

**Diagnóstico del grado de contaminación generado por las aguas mieles de café vertidas sin
tratamiento alguno a la quebrada Chibcha vereda La Cabaña, municipio de Inzá.**

Eivar Geovanny García Medina

Director

Rocío del Carmen Yépez Dávalos

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. ECAPMA

Tecnología en Sistemas Agroforestales.

2023

Página de Aceptación

Director Trabajo de Grado

Jurado 1

Jurado 2

Popayán - 2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo primeramente a Dios, quien ilumina mis caminos y me ha dado sabiduría y fortaleza para emprender y culminar mis estudios.

A mi amada esposa, por ser esa parte esencial en mi vida; que de manera especial y cariñosa me motivo e impulso hasta su partida, para entender que nunca es tarde para aprender y progresar. A mis queridos hijos para que mis triunfos y realizaciones les sirvan como ejemplo para sus vidas.

Geovanny.

Agradecimientos

Expreso mis más sinceros agradecimientos a:

Los tutores de los distintos cursos que conforman el plan de estudios de la Tecnología en
Sistemas Agroforestales, por sus orientaciones en el transcurso de la carrera.

A mi familia, por sus consejos, por la motivación constante y por haberme apoyado en
todo momento.

A los compañeros y amigos quienes con sus consejos y voces de ánimo me apoyaron para
estudiar y realizar este trabajo.

Geovanny.

Resumen

Mediante un análisis y como parte del diagnóstico realizado sobre el estado del agua de la quebrada Chibcha ubicada en la vereda la Cabaña del municipio de Inzá, sabiendo que es receptora de una buena cantidad de residuos sin tratamiento, provenientes del proceso húmedo de transformación del café (*coffea arabica*) y siendo esta fuente un potencial hídrico para el consumo humano, se investiga qué afectación e impacto ambiental pudieran tener las sustancias externas (lixiviados) en la composición natural del agua del pequeño arroyo. Para encontrar respuestas técnicas y llegar a concluir en qué medida ocurre dicha afectación, fue necesario realizar; cálculo de aforo de caudal (m/s), tomas de muestra del líquido antes y después de la cosecha cafetera en parte alta y baja del afluente para ser enviadas y analizadas en laboratorio. Lo anterior amparado en la normatividad vigente donde se establecen los parámetros mínimos y máximos del agua para el consumo humano. Las muestras recolectadas fueron analizadas por la empresa Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. ESP.

Con base en el diagnóstico realizado y los resultados del análisis del estado físico químico del agua examinada se puede afirmar hay un aumento significativo en el porcentaje de Conductividad, Demanda biológica de oxígeno (DBO), Sólidos suspendidos, Turbidez y Fósforo (P) con lo que se indica que el líquido vital si se impacta negativamente con las sustancias mencionadas y las mismas son contaminantes que impiden que el agua sea consumida de forma directa por la población e incluso causan efectos nocivos en los ecosistemas acuáticos. Dando razón a lo anterior se presentan sugerencias en cuanto al manejo y tratamiento del agua y disposición de residuos domésticos, agrarios e industriales.

Palabras claves. contaminación, diagnóstico ambiental, impacto ambiental, quebrada.

Abstract

Through an analysis and as part of the diagnosis carried out on the state of the water of the Chibcha stream located in the village of La Cabaña in the municipality of Inzá, knowing that it is the recipient of a good amount of untreated waste, coming from the wet coffee transformation process. (*coffea arabica*) and since this source is a water potential for human consumption, it is investigated what affectation and environmental impact external substances (leachates) could have on the natural composition of the water of the small stream. In order to find technical answers and come to conclude to what extent this affectation occurs, it was necessary to carry out; calculation of flow capacity (m/s), liquid sample taking before and after the coffee harvest in the upper and lower part of the tributary to be sent and analyzed in the laboratory. The foregoing is covered by current regulations where the minimum and maximum parameters of water for human consumption are established. The collected samples were analyzed by the company Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P.

Based on the diagnosis made and the results of the analysis of the chemical physical state of the water examined, it can be affirmed that there is a significant increase in the percentage of Conductivity, Biological Oxygen Demand (BOD), Suspended Solids, Turbidity and Phosphorus (P) with what that it is indicated that the vital liquid is negatively impacted by the mentioned substances and they are contaminants that prevent the water from being directly consumed by the population and even cause harmful effects on aquatic ecosystems. Giving reason to the above, suggestions are presented regarding the management and treatment of water and disposal of domestic, agricultural and industrial waste.

Keywords. Contamination, environmental diagnosis, environmental impact, stream,

Tabla de Contenido

Introducción	11
Problema.....	13
Planteamiento del Problema	13
Formulación del Problema.....	14
Justificación.....	15
Objetivos	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos.....	16
Marco de Referencia	17
Estado del arte	17
A Nivel Internacional.....	17
A Nivel Nacional	18
Marco teórico	20
Recurso Hídrico	20
Usos del Recurso Hídrico	21
Contaminación del Agua.....	21
Fuentes de contaminación.....	22
Tipos de Contaminantes.....	22
Criterios Para la Calidad del Agua	23

Marco Espacial o Geográfico	25
Marco Legal	29
Marco Conceptual	31
Fases de la investigación	33
Análisis de la Información	34
Resultados y Conclusiones.....	35
Toma de muestras	35
Aforo de Líquido de la Quebrada	37
Resultados	44
Análisis de la calidad del agua	44
Caracterización del Tipo de Contaminación que se Encuentra Presente en la Quebrada la Chibcha.....	50
Conclusiones	51
Recomendaciones.....	53
Referencias Bibliográficas	55

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Fuentes de contaminación del agua</i>	22
Tabla 2 <i>Cantidad de agua vertida directamente</i>	42

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Localización del municipio de Inzá Cauca</i>	26
Figura 2 <i>Vereda la cabaña municipio Inzá</i>	28
Figura 3 <i>Quebrada Chibcha en su paso por el sector El caucho.</i>	28
Figura 4 <i>Toma de muestras calidad de agua precosecha</i>	35
Figura 5 <i>Toma de muestras calidad de agua postcosecha</i>	36
Figura 6 <i>Toma de muestras calidad de agua post cosecha</i>	36
Figura 7 <i>Medición aforo corriente de la quebrada</i>	38
Figura 8 <i>Medición aforo corriente de la quebrada</i>	39
Figura 9 <i>Medición aforo corriente de la quebrada: método del pin pong o flotador</i>	39
Figura 10 <i>Cálculo del caudal de la quebrada</i>	41
Figura 11 <i>Análisis del cálculo del caudal de la quebrada</i>	42
Figura 12 <i>Análisis calidad del agua parte alta de la quebrada, primera muestra</i>	44
Figura 13 <i>Análisis calidad del agua, parte baja de la quebrada, primera muestra</i>	45
Figura 14 <i>Análisis calidad del agua, parte alta de la quebrada, segunda muestra</i>	46
Figura 15 <i>Análisis calidad del agua, parte baja de la quebrada, segunda muestra (2)</i>	47

Introducción

La contaminación ambiental se ha constituido en una gran problemática para la población mundial y los ciclos biológicos existentes en el entorno natural. La misma es el resultado de la actividad humana en diferentes ámbitos; en los cuales se demuestra un alto nivel de desconocimiento sobre buenas prácticas para la conservación del medio ambiente y las consecuencias de este fenómeno se evidencian en el incremento de descargas de desechos sólidos, líquidos, grasos, jabonosos en la mayoría de las fuentes hídricas como ríos y quebradas; ocasionadas principalmente por elementos contaminantes provenientes del vertimiento de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales.

En este sentido, con el aumento de los vertimientos a ríos y quebradas, lo que se produce, no es solo un deterioro en la calidad del agua; sino que, también se constituye en una amenaza para la salud humana, y el desarrollo económico de las zonas afectadas.

En el Municipio de Inzá, Departamento del Cauca, en la vereda la Cabaña, se ubica la quebrada la Chibcha. Es una corriente hídrica que en ausencia de otra opción es una potencial alternativa de riego y consumo de mucha importancia para la población del sector y de alguna manera, se ve expuesta a contaminación por vertimientos de aguas mieles de café (*coffea arabica*), residuos enviados sin tratamiento alguno por algunas unidades familiares, que como consecuencia provoca cambios en las características fisicoquímicas del agua.

Con base en las anteriores consideraciones expuestas, el objetivo del estudio se centró en determinar mediante un diagnóstico, el grado de contaminación generado por las aguas mieles de café (*coffea arabica*), vertidas sin ningún proceso descontaminante a la quebrada chibcha en el municipio de Inzá.

Por lo que, la presente investigación se encuentra compuesta por lo siguiente apartados:

Planteamiento y formulación del problema, se enuncia las razones que dan origen al problema objeto de estudio. Se relaciona la formulación de objetivos general como específicos, y la justificación, que da cuenta del porqué se desarrolló el estudio.

