de ser declarado en “peligro de ser exterminado –cultural o físicamente- “; por la Honorable Corte Constitucional mediante Auto 004 de 2009, estado reiterado en el Auto 266 de 2017. Sumado a ello la persistencia de intereses políticos y económicos de apropiación

del territorio y sus recursos naturales”. (ORGANIZACION INDIGENA KANKUAMA, 2020). Como comunidad indígena conserva muchas formas de su gobierno y como muestra la dirección de la misma está a cargo del Consejo de Mayores, que es el encargado de manejar los asuntos generales de la comunidad y aplicar la justicia propia. (VIAJAR A COLOMBIA, s.f.)

Viviendas

La Casa Kankuamo es una cabaña de forma circular construida con barack o madera y un techo cónico. Sin embargo, hay una historia de vivienda rectangular y cuadrada. Su patrón de asentamiento anterior consistía en dos cabañas en la misma parcela; una cabaña para mujeres y niños y otra para hombres. Pero la tendencia es construir una cabina individual para toda la familia. (ETNIAS DEL MUNDO, s.f.).

Alimentación

Destaca el consumo de tubérculos como la yuca, el ñame, el taro y las papas chinas, como los productos de maíz como chicha, arepas y bollos o envasados. El consumo de carne es una prioridad junto con la cabra o el cordero. A veces reemplazan la carne con queso rallado, alimentado con carbohidratos de los tubérculos indicados. (ETNIAS DEL MUNDO, s.f.).

Economía

La economía de los Kankuamo es de auto subsistencia y la producción de excedentes para el intercambio es muy reducida. Las principales actividades productivas son la agricultura, la actividad pecuaria, la cría de especies menores y las artesanías. La agricultura ocupa un lugar central, favorecida por los diversos pisos térmicos de la zona. El ciclo agrícola



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

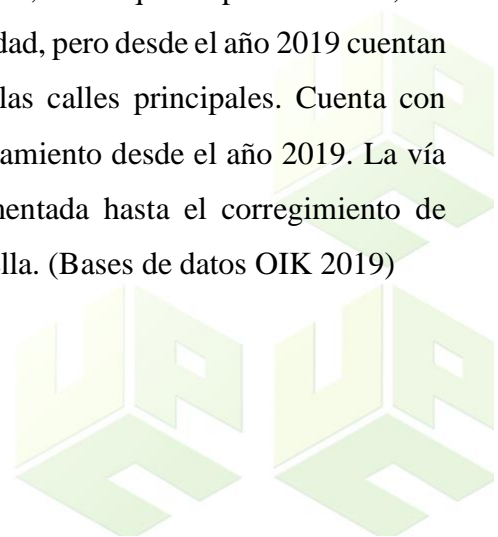


se inicia de diciembre a febrero con la tumba y quema de bosque, la cual es una labor masculina; entre febrero y abril, la mujer colabora para la preparación de los terrenos y en la siembra y entre agosto y noviembre viene la recolección de la cosecha. Hasta hace unos años, era común la rotación de cultivos; sin embargo, esta situación viene cambiando ante la presión de los actores armados irregulares. (DIH). Sus principales productos agrícolas son: café, aguacate, mango, plátano, banano y producción de alfandoque y la famosa panela Atánquera, productos que hacen un gran aporte a la economía del corregimiento.

Para la producción, Atánquez se encuentra oficialmente subdividido en varias regiones de acuerdo con el tipo de suelo, altura, entre otros factores; las regiones son las siguientes: región la Gloria, la Montaña, el Peligro, Wingueka, Chingaka, gracias a Dios, la Múcura, Finlandia, la luna o la Pampa, Ucrania, el Brinco. (FUENTE PROPIA)

Servicios Públicos

La población cuenta con servicios de acueducto (no cumple con el 100% de los parámetros de potabilidad establecidos) y energía eléctrica, con una cobertura del 100% en ambos servicios. En cuanto al servicio de alcantarillado, nunca ha funcionado, pero se encuentra actualmente en proyecto listo para su ejecución, en lo que respecta al aseo, las basuras eran enterradas y quemadas por la misma comunidad, pero desde el año 2019 cuentan con un carro recolector, que realiza sus servicios por las calles principales. Cuenta con servicio de gas domiciliario que se encuentra en funcionamiento desde el año 2019. La vía de acceso a la comunidad está en buen estado, pavimentada hasta el corregimiento de Atánquez la carretera está hecha con el sistema placa huella. (Bases de datos OIK 2019)



Área De Estudio

El área de estudio de nuestra investigación se centrará en una finca cafetera jurisdicción del pueblo de Atánquez llamada “ LA GUSTADERA ”, agremiada a la asociación ASOPROKAN y perteneciente a la señora Dionis Inés Alvarado Martínez identificada con número de cédula 26945469 expedida en Valledupar, con latitud $10^{\circ}41'11''N$ y una Longitud de $73^{\circ}22'03'' W$ se encuentra ubicada a próximamente 2.1 km de la comunidad de Atánquez, teniendo en cuenta que está próximo al área del que se tiene información (Corregimiento de Atánquez) y que es un finca central con respecto a las 11 subregiones en que se subdivide este corregimiento, fue seleccionada esta finca como nuestra zona de estudio (Lugar donde se llevarán a cabo los ensayos para determinar los efectos de las aguas mieles al ser utilizadas como herbicidas). (Fuente propia).



Fuente: Google Earth

La finca, presenta un suelo franco arenoso, su topografía es de -8.87 lo cual indica que es una finca con topografía inclinada, presenta un clima tropical con una temperatura promedio de $25^{\circ} C$. (Fuente propia) y una extensión total de 14 hectáreas, de las cuales tres (3) hectáreas corresponden al sembrío de café y las otras hectáreas restantes a cultivos de pan coger, loma y rastrojo, cuenta dos nacederos de agua, que si bien en ciertas épocas del

año (enero - junio) se secan y en épocas de invierno que coinciden con el beneficio del café (septiembre-diciembre) son fuentes de agua constantes, estos arroyos abastecen al río Chiscuinlla, que desemboca en el río Badillo y en su transcurso abastece a las comunidades aguas abajo, como los son ramalito ,los haticos, la mina, entre otros (fuente propia). Esta finca como la mayoría del resguardo no realizan ningún tipo de control para disposición de las aguas mieles y desconocen los impactos negativos que estas puedan ocasionar, por lo que son vertidas directamente a las fuentes de agua y suelo. (MAESTRE, 2018)

5.5. MARCO LEGAL

NORMAS Y PRINCIPIOS AMBIENTALES CONTENIDOS EN LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA

| <i>Art</i> | <i>Tema</i> | <i>Contenido</i> |
|------------|--|--|
| 7 | Diversidad étnica y cultural de la nación | Hace reconocimiento expreso de la pluralidad étnica y cultural de la Nación y del deber del estado para con su protección. |
| 8 | Riquezas culturales y naturales de la nación | Establece la obligación del estado y de las personas para la conservación de las riquezas naturales y culturales de la nación. |
| 49 | Atención de la salud y saneamiento ambiental | Consagra como servicio público la atención de la salud y el saneamiento ambiental y ordena al estado la organización, dirección y reglamento de estos. |
| 79 | Ambiente sano | Consagra el derecho de todas las personas residentes en el país de gozar de un ambiente sano. |

| | | |
|------------|--|---|
| 80 | Planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales | Establece como deber del estado la planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. |
| 88 | Acciones populares | Consagra acciones populares para la protección de derechos e intereses colectivos sobre el medio ambiente, entre otros bajo la regulación de la ley. |
| 95 | Protección de los recursos culturales y naturales del país | Establece como deber de las personas la protección de los recursos culturales y naturales y velar por la conservación de un ambiente sano. |
| 330 | Administración de los territorios indígenas | Establece la administración autónoma de los territorios indígenas con ámbitos de la aplicación en los usos del suelo y la preservación de los recursos naturales entre otros |

NORMATIVIDAD SOBRE FLORA SILVESTRE Y BOSQUES

| | |
|---|--|
| Ley 2 de 1959 | Reserva forestal y protección de suelos y agua |
| Ley 299 de 1995 | Por lo cual se protege la flora colombiana. |
| Decreto 2811 de 1974, libro II, parte VIII | De los bosques de las áreas de reserva forestal, de los aprovechamientos forestales, de la reforestación. ART 194 Ámbito aplicación; ART 195 – 199 Definiciones; ART 196,197,200 Y 241 Medidas de protección y conservación; ART 2020 a 205 Áreas forestales. ART 206 a 2010 Áreas de reserva forestal, ART 211 a 224 aprovechamiento forestal |



NORMATIVIDAD SOBRE EL RECURSO HÍDRICO

| | |
|---|--|
| <i>Ley 09 de 1979</i> | Código sanitario nacional ART 51 a 54. Control y prevención de las aguas para consumo humano ART 55 aguas superficiales. ART 69 a 79 potabilización del agua |
| <i>Ley 99 de 1973</i> | Art 10,11,24,29: prevención y control de las aguas tasas retributivas |
| <i>Ley 373 de 1997</i> | Uso eficiente de ahorro del agua |
| <i>Decreto 2811, de 1974, libro II, parte III</i> | ART 77 a 78 clasificación de aguas. ART 80 a 85 dominio de las aguas y causes. ART 86 a 89 derecho a uso del agua. ART 134 a 138 prevención y control de contaminación. ART 149 aguas subterráneas. art 155 administración de aguas y causes |
| <i>Decreto 1449 de 1977</i> | Disposiciones sobre conservación, y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuáticas |
| <i>Decreto 1541 de 1978</i> | ART 104 a 106 ocupación de causes y permiso de ocupación de causes. ART 211 a 219 control de vertimientos ART 225 vertimiento por uso agrícola. ART 231 reglamentación de vertimiento |
| <i>Decreto 2857 de 1981</i> | Ordenación y protección de cuencas hidrográficas |
| <i>Decreto 2105 de 1983</i> | Reglamenta parcialmente la ley 09 de 1979 sobre potabilización y suministro de agua potable para consumo humano |
| <i>Decreto 1594 de 1984</i> | Normas de vertimientos de residuos líquidos. ART. 1 a 21 definiciones. ART 22- 23 Ordenamiento del recurso agua. ART 29 usos del agua. |



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



| | |
|-------------------------------------|--|
| | ART 60 a 71 vertimientos de residuos líquidos. |
| <i>Decreto 79 de 1986</i> | Conservación y protección del recurso agua |
| <i>Documento CONPES 605 de 1996</i> | Política de manejo de las aguas |



6. MARCO METODOLÓGICO

La investigación sobre el efecto que causan las aguas mieles al ser usadas como herbicida, se realizará basadas en un diseño experimental unifactorial de tres niveles que se desarrollará en un terreno previamente seleccionado, que por practicidad llamaremos “Parcela Total” o “Terreno de Estudio” con unas medidas de 4 metros de ancho por 1 metro de largo (4 m x 1m); teniendo en cuenta que es un terreno que ya tiene vegetación presente, se tomarán los siguientes parámetros: altura en cm de la vegetación, tiempo de antigüedad de la vegetación, porcentaje (%) de vegetación, tipo de cobertura vegetal (control por especie), tipo de suelo, topografía del terreno, drenaje del suelo, escorrentía del suelo.

