

**Caracterización fuentes hídricas que surten las veredas del Totumo y El Rosal del  
municipio de Pamplona- Norte de Santander**

Fabian Yahir Contreras Pérez

Asesor

Diana Mabel Parra Támara

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Agroforestal

2025

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

### **Dedicatoria**

A mi madre, abuela y mi hijo, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser mi fuente de inspiración. Sin su sacrificio y su fe en mí, este logro no habría sido posible, por ser ellos la inspiración para finalizar mi proyecto y graduarme como ingeniero agroforestal.

A los docentes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD que me han guiado en este camino formativo, brindándome su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

A la docente de ECAPMA Diana Mabel Parra Támara por orientarme y apoyarme en todo momento con sus conocimientos, dedicándome su valioso tiempo para culminar con éxito mi trabajo de investigación

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento primeramente a mi padre Dios y a la Virgen María que son mi fortaleza en los momentos de mayor dificultad y a todas las personas que han hecho posible la realización de este trabajo.

Mi agradecimiento también va para la docente Diana Mabel Parra Támara, de la Universidad Abierta y a Distancia, por sus acertados consejos y apoyo durante todo el proceso de investigación. Su entusiasmo y conocimiento han sido una fuente de inspiración constante. Este trabajo es el resultado de su apoyo y contribuciones.

## Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar las fuentes hídricas que abastecen las veredas El Rosal y El Totumo en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. La metodología fue de tipo descriptivo y cualitativo, basada en tres fases: revisión bibliográfica, trabajo de campo con observaciones directas, mediciones de caudal y análisis de la información recolectada. Los resultados revelaron un deterioro en la calidad y cantidad del recurso hídrico debido a malas prácticas agropecuarias, presencia de especies invasoras como la *Acacia* spp., y sistemas de saneamiento inadecuados. La quebrada El Rosal presentó el mayor caudal (72.85 L/s) debido a su aporte desde áreas protegidas. Las conclusiones destacan la importancia de la cobertura vegetal nativa para preservar el recurso hídrico, la urgencia de controlar las especies invasoras y la necesidad de implementar estrategias de reforestación y gestión ambiental participativa.

***Palabras clave:*** Fuentes hídricas, *Acacia* spp., caudal, especies invasoras, conservación.

### **Abstract**

This study aimed to characterize the water sources supplying the rural areas of El Rosal and El Totumo in the municipality of Pamplona, Norte de Santander. A descriptive and qualitative methodology was used, involving three stages: literature review, fieldwork including direct observations, flow measurements, and subsequent data analysis. The findings revealed degradation in water quality and availability due to poor agricultural practices, invasive species such as *Acacia* spp., and inadequate sanitation systems. The El Rosal stream showed the highest flow rate (72.85 L/s), primarily due to contributions from protected areas. The conclusions underscore the importance of native vegetation for water conservation, the urgency of controlling invasive species, and the need to implement reforestation strategies and participatory environmental management.

***Keywords:*** Water sources, *Acacia* spp., flow rate, invasive species, conservation.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	14
Planteamiento del Problema .....	16
Objetivos.....	17
Objetivo General .....	17
Objetivos Específicos.....	17
Justificación .....	18
Marco Conceptual.....	21
Contexto Geográfico y Social del Área de Estudio .....	21
Veredas Objeto de Estudio Municipio de Pamplona .....	22
El Totumo.....	23
El Rosal .....	23
Cuerpos o Fuentes Hídricas .....	24
Quebrada .....	24
Naciente de Agua .....	24
Pérdida de Recursos Hídricos .....	24
Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).....	25
Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS).....	26
Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS).....	26
Especies Invasoras y la Preservación de los Cuerpos Hídricos .....	27
Medición de Caudales .....	27
Metodología .....	29
Área de Estudio.....	29

Tipo de Estudio y Enfoque Metodológico .....	29
Fase 1 Preparación y Diseño .....	29
Fase 2 Trabajo de Campo.....	30
Fase 3 Análisis, Caracterización y Socialización.....	30
Resultados .....	32
Visitas de Observación Vereda el Rosal Identificando las Áreas que Requieran Preservación y/o Restauración.....	32
Visitas de Observación Vereda el Totumo Identificando las Áreas que Requieran Preservación y/o Restauración.....	35
Visitas de Observación Especies Arbóreas que Rodean las Fuentes Hídricas.....	36
Especies Nativas.....	37
Especies Invasoras.....	41
Visitas de Observación al Área Protegida.....	43
Medición de Caudales Veredas El Rosal y El Totumo Para Determinar el Estado de Actual de las Fuentes Hídricas .....	50
Vereda del Totumo.....	52
Vereda el Rosal .....	54
Comparación de Caudales de las Diferentes Fuentes Hídricas .....	56
Inventario Forestal de Especies del Área Protegida Identificando el Árbol Invasor .....	58
Parcela 1 .....	58
Parcela 2 .....	59
Parcela 3 .....	60
Socialización de la Problemática Encontrada con la Comunidad.....	61

Discusión.....	63
Conclusiones .....	66
Recomendaciones .....	68
Referencias Bibliográficas .....	70
Apéndices.....	77

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Ubicación Geográfica de Microcuencas en las Veredas El Rosal Y El Totumo, Pamplona Norte De Santander</i> .....	22
<b>Figura 2</b> <i>Trabajo Agrícola y Potreros a Cielo Abierto Cercanos a Microafluente de la Vereda el Rosal</i> .....	32
<b>Figura 3</b> <i>Cobertura Arbórea Sobre Naciente Vereda el Rosal</i> .....	33
<b>Figura 4</b> <i>Nacimientos de la Vereda el Rosal en Fincas Habitadas Afectadas por el Mal Estado de los Pozos Sépticos</i> .....	34
<b>Figura 5</b> <i>Presencia de Contaminación en las Nacientes por Desechos de Basura</i> .....	34
<b>Figura 6</b> <i>Diferentes Nacientes Encontrados en la Vereda el Rosal</i> .....	35
<b>Figura 7</b> <i>Vista General de la Vereda el Totumo</i> .....	35
<b>Figura 8</b> <i>Principales Cultivos de la Vereda el Totumo</i> .....	36
<b>Figura 9</b> <i>Nacimientos Encontrados en la Vereda el Totumo</i> .....	36
<b>Figura 10</b> <i>Árbol de Arsenillo (Clethra ferriginea L.)</i> .....	37
<b>Figura 11</b> <i>Árbol Aliso (Alnus acuminata L.)</i> .....	38
<b>Figura 12</b> <i>Árbol Bocconia frutescens L</i> .....	39
<b>Figura 13</b> <i>Árbol de Nogal (Junglans Neotropica L.)</i> .....	40
<b>Figura 14</b> <i>Pino Andino (Retrophyllum rospigliosii L.)</i> .....	40
<b>Figura 15</b> <i>Árbol de Acacia decurrens L. (Acacia de Hoja Estrecha)</i> .....	41
<b>Figura 16</b> <i>Área Protegida de CORPONOR</i> .....	45
<b>Figura 17</b> <i>Acacia melanoxilon L. (Acacia Negra)</i> .....	48
<b>Figura 18</b> <i>Puntos de Aforo de los Diferentes Caudales</i> .....	51
<b>Figura 19</b> <i>Medición del Microafluente Soto</i> .....	52

<b>Figura 20</b> <i>Medición de la Microafluente Agua Blanca</i> .....	53
<b>Figura 21</b> <i>Medición de la Quebrada el Rosal</i> .....	53
<b>Figura 22</b> <i>Medición de la Microafluente la Lajita</i> .....	54
<b>Figura 23</b> <i>Medición del Microafluente Urbano</i> .....	55
<b>Figura 24</b> <i>Medición de la Quebrada Navarro</i> .....	55
<b>Figura 25</b> <i>Comparación de Caudales Veredas el Totumo y el Rosal</i> .....	56
<b>Figura 26</b> <i>Distribución de las Parcelas Muestreadas en el Área Protegida</i> .....	58
<b>Figura 27</b> <i>Datos Obtenidos Parcela 1</i> .....	59
<b>Figura 28</b> <i>Datos Obtenidos Parcela 2</i> .....	59
<b>Figura 29</b> <i>Datos Obtenidos Parcela 3</i> .....	60
<b>Figura 30</b> <i>Socialización de los Hallazgos Encontrados con la Comunidad</i> .....	61
<b>Figura 31</b> <i>Integración del CIPAS con la Comunidad</i> .....	62

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Caracterización Botánica de Acacia decurrens L.</i> .....	41
<b>Tabla 2</b> <i>Caracterización Botánica de Acacia melanoxylon L.</i> .....	46
<b>Tabla 3</b> <i>Tabla Comparativa de Caudales</i> .....	56

**Lista de Apéndices**

**Apéndice A** *Glosario* ..... 77

**Apéndice B** *Detalle de Recursos Económicos Empleados* ..... 80

## Introducción

El agua es un recurso esencial para la vida, el desarrollo sostenible y la resiliencia de las comunidades, especialmente en contextos rurales donde gran parte de la población depende directamente de fuentes naturales para el consumo humano, la agricultura y otras actividades productivas. En Colombia, un país con una amplia riqueza hídrica, persisten desafíos significativos en cuanto al acceso, calidad y conservación del recurso, particularmente en áreas rurales donde la cobertura de saneamiento básico y la gestión integrada del recurso hídrico suelen ser limitadas.

Sin embargo, en los últimos años se ha evidenciado una creciente presión sobre las fuentes hídricas, especialmente en zonas rurales de la región nororiental del país. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el departamento de Norte de Santander ha presentado una disminución progresiva de cobertura boscosa, con pérdidas acumuladas de más de 15.000 hectáreas en la última década, afectando directamente la integridad de ecosistemas asociados a microcuencas abastecedoras de agua (IDEAM, 2023). De igual forma, informes de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) señalan que al menos el 35 % de las áreas de recarga hídrica del municipio de Pamplona presentan algún grado de degradación por deforestación, erosión o uso inadecuado del suelo (CORPONOR, 2022).