Referentes teóricos que respaldan la investigación. Además, se incluye, marco legal necesario en este tipo de estudio, así como, se entrega un marco conceptual a manera de glosario para facilitar la comprensión del tema.

En el apartado siguiente, se muestra el marco metodológico, que describe el enfoque, tipo de investigación, el método investigativo, y las técnicas y herramientas utilizadas para recoger la información.

Resultados y conclusiones, aquí presento los resultados de la investigación, de acuerdo con los objetivos planteados. Con base en estos (objetivos y resultados) se establecen las conclusiones y se formulan recomendaciones que desde nuestra óptica son pertinentes para mitigar el deterioro ambiental en la zona.

Problema

Planteamiento del Problema

Según el IDEAM (2015) Colombia es uno de los países con mayor número de recursos hídricos en el mundo. Se pueden encontrar 6 tipos de aguas: aguas lluvias, aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas termo minerales, aguas marinas y oceánicas y aguas de alimentación glacial. Por ello, uno de los grandes problemas de carácter ambiental que enfrenta nuestro país, es el que representa la inadecuada gestión de desechos líquidos en distintas fuentes hídricas.

Kocasoy (2008) asegura que estos desechos son fuertes contaminantes que son directamente responsables para la generación de enfermedades endémicas asociadas a agentes patogénicos. Así mismo, con el deterioro de calidad del agua provocada por los vertidos sin tratamiento, surgen efectos negativos para los distintos usos del agua como son: el consumo humano, el riego, turismo, paisaje y estética.

Esta problemática no es ajena en el municipio de Inzá, en especial la fuente hídrica denominada quebrada Chibcha en su tránsito por la vereda la Cabaña, distante un kilómetro (1) de la cabecera municipal de Inzá departamento del Cauca, puede estar contaminada con aguas mieles del café (*coffea arabica*) y en el futuro inmediato aún más por cuanto; en la cabecera de la quebrada, parte alta de la montaña, se ha establecido un cafetal de tamaño considerable; lo que implica que, las aguas residuales van a ser arrojadas a la corriente natural y se perderá la posibilidad de usarla como agua potable.

Esta situación, afectará a la totalidad de la comunidad constituidas por 35 familias, que se encuentra establecida por los flancos de la quebrada y de la cual hacen uso del agua para el consumo. Igualmente, no se ha realizado un trabajo contundente que evite la contaminación y progresiva reducción de esta fuente hídrica, dado que a nivel municipal no se cuenta con una

política que regule la disposición de desechos líquidos, y mucho menos no existen planes integrales para el manejo de esta y otra clase de desechos.

Formulación del Problema

Ante la evidente contaminación, la presente investigación pretende realizar un diagnóstico que indique cómo y de qué manera se contamina el agua natural con los lixiviados del café (*coffea arabica*). Entonces, es necesario estudiar y analizar el problema del vertimiento y preguntarse ¿Cómo afecta la mala disposición de las aguas mieles del beneficio del café (*coffea arabica*), la calidad del agua de la quebrada Chibcha, cuyos beneficiarios son los habitantes de la vereda La Cabaña, municipio de Inzá- Cauca?

Justificación

Una de las mayores preocupaciones de la sociedad es la conservación y preservación del medio ambiente y de cómo disminuir, mitigar los impactos en el agua, los suelos, la flora, fauna y de salud, causados por las actividades humanas, entre ellas la agrícola e industrial.

Por ello, es oportuno resaltar la importancia del presente estudio, toda vez que su objetivo es el realizar un diagnóstico ambiental para determinar los niveles de contaminación de la quebrada la chibcha en el municipio de Inzá departamento del Cauca, por vertimientos de aguas mieles de café (*coffea arabica*), los cuales una vez determinados, se presentaran recomendaciones para mitigar los efectos contaminantes, de tal manera que, dichas acciones integren a los propietarios de los predios aledaños a la quebrada, la administración municipal y la autoridad ambiental que ejerce influencia en la zona, para sensibilizar e instruir sobre la importancia de mantener y cuidar el recurso agua.

De la misma manera, el estudio puede considerarse como un pequeño aporte a la investigación ambiental en el municipio, presentando los resultados que permitan entonces a futuro diseñar planes e implementar estrategias que propendan por mitigar, prevenir y evitar la contaminación por aguas mieles provenientes del cultivo del café.

Objetivos

Objetivo General

Determinar mediante un diagnóstico el grado de contaminación generado por las aguas mieles de café (*coffea arabica*) vertidos sin tratamiento alguno a la quebrada Chibcha en el municipio de Inzá.

Objetivos Específicos

Caracterizar el grado de contaminación por agentes químicos del café, que se encuentren presentes en el agua de la quebrada la Chibcha vereda la Cabaña en el municipio de Inzá.

Evaluar la calidad del agua de la quebrada la Chibcha, por medio de tomas de muestras y de su análisis por parámetros físico-químicos. (color, olor, sólidos, turbidez)

Proponer recomendaciones a la comunidad involucrada sobre buenas prácticas sanitarias para minimizar la contaminación.

Marco de Referencia

Estado del arte

En este apartado se ha realizado una investigación de fuente secundaria, para identificar investigaciones que han tratado sobre el tema objeto de estudio. Par lo cual se analizaron estudios a nivel internacional y nacional.

A Nivel Internacional

Loaiza (2009) en el estudio denominado “Contaminación de Agua en la Quebrada Camaronera, Parque Nacional Manuel Antonio, Área de Conservación Pacífico Central, MINAET, Costa Rica” Cuyo objetivo realizar un diagnóstico de la contaminación del agua en la quebrada al caracterizar los contaminantes y evaluar la calidad del agua a través de la toma de muestras y su análisis de variables microbiológicos y biológicos. Los resultados enseñan que la parte de la quebrada más afectada por contaminación es el recorrido bajo de la misma. En los puntos analizados se presentan cantidades elevadas de coliformes fecales y totales (1600/100 ml), revelando así la gran contaminación que se da por las aguas negras derivados de la zona domiciliar aledaña.

Así mismo, (Vazquez, 2016) en la investigación “El objetivo centro su interés en evaluar las afectaciones socio ambientales producidas por el aguamiel y la percepción de los cafetaleros sobre el vertimiento de este subproducto sin tratamiento alguno a los afluentes de la microcuenca La Suiza (MCLS)”, la cual se localiza dentro de la Reserva de la Biosfera el Triunfo en la Sierra Madre de Chiapas. El resultado concluyo que, en La MCLS, existe un ineficiente manejo del subproducto durante el PBH y una falta de conocimiento sobre el impacto en la calidad de los cuerpos de agua por parte de los productores. No obstante, la totalidad de los mismos se han

mostrado dispuestos y disponibles para realizar labores que vigoricen la sostenibilidad hídrica de la cuenca.

A Nivel Nacional

Ayala (2017) en la investigación sobre “impacto ambiental generado por los cultivos de café de la finca Santa Rosa de El Socorro Santander”, indagó sobre el impacto que generan los cultivos de café, en la finca llamada Santa Rosa ubicada en el municipio de el Socorro en el departamento de Santander, el estudio concluye que las aguas residuales del proceso o lixiviados, los cuales van a parar a la fuente o quebrada que pasa por la finca, generan alto grado de contaminación.

En este contexto, Campos y Duran (2019) centraron su interés en cómo “Diseñar un sistema de tratamiento para las aguas residuales agrícolas generadas en el beneficio húmedo del café en la finca buena vista; planadas Tolima, 2019”. El objetivo de la investigación consistió en proponer el diseño de un sistema de tratamiento para las aguas mieles (mucílago) generadas en la finca Buena Vista Planadas, dado que, el sector cafetero de la región, realiza el procesamiento del café por vía húmeda, en donde se generan residuos líquidos contaminantes por sus valores de acidez (pH ácido), sólidos sedimentables (SS) y Demanda Química de oxígeno (DQO). Los resultados determinaron que, las aguas mieles (mucílago) producto del beneficio húmedo del café aportan una alta carga de materia orgánica y sustancias que afectan drásticamente la calidad del cuerpo hídrico o suelo donde son vertidas directamente sin ningún tipo de tratamiento previo, logrando cambiar sus características fisicoquímicas afectando tanto a la vida acuática como terrestre, pues para este estudio todos los valores exceden los límites permisibles según la Resolución 631:2015.

Igualmente, Gómez y Pasaje (2021) en el estudio denominado “La educación ambiental como alternativa de solución en el manejo de los residuos generados en la producción cafetera en la vereda Valparaíso- San Lorenzo Nariño”, cuyo objetivo del mismo se basó, en implementar la educación ambiental en la Escuela de Padres de la Institución Educativa Valparaíso Bajo, San Lorenzo Nariño, como opción para solucionar el escaso manejo de los residuos generados por el cultivo de café en la vereda Valparaíso. Se encontró que, de los principales problemas que afronta la comunidad de caficultores de la Vereda Valparaíso, es la falta educación ambiental frente al tratamiento y manejo de los residuos sólidos generados durante el proceso productivo del café; además no cuentan con programas para capacitarse y mejorar los procesos productivos. Por lo que, se hace necesario implementar un plan de capacitación en las diferentes etapas que se llevan a cabo durante el procesamiento del café.