Para la preparación del herbicida se usará como ingrediente principal las aguas mieles del café, teniendo en cuenta su contenido ácido y su capacidad fitotóxica, se hará una dilución de estas al combinarlo con un componente de tipo natural.

Una vez preparado el herbicida se realizarán cuatro divisiones de la parcela total, con unas medidas de 1m ancho por 1m de largo (1m x 1m) cada una, que llamaremos “Subparcelas”. Los efectos causados serán medidos a través de un seguimiento detallado por un periodo a largo plazo de seis meses (tiempo estimado que demora la cosecha de café) con el que se espera una reducción de 80% de las especies de vegetación presentes en el terreno de estudio (tasa de mortalidad 80%).

6.1. LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

- **Gestión Integral De La Biodiversidad Y Del Patrimonio Ambiental**
 - Biodiversidad
 - Educación ambiental
 - Especies amenazadas
- **Tratamientos De Recursos Líquidos.**

Tratamientos de aguas residuales, provenientes de vertimientos agropecuarios.

- **Producción Más Limpias Y Tecnologías Ambientales.**
- **Suelos.**
- **Vegetación.**

6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación de acuerdo con los objetivos planteadas es de tipo experimental, debido a que permite la elaboración de un producto natural para probar su efectividad y promover su implementación.

6.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se considera de tipo descriptivo, explicativo y experimental. Descriptivo puesto que, estudia una situación que ocurre en condiciones naturales en la comunidad Atánquez- cesar, permitiendo describir la vegetación presente en esta zona, así como las herramientas que se utilizan con respecto a vertimiento de aguas mieles y uso de herbicidas sintéticos. Explicativo y experimental, porque se pretende usar la capacidad fitotóxica de las aguas mieles para producir un herbicida, por lo cual se deben realizar ensayos para corroborar su eficacia para, posteriormente describir la forma de elaboración del herbicida.

6.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Teniendo en cuenta que según Tamayo y Tamayo (1998) población “es el conjunto de todas las personas que habitan la tierra o cualquier división geográfica de ella “(p.47). en este caso la población de estudio está conformada por los habitantes de la comunidad de Atánquez- Cesar, perteneciente al Resguardo Indígena Kankuamo.

6.5. MUESTRA POBLACIONAL

Austin (2005) enfatiza “La muestra consiste en seleccionar una fracción únicamente de las unidades del conjunto, de manera que en parte sea representante del colectivo en sus características más sobresalientes) (p. s / n). Teniendo en cuenta que los caficultores en la comunidad de Atanquez son aproximadamente 400 fincas cafeteras, que se encuentran distribuidas por 11 regiones, lo cual resulta una población de estudio muy extensa; se hizo necesario tomar una muestra representativa de 11 personas o fincas.

6.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se estudiará el efecto de 3 concentraciones, y el testigo absoluto, se realizarán cuatro repeticiones. (12 bandejas)

Dónde:

- T1 = (100% DE AGUAMIEL)
- T2, = (80% DE AGUAMIEL Y 20% DEL COMPONENTE NATURAL)
- T3 = (60% DE AGUAMIEL Y 40% DEL COMPONENTE NATURAL)
- T4 = Testigo

Principios Básicos De Los Diseños De Experimentos

Un diseño estadístico de experimento tiene que ver con la planeación de un experimento tal que se puedan recolectar datos válidos, analizarlos mediante métodos estadísticos y extraer conclusiones objetivas. Los datos apropiados son aquellos que más se acercan a la verdadera situación de la parcela; claro, los criterios de respuesta deben definirse en los objetivos, lo cual determina la obtención de los datos. Hay que medir lo que debe medirse y en el momento oportuno. Variables de respuesta, como grado de infestación, nivel de daño y producción de cosecha, son criterios típicos de evaluación en protección de cultivos.

- **Criterios:** Los criterios básicos de los diseños de experimentos son: repeticiones, aleatorización y control local (Fisher, 1966).

El diseño experimental es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. El diseño experimental prescribe una serie de pautas relativas qué variables hay que manipular, de qué manera, cuántas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer con un grado de confianza predefinido la necesidad de una presunta relación de causa-efecto.

- **Repeticiones:** Son la replicación del experimento básico. Permiten estimar el error experimental, que corresponde a la unidad básica de medición de la variabilidad de un experimento, con el cual se puede determinar si las diferencias presentadas entre las medias de los tratamientos son estadísticamente diferentes. Las repeticiones aumentan la precisión de la estimación del efecto de un factor. El número de ellas está influenciado por la variabilidad natural del material experimental y el tamaño de las diferencias que se quieren detectar entre las medias de los tratamientos. Entre más pequeña sea la diferencia que se quiera encontrar entre las medias de los tratamientos, mayor deberá ser el número de repeticiones para lograr detectarla. También influye el grado de confiabilidad que se quiera: a mayor confiabilidad deseada, mayor deberá ser el número de repeticiones (r).
- **Aleatorización:** Corresponde a la determinación no sistemática tanto de la ubicación del material experimental como del orden en que se desarrollan los ensayos. Esto es: los tratamientos se deben asignar a las unidades experimentales (las parcelas) de manera tal que cada unidad tenga igual oportunidad de recibir cualquier tratamiento,

si no hay restricciones en la aleatorización; si hay restricción, como ocurre en el caso del diseño de bloques completos aleatorizados, entonces la aleatorización se hace dentro de cada bloque. Como el análisis de varianza requiere que los errores sean variables aleatorias independientes y que sigan una distribución normal, una aleatorización adecuada usualmente permite que se cumpla este supuesto y que se estime válidamente el error experimental con el cual se llevan a cabo las pruebas de hipótesis entre tratamientos.

- **Control local:** Es una técnica estadística usada para reducir el error experimental y mejorar la precisión del experimento. El control local busca una mayor eficiencia del diseño experimental y hace más sensibles las pruebas. Tiene que ver con bloqueo y balanceo. Un bloqueo efectivo permite minimizar la variación entre las unidades experimentales dentro de cada bloque y maximizar las diferencias entre los mismos. El propósito del bloqueo es aumentar la habilidad para detectar diferencias entre los tratamientos y no solo para facilitar la experimentación. Con los bloques se pretende controlar los factores alineados que afectan la respuesta de interés sin que sean factores que se están evaluando; por ejemplo, los gradientes de fertilidad o gradientes de humedad de un suelo, al bloquear por estas gradientes se le quita al error una fuente de variación que no es la propia.
- **Estructuras de un diseño experimental:** Un diseño experimental está formado por dos estructuras: la de tratamientos y la de diseño experimental propiamente dicho. La estructura de tratamientos se construye a partir de los factores que se han de comparar, mediante la medición de sus efectos sobre una o más variables de respuestas predeterminadas (tales como fitotoxicidad, residuos, reducción de la infestación, rendimiento o producción del cultivo, entre otras). Esa estructura puede comprender

solo un factor (diferentes productos químicos más un testigo absoluto o relativo). También puede estar compuesta por dos o más factores, cada uno con sus niveles correspondientes, donde la combinación de los niveles de esos factores da lugar a los tratamientos. Las combinaciones simultáneas forman una estructura factorial. En este caso, un factor puede ser una sustancia química (producto, formulación o dosis de aplicación), otro puede ser un procedimiento (método de aplicación, momento de aplicación o frecuencia de aplicación). Es conveniente aclarar que los testigos o controles pueden ser: testigos absolutos, donde no se aplica la sustancia activa, y testigos estándar (de efecto conocido), que constituyen puntos de referencia de comparación con los tratamientos de interés cuyos efectos son desconocidos. Los testigos estándares pueden ser locales o de ensayo (usados para definir una base común e independiente de los locales). Un manejo cultural (desyerbe manual, por ejemplo) es un testigo semi-absoluto. La estructura de diseño es la agrupación de las parcelas experimentales en bloques o grupos homogéneos, de tal manera que las condiciones bajo las cuales se observan los tratamientos sean lo más uniformes posible. Cuando todas las parcelas son muy homogéneas, lo cual genera un solo bloque de observaciones, y los tratamientos se pueden asignar a las parcelas completamente al azar, entonces se tiene un diseño completamente aleatorizado. Si la gradiente o las gradientes llevan a la formación de diferentes grupos con homogeneidad, esto llevaría a una estructura de algún tipo de bloques al azar (bloques completos aleatorizados, cuadrado latino, entre otros). Esto, por supuesto, implica una restricción en la aleatorización, tal como se verá posteriormente en los diseños correspondientes. La selección de la estructura de un diseño determinado depende del conocimiento disponible de las parcelas, así como de las condiciones experimentales imperantes, lo cual debe ser independiente de la estructura de tratamiento que se desee evaluar.

- **Unidades experimentales y muestrales:** Las unidades experimentales (UE) son una parte del material experimental donde se aplica un tratamiento. En experimentación sobre protección de cultivos, la parcela constituye la UE. La variación natural del material experimental (el error experimental) tiene que ver con las UE. Esto es: el error experimental corresponde a la variación entre UE tratadas de igual forma bajo condiciones similares. En cambio, la unidad de muestreo (UM) es aquella sobre la cual se toman las observaciones (también conocida como unidad observacional). El error de muestreo tiene que ver con la variabilidad entre las UM. El tamaño de un experimento depende del número de tratamientos, de la cantidad de repeticiones.