En las últimas décadas, el impacto de las actividades humanas sobre los recursos naturales ha sido motivo de creciente preocupación a nivel global. En este contexto, las fuentes hídricas desempeñan un papel crucial en el sostenimiento de ecosistemas y comunidades. En particular, las veredas El Totumo y El Rosal, ubicadas en la zona rural del municipio de Pamplona, Norte de Santander, albergan múltiples nacientes y microafluentes que cumplen

funciones ecológicas clave, como la regulación hídrica, conservación de la biodiversidad y provisión de agua para consumo humano, agricultura y ganadería. Sin embargo, estas fuentes se ven amenazadas por factores críticos como la pérdida de cobertura vegetal en áreas ribereñas, vertimientos directos de aguas residuales sin tratamiento, prácticas agrícolas sin manejo ambiental y la expansión de especies invasoras como *Acacia melanoxylon* L. y *Acacia decurrens* L. Estos factores han alterado la integridad ecológica de las fuentes hídricas, entendida como la capacidad de mantener su estructura, composición y funcionalidad en el tiempo frente a presiones externas.

La degradación de estos sistemas tiene consecuencias directas en la calidad y disponibilidad del agua, incrementando los riesgos para la salud pública y reduciendo la resiliencia ecosistémica frente a eventos climáticos extremos. A pesar de su relevancia ambiental, no existen estudios técnicos recientes que documenten el estado actual de estas fuentes hídricas ni sus principales amenazas. En este sentido, la presente investigación busca llenar un vacío de información mediante la caracterización integral de las fuentes hídricas que abastecen las veredas El Rosal y El Totumo.

A través de esta caracterización, se busca identificar las principales amenazas y problemas que enfrentan estas fuentes hídricas, evaluar el impacto de las actividades antrópicas y generar insumos técnicos para la formulación de planes de manejo, conservación y restauración ecológica. Esta caracterización también contribuirá al fortalecimiento de estrategias locales de gestión ambiental y planificación territorial, alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible y las políticas regionales de protección de los recursos naturales.

### **Planteamiento del Problema**

La falta de información reciente sobre las fuentes hídricas que surten las veredas denominadas el Totumo y el Rosal del municipio de Pamplona, Norte de Santander, Colombia, hace necesario realizar una caracterización de estas, donde se identifique el grado de erosión y deforestación de las orillas, afectaciones por actividades de la población aledaña como la tala de árboles y vertimiento de aguas negras lo que ocasiona que se vea disminuido el recurso y la calidad de este.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Caracterizar las fuentes hídricas presentes en las veredas El Totumo y El Rosal del municipio de Pamplona, Norte de Santander, con el fin de identificar su estado ecológico actual y generar insumos técnicos que orienten acciones de conservación y manejo sostenible del recurso.

### **Objetivos Específicos**

Evaluar el estado ecológico de las fuentes hídricas en las veredas El Totumo y El Rosal a partir de mediciones de caudal, condiciones de cobertura vegetal y evidencias de contaminación.

Identificar las áreas críticas que requieren intervención para la conservación o restauración ecológica de los nacimientos y cuerpos de agua.

Georreferenciar las fuentes hídricas, zonas con pérdida de cobertura vegetal y áreas de uso agrícola o pecuario, de las veredas el Totumo y el Rosal.

## Justificación

La caracterización de las fuentes hídricas en las veredas El Totumo y El Rosal del municipio de Pamplona, Norte de Santander, respondió a la necesidad de generar información actualizada y detallada sobre el estado ecológico de nacientes y microafluentes que abastecen directa o indirectamente a comunidades rurales. Estas fuentes desempeñan un papel esencial en el suministro de agua para uso doméstico, agrícola y ganadero, así como en la conservación de la biodiversidad y la regulación hídrica del territorio. Sin embargo, hasta el momento de esta investigación no existían estudios técnicos recientes que documentaran su condición ambiental ni las amenazas específicas que enfrentan, lo que representaba un vacío de conocimiento para la gestión ambiental local.

Este estudio permitió evidenciar que las principales problemáticas asociadas al deterioro de estas fuentes incluyen la pérdida de cobertura vegetal ribereña, la contaminación por vertimientos domésticos no tratados, la presión de actividades agropecuarias sin control ambiental y la propagación de especies invasoras como *Acacia melanoxylon* L. y *Acacia decurrens* L. Estos factores afectaron la integridad ecológica de los ecosistemas hídricos evaluados, comprometiendo su funcionalidad y sostenibilidad. La generación de esta información contribuyó a orientar acciones concretas de manejo, restauración y conservación por parte de las autoridades ambientales, así como a fortalecer la toma de decisiones comunitarias informadas.

Ante esta problemática, fue necesario realizar un diagnóstico actualizado que permitiera conocer la condición real de estas fuentes hídricas, comenzando por las veredas El Totumo y El Rosal. Para ello, se llevó a cabo una caracterización integral que no solo permitió identificar las condiciones actuales del recurso hídrico, sino que también sirvió como base para el desarrollo de

un plan de acción orientado a mitigar los impactos negativos y promover su recuperación. Hoyos (2020), sostuvo que era necesario caracterizar la zona de estudio con el fin de identificar el uso potencial del suelo y visualizar cómo se distribuían espacialmente los recursos en el territorio.

Además, esta investigación se enmarcó en el contexto de la Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas, reconociendo que las veredas objeto de estudio forman parte de la cuenca del río Pamplonita, priorizada por CORPONOR en el Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca (POMCA). Esta cuenca ha sido objeto de preocupación institucional debido a su vulnerabilidad frente a procesos de degradación ambiental, deforestación y alteración de la calidad del recurso hídrico. En ese sentido, el trabajo aportó información clave sobre microcuencas asociadas a nacientes que descargan hacia afluentes menores de esta cuenca.

En cuanto al estado del conocimiento, se consultaron investigaciones previas como la realizada por Bello & Sánchez (2023), quienes caracterizaron fuentes abastecedoras en Zipaquirá y evidenciaron la influencia negativa de vertimientos agrícolas sobre la calidad del agua. Así mismo, el estudio de Barragán & Ramírez (2019) en Sutatausa reveló que el uso no planificado del suelo en zonas de recarga hídrica conllevó a una reducción del caudal base. Estos estudios demostraron la utilidad de las caracterizaciones hidrológicas y ecológicas para el diseño de estrategias de manejo a escala local. La presente investigación se sumó a esa línea de trabajo, adaptada al contexto del nororiente colombiano.

Asimismo, esta investigación estuvo alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente con el ODS 6: “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”. Al aportar evidencia técnica sobre el estado de fuentes hídricas rurales, se contribuyó a la meta 6.6: "Proteger y restaurar los ecosistemas relacionados

con el agua", así como al ODS 15 sobre el uso sostenible de los ecosistemas terrestres (United Nations, 2015).

Finalmente, los hallazgos obtenidos ofrecieron un insumo estratégico tanto para la planificación ambiental como para el fortalecimiento de la gobernanza territorial. La información generada puede ser incorporada en los instrumentos de planificación ambiental, en procesos de educación comunitaria y en futuros proyectos de restauración ecológica liderados por autoridades locales, instituciones educativas o la misma comunidad.

## **Marco Conceptual**

### **Contexto Geográfico y Social del Área de Estudio**

El municipio de Pamplona, ubicado en el departamento de Norte de Santander, al nororiente de Colombia, se encuentra a una altitud promedio de 2.342 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media de 14 °C y una precipitación anual cercana a los 1.000 mm. Hace parte de la zona andina del país, en una región de importancia ecológica por su biodiversidad y riqueza hídrica.

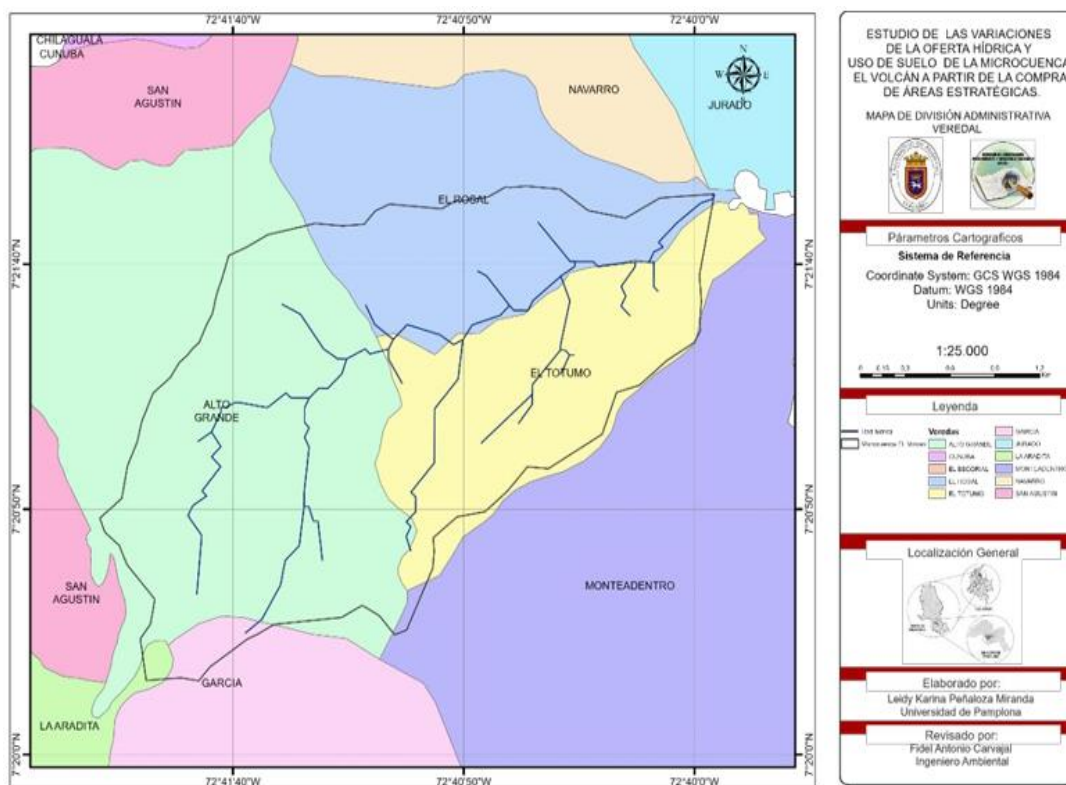
Las veredas El Rosal y El Totumo, objeto de este estudio, se localizan en la zona rural del municipio y hacen parte de la cuenca hidrográfica del río Pamplonita. Estas veredas cuentan con nacimientos de agua y microcuencas que abastecen a sus comunidades. La población está compuesta principalmente por familias campesinas dedicadas a la agricultura, la ganadería de pequeña escala y la producción lechera. Estas actividades, aunque esenciales para el sustento local, ejercen presión sobre las fuentes hídricas debido a la deforestación, el uso de agroquímicos, el pastoreo sin control y el inadecuado manejo de aguas residuales.