Las investigaciones referenciadas, sin duda, se constituyen en un gran aporte al presente estudio en aspectos que conciernen directamente a revisar, reflexionar, y mostrar los efectos contaminantes en la quebrada, pero también para concientizar a la población de la necesidad de implementar buenas prácticas de manejo ambiental.

Marco teórico

Los referentes teóricos de acuerdo con Arias (2012: 107), “Son aquellos que encierran un bagaje de los conceptos que dan el sustento científico que están en línea directa con el problema planteado y los objetivos”.

Recurso Hídrico

Tomando como referente a la Organización de la Naciones Unidas ONU (2008) la cual indica que:

Los recursos hídricos componen los principios sobre los que se asienta el desarrollo sostenible, al mismo tiempo que, los ecosistemas y el sustento humano estriban de un uso eficiente y racional de este líquido vital que cada vez es más valioso y exiguo. Por lo que, no solo se hace ineludible preservar el agua, sino que se requiere una distribución más equitativa mejorando su calidad.

Así mismo, y de acuerdo con (Díaz, 2009, p.88) “el agua es un recurso fundamental para el desarrollo de la vida humana y de la biodiversidad. Igualmente, es primordial para el desarrollo de actividades extractivas y productivas, como ganadería, minería, pesca y agricultura.”

En este contexto, El acceso al agua potable, es condición indispensable para la vida digna y la materialización de derechos como la alimentación y la salud. El agua potable y el saneamiento básico deben ser disponibles, accesibles, seguros, aceptables y asequibles para todos (Rodríguez, 2013, p.422).

En suma, el recurso hídrico hace referencia a todos los depósitos e insumos de agua que, en distintos estados físicos están disponibles para ser utilizados por el ser humano para satisfacer

alguna necesidad y por la naturaleza misma ya que es indispensables para la existencia de todo tipo de vida. Podemos decir inequívocamente que los recursos hídricos son la más importante de las riquezas naturales de la tierra (Enciclopedia Concepto, 2021).

Usos del Recurso Hídrico

Cadavid, (2008, p.2) mencionan que “el agua es un recurso natural con múltiples y muy diversos usos, hace parte del metabolismo de todo ser vivo, es indispensable para la producción de alimentos y para la higiene personal. No obstante, es también receptor de desechos, vía de transporte, materia prima, elemento para la generación de energía, refrigerante, elemento de alto valor lúdico y estético.

Contaminación del Agua

La contaminación del agua se da como resultados del vertimiento directo o indirecto en cauces, quebradas, de partículas en estado sólido, líquido y gaseoso. Por consiguiente, la contaminación es causante de daños en los organismos vivos del medio acuático y representa, además, un peligro para la salud de las personas y de los animales (Loíza, 2009) Según la ONU (2021) la contaminación del agua es aquella que sufre cambios en su composición natural hasta quedar inservible.

De acuerdo con lo expresado, existen dos formas de contaminación:

Contaminantes naturales: sustancias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión, tales como arsénico, cadmio, bacterias, arcillas, materias orgánicas, etc. (Loíza, 2009).

Contaminantes generados por el hombre: son producto de los desechos líquidos y sólidos que se vierten directa o indirectamente en el agua. Entre ellos, sustancias provenientes de desechos industriales y las sustancias empleadas en el combate de plagas agrícolas (Loíza, 2009).

Fuentes de contaminación.

Son variadas las fuentes de contaminación del agua, que alteran las características naturales. De acuerdo con Henry y Heinke, (1999) son cuatro las fuentes contaminantes, las cuales se describen en la tabla 1.

Tabla 1

Fuentes de contaminación del agua.

Fuente	Descripción
Fuentes naturales.	Se producen por arrastres de materia orgánica, los escurrimientos de aguas pluviales, productos inorgánicos producidos por la erosión del suelo y sustancias minerales
Fuentes agrícolas.	Originados por residuos animales y por el uso de plaguicidas y fertilizantes.
Fuentes urbanas o domiciliarias.	Originado en el incremento de la población en áreas urbanas, se ha dado un aumento en la producción de aguas residuales, que en su mayoría son descargadas en los cauces de los ríos: aguas negras domesticas como las aguas residuales municipales.
Fuentes industriales.	Aguas residuales que son generadas por las industrias que incluyen los residuos sanitarios derivados de procesos de manufactura.

Fuente. Henry y Heinke, (1999) Fuentes de contaminación.

Tipos de Contaminantes

El agua se contamina por vía de la descarga de aguas residuales que pueden trasladar diferentes tipos de sustancias contaminantes, entre ellas:

Agentes biológicos: Esta contaminación corresponde con la presencia de microorganismos patógenos, especialmente heces humanas y de animales.

Sustancias orgánicas: Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc.

Sustancias inorgánicas: conformado por ácidos, sales y metales tóxicos.

Otros contaminantes: en este conjunto se puede indicar, el color, la espuma y temperatura que pueden causar problemas en el agua.

Criterios Para la Calidad del Agua

De acuerdo con Loaiza (200) existen varios criterios para determinar la calidad del agua:

Oxígeno disuelto (OD): es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración se incrementa al reducirse la temperatura y la salinidad.

Demanda biológica de oxígeno (DBO): es la medida del oxígeno requerida para la estabilización de la materia orgánica.

Demanda bioquímica de oxígeno (DQO): indica la materia orgánica biodegradable.

Coliformes fecales y totales: las fecales son las bacterias que se encuentran presentes comúnmente en las aguas negras, provenientes de las excretas de los animales de sangre caliente incluyendo a los humanos.

Concentraciones de iones hidrógeno o pH: concentración relativa de los iones hidrógeno en el agua, es la que indica si está actuando como un ácido débil, determina la acidez o la alcalinidad del agua.

Turbidez: estima los sólidos en suspensión que obstruye el paso de la luz a través del agua.

Temperatura: es un requisito para el pH y la conductividad, es una medición útil para interpretar los rangos de solubilidad de los parámetros químicos.

Nitrógeno: el nitrógeno en forma de nitrato y nitrito son los compuestos que llegan al agua mediante precipitación, escorrentía y por efluentes de industrias alimenticias, aguas residuales domésticas y agrícolas.

Marco Espacial o Geográfico

El municipio de Inzá, está situado al oriente del departamento del Cauca, suroccidente colombiano, sobre la vertiente Oriental de la cordillera central y hace parte de la cuenca alta del Río Magdalena. Inzá hace parte del territorio denominado Tierradentro nombre dado por los españoles por las tumbas construidas en el subsuelo (hipogeos) de origen indígena y que proceden de la época prehispánica.

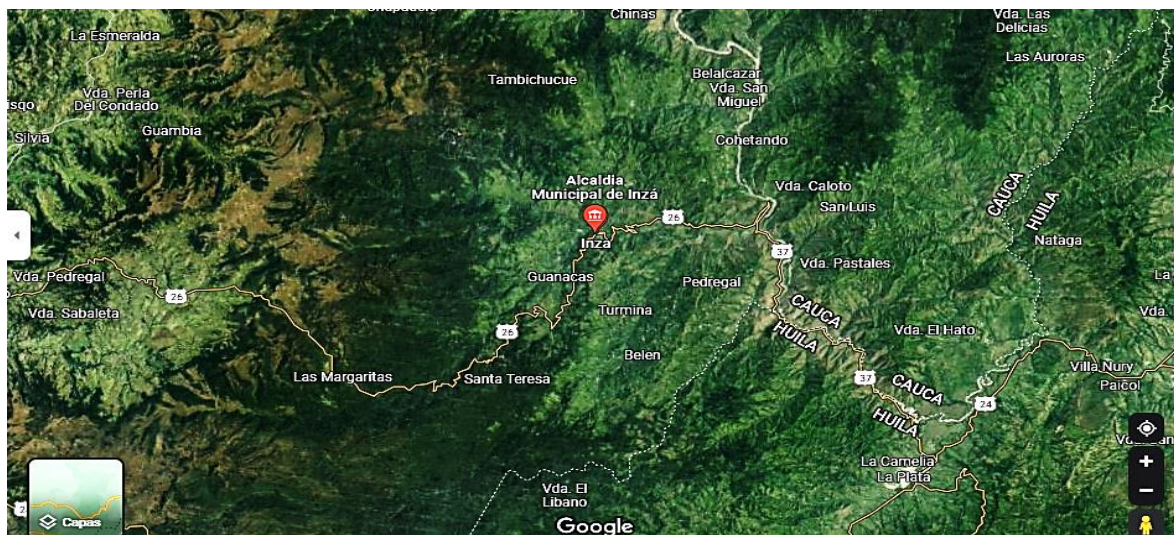
Se encuentra localizado a los 02° 33' 24" de latitud norte y 76° 04' 00" de longitud oeste; a 1.800 metros sobre el nivel del mar. Posee una temperatura de 19°C. y se encuentra a 91 km de la ciudad de Popayán capital del departamento del Cauca. Cuenta con una extensión total de 87,581.21 Km², donde la extensión de área urbana es de 685 km², y la extensión de área rural es de 86,896.21 km² aproximadamente. Limita con el municipio de Páez por el norte y el este, limita con el departamento del Huila, por el sur y con Totoró y Silvia por el Oeste.