6.7. DESARROLLO METODOLÓGICO

Para cumplir con el objetivo general enfocado al estudio de los efectos causados por las aguas mieles en la vegetación, en el proceso de despulpado del café por vía húmeda y los objetivos específicos propuestos, se realizarán las siguientes etapas:

Etapla 1: Caracterizar los parámetros fisicoquímicos (PH, Temperatura, Color, Olor, Nitritos, Nitratos, DBO5, DQO, SST, grasas y aceites) de las aguas mieles del café en el corregimiento de Atánquez, Cesar.

Actividad 1.1: Toma de muestras representativas de Aguas Mieles

La toma de muestras se realizará mediante muestreo puntual, se realizará un total de 2 muestras en las cuales se obtendrán los parámetros y determinarán las propiedades y características de las aguas mieles del café, con el fin de establecer la línea base del proyecto.

Este muestreo se realizará teniendo en cuenta lo expuesto por el IDEAM (2015) en el que se tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

- Contar con los equipos de protección personal y salud (Tapabocas, guantes y botas)
- Se inicia con la limpieza de los recipientes de muestreo
- Rotular los recipientes, de acuerdo a las indicaciones de la empresa que realizará la caracterización
- Con ayuda de un muestreador manual (Balde de plástico y llave manual) para recoger entre 2 a 5 L del cuerpo hídrico
- La muestra de PH, al ser realizada por un equipo electrónico, se puede tomar inmediatamente
- Se enjuagan los recipientes con el agua de muestra
- Se llenan los recipientes y se mantienen refrigerados, hasta llevarlos a la planta física del laboratorio de análisis.

Una vez realizada la recolección y rotulación de las muestras, estas serán entregadas a un laboratorio certificado por el IDEAM teniendo en cuenta las especificaciones técnicas requeridas para tal fin.

Tabla 1 Parámetros y métodos de estudio.

| PARÁMETROS | UNIDADES | REFERENCIA / METODO |
|--|-------------------------|---|
| Ph | U de pH | SM 4500-H+B/ Electrométrico |
| Temperatura | ° C | SM 2550 B/ Electrométrico |
| Color | H _z | ISO 7887 B/ Espectrofotométrico |
| Olor | - | Sensorial |
| Turbidez | UNT | SM 034/ Turbidimétero |
| Nitritos | Mg N-NO ₂ /L | SM 4500 NO ₂ B/ Colorimétrico |
| Nitratos | Mg N-NO ₃ /L | SM 4500 NO ₃ B/ Reducción con Cadmio |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO ₅) | mg O ₂ /L | SM 5210 B/ EPA 360.3- incubación 5 días electrodo de membrana |
| Demanda Química de Oxígeno(DQO) | mg O ₂ /L | SM 5220 D/ Reflujo cerrado- Colorimétrico |

| | | |
|----------------------------------|------|---|
| Sólidos suspendidos totales(SST) | mg/L | SM 2540 D/ Gravimétrico Secado a 103 -105°C |
| Grasas – Aceites | mg/L | SM 5520 D/ Extracción de Soxhlet |

Fuente: Autores, 2020.

Actividad 1.2 Análisis de los resultados de las muestras de laboratorio

Una vez recibidos los resultados de laboratorio se procederá al análisis y comparación con los valores máximos permisibles establecidos en la Resolución 0631 de 2015 y demás Normatividad Ambiental vigente, describiendo detalladamente las características de las aguas mieles de acuerdo a lo arrojado en los resultados.

Etapas 2: Analizar los efectos de las aguas mieles en la vegetación de Atánquez, Cesar por medio de pruebas piloto en el terreno.

Actividad 2.1: Selección de una finca piloto.

Descripción: Se seleccionará una finca de producción cafetera ubicada en el corregimiento de Atánquez-Cesar, teniendo en cuenta: tipo de suelo, variedad en la vegetación, condiciones climáticas, fuentes de aguas, conocimiento sobre aguas mieles y su disposición final.

Luego se procederá al desarrollo de visitas de campo, con el fin de observar y describir las etapas del beneficio húmedo del café; Posteriormente realizaremos en esta, selección de un terreno con unas medidas de 40 metros x 40 metros para su posterior estudio. Donde le realizaremos separaciones de parcelas, con unas medidas de 5 metros x 5 metros tratando que sean lo más homogéneas posibles en cuanto a la vegetación presente.

Actividad 2.2: Toma de muestras representativas de suelo

Descripción: Para poder determinar las alteraciones posteriores en el suelo después de aplicar las aguas mieles es necesario realizar un análisis al suelo, evaluando parámetros fisicoquímicos como: PH, textura, Fosforo, Nitrógeno, conductividad eléctrica, infiltración y

porosidad, antes de iniciar las aplicaciones, para lo cual se debe tomar una muestra representativa, la muestra del suelo debe ser compuesta de varias submuestras de igual tamaño. El primer paso para proceder al muestreo es subdividir el área en unidades de suelos homogéneos (cartografía). En esta subdivisión se debe considerar el tipo de suelo, topografía, vegetación e historia del manejo previo. Las unidades de muestreo deben separarse y representarse mediante un croquis de ubicación del predio, teniendo en cuenta características tales como pendiente, cultivos o manejo anterior, textura, laboreo, antecedentes históricos, características del drenaje, etc. Una vez establecida la unidad de muestreo, se procede a recolectar las submuestras recorriendo la unidad establecida en zigzag.

- **Almacenamiento de la muestra**

Una vez colectadas todas las submuestras, éstas se mezclan en el balde (o saco limpio). Después de homogeneizar la muestra de suelo, se extrae una pequeña cantidad de tierra y se introduce en una bolsa plástica nueva, que debe tener una capacidad de al menos medio litro, para su posterior envío al laboratorio.

- **Rotulación y envío de muestras al laboratorio**

La muestra envasada debe ser remitida con prontitud al laboratorio para ser estabilizada y procesada. Cada muestra compuesta debe ser perfectamente identificada, en términos de su procedencia, fecha de colecta, profundidad a la cual fue colectada, potrero, sector y superficie que representa. La muestra debe ir acompañada por la hoja de identificación, cuya información ayudará a la interpretación y recomendación producto del análisis químico.

Luego de recolectadas las muestras objetos de estudios, estas serán llevadas a laboratorios certificados por el IDEAM, a fin de determinar las condiciones iniciales del suelo a intervenir.

Actividad 2.3: Análisis de resultados de las muestras de suelo

Descripción: una vez obtenidos los resultados de laboratorio, estos deberán analizarse con rigurosidad, comparando con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 Sección 2, estableciendo de esta forma la línea base del suelo objeto de estudio.

Actividad 2.4: Elaboración del herbicida

Descripción: Se tomará el agua miel y con el propósito de disminuir su concentración en el posible herbicida, se diluirá con un componente natural (Cachaza de Caña de Azúcar) en tres proporciones diferentes, siendo así los tres tratamientos:

T1: 100% + 0% : aguamiel + componente natural

T2: 80% + 20% : aguamiel + componente natural

T3: 60% + 40% : aguamiel + componente natural

Actividad 2.5: Preparación del componente natural

Descripción: El componente natural se deriva del subproducto de la caña de azúcar Cachaza, el cual se genera en el proceso de clarificación del jugo.

Actividad 2.6: Aplicación controlada del agua miel como herbicida

Descripción: Una vez realizada la toma de muestra inicial del suelo y elaborado las 3 concentraciones distintas del compuesto (tratamientos), se procede a realizar la aplicación de manera controlada de las aguas mieles en la vegetación seleccionada, utilizando bombas de fumigación de capacidad de 20litros, el riego se realizará de acuerdo al requerimiento hídrico de cada especie florística, y a las condiciones climatológicas que se presenten a la hora de ejecutar esta actividad.

La aplicación se realizará en parcelaciones de 5 metros por 5 metros. A cada porcentaje de concentración (100%, 80%, 60%), se le practicarán sus respectivas, repeticiones, variando el número de aplicaciones. Es decir, cada porcentaje será aplicado, en tres terrenos con las medidas anteriormente mencionadas, en el primer terreno, se le aplicará una sola dosis de

aguamieles, en el segundo dos dosis de aguas mieles y en tercero tres dosis de aguas mieles con el fin de observar cómo influye la continuidad de las aplicaciones en el crecimiento, desarrollo y mortalidad de la vegetación y su posterior efecto al suelo. Este experimento tendrá una duración de seis meses, teniendo en cuenta que este es el tiempo estimado, en esta zona, entre una cosecha de café y otra. Los comportamientos de la vegetación serán estudiados a corto (1 mes), mediano (3 meses) y largo plazo (6 meses), eeste proceso se soportará a través de registros fotográficos.

Actividad 2.7: Cálculo de la mortalidad en la vegetación

Descripción: Al finalizar la aplicación de los tratamientos, se estudiará el comportamiento de la vegetación a corto, mediano, y largo plazo. Para ello, se utilizará la determinación visual y así calcular el porcentaje de disminución de cobertura vegetal (grado de mortalidad) por cada especie vegetativa evaluada, determinando el número total de especies afectadas.

Etapa 3: Evaluar la eficiencia de las aguas mieles como herbicida orgánico en el suelo.

Actividad 3.1: Toma de muestra representativa final del suelo

Descripción: Con el fin de evaluar las propiedades herbicidas de las aguas mieles, se realizará un análisis final al suelo evaluando parámetros fisicoquímicos como: PH, textura, Fosforo, Nitrógeno, conductividad eléctrica, infiltración y porosidad, con la finalidad de comparar las diferencias a su estado inicial, la muestra de suelo debe ser compuesta de varias submuestras de igual tamaño. El primer paso para proceder al muestreo es subdividir el área en unidades de suelos homogéneos (cartografía). En esta subdivisión se debe considerar el tipo de suelo, topografía, vegetación e historia del manejo previo. Las unidades de muestreo deben separarse y representarse mediante un croquis de ubicación del predio, teniendo en cuenta características tales como pendiente, cultivos o manejo anterior, textura, laboreo, antecedentes históricos, características del drenaje, etc. Una vez establecida la unidad de

muestreo, se procede a recolectar las submuestras recorriendo la unidad establecida en zigzag.

- **Almacenamiento de la muestra**

Una vez colectadas todas las submuestras, éstas se mezclan en el balde (o saco limpio). Después de homogeneizar la muestra de suelo, se extrae una pequeña cantidad de tierra y se introduce en una bolsa plástica nueva, que debe tener una capacidad de al menos medio litro, para su posterior envío al laboratorio.