Pamplona y sus veredas se enmarcan en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Pamplonita (POMCA), liderado por la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR). En dicho plan, se identifican áreas prioritarias para la conservación, restauración y protección de nacientes de agua, particularmente aquellas afectadas por actividades antrópicas no reguladas (CORPONOR, 2019).

## Veredas Objeto de Estudio Municipio de Pamplona

**Figura 1**

*Ubicación Geográfica de Microcuencas en las Veredas El Rosal Y El Totumo, Pamplona Norte De Santander*



*Nota.* Tomado de Estudio de las variaciones de la oferta hídrica y uso de suelo de la microcuena. El Volcán a partir de la compra de áreas estratégicas (p. 18), por Peñaloza, 2017, [Trabajo de grado, Universidad de Pamplona].

Teniendo en cuenta la modificación excepcional del plan básico de ordenamiento territorial del Municipio de Pamplona, Norte de Santander para los años 2012-2015 por parte de la Alcaldía de Pamplona. (2015). Las veredas el Rosal y el Totumo se delimitan de la siguiente manera:

### ***El Totumo***

NORTE: Casco Urbano, linderos de los predios de los señores: Víctor Martínez, Vicente Bohada. Con la vereda el Rosal; quebrada el Volcán predios de los señores: María Raquel Villamizar, Silverio Portilla, Mariano López, Seferino Vera, Ubaldina Villamizar, Jesús Ramón Portilla, Justo Portilla, Domingo Pabón. SUR: Vereda García con el área estratégica; vereda Monte dentro con áreas estratégicas y divisoria de aguas (Volcán y Monte dentro), predio del señor Justo Portilla. ORIENTE: Vereda Monte dentro en la divisoria de aguas (Volcán y Monte dentro), predios de los señores: Justo Portilla, Lucio Montañez, Juan Portilla, Stella Villamizar, Cecilia Villamizar, Belarmino Galvis, Luis Antonio Villamizar, Vicente Bohada, Víctor Martínez, y Carlos Villamizar. OCCIDENTE: Vereda Alto Grande, predio del señor: Domingo Pabón, hasta encontrar el Chorro y aguas arriba hasta encontrar la carretera, por esta hasta encontrar la finca el Raco, áreas estratégicas.

### ***El Rosal***

NORTE: Con la vereda Navarro predios de los señores Juan Rivera, Mary Luz Peña, Agustín Portilla, Jorge Eliecer Portilla, Alfonso Cagua, Samuel Eugenio, El límite de los predios de Ismael Portilla, Pedro Villamizar, Alfredo Balcucho, vereda San Agustín, con predios del señor Joselo Balcucho e Ismael Gelvez. SUR: Con la vereda el Totumo, quebrada el Volcán, predios propiedad de Jorge Suarez, Romelia Portilla, Jorge Portilla, Misael Portilla, Silverio Portilla hasta encontrar el casco urbano del municipio de Pamplona. ORIENTE: Casco urbano del municipio de pamplona con predios de los señores Víctor Jaimes, Vereda Navarro, Quebrada Navarro, con predios de los señores Ciro Calderón, Edardo Bastos, Familia Pabón Gamboa y Juan Rivera. OCCIDENTE: Con la vereda Alto Grande con predios del señor Misael Flores, Jorge Portilla, Romelia Mantilla, Nelly Suarez, hasta encontrar la quebrada el Volcán.

## **Cuerpos o Fuentes Hídricas**

Son áreas naturales representadas como nacimientos, deshielos, acuíferos, esteros, ríos o pozos de poco o gran tamaño que forman y albergan el agua que es un recurso vital para la vida y el desarrollo de cualquier país (Cajas Aguilar, 2022) (Barragán Garzón & Ramírez Castiblanco, 2019). Dicho recurso debe ser administrada en beneficio de toda la población, lo cual implica asumir responsabilidades relacionadas con su contabilización, conservación y control de uso adecuado (Martínez Valdés & Villalejo García, 2018).

### ***Quebrada***

El término quebrada es aplicado para los pequeños ríos, estas se forman por distintas razones, como la desglaciación de las montañas o por los efectos constantes de los movimientos de las placas tectónicas (Hernández, 2020). Igualmente, estas suelen tener algo de agua fluyendo sobre sí; estas corrientes pueden ser pasos a través de los cuales llega agua a cuerpos mucho más grandes, como ríos, lagos o mares. (Concepto Definición, 2019 citado en Hernández, 2020).

### ***Naciente de Agua***

Son una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas. Puede ser permanente o temporal. Se origina en la filtración de agua o de lluvia cuando el agua aflora a la tierra, puede formar un estanque o arroyo (Hernández, 2020).

## **Perdida de Recursos Hídricos**

Los cuerpos hídricos pierden el grado de importancia en su conservación por parte de la sociedad y autoridades competentes, las principales causas de la pérdida del recurso son causadas por la sobreexplotación, consumo, potencial eléctrico e industrial (Cajas Aguilar, 2022) y contaminación en las diferentes actividades agrícolas, turísticas (Borda-Prada et al., 2021). La contaminación de aguas superficiales y subterráneas se asocia a la aplicación de agroquímicos en

el proceso productivo, tales como fertilizantes y pesticidas (ONU, 2021), que son transportados por diferentes mecanismos hasta los cuerpos hídricos (Echeverri Sánchez et al., 2020), los efectos negativos provocados por la toxicidad de estos plaguicidas, pueden tener consecuencias perjudiciales a medida que se filtran en los recursos hídricos y se escurren a través del suelo (Bello & Sánchez, 2023), lo que plantea desafíos significativos para la preservación de este recurso vital. Además, se han observado efectos perniciosos de los plaguicidas en las abejas y los enemigos naturales de las plagas, las poblaciones de aves, los organismos acuáticos y en la biodiversidad (ONU, 2021).

### **Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)**

La GIRH, es un prototipo que permite identificar como actualmente se administra el recurso hídrico natural a nivel mundial, haciéndose explícito en políticas nacionales para la gestión del agua a nivel global. La GIRH, busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recursos hídricos, a través de una conciliación entre el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas (Martínez Valdés & Villalejo García, 2018), estos conceptos están directamente relacionados teniendo en cuenta que si hay una crisis debido a la pérdida del recurso hídrico (agua) también habrá una crisis en el desarrollo mundial.

En el mundo existe una competencia por el uso múltiple del agua, debido principalmente a las demandas poblacionales, energéticas y agrícolas. En algunos países, principalmente los más desfavorecidos, son incipientes las políticas nacionales de desarrollo de los recursos hídricos y faltan legislaciones de aguas que ayuden a establecer nuevos marcos institucionales para la gestión del agua (Martínez Valdés & Villalejo García, 2018).

El agua es un valioso recurso, escaso en el tiempo y el espacio, el cual es vulnerado constantemente debido a la contaminación y la falta de conciencia de la población. Por lo tanto,

es necesario realizar una correcta administración del recurso hídrico, a medida que la población aumenta y la economía crece, es mayor la demanda de agua y se acentúa la presión sobre los recursos hídricos, de por sí ya limitados (Martínez Valdés & Villalejo García, 2018).

### **Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS)**

En la agenda de los objetivos de desarrollo sostenible 2023, se ponen sobre la mesa varios temas entre los que se incluye el agua, la escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado y como influyen negativamente en la seguridad alimentaria, las opciones de medios de subsistencia y las oportunidades de educación para las familias pobres en todo el mundo (CEPAL, 2023).

Una de las mayores necesidades dentro del desarrollo mundial lo constituye el agua, cuya cantidad y calidad cada día se ve amenazada por las deficientes e inoperantes políticas de manejo y aprovechamiento (Martínez Valdés & Villalejo García, 2018).

El Informe Nacional de la Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, indica que la alteración de los recursos hídricos a nivel mundial pone en riesgo el objetivo 6 de la agenda 2030 de desarrollo sostenible, siendo los cuerpos hídricos la base del equilibrio ecosistémico (Álava-Rosales et al., 2021).

### ***Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS)***

Este objetivo fue formulado por el Grupo de Trabajo Abierto de las Naciones Unidas y plantea una misión ambiciosa, pero viable, para los dos próximos decenios: “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”

Las Naciones Unidas (2015), consideran que ese objetivo puede alcanzarse mediante la aplicación de cuatro principios: 1) separar el agua potable de las aguas residuales; 2) facilitar el acceso al agua potable y tratarla para eliminar contaminantes químicos y biológicos; 3) proteger

y recuperar los ecosistemas de agua dulce; y 4) salvaguardar el acceso al agua y el derecho al uso del agua.