Igualmente, el municipio cuenta con veredas y caseríos como Calderas, Guanacas, Los Alpes, Pedregal, Puerto Valencia, San Andrés, San José, San Miguel, Santa Rosa, Santa Teresa, Segovia, Topa, Tumbichucue y Turminá entre otros. (Gobernación del Cauca 2013).

Así mismo, se caracteriza por ser netamente agropecuario, por lo que este sector define las características del empleo local, que se ocupa principalmente en la producción de café, caña panelera, plátano y frutas. Igualmente, la ganadería ocupa la segunda actividad económica en importancia.

Figura 1

Localización del municipio de Inzá Cauca



Fuente. Tomado de Google Maps.

Inzá es un municipio “donde el asiento natural se concentra en la zona rural, principalmente en las zonas de la cordillera Occidental, donde se encuentran ubicados los Páramos de las Delicias y de Guanacas; allí nacen ríos y quebradas importantes que recorren su geografía como el río Negro, el río Ullucos, río Ovejas, quebrada de Guanacas, entre otros y cantidad de pequeños riachuelos, y ojos de agua que sirven de base para el abastecimiento de agua y acueductos de la zona rural y de los centros poblados” (Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015, p. 41).

Quebrada Chibcha. Así mismo, en el municipio se encuentra la vereda la Cabaña ubicada en la zona centro con una extensión de 115.72 Has, y en ella, la quebrada chibcha, objeto de estudio, alejada un kilómetro (1) de la cabecera municipal de Inzá. Nace en la parte baja de la finca la Florencia, a 2100 msnm, y se origina de un manantial llamado Potrerito. Inicia su

recorrido en dirección oriente-occidente antes de entregar sus aguas al río Ullucos, tributario del río Páez, perteneciente a la cuenca alta de la Magdalena.

En su recorrido la quebrada Chibcha es alimentada por pequeñas láminas de agua superficial y escorrentía ocasionadas por las lluvias de la región. Su importancia radica en que es un potencial de recurso hídrico para la población aledaña y sus pequeñas parcelas dedicadas a actividades agrícolas, en especial al cultivo del café y que se ubican a lado y lado de la quebrada.

En la parte baja, debido a la erosión; se viene ensanchando hacia un profundo cañón; ya que, al aumentar notablemente el caudal en tiempo de invierno, la quebrada arrastra consigo la desprotegida capa de sustrato de color amarillo, acercándose cada vez más a la frontera agrícola establecida por los labriegos de La Cabaña y El Caucho, con la probabilidad de generar represamientos.

Figura 2

Vereda la cabaña municipio Inzá



Fuente. Tomado de mapcarta.com.

Figura 3

Quebrada Chibcha en su paso por el sector El caucho.



Fuente. Autor

Marco Legal

A continuación, se relaciona la normativa colombiana que rige los vertimientos puntuales que se presentan por actividades agrícolas, domésticas e industriales, en donde el sector productivo del café se encuentra inmerso, debido a los vertimientos de aguas mieles generadas en el beneficio húmedo del café.

Constitución política 1991. La cual determinar el rol del estado, el cual salvaguardará las riquezas culturales y ambientales de la Nación.

Decreto Ley 2811 de 1974, artículos 1, 2, 7,8, 139,191, se establece el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Resolución 1433 de 2004, la cual reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.

Resolución 2115 de 200, por la cual se señalan las características, e instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Ley 1549 de 2012. Instituye los procedimientos para participar en programas de educación ambiental.

Resolución 1207 de 2014 Art. 6. Por la cual se instauran medidas concernientes con el uso de aguas residuales tratadas.

Resolución 631 del 2015 Capítulo VI. Art 9. Agroindustria. Por la cual se determinan medidas y valores máximos permitidos en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas y a sistemas de alcantarillado público y se decretan otras disposiciones.

Decreto 1076 del 2015, por él se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ley 2111 de 2021 Julio 29 de 2021, "por medio de la cual se reemplaza el título XI "de los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente de la ley 599 de 2000", Igualmente, modifica la ley 906 de 2004 y se decretan otras disposiciones". En especial lo ateniende al capítulo III, artículo 334. Contaminación ambiental.

Marco Conceptual

Seguidamente, se describen los conceptos básicos relacionados con los objetivos específicos planteados, y cuyas definiciones se han obtenido a través de una revisión bibliográfica.

Aspecto ambiental. Hace referencia a la forma en la cual se beneficia o se afecta el ambiente. (Universidad del Valle, 2002).

Calidad del agua. En el potencial de uso de fuentes no convencionales tales como recuperación, reutilización, reciclaje, desalinización y gestión de la demanda de agua se deben identificar los parámetros pertinentes del ciclo hidrológico y evaluar el requerimiento de agua de las diferentes alternativas de desarrollo (Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional. (CIDA)., 2005).

Contaminación ambiental. Entendida como la presencia de sustancias perjudiciales para los seres humanos y los ecosistemas (seres vivos). (Alcaldía Mayor de Bogota. Secretaria de Cultura, recreación y deporte., 2022).

Contaminante. Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente en ciertos niveles, concentraciones, pueda generar peligro a la salud de las personas, a la calidad de vida de la sociedad, y a la conservación y protección de la naturaleza. (Ministerio del medioambiente de Chile, 2022).

Fuente de agua. Hace referencia al agua de origen (como ríos, arroyos, lagos, embalses, manantiales y aguas subterráneas) que provee agua a los abastecimientos públicos de agua potable. (Agencia de protección ambiental de estados unidos., 2002).

Gestión integral del recurso hídrico (GIRH). “propende por la gestión y el aprovechamiento de manera regularizada tanto de los recursos hídricos, como la tierra y los recursos naturales, con la intención de maximizar el bienestar social y económico de una forma equitativa y sin poner en riesgo la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible., 2018).

Impacto ambiental. Es la alteración del ambiente por causa de la realización de actividades o de la ejecución de un proyecto, que puede perturbar la salud y el bienestar humano. (Universidad del Valle, 2002).

Muestra de agua. Es la toma de muestra de agua en un punto o lugar en un momento específico o determinado.

Residuos sólidos. Son las sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, las cuales se deben disponer según la normatividad vigente con el fin de evitar los riesgos que puedan causarle a la salud humana y al ambiente. (INEI, 2013).

Tratamiento del agua. Comprende el compendio de operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuyo objetivo consiste en la eliminación o disminución de la contaminación o las particularidades no deseables de las aguas. (Equios y laboratorios de Colombia., 2022).

Vertimiento. Descarga final de elementos, sustancias o agregados contenidos en un medio líquido a un cuerpo de agua, el alcantarillado o el suelo. (Alcaldía Mayor de Bogota. Secretaria de ambiente, 2022).

Fases de la investigación

El estudio se adelantará en 3 momentos o fases, a saber:

Fase de recolección de la información. Se realiza mediante la revisión documental relacionada con el tema objeto de estudio. Igualmente, mediante visita de campo para el reconocimiento de la fuente hídrica y establecer los puntos de muestreo.

Segunda fase denominada, trabajo de campo en donde se procedió a la toma de muestras de agua. Para ello fue necesario recurrir a la metodología para la toma de muestras de aguas residuales y aforos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia.

Tercera fase. Análisis de las muestras de agua en los laboratorios de la empresa Acueducto y Alcantarillado de la Ciudad de Popayán S.A. E.S.P

Análisis de la Información

A los datos obtenidos de fuente secundaria se les practicará un análisis de tipo cualitativo con el propósito de organizarlos. Igualmente, a los datos obtenidos de las pruebas de laboratorio se ejecutará un análisis cuantitativo con el propósito de dar respuestas a los objetivos planteados.

Resultados y Conclusiones

Toma de muestras

Para la obtención de la información, se realizó teniendo en cuenta el manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua para el consumo humano para análisis de laboratorio (Decreto 1575, 2007, art 27). En este sentido, se realizaron dos muestreos; con el fin de evaluar y calcular los parámetros químicos y microbiológicos con los que se caracteriza la contaminación por lixiviados del café. El propósito de los muestreos consistió en comparar las condiciones físico-químicas del agua antes y después de recibir unas cantidades ocasionales de lixiviados y/o aguas mieles resultantes del beneficio húmedo del café. Las figuras 4, 5 y 6 muestran el proceso de toma de muestras.