- **Rotulación y envío de muestras al laboratorio**

La muestra envasada debe ser remitida con prontitud al laboratorio para ser estabilizada y procesada. Cada muestra compuesta debe ser perfectamente identificada, en términos de su procedencia, fecha de colecta, profundidad a la cual fue colectada, potrero, sector y superficie que representa. La muestra debe ir acompañada por la hoja de identificación, cuya información ayudará a la interpretación y recomendación producto del análisis químico.

Una vez finalizado el proceso de toma de muestra se procede a la entrega al laboratorio certificado por el IDEAM, cumpliendo con todas las especificaciones técnicas requeridas para tal fin.

Actividad 3.2: Análisis de resultados de las muestras de suelo

Descripción: una vez obtenidos los resultados de laboratorio, se realizará un análisis detallado de los valores de los parámetros fisicoquímicos: PH, textura, Fosforo, Nitrógeno, conductividad eléctrica, infiltración y porosidad, a fin de realizar una comparación con la línea base del suelo antes de la aplicación de las aguas mieles.

Actividad 3.3: Calculo de la eficiencia de las aguas mieles como herbicida orgánico

Descripción: Para calcular la eficiencia de las aguas mieles como herbicidas orgánicos se tendrá en cuenta los compuestos con las tres concentraciones diferentes y su incidencia en la muerte de especies vegetativas, basado en lo anterior se plantea la siguiente ecuación:

Eficiencia = Número total de plantas afectados y/o muertas/ Número total de plantas objeto de estudio

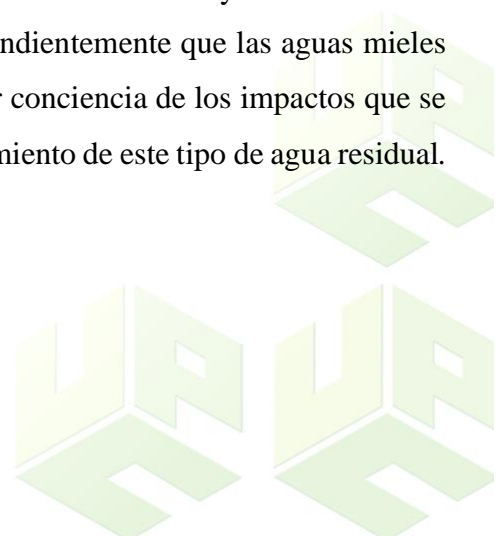
En caso de que no existe ninguna afectación, indicaría que este producto no puede considerarse como herbicida.

Actividad 3.4: Alcances y restricciones del herbicida

Descripción: Al finalizar la investigación, se deben referenciar claramente las especificaciones, alcances y restricciones de los resultados finales de la investigación.

Actividad 3.5: Socialización y divulgación de los resultados obtenidos.

Descripción: Al concluir la investigación y con la seguridad de los ensayos realizados en campo, se deben socializar los resultados finales (independientemente que las aguas mieles se puedan usar como herbicidas o no) para poder generar conciencia de los impactos que se están generando a los recursos naturales por el desconocimiento de este tipo de agua residual.



7. RESULTADOS Y ANALISIS

Para el desarrollo de la investigación se ejecutaron tres (3) etapas, cada una con sus respectivas actividades detalladas en el desarrollo metodológico, para dar cumplimiento a los objetivos planteados inicialmente, a continuación se expresan los resultados obtenidos con sus respectivos análisis.

Etapa 1: Se realizó la caracterización de los parámetros fisicoquímicos (PH, Temperatura, Color, Olor, Nitritos, Nitratos, DBO5, DQO, SST, grasas y aceites) de las aguas mieles del café en el corregimiento de Atánquez, Cesar.

Actividad 1.1: Se tomaron muestras representativas de Aguas Mieles

La toma de muestras se realizó mediante muestreo puntual, se realizaron un total de 2 muestras en las cuales se obtuvieron los parámetros y determinarán las propiedades y características de las aguas mieles del café, con el fin de establecer la línea base del proyecto. Este muestreo se llevó a cabo teniendo en cuenta las consideraciones del IDEAM (2015).

Figura 1

Recolección de aguas mieles





Fuente: autoras, 2022

Una vez realizada la recolección y rotulación de las muestras, estas fueron llevadas al laboratorio Nancy Florez el cual cuenta con certificación del IDEAM y teniendo en cuenta las especificaciones técnicas requeridas para tal fin.

Figura 2

Rotulación de muestras de aguas mieles



Fuente: autoras, 2022

Tabla 2

Parámetros y métodos de estudio.



| PARÁMETROS | UNIDADES | REFERENCIA / METODO |
|--|-------------------------|---|
| Ph | U de pH | SM 4500-H+B/ Electrométrico |
| Temperatura | ° C | SM 2550 B/ Electrométrico |
| Color | Hz | ISO 7887 B/ Espectrofotométrico |
| Olor | - | Sensorial |
| Turbidez | UNT | SM 034/ Turbidímetro |
| Nitritos | Mg N-NO ₂ /L | SM 4500 NO ₂ B/ Colorimétrico |
| Nitratos | Mg N-NO ₃ /L | SM 4500 NO ₃ B/ Reducción con Cadmio |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO ₅) | mg O ₂ /L | SM 5210 B/ EPA 360.3- incubación 5 días electrodo de membrana |
| Demanda Química de Oxígeno(DQO) | mg O ₂ /L | SM 5220 D/ Reflujo cerrado- Colorimétrico |
| Sólidos suspendidos totales(SST) | mg/L | SM 2540 D/ Gravimétrico Secado a 103 -105°C |
| Grasas – Aceites | mg/L | SM 5520 D/ Extracción de Soxhlet |

Fuente: Autores, 2022.

Actividad 1.2 Análisis de los resultados de las muestras de laboratorio

Una vez recibidos los resultados de laboratorio se procedió al análisis y comparación con los valores máximos permisibles establecidos en la Resolución 0631 de 2015, describiendo detalladamente las características de las aguas mieles de acuerdo a lo arrojado en los resultados.





Tabla 3

Resultado de los parámetros y comparación con los valores máximos permisibles de vertimiento en la Resolución 0631 del 2015.

| PARÁMETROS | UNIDADES | VALORES MAX. ACEPTABLES RES. 0631/2015 | MUESTRA ENTRADA | CUMPLE SI O NO RES. 0631/2015 |
|-------------------------|--------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| pH | <i>U de pH</i> | 5,00 a 9,00 | 4,16 | NO |
| DBO₅ | <i>mgO₂/l</i> | - | 56792 | NO |
| DQO | <i>mgO₂/l</i> | 650,00 | 90994 | NO |
| SST | <i>mg/l</i> | 400,00 | 2440 | NO |
| GRASAS Y ACEITES | <i>mg/l</i> | 10,00 | 115 | NO |

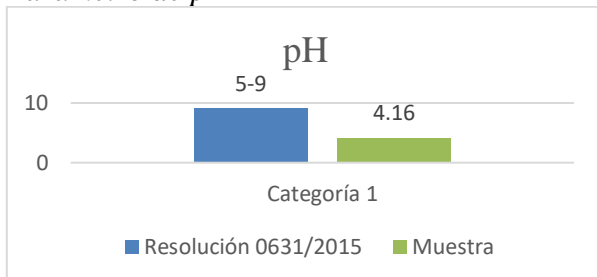
Fuente: Autoras, 2022

Análisis de laboratorios fisicoquímicos individuales

Se realizó el análisis a las características fisicoquímicas presentes en las muestra de aguas miel tomada en el punto de muestreo, y se procedió a la comparación con los valores permisibles con lo de la Resolución 0631 del 2015.

Figura 3

Parámetro de pH



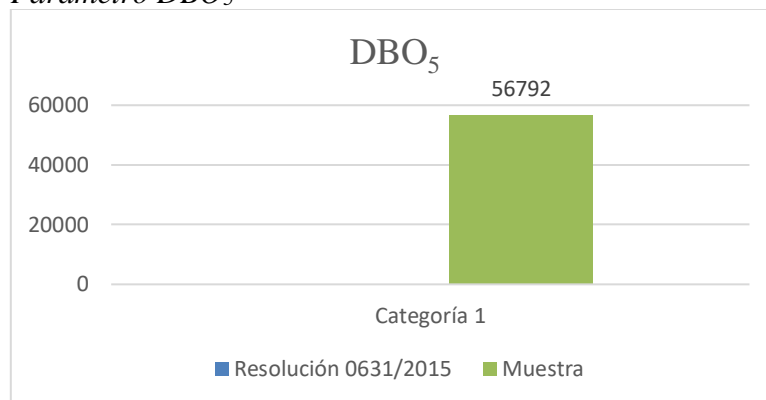
Fuente; Autoras, 2022



En la Figura 2, se observan los resultados de la comparación de los valores de pH entre el valor permisible de que expone la resolución 0631 de 2015 y la muestra de aguas mieles tomada, se encuentra un poco por debajo del rango aceptable presentando acidez, este parámetro tiene efectos directos en suelo y las plantas, determinará las reacciones químicas y solubilidad de los nutrientes, un rango de pH inadecuado afecta directamente a la capacidad del sistema radicular y la absorción de nutrientes.