Esta investigación se articuló con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 6: "Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos", y el ODS 15: "Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de biodiversidad" (Naciones Unidas, 2015).

### **Especies Invasoras y la Preservación de los Cuerpos Hídricos**

El asentamiento de especies invasoras en una región generalmente produce cambios en los ecosistemas en los que se introducen (Giorgi et al., 2013). El efecto invasivo puede incluir distintas perturbaciones, entre las que se destacan: la modificación de los ciclos del agua y los nutrientes y el desplazamiento de especies nativas (Kravetz, 2020).

Estas especies, se convierten en invasoras cuando producen descendencia con el potencial de propagarse, a menudo sobre un área extensa, en grandes cantidades (Richardson et al. 2000 citado en Kravetz, 2020).

### **Medición de Caudales**

La medición del caudal es un componente esencial en la caracterización de fuentes hídricas, ya que permite conocer la disponibilidad real del recurso y su variabilidad temporal y espacial. En estudios de campo con cuerpos de agua superficiales, se aplican métodos adaptados al tamaño y accesibilidad del flujo. En corrientes abiertas y continuas, como quebradas o canales, uno de los métodos más empleados es el uso de caudalímetros para canales abiertos, los cuales permiten calcular el caudal a partir del perfil hidráulico y la velocidad del flujo (Ramírez & Torres, 2020).

En fuentes de menor caudal o nacientes, donde no es viable el uso de instrumentos hidráulicos complejos, se aplica comúnmente el método de aforo volumétrico, que consiste en usar un recipiente de volumen conocido (como un balde o bidón graduado) y medir el tiempo requerido para su llenado. Este procedimiento, aunque simple, proporciona resultados confiables cuando se repite varias veces y bajo condiciones controladas (Moreno et al., 2018). Este tipo de medición es especialmente útil en contextos rurales con recursos limitados y ha sido ampliamente validado en trabajos de caracterización hidrológica en microcuencas.

## **Metodología**

### **Área de Estudio**

El estudio se desarrolló en las veredas El Rosal y El Totumo, ubicadas en el municipio de Pamplona, Norte de Santander. Esta región andina se caracteriza por un clima templado, con una temperatura media de 14 °C y una precipitación anual de aproximadamente 1.000 mm. Las veredas estudiadas forman parte de la cuenca del río Pamplonita y presentan nacimientos y micro afluentes que abastecen a las comunidades rurales en actividades domésticas, agrícolas y pecuarias.

La selección de estas veredas se basó en tres criterios principales: (1) la presencia de fuentes hídricas naturales utilizadas por la población local; (2) la evidencia preliminar de impactos ambientales como deforestación, vertimientos y especies invasoras; y (3) el interés comunitario y la accesibilidad logística para realizar visitas de campo y toma de datos.

### **Tipo de Estudio y Enfoque Metodológico**

Esta propuesta es de carácter descriptivo, de tipo cualitativo y su estudio se basa en la observación. Se desarrolló en tres fases consecutivas: preparación, trabajo de campo y análisis.

### **Fase 1 Preparación y Diseño**

Consistió en una parte inicial donde se realizó revisión bibliográfica y se estructuró el cronograma de salidas de campo a las fuentes hídricas objeto de estudio.

Se inicio con la recolección y análisis de la información secundaria (antecedentes, cartografía, etc.) necesaria para la elaboración de la caracterización de las fuentes hídricas de las veredas el Rosal y el Totumo.

Se definieron las rutas de acceso y puntos de muestreo. Esta etapa incluyó la planificación de las actividades con apoyo de líderes comunitarios.

## **Fase 2 Trabajo de Campo**

Durante el trabajo de campo se ejecutaron las siguientes actividades:

Se realizaron salidas de campo para tomar evidencia del impacto ambiental que se presenta en las fuentes hídricas de las veredas el Totumo y el Rosal

Georreferenciación de las fuentes hídricas, zonas deforestadas y áreas con uso agrícola o pecuario, mediante el uso de GPS.

Se realizó medición de caudales, en corrientes superficiales amplias, se utilizó un caudalímetro para canales abiertos de río y en nacientes o flujos de menor caudal, se aplicó el método de aforo volumétrico usando un recipiente graduado, cronometrando el tiempo necesario para llenar un volumen conocido de agua.

Se realizó un recorrido por algunas veredas del municipio para identificar especies nativas viables para ser incluidas en la propuesta.

Se realizó la toma de evidencias fotográficas para documentar las condiciones físicas del entorno, la vegetación, los residuos visibles y la presencia de vertimientos.

Se llevó a cabo la identificación de áreas críticas para recuperación ecológica, evaluando visualmente la ausencia de cobertura vegetal ribereña, la erosión de suelos, la compactación del terreno y la proliferación de especies invasoras como *Acacia melanoxylon* L. Estas zonas fueron delimitadas mediante coordenadas geográficas y sustentadas con registros fotográficos

## **Fase 3 Análisis, Caracterización y Socialización**

Se efectuó la revisión y análisis de la información recolectada

En la fase final, se organizó y sistematizó la información obtenida.

Se identificó las especies nativas más recomendables para la reforestación de las fuentes hídricas de las veredas el Totumo y el Rosal

Se realizó una socialización comunitaria de la problemática hídrica identificada, en la que se compartieron los hallazgos con habitantes de las veredas mediante una reunión participativa. Esta actividad permitió validar los datos recolectados y fomentar el reconocimiento colectivo sobre la necesidad de conservar las fuentes hídricas locales. Durante el espacio de diálogo también se abordó la presencia de especies vegetales invasoras, como *Acacia melanoxylon* L., resaltando su impacto negativo sobre la cobertura nativa y la dinámica ecológica de las microcuencas. La comunidad fue sensibilizada sobre la importancia de prevenir su propagación, ya que estas especies alteran el equilibrio hidrológico, desplazan la vegetación autóctona y dificultan los procesos naturales de regeneración, lo cual agrava la vulnerabilidad ambiental de las fuentes de agua.

Finalmente, se elaboró el documento que contiene la caracterización.

## Resultados

Los resultados obtenidos de acuerdo con la metodología aplicada para diseñar la propuesta fueron:

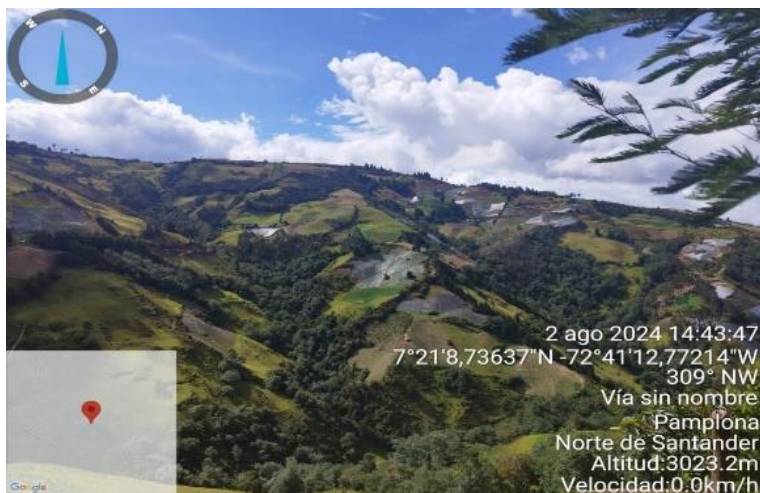
### Visitas de Observación Vereda el Rosal Identificando las Áreas que Requieran Preservación y/o Restauración

Se realizó visitas de observación sobre las diferentes fuentes hídricas que irrigan las veredas el Rosal y el Totumo del Municipio de Pamplona

Se llevó a cabo una supervisión de los nacimientos de agua en la vereda El Rosal y El Totumo, comenzando desde su principal fuente y descendiendo hacia las hondonadas. A lo largo del recorrido, se observó que la mayoría de estos nacimientos están rodeados por vegetación que contribuye a su conservación.

### Figura 2

*Trabajo Agrícola y Potreros a Cielo Abierto Cercanos a Microafluente de la Vereda el Rosal*



**Figura 3***Cobertura Arbórea Sobre Naciente Vereda el Rosal*

En la Ribera de la quebrada del Rosal, se pudo observar que, en varios puntos, existen evidencias de trabajo agrícola y potreros a cielo abierto cercanos a esta micro afluente. En esta vereda, aunque la actividad agrícola es notable, se mantiene una vegetación forestal en las riberas. Solo en algunos tramos las actividades agrícolas se extienden hasta las orillas del cuerpo de agua, y en los nacimientos de agua se conserva la capa vegetal que contribuye a su preservación. En lo descrito por Ramírez & Jaimes (2017), los problemas de pérdida de cobertura boscosa en la parte rural y en el margen de las quebradas ocasionan desequilibrio ambiental en los ecosistemas ya que la deforestación junto con el uso inadecuado de tierras, provoca disminución de la faja forestal por ende disminución del recurso hídrico.

## Figura 4

*Nacimientos de la Vereda el Rosal en Fincas Habitadas Afectadas por el Mal Estado de los Pozos Sépticos*



Cerca de algunos de estos nacimientos, se encuentran viviendas habitadas. Al consultar a los propietarios, se reveló que los pozos sépticos se encuentran en malas condiciones, lo que provoca que las aguas residuales se dirijan hacia las hondonadas de los nacientes, resultando en una evidente contaminación de la zona.

## Figura 5

*Presencia de Contaminación en las Nacientes por Desechos de Basura*



Sin embargo, en algunos puntos se evidenció contaminación por desechos de basura. En la parte alta, se identificó que uno de los nacimientos se ve afectado por aguas negras y servidas provenientes de dos fincas aledañas.