Figura 4

Toma de muestras calidad de agua precosecha



Fuente. Autor

Figura 5

Toma de muestras calidad de agua postcosecha



Fuente. Autor

Figura 6

Toma de muestras calidad de agua post cosecha



Fuente: Autor

En consecuencia, los parámetros evaluados a las dos muestras de agua pre cosecha y pos cosecha, parte alta de la quebrada y aguas abajo fueron: Alcalinidad, Conductividad, Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Fósforo total, Nitratos, Nitritos, PH, Sólidos suspendidos y turbidez.

En este contexto, el día 21 de mayo del año 2022, procedí a recolectar las primeras muestras de agua tanto en la parte alta como aguas abajo del cauce objeto de análisis. Esta tarea la realicé a manera de muestreo pre cosecha; la cual, consistió en tomar agua corriente de manera directa del arroyo en unos recipientes (3) debidamente preparados y esterilizados por el laboratorio del acueducto de Popayán S.A E.S.P.

Pasados 25 días después de la primera toma de muestra, el día 26 de julio de 2022, se repitió el mismo procedimiento para recolectar las muestras correspondientes al post cosecha y se entregaron al laboratorio y cuyos resultados de análisis fueron reportados el 5 de agosto del año 2022

Aforo de Líquido de la Quebrada

Igualmente, fue necesario conocer el aforo del líquido que corre diariamente por la quebrada; por lo cual, se procedió a realizar las mediciones pertinentes para hallar dichos valores. Para ellos, se utilizó el método del flotador que, consiste en demarcar un área del arroyo (con una cuerda travesando el cauce arriba y abajo en una longitud de 4 metros) y ésta a su vez se divide en tramos cortos para medir la profundidad de la lámina de agua y el ancho del cauce ($0,08+0,09+0,10 \times 1,0\text{m}$ de ancho = $0,09\text{m}^2$ esta sería área 1), valores con los cuales se hallan las áreas y se promedian para hallar un solo valor: ejemplo $A1+A2+A3/3=A_t$ promedio.

Así mismo, se procedió con el cálculo de la velocidad superficial del agua lanzando un ping pon, desde la línea de arriba y medí con un cronómetro el tiempo que tarda la esfera en recorrer los cuatro metros de longitud (3 mediciones que también se promedian) valor que uso para dividir la longitud y así encontrar la velocidad (m/s) y poder despejar la ecuación para encontrar el caudal $Q=A$ (área) x V (velocidad). Las figuras 7, 8, 9, muestran el proceso de medición de la corriente de la quebrada.

Figura 7

Medición aforo corriente de la quebrada



Fuente. Autor

Figura 8

Medición aforo corriente de la quebrada



Fuente. Autor

Figura 9

Medición aforo corriente de la quebrada: método del pin pong o flotador.



Fuente. Autor

Como se ha se ha mencionado, la quebrada recibe cantidades ocasionales de lixiviados y/o aguas mieles resultantes del beneficio húmedo del café (BHC) provenientes del lavado de 8400 kilogramos de pergamino que corresponde a la producción de 40.000 árboles de café producto de tres fincas. Para beneficiar esta cantidad de café y su respectivo desmucilaginado (retiro del mucilago que rodea la almendra) se genera una cantidad aproximada de 35.110 litros de agua residual que es vertida directamente al cauce de la quebrada; cuyo caudal promedio (método del flotador y calculado con la fórmula $Q = V \times A$ donde Q es caudal, V es velocidad y A es área) es de 16.3 L/seg.

Según Rodríguez (2009) por millón de sacos de 60 kg de café almendra, se generan 162900 toneladas de pulpa fresca. La cual si no se utiliza adecuadamente produciría una contaminación equivalente a la generada durante un año, en excretas y orina, por una población de 868736 habitantes en términos de DBO (demanda bioquímica de oxígeno).

El mucílago de café se forma cuando se elimina la capa mucilaginosa del café durante el proceso de preparación. Representa aproximadamente el 15% del peso del café fresco. Esto significa que por cada kilogramo de café cereza, se pueden obtener alrededor de 91 mililitros de mucílago puro (Zambrano y Isaza, 1994).

El mucílago es uno de los residuos que más contamina debido a su composición química. Para darte una idea, por cada millón de sacos de café de 60 kilogramos, se generan unas 55,500 toneladas de mucílago fresco. Si no se gestiona adecuadamente, esta cantidad de mucílago podría contaminar tanto como las aguas residuales de una población de 310,000 habitantes durante un año en términos de DBO (Rodríguez, 2009).

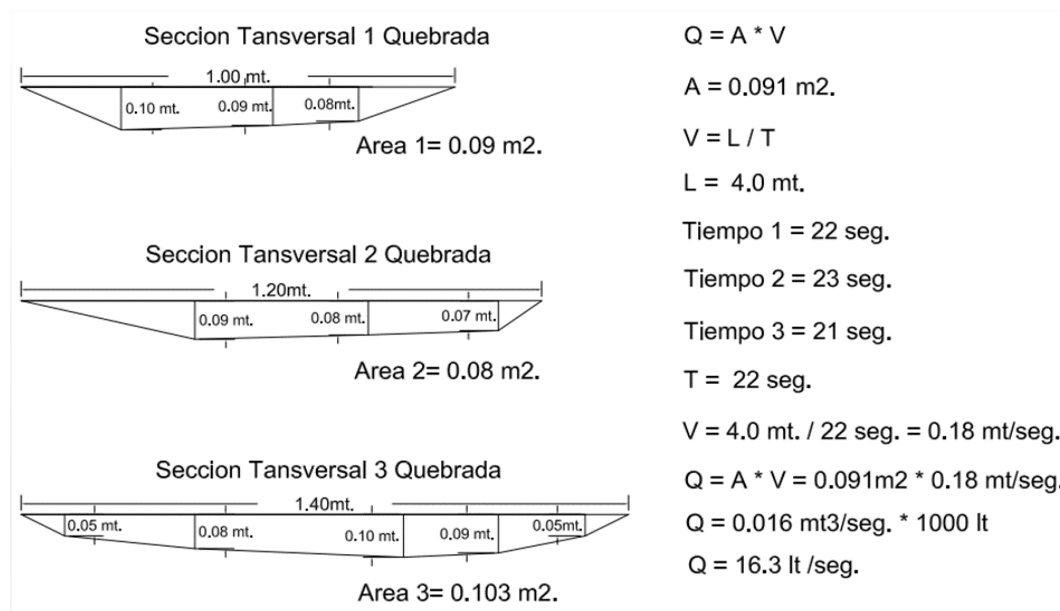
En este sentido, en las figuras 10 y 11 se presenta el análisis de la medición del caudal de la quebrada.

Figura 10

Cálculo del caudal de la quebrada



Fuente. Autor

Figura 11*Análisis del cálculo del caudal de la quebrada*

Fuente. Autor

Así mismo, en la tabla 2 se relaciona las cantidades de agua vertidas en la quebrada

Tabla 2*Cantidad de agua vertida directamente*

No. De árboles de café.	Producido en cereza (gms)	Café pergamino seco (cps) kgs 20%	Agua usada para el lavado +mucílago= lixiviados vertidos.
1	350		
100	35.000	7	28
10.000	3.500.000	700	2.800
40.000	14.000.000	2.800	11.200
Mucilago	10%		1.400
Total, vertimiento			12.600 litros

Fuente. Autor

De los datos encontrados, se evidencia que, las aguas mieles vertidas de manera directa a la quebrada, corresponde a 12.600 litros provenientes del lavado de 40.000 árboles que producen 350 gramos de café cereza cada uno y de estos el 20% se convierte en café pergamino seco (cps) para los cuales se requieren 4 litros de agua para el lavado del equivalente a un kilogramo y adicionado a este valor un 10% de volumen consistente en mucílago.



Resultados

Análisis de la Calidad del Agua

A continuación, se relaciona los resultados de las dos muestras, que dan cuenta de la calidad del agua de la quebrada chibcha.