Figura 4

Parámetro DBO₅

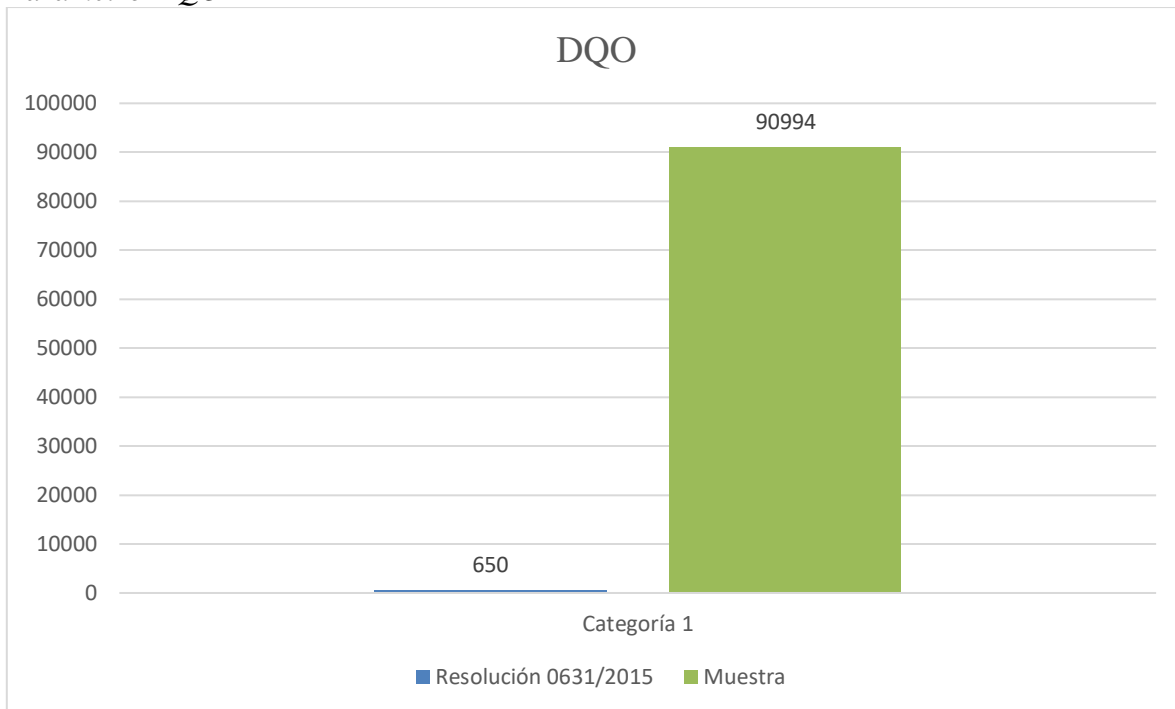


Fuente: Autoras, 2022

En la figura se aprecia el resultado del parámetro Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅), para la muestra tomada, cabe destacar que la resolución 0631 de 2015 no lo contempla pero teniendo en cuenta la investigación y las demás etapas este dato resulta relevante porque es un indicador de la materia orgánica presente en la muestra, el principal efecto que se puede originar en el suelo es la alteración de las dinámicas de los microorganismos por el aumento de la materia orgánica.

Figura 5

Parámetro DQO



Fuente: Autoras, 2022

En la Figura 4, se hizo la comparación de los valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO), entre lo aceptado en la Resolución 0630 de 2015 y la muestra, se observa una diferencia bastante considerable, al igual que en el DBO el DQO es un indicador de la presencia de materia orgánica en las muestras que llevado a realidad genera impactos ambientales negativos asociados a las características físico químicas del medio en que terminan vertidas las aguas mieles.

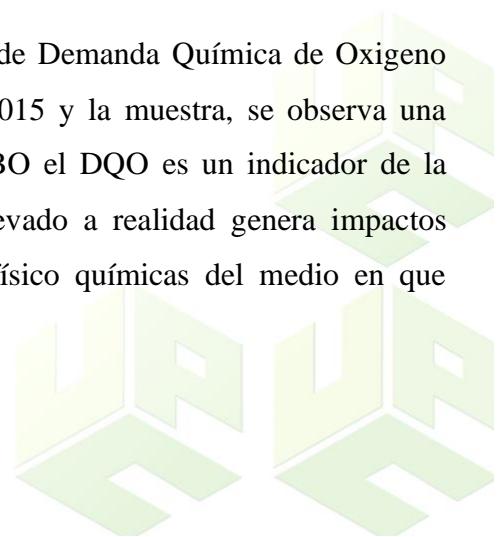
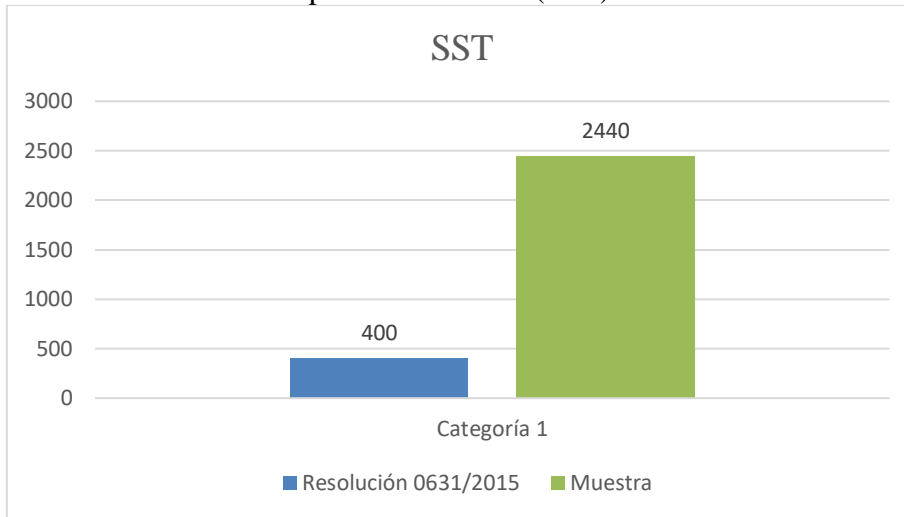


Figura 6

Parámetros Solidos Suspendidos Totales (SST)



Fuente: Autoras, 2022

En la figura 5 se observa que los valores de Solidos Suspendidos Totales (SST) de la muestra se encuentran por encima de lo que estipula la Resolución 0631 de 2015, en un rango que resulta significativo para la investigación, los sólidos suspendidos totales inciden en la porosidad y calidad de filtración de los suelos, afectando procesos como el riego de las plantas y por consiguiente la absorción radicular.

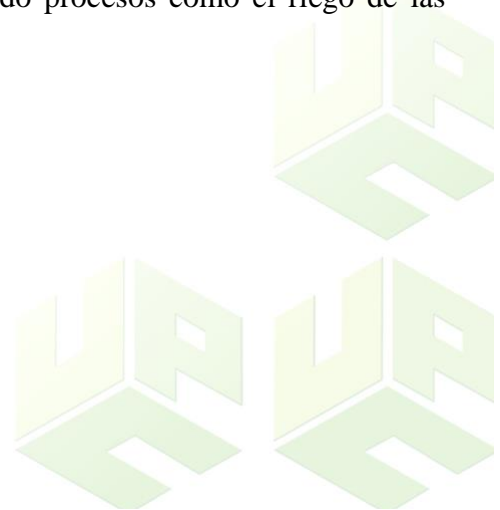


Figura 7

Parámetro Grasas y Aceites



Fuente: Autoras, 2022

Análisis Figura 6, Para el parámetro de Grasas y aceites teniendo en cuenta el valor permisible de la resolución 0631 de 2015 se observa que la muestra tiene una concentración por encima, esto se debe a las características de la materia prima en este caso el café y que posteriormente al aprovechamiento no se realiza ningún proceso de remoción de grasas y aceites, algunos de los efectos de la presencia de grasas y aceites en el suelo son la pérdida de la fertilidad del suelo, afectaciones en propiedades físicas y químicas: cambios de pH, salinidad, compactación, reducción de nutrientes, pérdida de materia orgánica, porosidad y compactación.

Etapa 2: Analizar los efectos de las aguas mieles en la vegetación de Atánquez, Cesar por medio de pruebas pilotos en el terreno.

Actividad 2.1: Selección de una finca piloto.

Para esta actividad se tuvieron en cuenta características del corregimiento de Atánquez Cesar y se escogió una finca de producción cafetera representativa de las mismas, dichas características fueron: tipo de suelo, variedad en la vegetación, condiciones climáticas, fuentes de aguas, conocimiento sobre aguas mieles y su disposición final.

Posterior a esto se ejecutaron las visitas de campo, con el fin de observar y describir las etapas del beneficio húmedo del café seguidamente se seleccionó un terreno dentro de la finca con unas medidas de 40 metros x 40 metros para su estudio, se separaron parcelas, con medidas de 5 metros x 5 metros tratando que sean lo más homogéneas posibles en cuanto a la vegetación presente.

Figura 8

Selección del terreno y separación en parcelas de 5x5



Fuente: Autoras, 2022

Actividad 2.2: Toma de muestras representativas de suelo

Se tomaron muestras representativas del suelo para evaluar parámetros fisicoquímicos como: pH, textura, Fosforo, Nitrógeno, conductividad eléctrica, infiltración y porosidad, antes de iniciar las aplicaciones y después comparar los parámetros con las condiciones finales del suelo.

Figura 9

Rotulación de muestra de suelos



Fuente; Autoras, 2022

Actividad 2.3: Análisis de resultados de las muestras de suelo

Se recibieron los resultados de laboratorio de las muestras de suelo y se escogieron los parámetros físicos químicos de interés para la investigación.

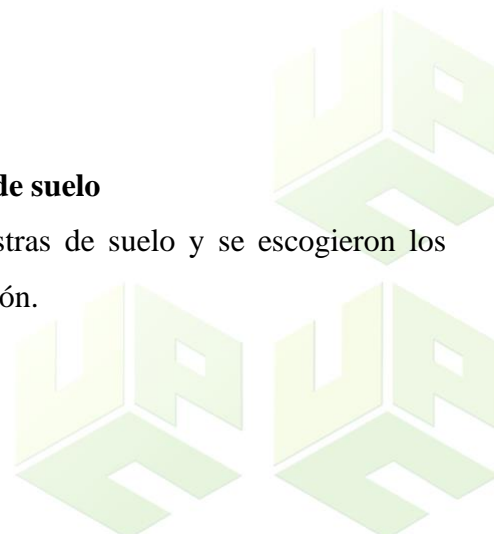




Tabla 4

Parámetros físico químicos del suelo previo a la aplicación del herbicida

| PARÁMETROS | METODOS ANALITICOS | UNIDADES | RESULTADO |
|----------------------------|--|--------------------|-----------|
| pH | Potenciómetro, relación suelo agua 1:1 | <i>U de pH</i> | 5,34 |
| TEXTURA | Al tacto, (organoléptico) | --- | F-A-Ar |
| FOSFORO | Cálculo Matemático | Mg*kg-1 | 14,23 |
| NITROGENO- TOTAL | Cálculo Matemático | % | 0,12 |
| NITROGENO DISPONIBLE | Cálculo Matemático | Mg*kg-1 | 27,79 |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | No determinado | ds*m ⁻¹ | ---- |
| INFILTRACIÓN | No determinado | --- | --- |
| POROSIDAD | No determinado | --- | --- |

Fuente: Autoras, 2022

Se analizaron los datos de laboratorio y se llegaron a las siguientes determinaciones:

pH: Suelo ácido, Disminuye fuertemente la absorción de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Zn y B

Textura: Franco arenosa arcilla, la textura se asocia con moderada capacidad de retención de agua, moderada baja pérdida de nutrientes por lixiviación, moderada a alta fertilidad del suelo.