### Figura 6

#### *Diferentes Nacientes Encontrados en la Vereda el Rosal*



### Visitas de Observación Vereda el Totumo Identificando las Áreas que Requeran Preservación y/o Restauración

En la vereda del Totumo, pude observar que en algunos puntos de la cuenca se presentan problemas relacionados con la producción agrícola, así como erosión y la contaminación por aguas negras y residuales.

### Figura 7

#### *Vista General de la Vereda el Totumo*



## Figura 8

### *Principales Cultivos de la Vereda el Totumo*



Se supervisaron los nacimientos de agua en la vereda El Totumo, desde sus principales fuentes hasta la parte baja. Durante el recorrido, se observó que, en algunos tramos de la ribera, las actividades agrícolas se desarrollan sin protección vegetal, lo que provoca que los hilos de agua queden expuestos. Además, en varios lugares se evidenció la presencia de basura plástica.

## Figura 9

### *Nacimientos Encontrados en la Vereda el Totumo*



## Visitas de Observación Especies Arbóreas que Rodean las Fuentes Hídricas

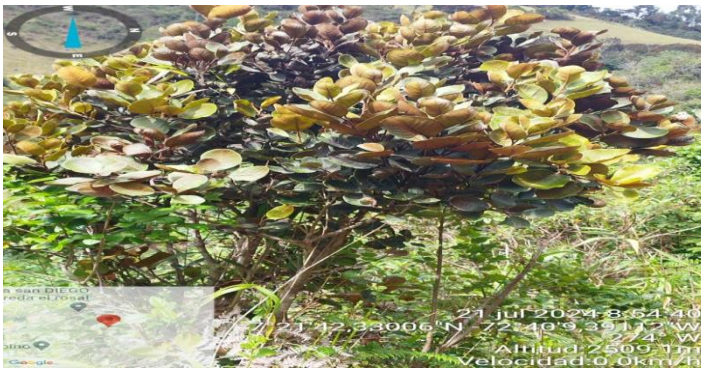
A lo largo del recorrido por las veredas del Totumo y El Rosal, se identificó un árbol

invasor que está causando un gran impacto en la biodiversidad, afectando a los árboles nativos de estas zonas. Esta situación pone en riesgo a otras especies que desempeñan un papel importante en el ecosistema.

### *Especies Nativas*

#### **Figura 10**

#### *Árbol de Arsenillo (Clethra ferruginea L.)*



El árbol de *Clethra ferruginea* L., fue identificado por el botánico francés Jean-Baptiste Christophore Fusée Aublet en 1775 (NaturaListaColombia, s/f).

*Clethra ferruginea* L., es un árbol de tamaño mediano, que puede alcanzar hasta 15 metros de altura. Su corteza es de color marrón-rojizo, y sus hojas son ovaladas y tienen un color verde oscuro (NaturaListaColombia, s/f).

## Figura 11

### Árbol Aliso (*Alnus acuminata* L.)



El árbol de aliso *Alnus acuminata* L., fue descrito por primera vez por el botánico alemán Johann Baptist Emanuel Pohl en 1831 (Netwoods & Grupo NW-Netwoods, 2023).

También conocido como Aliso, cerezo, chaquiro, cerezo real. Pertenece a la familia *Betulaceae*. Se encuentra a una elevación entre los 1400 y 3200 msnm, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Norte de Santander, Quindio, Risaralda, Santader, Tolima, Valle (Bernal, 2023).

Árbol inerme de 6-15 m de altura, de follaje totalmente caduco, con el tronco de 20-50 cm de diámetro, los ejemplares jóvenes con corteza lisa, gris clara, los adultos con corteza rugosa y gris oscura. Hojas simples, alternas, trísticas, ovadas o elípticas, de 5-18 cm de largo x 4-9 cm de ancho, con el ápice agudo o acuminado, la base redondeada o aguda, borde irregularmente aserrado, el haz verde oscuro con nervaduras impresas, glabro, algo lúcido, a veces con escasos pelos en la parte inferior de la nervadura media, el envés verde más claro con nervaduras notablemente prominentes y bastante pubescente; pecíolo pubescente, surcado superiormente, e 2-3 cm de largo, en su base un par de estípulas algo pubescentes, oblongo-lanceoladas, de 6-10 mm de largo x 3-4 mm de ancho (Netwoods & Grupo NW-Netwoods, 2023).

**Figura 12**

*Árbol Bocconia frutescens L*



*Bocconia frutescens* L., fue descrita por primera vez por el botánico italiano Pier Antonio Árbol o arbusto de 3 a 7 m de alto. Tronco con la corteza exterior gris o marrón. El desprendimiento de cualquier parte de la planta produce una savia anaranjada o roja. Hojas simples y alternas, generalmente agrupadas en los extremos terminales de las ramas, extremadamente variables en forma y tamaño, de 15-60 x 10-30 cm, oblongas a ovadas, profundas o irregularmente lobuladas, con los bordes dentados o aserrados, ápice acuminado y base aguda o decurrente. Las hojas presentan el envés blanco o gris. Flores en panículas terminales. Frutos en cápsulas elipsoidales, de 0,5-0,7 cm de largo, con restos del estilo y los estigmas de la flor en el extremo apical. Semillas cubiertas de un arilo rojizo. Micheli en 1755, pero luego fue reemplazada por la descripción de Linneo en 1759 (Portal de investigación de STRI - *Bocconia frutescens* , s/f).

**Figura 13**

*Árbol de Nogal (Junglans Neotropica L.)*



El nogal neotrópico fue descrito por primera vez por el botánico francés Jean-Baptiste Lamarck en 1789. Árbol de hasta 30 m de altura, caducifolio, con hojas compuestas, alternas, con folíolos aserrados y aromáticos, con crecimiento heliófito en estado adulto y umbrófilo en estado juvenil; sus flores son de color blanco y sus frutos son drupas carnosas color marrón con una sola semilla pétreo (Netwoods y Grupo NW-Netwoods, 2023).

**Figura 14**

*Pino Andino (Retrophyllum rospiglosii L.)*



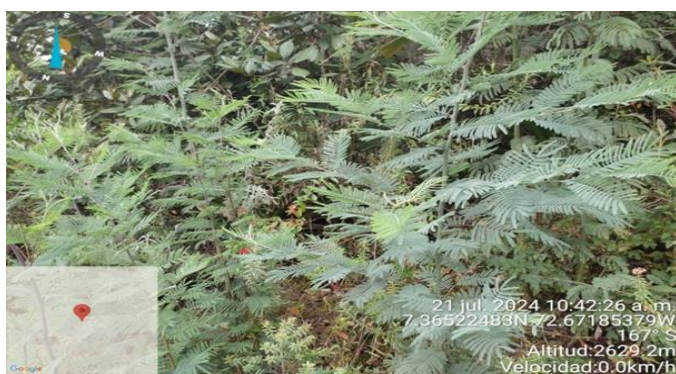
Pino andino (*Retrophyllum rospiglosii L.*) fue descrito por primera vez por el botánico

italiano Filippo Parlatore en 1868. Crece en áreas con temperaturas medias anuales que oscilan entre 10 grados centígrados a 19 grados centígrados con una precipitación media anual de 2000 MM y una humedad relativa alta esta especie es una típica de bosques muy húmedos montanos bajos se encuentra en la parte alta de los bosques muy húmedos premontanos en los bosques muy húmedos montanos bajos y en los bosques húmedos montanos bajos (Rarepalmseeds, s/f).

### ***Especies Invasoras***

#### **Figura 15**

*Árbol de Acacia decurrens L. (Acacia de Hoja Estrecha)*



#### **Tabla 1**

##### *Caracterización Botánica de Acacia decurrens L.*

Familia	Fabácea
Nombre científico	Acacia decurrens willd.
Autor	Willd
Etimología	Acacia, del griego akakia, que significa punta o espina, decurrens,-entis, epíteto específico del latín, que significa correr hacia abajo, en alusión al raquis de las hojas que se extiende

---

	debajo del punto de inserción en el tallo
Nombre común	Acacia negra, acacia gris
Origen	Introducida
Continente	Oceanía
Distribución geográfica	Nativa de Australia; cultivada alrededor del mundo
Altura máxima (m)	15
Diámetro (Cm)	50
Amplitud de copa	Media (7 - 14 m)
Densidad de follaje	Media
Modelo arquitectónico	No determinado
Sistema radicular	Superficial
Atributos foliares	Las hojas tienen de 5 a 15 pares de pinnas de 2,5 a 9 cm de largo
Persistencia de hojas	Perenne
Atributos Foliares	Flores pentámeras con sépalos unidos y muchos estambres
Estación de floración	Estacional
Sistema de polinización	No determinado
Sistema de dispersión	Insectos, Hidrocoria (agua), Anemocoria (viento)
Alteración de fauna	Media
Densidad de madera (g/cm <sup>3</sup> )	No determinado
Tasa de crecimiento	Rápida
Longevidad	Baja (0 - 35 años)
Zona de humedad	Humeda

---

---

Rango altitudinal	1001 - 1500 msnm, 1501 - 2000 msnm, 2001 - 3000 msnm
Requerimiento de luminosidad	Alta
Tipo de suelo	Suelos arenosos y bien drenados.
Uso	La madera se utiliza en la obtención de postes, vallas y tableros de conglomerados.
Función	Ornamental, Restauración ecológica
Uso de espacio publico	Edificios institucionales
Estado de conservación	No evaluada
Observaciones	Sistema radicular superficial
Fuentes	Plants for a Future (2015), Weeds of Autralia - Biosecurity Queensland Edition, Acacia decurrens (2015), Sanchez de Lorenzo (2014)

---

*Nota.* Catálogo de la flora del Valle de Aburrá. Tomato de Corporación Universitaria (2014a)

*Acacia decurrens* L. fue descrita por primera vez por el botánico australiano Joseph Henry Maiden en 1920. Árbol erecto de 5 - 15 m de altura, pero a veces alcanza 20 - 22 m en condiciones favorables (Boland, 1987; Pryor y Banks, 1991). Las ramillas tienden a ser laterales y la corona de la extensión es de hasta ocho m de ancho en los especímenes más grandes. La corteza es lisa, de color gris oscuro a casi negro y puede ser fisurada en plantas maduras. Las ramillas están prominentemente en ángulo con grandes crestas en forma de ala (EIA, s/f).