Figura 12

Análisis calidad del agua parte alta de la quebrada, primera muestra

ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P.							
NIT 891.500.117-1							
NUIR 1-19001000 -1 SSPD							
REPORTE DE RESULTADOS N° 1142							
							
F.CEP.073						V 3.0	
EMPRESA:	Elvar Geovanny Garcia			FECHA DE MUESTREO:	2021-05-21*		
NIT:	4687344			FECHA DE RECEPCIÓN:	2021-05-21		
DIRECCIÓN:	Cr 6 # 7-25			FECHA DE REPORTE:	2021-06-01		
SOLICITADO POR:	Elvar Geovanny Garcia			SITIO DE MUESTREO:	Inza -Cauca Vereda La Cabaña		
TELÉFONO:	N.E			TIPO DE MUESTRA:	AGUA NATURAL*		
CELULAR:	3122040804			TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL*		
E-mail:	sigame691021@hotmail.com			MUESTREO REALIZADO POR	SI	-	
ORDEN DE SERVICIO:	0933			AAPSA:	NO	X	

REPORTE DE RESULTADOS							
ITEM	FECHA DE ANÁLISIS (AAAA-MM-DD)	PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD	AN1164	DECRETO 1594 DE 1984 ART 38 AGUA NATURAL/CRUDA
						Quebrada Chibcha Parte Alta	A
1	2021-05-21	Alcalinidad	SM 2320 B	Volumétrica	mg CaCO ₃ /L	23,7	-
2	2021-05-21	Conductividad	SM 2510 B	Electrométrico	µS/cm	48,5	-
3	2021-05-26	Demanda bioquímica de oxígeno	SM 5210 B, ASTM D 888-09	Incubación 5 días - luminiscencia	mg O ₂ /L	60,9	-
4	2021-05-26	Demanda química de oxígeno	SM 5220 D	Espectofotométrico	mg O ₂ /L	<50	-
5	2021-06-02	Fósforo Total	SM 4500 B, E	Espectofotométrico	mg PO ₄ /L	<0,15	-
6	2021-05-21	Nitratos	SM 4500 NO3 B	Espectofotométrico	mg NO ₃ /L	2,03	10
7	2021-05-26	Nitritos	SM 4500 NO2 B	Espectofotométrico	mg NO ₂ /L	<0,006	10
8	2021-05-21	pH	SM 4500 H+	Electrométrico	Unidad de pH	6,94	5,0 - 9,0
9	2021-05-26	Sólidos suspendidos	SM 2540 D	Gravimétrica	mg/L	79	-
10	2021-05-21	Turbidez	SM 2130 B	Nefelométrico	NTU	4,65	-

*Datos suministrados por el cliente

Observaciones: Método de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
Laboratorio Autorizado para la Realización de Análisis según Resolución N° 2625 del 27 de Septiembre de 2019 Ministerio de Salud y Protección Social Tel: (28) 326408 FAX (2) 824 20 14 - 824 04 66 www.acueductopopayan.com.co
Resultados validos únicamente para la (s) muestras analizadas.

JAVIER ANDRÉS BERNAL LOPEZ
Cordinador Laboratorio AAPSA
PQ-4320

Calle 3 No 4 – 29
Conmutador: (28) 321000 FAX: 24 20 14 - 24 04 66 - 31 81 02
www.acueductopopayan.com.co e-mail: aadepop@emtel.net.co

Fuente. Empresa de acueducto y alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P.

Figura 13

Análisis calidad del agua, parte baja de la quebrada, primera muestra

 F.CEP.073		ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P. NIT 891.500.117-1 NUIR 1-19001000 -1 SSPD REPORTE DE RESULTADOS N° 1143		 V 3.0	
EMPRESA:	Eivar Geovanny Garcia	FECHA DE MUESTREO:	2021-05-21*		
NIT:	4687344	FECHA DE RECEPCIÓN:	2021-05-21		
DIRECCIÓN:	Cr 6 # 7-25	FECHA DE REPORTE:	2021-06-01		
SOLICITADO POR:	Eivar Geovanny Garcia	SITIO DE MUESTREO:	Inza -Cauca		
TELÉFONO:	N.E	TIPO DE MUESTRA:	AGUA NATURAL*		
CELULAR:	3122040804	TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL*		
E-mail:	ejgame691021@hotmail.com	MUESTREO REALIZADO POR	SI	-	
ORDEN DE SERVICIO:	0933	AAPSA:	NO	X	

REPORTE DE RESULTADOS							
ITEM	FECHA DE ANÁLISIS (AAAA-MM-DD)	PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD	AN1165	DECRETO 1594 DE 1984 ART 38 AGUA NATURAL/CRUDA
						Quebrada Chibcha Parte Baja	A
1	2021-05-21	Alcalinidad	SM 2320 B	Volumétrica	mg CaCO ₃ /L	49,3	-
2	2021-05-21	Conductividad	SM 2510 B	Electrométrico	µS/cm	92,9	-
3	2021-05-26	Demanda bioquímica de oxígeno	SM 5210 B, ASTM D 888-09	Incubación 5 días - luminiscencia	mg O ₂ /L	22,0	-
4	2021-05-26	Demanda química de oxígeno	SM 5220 D	Espectofotométrico	mg O ₂ /L	<50	-
5	2021-06-02	Fósforo Total	SM 4500 B, E	Espectofotométrico	mg PO ₄ /L	<0,15	-
6	2021-05-21	Nitratos	SM 4500 NO3 B	Espectofotométrico	mg NO ₃ /L	2,12	10
7	2021-05-26	Nitritos	SM 4500 NO2 B	Espectofotométrico	mg NO ₂ /L	<0,006	10
8	2021-05-21	pH	SM 4500 H+	Electrométrico	Unidad de pH	7,29	5,0 - 9,0
9	2021-05-26	Sólidos suspendidos	SM 2540 D	Gravimétrica	mg/L	<35	-
10	2021-05-21	Turbidez	SM 2130 B	Nefelométrico	NTU	2,13	-

*Datos suministrados por el cliente

Observaciones: Método de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
Laboratorio Autorizado para la Realización de Análisis según Resolución N° 2625 del 27 de Septiembre de 2019 Ministerio de Salud y Protección Social Tel: (28) 326408 FAX (2) 824 20 14 - 824 04 66 www.acueductopopayan.com.co
Resultados validos únicamente para la (s) muestras analizadas.




JAVIER ANDRÉS BERNAL LOPÉZ
Coordinador Laboratorio AAPSA
PQ-4320

Calle 3 No 4 – 29
Conmutador: (28) 321000 FAX: 24 20 14 - 24 04 66 - 31 81 02
www.acueductopopayan.com.co e-mail: aadepop@emtel.net.co

Fuente. Empresa de acueducto y alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. (2021).

Figura 14

Análisis calidad del agua, parte alta de la quebrada, segunda muestra

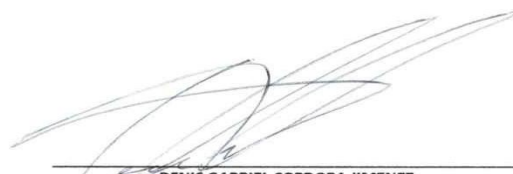
 F.CEP.073		ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P. NIT 891.500.117-1 NUIR 1-19001000 -1 SSPD REPORTE DE RESULTADOS N° 1377		 V 3.0	
EMPRESA:	EIVAR G. GARCIA	FECHA DE MUESTREO:	2021-07-26*		
NIT:	4687344	FECHA DE RECEPCIÓN:	2021-07-26		
DIRECCIÓN:	CRA 6 # 7-25 Inza-Cauca	FECHA DE REPORTE:	2021-08-05		
SOLICITADO POR:	EIVAR G. GARCIA	SITIO DE MUESTREO:	Vereda la Cabaña Quebrada Chibcha Parte alta-Inza Cauca		
TELÉFONO:	N/E	TIPO DE MUESTRA:	AGUA NATURAL*		
CELULAR:	3122040804	TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL*		
E-mail:	eigame691021@hotmail.com	MUESTREO REALIZADO POR	SI	-	
ORDEN DE SERVICIO:	1077	AAPSA:	NO	X	

REPORTE DE RESULTADOS							
ITEM	FECHA DE ANÁLISIS (AAAA-MM-DD)	PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD	AN1413	DECRETO 1594 DE 1984 ART 38 AGUA NATURAL/CRUDA
						Vereda la Cabaña Quebrada Chibcha Parte de arriba Inza-Cauca	
1	2021-07-26	Alcalinidad	SM 2320 B	Volumétrica	mg CaCO ₃ /L	44,2	-
2	2021-07-26	Conductividad	SM 2510 B	Electrométrico	μS/cm	83,5	-
3	2021-07-26	Demanda bioquímica de oxígeno	SM 5210 B, ASTM D 888-09	Incubación 5 días - luminiscencia	mg O ₂ /L	21,4	-
4	2021-07-26	Demanda química de oxígeno	SM 5220 D	Espectrofotométrico	mg O ₂ /L	<50	-
5	2021-08-05	Fósforo Total	SM 4500 B, E	Espectrofotométrico	mg PO ₄ /L	<0,015	-
6	2021-07-26	Nitratos	SM 4500 NO3 B	Espectrofotométrico	mg NO ₃ /L	2,23**	10
7	2021-07-26	Nitritos	SM 4500 NO2 B	Espectrofotométrico	mg NO ₂ /L	<0,006	10
8	2021-07-26	pH	SM 4500 H+	Electrométrico	Unidad de pH	7,25	5,0 - 9,0
9	2021-07-26	Sólidos suspendidos	SM 2540 D	Gravimétrica	mg/L	78	-
10	2021-07-26	Turbidez	SM 2130 B	Nefelométrico	NTU	5,08	-

*Datos suministrados por el cliente

**Estimación aproximada debido a que el valor de la absorbancia corregida es mayor al 10% del valor de la absorbancia a 220 nm



Observaciones: Método de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
 Laboratorio Autorizado para la Realización de Análisis según Resolución N° 2625 del 27 de Septiembre de 2019 Ministerio de Salud y Protección Social Tel: (28) 326408 FAX (2) 824 20 14 - 824 04 66 www.acueductopopayan.com.co
 Resultados validos únicamente para la (s) muestras analizadas.