Fosforo: Deficiente, La deficiencia de Fosforo generalmente produce retardo en el crecimiento de las plantas.

Nitrógeno Total: Deficiente, se recomienda la aplicación de abono para aumentar la fertilidad

Nitrógeno Disponible: Deficiente, generalmente produce retardo en el crecimiento de las plantas.

Actividad 2.4: Elaboración del herbicida

Para esta actividad se tomó el agua miel y con el propósito de disminuir su concentración en el posible herbicida, se diluyó con un componente natural (Cachaza de Caña de Azúcar) en tres proporciones diferentes, siendo así los tres tratamientos:

T1: 100% + 0% : aguamiel + componente natural

T2: 80% + 20% : aguamiel + componente natural

T3: 60% + 40% : aguamiel + componente natural

Actividad 2.5: Preparación del componente natural

Este componente natural se deriva del subproducto de la caña de azúcar Cachaza, el cual se genera en el proceso de clarificación del jugo.

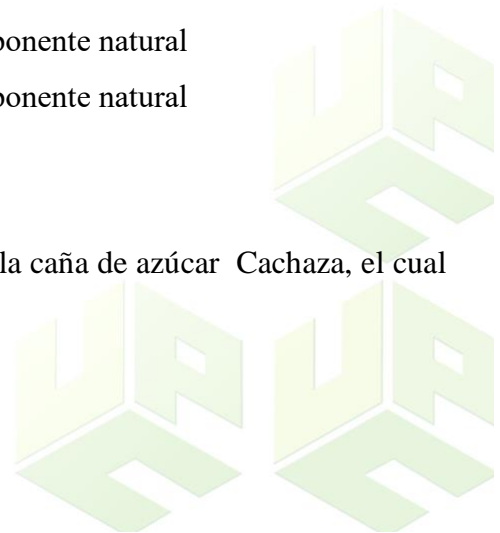


Figura 10

Fermentación del Agua Miel



Fuente: Autoras, 2022

Actividad 2.6: Aplicación controlada del agua miel como herbicida

Una vez realizada la toma de muestra inicial del suelo y elaboradas las 3 concentraciones distintas del compuesto (tratamientos), se procede a realizar la aplicación de manera controlada de las aguas mieles en la vegetación seleccionada, utilizando bombas de fumigación de capacidad de 20litros, el riego se realizó de acuerdo al requerimiento hídrico de cada especie florística, y a las condiciones climatológicas que se presentaron a la hora de ejecutar esta actividad.

La aplicación se realizó en parcelaciones de 5 metros por 5 metros. A cada porcentaje de concentración (100%, 80%, 60%), se le practicaron sus respectivas, repeticiones, variando el número de aplicaciones. Es decir, cada porcentaje fue aplicado, en tres terrenos con las medidas anteriormente mencionadas, en el primer terreno, se aplicó una sola dosis de aguamieles, en el segundo dos dosis de aguas mieles y en tercero tres dosis de aguas mieles con el fin de observar cómo influye la continuidad de las aplicaciones en el crecimiento,

desarrollo y mortalidad de la vegetación y su posterior efecto al suelo. Este experimento tendrá una duración de seis meses, teniendo en cuenta que este es el tiempo estimado, en esta zona, entre una cosecha de café y otra. Los comportamientos de la vegetación serán estudiados a corto (1 mes), mediano (3 meses) y largo plazo (6 meses), este proceso se soportará a través de registros fotográficos.

Actividad 2.7: Cálculo de la mortalidad en la vegetación

Descripción: Al finalizar la aplicación de los tratamientos, se estudiará el comportamiento de la vegetación a corto, mediano, y largo plazo. Para ello, se utilizará la determinación visual y así calcular el porcentaje de disminución de cobertura vegetal (grado de mortalidad) por cada especie vegetativa evaluada, determinando el número total de especies afectadas.

Las plantas presentes en terreno escogido fueron las siguientes:

Tabla 5

Plantas objeto de estudio para la aplicación del herbicida

| NOMBRE COMUN | NOMBRE CIENTIFICO | CARACTERISTICA MORFOLOGICA |
|---------------------|---------------------------|--|
| Ají | <i>Capsicum annuum</i> | Hoja pequeña, ovalada, arbusto |
| Pastelito | | Hoja ovalada, verdura, planta enredadera |
| Chipaca | <i>Cenchrus echinatus</i> | Hierba, hoja pequeña, |
| Envuelvejabon | | Hoja alargada, plantula |
| Momo | <i>Piper auritum</i> | Hoja ovalada. Yerba, maleza |
| Escobita | | Hoja ovalada, grande |
| Aguacate | <i>Persea americana</i> | Hoja ovalada, árbol frutal |
| Café | <i>Coffea</i> | Hoja oblicua, arbusto de frutos |

Fuente: Autoras, 2022

Figura 11

Platas antes de la aplicación del herbicida



Fuente: Autoras, 2022

Figura 12

Estado de las plantas después de la aplicación del Herbicida



Fuente: Autoras, 2022

Luego de observar los cambios presentados en las plantas después de aplicar el herbicida en sus distintas concentraciones se evidenció que algunas plantas reaccionaron de forma instantánea, otras plántulas presentaron cambios 12 horas después. Es necesario resaltar que el tiempo de espera para la reacción a la aplicación del aguamiel fue de 24 horas.

Etapa 3: Evaluar la eficiencia de las aguas mieles como herbicida orgánico en el suelo.

Actividad 3.1: Toma de muestra representativa final del suelo

Descripción: Con el fin de evaluar las propiedades herbicidas de las aguas mieles, se realizó un análisis final al suelo evaluando parámetros fisicoquímicos como: PH, textura, Fosforo total, Nitrógeno Total, conductividad eléctrica, velocidad de infiltración y porosidad, con la finalidad de comparar las diferencias a su estado inicial, la muestra fue compuesta de varias submuestras de igual tamaño.

El análisis de laboratorio de la muestra recolectada fue llevado a cabo por el Laboratorio Nancy Florez ubicado en la Ciudad de Valledupar la cual cuenta con las certificaciones y autorizaciones pertinentes para realizar dicha actividad.

Tabla 6
Parámetros físico químicos del suelo posterior a la aplicación del herbicida

| PARÁMETROS | METODOS TECNICO | RESULTADO |
|------------------|---|-----------|
| pH | EPA 9045 D- Electrométrico | 4,71 |
| TEXTURA | Al tacto, (organoléptico) | F-A-Ar |
| FOSFORO TOTAL | NaNO ₃ /KNO ₃ -B- | 1760 |
| NITROGENO- TOTAL | NTC 5889- Volumetría | 0,36 |

| | | |
|---------------------------|-------------------------------|---------|
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | NTC 5596 NA- B- Electrometría | 0,23 |
| VELOCIDAD DF INFILTRACIÓN | | 34,41 |
| POROSIDAD | LBC 289- Gravimetría | 33,85 |
| TEXTURA | IGAC- Bouyoucos | ARENOSO |

Fuente: Autoras, 2022

De acuerdo a los resultados obtenidos en los laboratorios y la comparación realizada con los resultados del análisis de las muestras antes de la aplicación de aguas mieles se puede determinar lo siguiente:

Se analizaron los datos de laboratorio y se llegaron a las siguientes determinaciones:

Ph: En la muestra inicial este valor era 5,34, mientras que en la muestra final del suelo 4,71 disminuyendo notoriamente, lo que posee un Ph ácido debe principalmente al contenido ácido característico que posee las aguas mieles.

Textura: Se mantiene la textura Arenosa en ambas muestras.

Fosforo: El porcentaje de fosforo disminuyó considerablemente respecto a la muestra inicial, lo que impide el metabolismo y almacenamiento de la energía (ATP y NAD), e interrumpe el ciclo natural de la fotosíntesis, lo cual se puede evidenciar a simple vista en las fotografías donde se observa las hojas marchitas.

Nitrógeno Total: El valor disminuyó considerablemente lo que indica la interrupción de los procesos de crecimiento y fotosíntesis de la planta, caracterizándose principalmente por el color amarillo en las hojas.

Actividad 3.3: Calculo de la eficiencia de las aguas mieles como herbicida orgánico

Descripción: Para calcular la eficiencia de las aguas mieles como herbicidas orgánicos se tendrá en cuenta los compuestos con las tres concentraciones diferentes y su incidencia en la muerte de especies vegetativas, basado en lo anterior se plantea la siguiente ecuación:

$$\text{Eficiencia} = 100 \text{ plantas muertas} / 100 \text{ plantas objeto de estudio} = 100\% \text{ de efectividad}$$

Al analizar los resultados y por facilidad en el área de estudio seleccionamos una plántula que a que presento más mortalidad

Característica de la planta con mayor mortalidad:

- Nombre común: pastelito
- Morfología: hoja pequeña, oblicua y alargada
- Cantidad de plantas en el terreno de estudio: 100 aproximadamente

- Reacción de la planta comúnmente llamada pastelito al aplicarle herbicida: la planta presentó cambios casi de forma instantánea presentándose una mortalidad de 90% los cambios que se apreciaron fueron adormecimiento de la plántula, cambio de color en sus hojas de verde paso a un color amarillento, luego a un color naranja y posteriormente la muerte total de la planta en menos de 12 horas.

- Forma de aplicación del herbicida:

El herbicida fue aplicado de forma foliar.

Una vez seleccionada la plántula que se quería estudiar, procedimos a limpiar el terreno de las otras plantas presentes y procedimos para determinar el grado de concentración al que mejor funcionara como herbicida.

- La selección de la concentración más adecuada:

Realizamos tres diluciones de cachaza en el aguamiel (100%, 80%, 60%) a los que llamaremos tratamientos, de los cuales se realizan tres repeticiones.

Para poder realizar el diseño experimental del área de estudio, fue necesario calcular el área y subdividirla para cada uno de los tratamientos.