### **Visitas de Observación al Área Protegida**

“Implementación de kilómetros de aislamiento de bosque natural en la microcuenca del

volcán y monte adentro en el río pamplonita para la conservación de las fuentes hídricas”  
Convenio interadministrativo celebrado por el municipio de Pamplona, Empopamplona S.A. y  
Corponor para realizar la implantación de kilómetros de aislamiento de bosque natural en las  
microcuencas el Volcán y Monte adentro del río Pamplonita, para la conservación de sus fuentes  
hídricas.

Se realizó la reglamentación hídrica de las microcuencas Monte adentro y Volcán  
municipio de Pamplona que comprende las veredas de Alto Grande, Monte adentro, el Rosal, y  
Navarro con un área de 12.57 km<sup>2</sup> y 9.8 km<sup>2</sup> aproximadamente. Tiene un área aproximada de 9.8  
km<sup>2</sup> y un perímetro de 15.8 km<sup>2</sup> (CORPONOR, 2016).

En el área protegida se observó que algunos nacientes que descienden hacia la vereda del  
Totumo y El Rosal se encuentran en buenas condiciones, cubiertos por una densa capa vegetal y  
forestal. Sin embargo, también se identificó la presencia de una especie invasora de acacia que se  
expande rápidamente. Esta especie puede causar problemas significativos para la vegetación  
nativa, el suelo y los recursos hídricos, al competir con las especies autóctonas y alterar el  
ecosistema. La notable presencia de esta acacia, tanto en la reserva como en las veredas del  
Rosal y el Totumo, indica que es una especie invasora no nativa que podría generar graves  
problemas ecológicos en el futuro.

**Figura 16***Área Protegida de CORPONOR*

*Nota.* “Implementación de kilómetros de aislamiento de bosque natural en la microcuenca del volcán y monte adentro en el río pamplonita para la conservación de las fuentes hídricas”.

Las especies de árbol de *Acacia decurrens* L. y *Acacia melanoxylon* L., se han identificado como invasoras en la vereda del Totumo, El Rosal y en el área protegida, se observan cerca de los nacientes de agua y a lo largo de las pequeñas reservas de bosque en las veredas, así como en los caminos y en la parte baja de la quebrada. Esta problemática se extiende a otras veredas del municipio de Pamplona, evidenciando el impacto negativo que este árbol invasor puede tener en el ecosistema local. Además, la presencia de pinos y eucaliptos en la región también contribuye a la preocupación por la invasión y el desplazamiento de especies nativas.

**Tabla 2***Caracterización Botánica de Acacia melanoxylon L.*

Familia	Fabácea
Nombre científico	<i>Acacia melanoxylon</i>
Autor	R.Br.
Etimología	Acacia, del griego akakia, derivado de ake, akis, que significa, punta o espina, que hace referencia a las espinas de las acacias americanas y africanas; melanoxyton, epíteto latino que significa, con madera negra
Nombre común	Acacia negra
Origen	Introducida
Continente	Oceanía
Distribución geográfica	Nativa de E Australia; cultivada alrededor del mundo, principalmente en climas fríos
Altura máxima (m)	20
Diámetro (Cm)	50
Amplitud de copa	Estrecha (menor que 7 m)
Densidad de follaje	Alta
Modelo arquitectónico	No determinado
Sistema radicular	No determinado
Atributos foliares	Miden entre 6 y 10 cm de largo por 2 de ancho, con borde entero, lisas y con estípulas pequeñas libres
Persistencia de hojas	Perenne

---

Atributos Foliare	Dispuestas en forma de cabezuelas que miden 1 cm
Estación de floración	Estacional
Sistema de polinización	No determinado
Sistema de dispersión	No determinado
Densidad de madera (g/cm <sup>3</sup> )	No determinado
Tasa de crecimiento	Rápida
Longevidad	Media (36 - 60 años)
Zona de humedad	Seca, Húmeda, Muy húmeda
Rango altitudinal	1501 - 2000 msnm, 2001 - 3000 msnm, > 3001 msnm
Requerimiento de luminosidad	Alta
Tipo de suelo	Tolera diferentes tipos de suelos
Uso	Su madera se utiliza para la obtención de postes para cercas
Función	Cerca viva
Uso de espacio publico	Edificios institucionales
Estado de conservación	No evaluada
Observaciones	Sistema radicular superficial
Fuentes	Mahecha, Ovalle, Camelo, Rozo y Barrero (2012)

---

*Nota.* Catálogo de la flora del Valle de Aburrá. *Fuente.* Corporación Universitaria (2014b)

**Figura 17**

*Acacia melanoxylon* L. (*Acacia Negra*)



Fue descrito por primera vez por el botánico sueco Carolus Linnaeus en 1767. Las flores de la acacia negra son amarillas, se reúnen en inflorescencias de forma globular, de 10 a 12 mm de diámetro y portando cada uno entre 30 y 50 flores. Sus flores son actinomorfas, pentámeras, de color amarillo. Las flores pequeñas alcanzan a medir 3 cm de diámetro, estas no poseen pétalos, son flores panículas lo cual quiere decir que estas se ramifican como una espiga o una ramificación en forma de racimo (Monje, 2021).

*A. melanoxylon* es una especie longeva que fija el nitrógeno y que puede alcanzar hasta 1,5 m de diámetro y 40 m de altura. Es adecuada para plantar en condiciones húmedas en climas fríos (CABI, 2019).

En la vereda del Totumo, se identificaron diversas problemáticas ambientales alrededor de los nacimientos de agua. Aunque se observó que estos nacientes están rodeados de una capa forestal, al descender hacia las partes bajas y pasar por las fincas, algunos de ellos se ven contaminados por aguas negras y residuales. La producción agrícola también impacta negativamente en estos cuerpos de agua, ya que varios predios se encuentran en la ribera de los nacientes. A lo largo de este recorrido, se detectó la contaminación de las aguas por el uso de

fungicidas, herbicidas e insecticidas aplicados en los cultivos.

Además, se identificó especies de acacia en la vereda, los cuales son invasivos y se está propagando rápidamente en la región, lo que representa una amenaza a largo plazo para la biodiversidad local. En la parte baja de la microcuenca, se observó la captación de agua por parte de la empresa de EMPOPAMPLONA S.A., que recibe las aguas provenientes de los nacimientos de la vereda del Totumo.

En la vereda del Rosal, los nacimientos mantienen una capa forestal adecuada y, al descender hacia la parte baja, las riberas también conservan una buena cobertura vegetal. Sin embargo, se notó la presencia de cultivos en algunos puntos. Se constató que muchas casas tienen pozos sépticos en mal estado o inservibles, lo que provoca que las aguas negras y residuales se dirijan hacia las olladas cercanas a los nacientes. En una de las fuentes, se observó que, a pocos metros, dos casas dirigen sus aguas residuales directamente hacia el nacimiento.

Finalmente, se realizó una visita al área protegida, donde se pudo constatar la presencia del árbol de *Acacia melanoxylon* L., que está invadiendo esta área protegida. En la capa forestal, se identificaron tanto árboles invasores como nativos, aunque la presencia de especies nativas es cada vez más escasa en la zona. La *Acacia melanoxylon* L., está clasificada como un invasor de categoría 2 según la Ley de Conservación de Recursos Agrícolas (1983), invadiendo los márgenes y claros de los bosques, las orillas de los ríos y arroyos y los bordes de las carreteras (CABI, 2019).

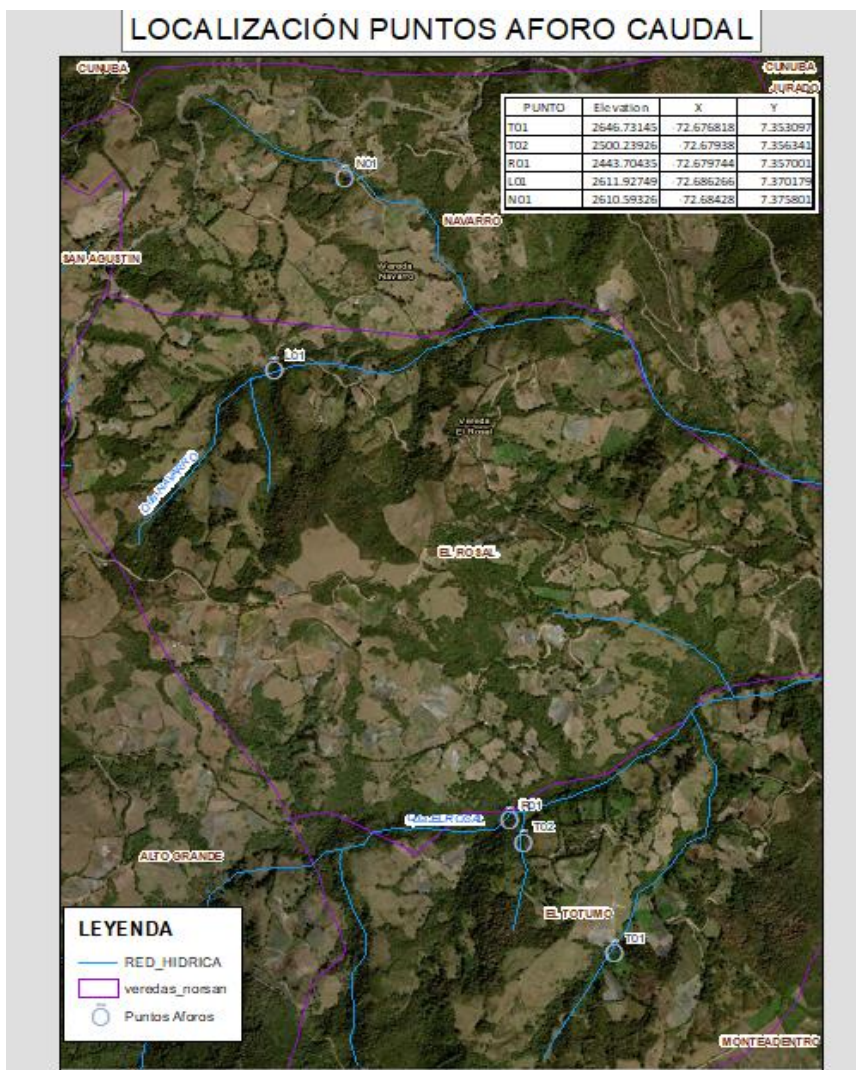
## **Medición de Caudales Veredas El Rosal y El Totumo Para Determinar el Estado de Actual de las Fuentes Hídricas**