DENIS GABRIEL CORDOBA JIMENEZ
 Químico Laboratorio AAPSA
 PQ-07087

Figura 15

Análisis calidad del agua, parte baja de la quebrada, segunda muestra (2)

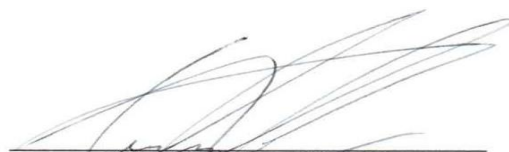
 F.CEP.073		ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A E.S.P. NIT 891.500.117-1 NUIR 1-19001000 -1 SSPD REPORTE DE RESULTADOS N° 1378		 V 3.0	
EMPRESA:	EIVAR G. GARCIA	FECHA DE MUESTREO:	2021-07-26*		
NIT:	4687344	FECHA DE RECEPCIÓN:	2021-07-26		
DIRECCIÓN:	CRA 6 # 7-25 Inza-Cauca	FECHA DE REPORTE:	2021-08-05		
SOLICITADO POR:	EIVAR G. GARCIA	SITIO DE MUESTREO:	Vereda la Cabaña Quebrada Chibcha Parte baja Inza-Cauca		
TELÉFONO:	N/E	TIPO DE MUESTRA:	AGUA NATURAL*		
CELULAR:	3122040804	TIPO DE MUESTREO:	PUNTUAL*		
E-mail:	eigame691021@hotmail.com	MUESTREO REALIZADO POR	SI	-	
ORDEN DE SERVICIO:	1077	AAPSA:	NO	X	

REPORTE DE RESULTADOS							
ITEM	FECHA DE ANÁLISIS (AAAA-MM-DD)	PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD	AN1414	DECRETO 1594 DE 1984 ART 38
						Vereda la Cabaña Quebrada Chibcha Parte baja Inza-Cauca	AGUA NATURAL/CRUDA
1	2021-07-26	Alcalinidad	SM 2320 B	Volumétrica	mg CaCO ₃ /L	46,8	-
2	2021-07-26	Conductividad	SM 2510 B	Electrométrico	µS/cm	113	-
3	2021-07-26	Demanda bioquímica de oxígeno	SM 5210 B, ASTM D 888-09	Incubación 5 días - luminiscencia	mg O ₂ /L	23,3	-
4	2021-07-26	Demanda química de oxígeno	SM 5220 D	Espectofotométrico	mg O ₂ /L	<50	-
5	2021-08-05	Fósforo Total	SM 4500 B, E	Espectofotométrico	mg PO ₄ /L	<0,015	-
6	2021-07-26	Nitratos	SM 4500 NO ₃ B	Espectofotométrico	mg NO ₃ /L	1,96**	10
7	2021-07-26	Nitritos	SM 4500 NO ₂ B	Espectofotométrico	mg NO ₂ /L	0,009	10
8	2021-07-26	pH	SM 4500 H+	Electrométrico	Unidad de pH	7,50	5,0 - 9,0
9	2021-07-26	Sólidos suspendidos	SM 2540 D	Gravimétrica	mg/L	256	-
10	2021-07-26	Turbidez	SM 2130 B	Nefelométrico	NTU	4,18	-

*Datos suministrados por el cliente

**Estimación aproximada debido a que el valor de la absorbancia corregida es mayor al 10% del valor de la absorbancia a 220 nm

Observaciones: Método de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
Laboratorio Autorizado para la Realización de Análisis según Resolución N° 2625 del 27 de Septiembre de 2019 Ministerio de Salud y Protección Social Tel:
(28) 326408 FAX (2) 824 20 14 - 824 04 66 www.acueductopopayán.com.co
Resultados validos únicamente para la (s) muestras analizadas.


DENIS GABRIEL CORDOBA JIMENEZ
Químico Laboratorio AAPSA
PQ-07087

Calle 3 No 4 - 29
Conmutador: (28) 321000 FAX: 24 20 14 - 24 04 66 - 31 81 02
www.acueductopopayan.com.co e-mail: aadepop@emtel.net.co

Fuente. Empresa de acueducto y alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. (2021).

Tomando como referentes los análisis de laboratorio anteriores, se puede identificar diferencias significativas en las muestras de agua tomadas el mismo día en la parte alta y baja de la quebrada. En cuanto al nivel de alcalinidad, conductividad, demanda química de oxígeno (DQO), pH, sólidos suspendidos y turbidez.

Alcalinidad, de no ser por los contaminantes externos en el agua, la alcalinidad se aumenta a medida que la fuente recorre más suelo con presencia de minerales rocosos calcio, granito etc. Pues son estos los determinantes del grado alcalino del agua estudiada.

La conductividad se aumenta gracias al efecto de evaporación que sufre el líquido en su recorrido.

La DBO disminuyó probablemente porque el caudal aumenta aguas abajo y este a su vez erradica la contaminación, a mayor contaminación mayor DBQ. Por el contrario, la demanda química de oxígeno se mantuvo estable entre las muestras; lo que significa que, el líquido en su recorrido conserva las características para oxidar la materia orgánica.

El fósforo total es la suma de las tres principales formas de este, presentes principalmente en aguas contaminadas, en la primera muestra se encontró un nivel muy bajo de P, gracias a la poca contaminación.

Nitratos y nitritos. Los Nitratos son el producto de la oxidación completa del nitrógeno orgánico, valga decir que puede haber contaminación orgánica. Aunque la concentración de nitratos presenta valores estables en los muestreos.

La presencia de nitritos es producto de cultivos nitrogenados que son propios del área de estudio, ocasionados por la escorrentía que generan estos cultivos, se hallan en muy bajo nivel, tanto que es permitido para el agua de consumo humano. Así mismo, la alteración notable del PH

es principalmente debido a la elevación de la temperatura; pues a medida que el agua desciende adquiere más calor.

Sólidos suspendidos y la turbidez también disminuyen de una muestra a otra, probablemente gracias a un proceso natural de sedimentación y aclaramiento que ocurre al líquido durante el recorrido en condiciones normales.

En este mismo sentido, las comparaciones entre la primera y segunda muestra de la parte baja de la quebrada chibcha, que es donde se debe reflejar la incidencia y/o efecto de las aguas mieles del procesamiento del café en la composición del agua natural, se halló que, en la muestra número 2, se presentó una disminución de un 5% de alcalinidad, y un aumento en un 21.9% de conductividad.

Igualmente, se encontró un aumento de 5.9% de DBO, DQO; el fósforo disminuyó en un 90%, los nitratos cayeron en un 8%, los nitritos crecieron en 5%, el pH ascendió 2.8%; los sólidos suspendidos se incrementaron abruptamente en un 630% y la turbidez se escaló un 96%.

Por lo que, se registró un cambio de color en el agua relacionado con la turbidez y las partículas suspendidas (en comparación con las muestras de la parte alta de la quebrada). Además del color, el pH es otro parámetro que cambia notablemente, pero aun así está dentro de los valores admitidos para el agua potable.

Cabe anotar que gracias a la buena diferencia (L/Seg) que existe entre el caudal mínimo permanente de la quebrada (16.8) y las aguas residuales temporales del BHC (12.600L), estas últimas no alcanzan a perjudicar en alto grado las condiciones naturales del agua de la quebrada chibcha pues tardarían mucho tiempo en contaminarlas o convertirlas en inservibles, ya que la actividad o beneficio del café no es permanente, es periódica (cada tres meses

aproximadamente). Esta afirmación depende del crecimiento de la frontera agrícola cafetera especialmente hacia la parte alta del mencionado arroyo y cuyas aguas residuales posiblemente sean vertidas al afluente de manera directa.

La forma inorgánica sobresaliente del P es como fosfato. La concentración a la que se suele encontrar en las aguas naturales es muy baja (< 0.1 ppm), y en las muestras analizadas alcanza 0.15 ppm, lo que deja entrever que el fósforo si se altera con la presencia de aguas residuales del café.

De acuerdo con Torres, et al (2019). La cantidad de partículas en el agua, que está relacionada con lo turbidez que se ve, puede causar problemas en el ecosistema. Esto se debe a que reduce la cantidad de luz que llega al agua, lo que a su vez hace que las plantas acuáticas hagan menos fotosíntesis. Cuando esto sucede, hay menos comida disponible en el ecosistema acuático.

Caracterización del Tipo de Contaminación que se Encuentra Presente en la Quebrada la Chibcha

Con los anteriores resultados se pudo evidenciar que las aguas servidas bajo el método tradicional de beneficio del café y que son dispuestas directamente a la quebrada, no alcanzan a perjudicar en alto grado las condiciones naturales del agua, pero sí son contaminantes. Sin embargo, el bajo índice de contaminación la hace no apta para el consumo humano de forma directa, al superar las cantidades de partículas por millón (ppm) de algunos de los elementos nombrados en el punto anterior.