Resultados:

- T1: agua miel al 100
- T2: aguamiel (80%) + cachaza (20%). = Resultado agua miel al 80 %
- T3: aguamiel (60%) + cachaza (40%)= resultado agua miel al 40%
- TBLANCO: aguamiel (50%)+ cachaza (50%)

Al realizar las aplicaciones con sus respectivas repeticiones los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- El tratamiento que causó mayor mortalidad fue el de 60%, evidenciando la toxicidad presente en el aguamiel y su influencia en este tipo de vegetación.

Observaciones: es necesario aclarar que la aplicación se realizó de forma foliar, pero en el suelo también apreciamos cambios, por lo tanto se hará necesario análisis del suelo final en el cuadrante 3 para corroborar las afectaciones que presentó en el suelo. Al realizar la aplicación se deben seguir investigaciones para determinar, si el herbicida de aguamiel sirve para combatir especies de la familia de la planta en estudio conocida comúnmente como pastelito.



En total se analizaron 100 plantas de las cuales todas en su totalidad resultaron muertas por tanto se determinó que el herbicida posee un 100% de efectivo en las plantas objeto de estudio con una mayor mortalidad fue el de tratamiento del 60%, evidenciando la toxicidad presente en el aguamiel y su influencia en este tipo de vegetación.

Actividad 3.4: Alcances y restricciones del herbicida

Teniendo en cuenta que se trata de un herbicida orgánico no posee restricciones específicas, no obstante es importante señalar que este debe ser utilizado acorde a lo establecido en las guías y normativas vigentes.

Cabe señalar que los resultados obtenidos de las aguas mieles como herbicidas solo aplica para las plantas seleccionadas y mencionadas en este documento.

Actividad 3.5: Socialización y divulgación de los resultados obtenidos.

Al concluir la investigación y con la seguridad de los ensayos realizados en campo, se socializó los resultados finales a fin de crear escenarios de sensibilización y participación relacionados con los impactos derivados del mal uso de las aguas mieles y los efectos ocasionados al ambiente.



CONCLUSIONES

Mediante la ejecución del presente proyecto se pudo concluir que las aguas mieles presentan características de acidez y alta concentración de materia orgánica, por lo cual resulta de interés buscar alternativas que propicien su aprovechamiento y que al mismo tiempo reduzca los impactos ambientales negativos que puedan resultar de una mala disposición de las aguas residuales resultantes de esta actividad.

Para el desarrollo de la investigación se realizaron muestra de las aguas mieles y se comparó con los valores que exige la Resolución 0631 de 2015, y ninguno de los parámetros está dentro del rango permitido, por tanto la afectación al ecosistema es latente, entrando a profundidad con los valores de DQO, DBO, SST, pH y Grasas y aceites de nuestra muestra se deducen que los posibles impactos en el suelo son, disminución de la fertilidad, alteraciones en la porosidad y permeabilidad, alteraciones en la dinámica de los microorganismos presentes, y por ultimo afectaciones en el sistema radicular en las plantas disminuyendo la absorción de nutrientes.

Al comparar los parámetros analizados en las muestras de suelo se deduce lo siguiente: En la muestra inicial este valor era 5,34, mientras que en la muestra final del suelo 4,71 disminuyendo notoriamente, el porcentaje de fosforo disminuyó considerablemente respecto a la muestra inicial, lo que impide el metabolismo y almacenamiento de la energía (ATP y NAD), e interrumpe el ciclo natural de la fotosíntesis, lo cual se puede evidenciar a simple vista en las fotografías donde se observa las hojas marchitas y por último el valor disminuyó considerablemente lo que indica la interrupción de los procesos de crecimiento y fotosíntesis de la planta, caracterizándose principalmente por el color amarillo en las hojas.

Respecto a la efectividad se concluye que el herbicida con un tratamiento del 60%, posee un 100% de efectividad en las plantas seleccionadas y mencionadas en este documento.



10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

"Agricultura". (16 de 03 de 2018). *significados.com*. Obtenido de

<https://www.significados.com/agricultura/>

Acurio, G. R., Texeira, P., & Zepeda, F. (1997). *Diagnostico de la situacion del manejo de residuos solidos municipales en America Latins y el Caribe*. washitong. D.C.

Agrotterra The Leading Agrimarketplace. (2018).

Agrotterra.com. (1 de Febrero de 2018). *Agrotterra-Leading Global Agrimarketplace*.

Obtenido de Agrotterra-Leading Global Agrimarketplace:

<https://www.agrotterra.com/blog/descubrir/herbicidas-clasificacion-y-uso/77614/#:~:text=Un%20herbicida%20es%20un%20producto,o%20van%20a%20oser%20cultivados>

BERMUDES. (1980). 52.

Cancilleria de Colombia. (s.f.). *Cancilleria de Colombia*. Obtenido de

<https://www.cancilleria.gov.co>: <https://www.cancilleria.gov.co/economia-circular#:~:text=Reconociendo%20que%20una%20econom%C3%ADa%20productiva,la%20%E2%80%9CEstrategia%20Nacional%20de%20Econom%C3%ADa>

Cardenas, R., & Julio, O. (2014). MANEJO INTEGRADO DEL RECURSO AGUA, EN EL PROCESO DE BENEFICIO HUMEDO DEL CAFE, PARA LA ASOCIACION DE PRODUCTORES DE CAFE ESPECIAL "ACAFETO" EN EL MUNICIPIO DE FRESNO, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA. Obtenido de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1265/Cardenas_Garzon_Rodrigo_Cristobal_2014.pdf?sequence=1

CAROLINE, C. (1995). *GLYPHOTASE, PART 2*. EUGENE, OR. USA.

Cerquera, L., Óscar, H., Orjuela, Y., & Cristian, F. (2015). El acompañamiento institucional en el desarrollo del sector cafetero colombiano. *Revista Finanzas y*

- Política Económica [en línea]*, 7 Num 1, 169-191. Obtenido de
:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323535374009>> ISSN 2248-6046
- CLIMATE-DATA-ORG*. (2018). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cesar/atanquez-342616/>
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA*. (1991).
- CORANTIOQUIA*. (2016). *Manual de Producción y Consumo Sostenible. Gestion del recurso hidrico. sector cafetero*.
- CULTURA, M. D.* (2016). *Kankuamos, guardianes del equilibrio del mundo*.
- DIH, O. D.* (s.f.). Obtenido de
http://historico.derechoshumanos.gov.co/Observatorio/Documents/2010/DiagnosticoIndigenas/Diagnostico_KANKUAMO.pdf
- ETNIAS DEL MUNDO*. (s.f.). Obtenido de <https://etniasdelmundo.com/colombia/kankuamos/>
- infokofe*. (s.f.). *infokofe-Revista de Café*. Obtenido de infokofe:
<https://infokofe.com/cultivo-y-cosecha/planta-de-cafe/>
- MAESTRE, R. A.* (25 de SEPTIEMBRE de 2018). *VISITA FINCA PILOTO*. (L. A. MONTERO, Entrevistador)
- Matuk, Puerta, & Rodriguez.* (2007). El impacto biológico de los efluentes del beneficio humedo de café. *CENICAFE*, 234-252.
- MEISTER, R.* (1995). *FARM CHEMICALS HANDBOOK*. WILLOUGBY, USA: PUBLISHING COMPANY.
- MINISTERIO DE AMBIENTE*. (2015).
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL*. (2010). DECRETO NUMERO 2930.
- NIVIA, E.* (s.f.). *EFFECTOS SOBRE LA SALUD Y EL AMBIENTE DE HERBICIDAS QUE CONTIENEN GLIFOSATO*.

NIVIA, E. (s.f.). *EFFECTOS SOBRE LA SALUD Y EL AMBIENTE DE HERBICIDAS QUE CONTIENEN GLIFOSATO.*

OIK. (s.f.). *Cabildo Indigena.* Obtenido de <https://cabildokankuamo.org/asoprokanweb/>
ORGANIZACION INDIGENA KANKUAMA. (17 de 08 de 2020). *CABILDO INDIGENA DEL RESGUARDO KANKUAMO.* Obtenido de CABILDOKANKUAMO.ORG

Orozco, D., & Julio, M. (Noviembre de 2017). “Caribe cafetero, cultura y tradición indígena”. Cartagena de Indias D.T. y C., Colombia.

Pulgarin, j., & Valencia, f. (s.f.). Consideraciones finales sobre la nutrición mineral y organica en la produccion de la finca. En *sistemas de produccion en Colombia* (págs. 202-232).

RAE. (s.f.). *REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.*

Republica de Colombia, Ministerio de Ambiente. (1997).

República de Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). decreto 2667 de 2012.

República de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible. (2010). Decreto 4728.

Republica de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. (1998). Bogota.

RIVERA, A. P. (2013). *FISIOLOGIA DE CULTIVOS EN EL TROPICO SECO: PERSPECTIVAS DEL MEJORSAMIENTO FRENTE AL CAMBIO CLIMATICO.*
VALLEDUPAR: FONDO DE PUBLICACIONES UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR.

Rugama, M., & Save, R. (2013). Efecto vertido aguas mieles en calidad físico-química del agua microcuenca Rio Cuspire Yali, Nicaragua. *Revista Científica de FAREM-Estelí. Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano.* N° 7.

Tofiño, A. P. (2013). *Fisiologia de cultivo en el tropico seco: Perspectivas de mejoramiento frente al cambio climatico.* Valledupar.

TRUJILLO, E. Y. (2016). IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
RELACIONADOS CON EL PROCESO DE BENEFICIO HUMEDO DEL CAFE
EN LA VEREDA DE TRES ESQUINAS HUIILA-COLOMBIA. BOGOTA.