Se llevó a cabo la medición de caudal en los principales arroyos de las veredas El Totumo y El Rosal, así como en los pequeños arroyos que conforman la quebrada Navarro. Durante este ejercicio, se registraron el volumen, el tiempo, las coordenadas y el caudal de cada arroyo.

En la medición de caudal se implementó el equipo de caudalímetro se realizó utilizando el método de medición de volumen y tiempo. Se seleccionaron varios puntos de medición en cada uno de los arroyos y quebradas, y se midió el volumen de agua que fluía a través de cada punto en un período de tiempo determinado. Las coordenadas de cada punto de medición se registraron utilizando un GPS.

**Figura 18**

*Puntos de Aforo de los Diferentes Caudales*



Analizando los resultados de la medición de caudal muestran que la quebrada del Rosal y Navarro tiene un caudal significativamente mayor que los arroyos individuales, las razones por la que se ven afectados los caudales mínimos de las fuentes hídricas y con ello la disponibilidad de este recurso es por los cambios de coberturas causados por la deforestación (Espinosa et al., 2022). La quebrada Navarro también presenta un caudal considerable. Estos resultados pueden ser útiles para la planificación y gestión de los recursos hídricos en la zona.

### *Vereda del Totumo*

#### **Micro Afluente Nombre Soto.**

- Volumen en 10 litros.
- Tiempo 4.45.
- Caudal 2.24 litros por segundo.
- Coordenadas: 7.35320513N72.67681088W.

#### **Figura 19**

##### *Medición del Microafluente Soto*



#### **Micro Afluente Agua Blanca.**

- Volumen en 10 litros
- Tiempo 4.8 coordenadas
- Caudal 2.08 litros por segundo
- Coordenadas: 7. 35621668N72.67944727W

**Figura 20***Medición de la Microafluente Agua Blanca***Quebrada Nombre el Rosal.**

- Caudal 0.072.85 Metros cúbicos por segundo
- Tiempo en bifurcaciones: 72.85 litros por segundo
- Coordenadas: 7.3573602N72.67964429W

**Figura 21***Medición de la Quebrada el Rosal*

*Vereda el Rosal*

**Nombre de la Micro Afluente la Lajita.**

- Volumen 10 litros
- Tiempos en dos bifurcaciones número uno 5.36 y número dos 0.29 = 5.65
- Caudal 2.15 litros por segundo
- Coordenadas: 7.37021496N72.68638722W

**Figura 22**

*Medición de la Microafluente la Lajita*



**Micro Afluente Urbano.**

- Volumen en 10 litros
- Tiempo 92.65
- Caudal 0.25 Litros por segundo
- Coordenadas: 7221485541N7241990776W

**Figura 23***Medición del Microafluente Urbano***Quebrada Navarro.**

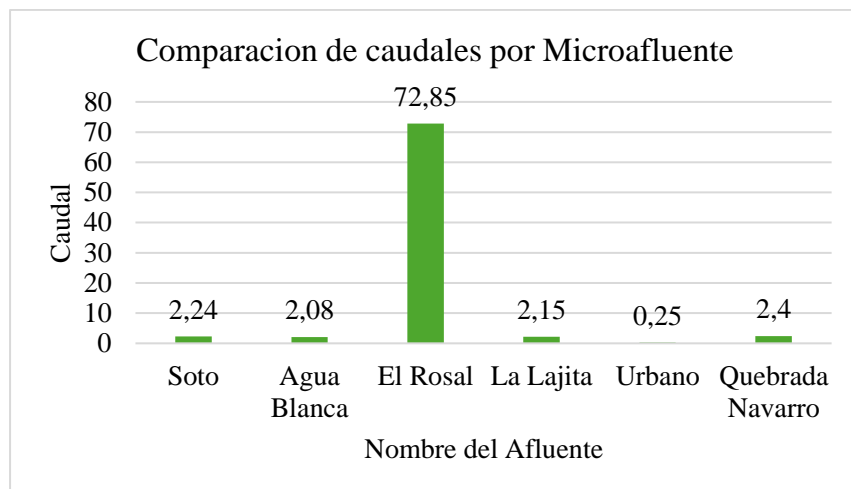
- Volumen: 98.3 litros
- Tiempo: 98.3 segundos
- Caudal 2.4 litros por segundo
- Coordenadas: 7215320814N72395096225W

**Figura 24***Medición de la Quebrada Navarro*

### Comparación de Caudales de las Diferentes Fuentes Hídricas

**Figura 25**

*Comparación de Caudales Veredas el Totumo y el Rosal*



El afluente "El Rosal" presenta un caudal significativamente mayor (72.85 L/s) en comparación con los demás, que se sitúan por debajo de los 3 L/s. Esta diferencia se debió al considerable aporte hídrico proveniente del área protegida y de diversas nacientes ubicadas en la vereda, lo que incrementó sustancialmente su volumen de agua.

**Tabla 3**

*Tabla Comparativa de Caudales*

Nombre del Afluente	Vereda	Volumen (L)	Tiempo (s)	Caudal (L/s)	Precipitación (mm)	Coordenadas
Soto	Totumo	10	4.45	2.24	5.7	7.35320513N, 72.67681088W
Agua Blanca	Totumo	10	4.8	2.08	5.7	7.35621668N, 72.67944727W

Nombre del Afluente	Vereda	Volumen (L)	Tiempo (s)	Caudal (L/s)	Precipitación (mm)	Coordenadas
El Rosal	Totumo	—	—	72.85	5.7	7.3573602N, 72.67964429W
La Lajita	El Rosal	10	5.65	2.15	5.7	7.37021496N, 72.68638722W
Urbano	El Rosal	10	92.65	0.25	5.7	7.221485541N, 72.41990776W
Quebrada Navarro	En su paso por la vereda el Rosal	98.3	98.3	2.4	5.7	7.215320814N, 72.395096225W

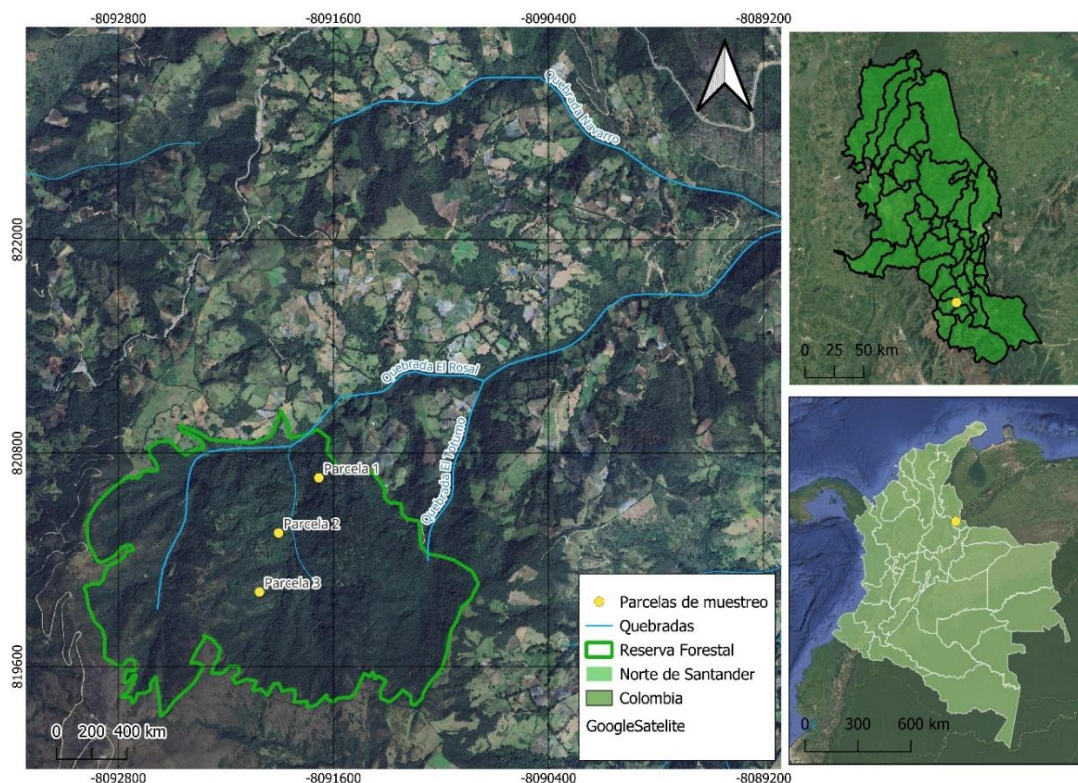
*Nota.* Fecha de muestreo: 26 de diciembre de 2024. Precipitación estimada: 5.7 mm tomada de la información hidrometeorológica de la página del IDEAM, de la estación del ISER Pamplona.