Conclusiones

Con base en el objetivo general planteado en el estudio que consistió en determinar mediante un diagnóstico, el grado de contaminación generado por las aguas mieles de café vertido sin tratamiento alguno a la quebrada Chibcha en el municipio de Inzá; y los resultados obtenidos, se entregan las siguientes conclusiones.

En cuanto al objetivo específico 1. La calidad del agua de la quebrada, de acuerdo con los monitoreos realizados, establece que, las condiciones de la fuente hídrica son de buena calidad, dado que, cumple en su gran mayoría con los parámetros establecidos por la normatividad vigente. Sin embargo, el agua de la quebrada la chibcha no es apta para el consumo humano de forma directa, por lo que se requiere de un tratamiento convencional como lo es el hervido de la misma.

Con relación al objetivo específico 2. La quebrada Chibcha tiene niveles bajos de residuos, pero es crucial tener en cuenta el posible riesgo de contaminantes que provienen del proceso de despulpado del café. Estos contaminantes pueden acumularse y ser perjudiciales para la salud humana. Además, afectan las funciones ecológicas del ecosistema y ponen en peligro las contribuciones económicas a nivel local y regional.

En lo que respecta al objetivo específico 3. La comunidad de la vereda la cabaña no posee conocimientos sobre buenas prácticas de preservación del agua y en este sentido, la falta de educación ambiental, técnicas de tratamiento y recursos, se constituyen en las principales causas de los ineficientes métodos de vertido de aguas residuales provenientes de la expansión agrícola por cultivos de café y de la mala disposición de desechos sólidos.

En cuanto al objetivo general, la quebrada la chibcha presenta niveles bajos de contaminación; sin embargo, se pueden resaltar zonas con mayor o menor impacto. La zona más impactada es la parte baja, ya que se encuentra bajo la influencia del mayor conjunto de actividades agrícolas por cultivo de café. Mientras que las áreas que se identificaron con menor contaminación son aquellos que se caracterizan por estar más alejados de la actividad humana.

Recomendaciones

En primer lugar, es fundamental socializar la problemática encontrada y en este sentido, lograr que la comunidad tenga conocimiento de primera mano, sobre las condiciones actuales de la calidad del agua.

Es de suma importancia capacitar en conservación ambiental a la población, indicando como proteger las fuentes hídricas teniendo en cuenta los resultantes de las actividades agrícolas como el cultivo del café, ya sea tratamiento de desechos sólidos (composteras) y líquidos (SMTA, fosas de oxidación), transporte o almacenamiento de los mismos y así reducir o evitar la contaminación de la quebrada La Chibcha.

Para la comunidad que hace presencia en la zona de influencia de la quebrada y que se abastece directamente del agua, se advierte que ésta no es apta para el consumo debido a la alteración de los parámetros permitidos para agua potable de acuerdo a los resultados emitidos por el laboratorio, por lo que se recomienda la utilización de técnicas caseras como el hervido de la misma, para minimizar los riesgos de contraer enfermedades.

A la Administración Municipal, la organización Juan Tama y a la asociación campesina, se le sugiere realizar monitoreo permanente y seguimiento a las fincas cafeteras para verificar el cumplimiento de las buenas prácticas agrícolas, que procuren mejorar la calidad del agua de la quebrada, para detectar y excluir o eliminar los principales elementos causantes de la contaminación.

Insinuar al comité municipal de cafeteros la disponibilidad de extensionistas no solo de producción del café sino también de conservacionistas de medio ambiente y promotores de la actividad agroforestal.

Como segunda opción se propone, trabajar unido a la comunidad en la consolidación de la gobernanza del agua y aplicación de los principios que la rigen según la OCDE (2015): la efectividad, la eficiencia, la confianza y la participación.

Referencias Bibliográficas

Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional. (CIDA). (2005). *Planes de gestión*

integrada del recurso hídrico. Manual de capacitación y guía operacional. Toronto:

CIDA.

Agencia de protección ambiental de estados unidos. (05 de abril de 2002).

<https://espanol.epa.gov/¿Qué es una fuente de agua?> Obtenido de

<https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-sobre-la-proteccion-de-las-fuentes-de-agua>

Alcaldía Mayor de Bogota. Secretaria de Cultura, recreación y deporte. (2022).

<https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/Que es la contaminación ambiental?>

Obtenido de <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/que-es-la-contaminacion-ambiental>

Alcaldía de Inzá. (2012). *Plan de Desarrollo Municipal de Inzá 2012- 2015.* Inzá.: Alcaldía

Municipal de Inzá.

Alcaldía Mayor de Bogota. Secretaria de ambiente. (2022).

<https://www.ambientebogota.gov.co/qué es un vertimiento.> Obtenido de

<https://www.ambientebogota.gov.co/historial-de-noticias/->

[/asset_publisher/VqEYxdh9mhVF/content/conoce-que-es-un-vertimiento-y-como-se-clasifica#:~:text=sabemos%20qu%C3%A9%20significan.-](https://www.ambientebogota.gov.co/historial-de-noticias/-/asset_publisher/VqEYxdh9mhVF/content/conoce-que-es-un-vertimiento-y-como-se-clasifica#:~:text=sabemos%20qu%C3%A9%20significan.-)

[,Estos%20se%20refieren%20a%20la%20descarga%20final%20de%20elementos%2C](https://www.ambientebogota.gov.co/historial-de-noticias/-/asset_publisher/VqEYxdh9mhVF/content/conoce-que-es-un-vertimiento-y-como-se-clasifica#:~:text=sabemos%20qu%C3%A9%20significan.-)

Arias, F. (2012.). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica.* (5ª

ed.). Caracas.: Episteme.

Ayala, L. (2017). Impacto ambiental generado por los cultivos de café de la finca Santa Rosa del Socorro Santander. *Repositorio Universidad Libres*, 3-36.

Baptista, P. (2010.). *Metodología de la investigación*. 5 Ed. México.: Mac Graw Hill.

Bernal, C. (2006.). *Metodología de la investigación*. México.: Pearson.

Cadavid, N. (2008). Agua para consumo doméstico en Colombia costos y regulación tarifaria. *Revistas UNAL, Gestión y ambiente*, 11 (1), , 97-108.

Campos, L. D. (2019.). *diseñar un sistema de tratamiento para las aguas residuales agrícolas generadas en el beneficio húmedo del café en la finca buena vista; planadas Tolima, 2019*. Bogota. : Universidad del Bosque.

Diaz, A. (2009). Desarrollo sostenible y el agua como derecho en Colombia. *Revista Estudios Socio-Jurídicos*, 11(1), 84-116.

Díaz, P. (2009.). *Investigación cualitativa y cuantitativa*. Madrid.: Elkaisa.

efectos del proceso beneficio húmedo de café sobre la sostenibilidad hídrica de la microcuenca la suiza, Chiapas. México. (Vazquez, G.). Monterrey. : 2016.

Empresa de acueducto y alcantarrillado de Popayán. S.A. E.S.P. (2021.). *Análisis de localidad del agua quebrada la Chibcha, Inzá. Cauca*. Popayán.: Empresa de acueducto y alcantarrillado de Popayán. S.A. E.S.P.

Equipos y laboratorios de Colombia. (s/f de 2022).

[https://www.equiposylaboratorio.com/tratamiento de aguas](https://www.equiposylaboratorio.com/tratamiento-de-aguas). Obtenido de

<https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/tratamiento-de->

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Gobierno de Colombia presenta para aprobación del Congreso el protocolo para proteger las aguas del Caribe*. Bogotá.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio del medioambiente de Chile. (2022). <https://sinca.mma.gob.cl/contaminantes>.
Obtenido de <https://sinca.mma.gob.cl/index.php/pagina/index/id/glosario>
- OCDE. (2015). *Principles on Water Governance*. Paris.: OCDE.
- Organización de las Naciones Unidas. ONU. (2015). <https://www.un.org/Objetivo de desarrollo sostenible: objetivo 15>. Obtenido de </sustainabledevelopment/es/biodiversity/>
- Organización Naciones Unidas ONU. (21 de Marzo. de 2002). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>. Obtenido de <https://www.who.int/es/agua para el consumo humano.: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Rodriguez, N. (2013). Carencia de agua y guez-Villamil, N., Restrepo-Mesa, S., Zambrano-Bejarano, I. (2013) Carencia de agua y. *Rev. salud pública*. 15(3), 421-433.
- Universidad del Valle. (18 de Noviembre de 2002).
<https://serviciosvarios.univalle.edu.co/¿Sabes qué son aspecto e impacto ambiental?>
Obtenido de <https://serviciosvarios.univalle.edu.co/8-noticias/44-sabes-que-son-aspecto-e-impacto-ambiental>
- Vazquez, G. (2016). *Efectos del proceso beneficio húmedo de café sobre la sostenibilidad hídrica de la microcuenca La Suiza, Chiapas*. Monterrey: Colegio de la Frontera Norte.