UTZ CERTIFIED. (s.f.). Manual para la construcción de sistemas de tratamiento de aguas
residuales. Obtenido de <http://www.utzcertified.org>

VIAJAR A COLOMBIA. (s.f.). *VIAJAR A COLOMBIA.COM*. Obtenido de
<https://viajareacolombia.com/valledupar/atanquez/>


Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, FAO, 2015, *la
contaminación del suelo: una realidad oculta*, obtenido de
<http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>




ANEXOS

Figura 13

Resultado de Laboratorio muestra de Aguas Miel



**Laboratorio
Nancy Flórez García S.A.S**
Confiable en toda prueba
Nit: 824.005.568-0



IDEAM
INSTITUTO DE RECURSOS
MIBIOLÓGICOS Y
ESTUDIOS AMBIENTALES

COD: RO-104 Ver: 08 del 17 de Agosto de 2018

CERTIFICADO DE ANALISIS
N° 51969

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA : LAURA VANESSA ALVARADO MARTINEZ
DIRECCIÓN : CRA 32 CALLE 8 N 109
CONTACTO : LAURA VANESSA ALVARADO MARTINEZ
CARGO : PARTICULAR

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : FINCA LA GUSTADERA
PUNTO DE MUESTREO : TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

NIT : 1065806916
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELÉFONO : 3234508153

HORA MUESTRA : 06:00
MUESTREO : 2021/09/28
RECEPCIÓN : 2021/09/28
INICIO ENSAYOS : 2021/09/29
FINAL ENSAYOS : 2021/10/14
INFORME : 2021/10/14

| Fisicoquímico | | | | |
|--|---|------|-------------------|-----------|
| ANÁLISIS | MÉTODO - TÉCNICA | LCM | FECHA ANÁLISIS | RESULTADO |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) mg O2/L (A) | SM 5210 B / SM 4500-O G - Incubación 5 días | 2,00 | 2021/09/29 | 56792 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg O2/L (A) | SM 5220 C - Reflujo cerrado - Volumétrico | 20,0 | 2021/10/05 | 90994 |
| Grasas y aceites mg/L (A) | PARTICION INFRAROJO METODO C NTC 3362:2011 - Infrarrojo | 2,00 | 2021/10/09 | 115 |
| pH (22,7 °C) U de pH | SM 4500-H+ B - Electrométrico | - | 2021/09/29 | 4,16 |
| Sólidos Suspendedos Totales mg/L (A) | SM 2540 D - Gravimétrico | 5,00 | 2021/09/30 | 2440 |
| Temperatura °C | SM 2550 B - Electrométrico | - | 2021/09/29 | 22,7 |

NOTA :
Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

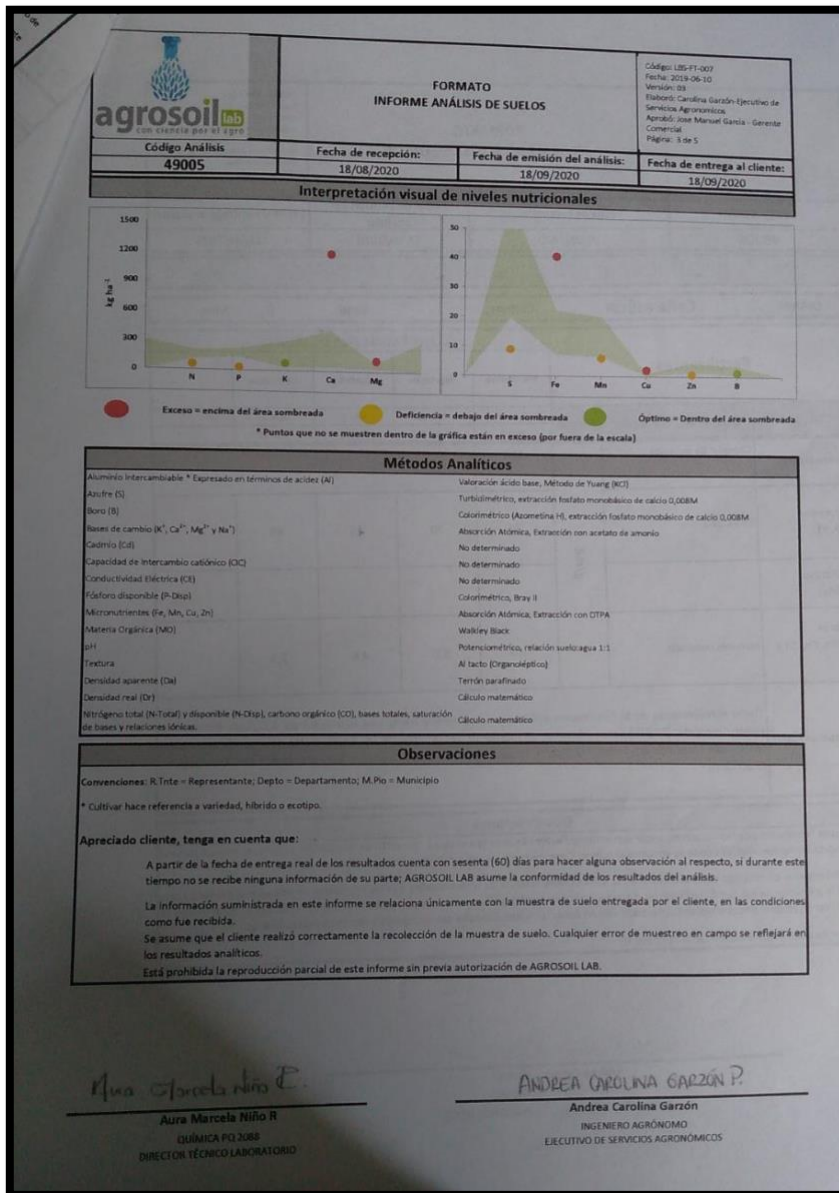
N.A: No Aplica N.S: No Suministrado
(A): Acreditado (S): Subcontratado (LCM): Limite de cuantificación del método
Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
Resultado no controlado una vez entregado al cliente.
El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.
No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.
Cuando se coloque la sigla N.S en la fecha de Análisis, indica que el Laboratorio Subcontratado no la ha suministrado en el certificado de análisis entregado
Para los ensayos microbiológicos y DBO, la fecha de análisis corresponde a la fecha de inicio de los mismos. La fecha de finalización cumplen en cada caso los tiempos establecidos en el método.
Laboratorio Acreditado por el IDEAM según Resolución N° 0398 de 02 de mayo 2019 " por la cual se renueva y se extiende la acreditación al LABORATORIO AMBIENTAL Y DE ALIMENTOS NANCY FLOREZ GARCÍA de la SOCIEDAD LABORATORIOS NANCY FLOREZ GARCIA SAS., para producir información cuantitativa, física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes y de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

Fuente: Laboratorio Nancy Flórez, 2021



Figura 14

Resultado muestra de suelo previo a la aplicación del herbicida



Fuente: Laboratorio Agrosoil 2021

Figura 15

Resultado muestra de suelo previo a la aplicación del herbicida

| agrosoil | | INFORME ANÁLISIS DE SUELOS | | | Código: 180-01-020 Fecha: 2020-06-10 Versión: 03 Elaboró: Carolina García-Espinosa de Servicios Agronómicos Aprobó: José Manuel García-González Comercial Página: 1 de 5 | |
|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---|--|---|---|
| Código Análisis: 49005 | | Fecha de recepción: 18/08/2020 | Fecha de emisión del análisis: 18/09/2020 | Fecha de entrega al cliente: 18/09/2020 | | |
| INFORMACIÓN DEL CLIENTE | | | | | | |
| Nombre: | Rumildo Avarado Maestre | R.Tntc: | FUNPROMORURAL | Móvil: | 3167239852 | E-mail: funpromorural@gmail.com |
| Opto: | CESAR | M.Pio: | VALLEDUPAR | Vereda: | - | Finca: La gustadera |
| Lote: | 43 | Cultivo: | Caña azúcar | Cultivar: * | - | Edad: 0 Mes |
| Clima: | Templado | Pendiente o inclinación: | Plana | | 0-3 % | |
| RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS | | | | | | |
| Propiedades físicas | | | | | | |
| Textura | F-A-Ar | Franco arenosa arcillosa | | La textura franco arenosa arcillosa se asocia con moderada capacidad de retención de agua, moderada a baja pérdida de nutrientes por lixiviación, moderada a alta disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, moderada a alta fertilidad del suelo. | | |
| Arcilla | % | Calificación | | | | |
| Limo | | | | | | |
| Arena | | | | | | |
| D _a | g ^{cm} ⁻³ | 1 | | | | |
| D _r | g ^{cm} ⁻³ | | | | | |
| Propiedades químicas | | | | | | |
| Propiedad | Unidad | Resultado | Rango óptimo | | Calificación | Interpretación |
| pH | | 5,34 | 6,20 | 7,00 | Fuertemente ácido | Disminuye fuertemente la absorción de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Zn y B |
| CE | ds ^m ⁻¹ | | | | | |
| CIC | | | | | | |
| CICE | cmol ⁺ Kg ⁻¹ | 4,55 | | | | |
| BT | | 3,64 | 6,01 | | Bajo | Suelo con bajo contenido de bases intercambiables |
| Composición química | | | | | | |
| MO | % | 2,47 | 7,01 | | Deficiente | Deficiente contenido de materia orgánica. Se debe aplicar abundante abono orgánico bien compostado para incrementar porcentaje de materia orgánica |
| CO | % | 1,43 | 4,07 | | Deficiente | |
| N-Total | | 0,12 | 1,41 | | Deficiente | Deficiente contenido de nitrógeno total. Se debe aplicar abundante abono orgánico bien compostado para incrementar porcentaje de nitrógeno orgánico |
| N-Disp | mg ⁺ Kg ⁻¹ | 27,79 | 52,92 | 100,44 | Deficiente | La deficiencia de nitrógeno generalmente produce en la caña un retraso en el crecimiento de la planta, clorosis en follaje que puede convertirse en necrosis. |
| P | | 14,23 | 67,46 | 110,45 | Deficiente | La deficiencia de fósforo generalmente produce en la caña coloraciones rojas en el follaje y retraso en el crecimiento (pseudotillatías cortas y delgadas). |
| K | | 0,10 | 0,04 | 0,38 | Óptimo | Óptimo contenido de K, solo aplicar K de mantenimiento |
| Ca | cmol ⁺ Kg ⁻¹ | 2,96 | 0,11 | 1,03 | Exceso | El exceso de calcio puede generar en la caña deficiencia de potasio, magnesio o boro. |
| Mg | | 0,46 | 0,11 | 0,35 | Exceso | El exceso de magnesio puede causar en la caña reducción general del crecimiento de la planta, deficiencias de calcio y potasio y aborto floral. |
| Na | | 0,12 | | | | |
| Al | | - | | | | |

Fuente: Laboratorio Agrosoil. 2021



Figura 16

Procesos de elaboración de Café finca La Gustadera



Fuente: Autoras, 2022

Figura 17

Plantas antes de aplicar el herbicida



Fuente: Autoras, 2022

Figura 18

Aplicación del Herbicida



Fuente: Autoras, 2022

Figura 19

Plantas después de la aplicación del herbicida



Fuente: Autoras, 2022