El estudio analizó la relación entre los datos de precipitación y caudales de las diferentes fuentes hídricas de las veredas el Rosal y el Totumo, mediante el uso de datos de precipitación recopilados en la estación del ISER Pamplona, Norte de Santander, obtenida del sitio web del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM, 2024).

## Inventario Forestal de Especies del Área Protegida Identificando el Árbol Invasor

**Figura 26**

*Distribución de las Parcelas Muestreadas en el Área Protegida*



Se realizó un inventario de especies con énfasis en la identificación y distribución de la especie invasora *Acacia negra* (*Acacia melanoxylon* L.). El objetivo del estudio fue determinar la densidad y distribución de esta especie en tres parcelas de una hectárea (100 x 100 metros) cada una, ubicadas en un bosque nativo. Se establecieron tres parcelas de una hectárea en el área de estudio para realizar un conteo detallado de los individuos de *Acacia negra* presentes en cada sección. Los resultados del inventario fueron los siguientes:

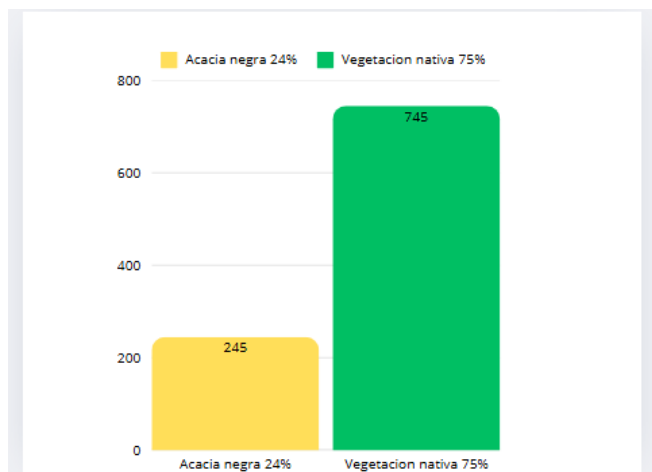
### ***Parcela 1***

Se encontraron 245 individuos de *Acacia negra* entre arboles adultos medianos y

pequeños, con una densidad de 245 individuos/ha.

### Figura 27

#### Datos Obtenidos Parcela 1

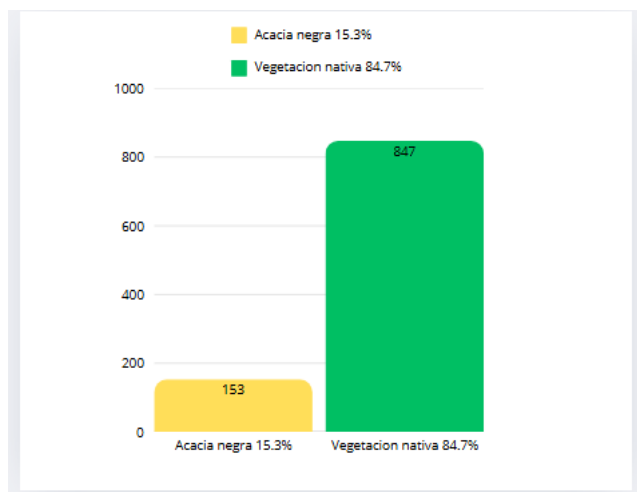


#### Parcela 2

Se encontraron 153 individuos de Acacia negra entre arboles adultos medianos y pequeños, con una densidad de 153 individuos/ha.

### Figura 28

#### Datos Obtenidos Parcela 2

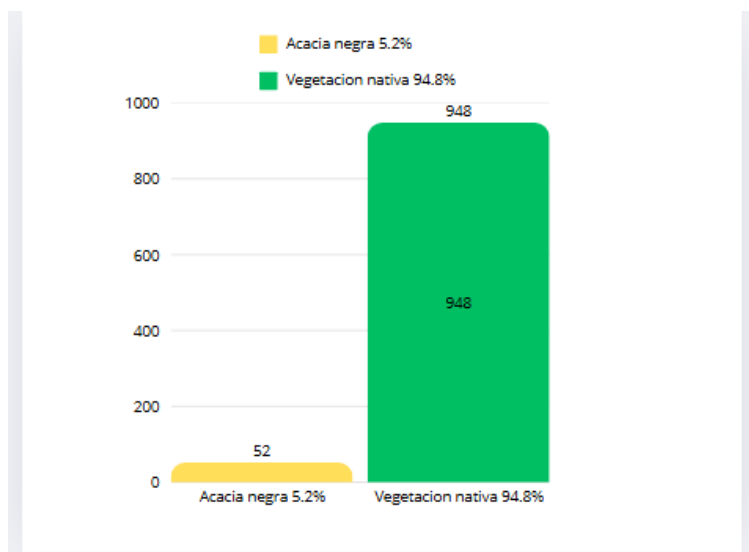


### **Parcela 3**

Se registró un total de 52 individuos de Acacia negra en el área evaluada, con una densidad estimada de 52 individuos por hectárea.

### **Figura 29**

#### *Datos Obtenidos Parcela 3*



En total, se identificaron 450 individuos de acacia negra en el área de estudio, lo que indica una notable presencia de esta especie invasora en el ecosistema de bosque nativo. Muestra una variación significativa en la densidad de acacia negra entre las tres parcelas. La Parcela 1 presentó la mayor densidad, seguida de la Parcela 2 y, finalmente, la Parcela 3. La población estuvo compuesta por árboles en distintos estados de desarrollo: brinzales (individuos jóvenes de hasta 1 metro de altura), latizales (individuos con alturas entre 1 y 3 metros o con diámetros menores a 10 cm), y fustales (individuos adultos con diámetros mayores a 10 cm). Esta estructura sugiere una regeneración activa de la especie invasora, lo que evidencia su capacidad de colonización y su potencial para desplazar la vegetación nativa si no se controla oportunamente.

## Socialización de la Problemática Encontrada con la Comunidad

### Figura 30

#### *Socialización de los Hallazgos Encontrados con la Comunidad*



Se realizó una socialización comunitaria de la problemática hídrica identificada, en la que se compartieron los hallazgos con habitantes de las veredas mediante una reunión participativa. Esta actividad permitió validar los datos recolectados y fomentar el reconocimiento colectivo sobre la necesidad de conservar las fuentes hídricas locales. Durante el espacio de diálogo también se abordó la presencia de especies vegetales invasoras, como *Acacia melanoxylon* L. y la *Acacia decurrens* L., resaltando su impacto negativo sobre la cobertura nativa y la dinámica ecológica de las microcuencas. La comunidad fue sensibilizada sobre la importancia de prevenir su propagación, ya que estas especies alteran el equilibrio hidrológico, desplazan la vegetación autóctona y dificultan los procesos naturales de regeneración, lo cual agrava la vulnerabilidad ambiental de las fuentes de agua.

**Figura 31**

*Integración del CIPAS con la Comunidad*



## Discusión

El cuidado y la conservación de los nacimientos de agua es fundamental para la sostenibilidad de los ecosistemas y el abastecimiento de recursos hídricos para el consumo humano. En esta investigación se buscó determinar el estado actual de los nacimientos de agua de las veredas el Rosal y el Totumo identificando los factores que afectan la calidad y disponibilidad de estos.

Los resultados obtenidos mediante la caracterización de las fuentes hídricas de las veredas el Rosal y el Totumo, demuestran la importancia de la cobertura vegetal para la conservación de las fuentes hídricas, lo que concuerda con lo descrito por algunos autores que confirman que la conservación de las coberturas vegetales naturales es fundamental para la funcionalidad ecosistémica de las cuencas hidrográficas (Ramírez & Jaimes, 2017) (Torres-Bejarano et al., 2022) (Ivanova et al., 2025).

En la investigación realizada por Torres-Bejarano et al., 2022, se determinó que hay una fuerte correlación y asociación entre las condiciones de la cobertura vegetal, que se ven afectadas por las diversas actividades agrícolas, lo cual concuerda con lo que se observó en las veredas objeto de estudio ya que aunque hay presencia de vegetación alrededor de los nacimientos lo que contribuye a su preservación, debido a que se realizan prácticas agrícolas y pecuarias, cerca de las fuentes hídricas estas pueden tener impacto negativo en la calidad del agua y el ecosistema, lo que es consistente con lo descrito por Ramírez & Jaimes (2017), donde se indicó que los problemas de pérdida de cobertura boscosa en la parte rural y margen de las quebradas ocasionan desequilibrio ambiental en los ecosistemas, ya que la deforestación junto con el uso inadecuado de tierras han transformado su cobertura boscosa en potreros dedicados a la producción pecuaria y agrícola, lo que provoca disminución de la faja forestal y por ende disminución de los recursos

hídricos.

En la vereda el Rosal las fuentes hídricas cuentan con notable cobertura vegetal, no obstante, la extensión de cultivos hasta los cuerpos de agua y el mal estado de los pozos sépticos generan un impacto ambiental negativo afectando la calidad del agua.

En la vereda el Totumo los problemas relacionados con la producción agrícola y la erosión son bastante notorios, la falta de cobertura vegetal en algunas áreas expone las fuentes hídricas lo que incrementa su posibilidad de contaminación y la pérdida del caudal, en Diaz et al., (2019), se demuestra que la pérdida y fragmentación de las coberturas naturales por actividades humanas ponen en riesgo la oferta de servicios ecosistémicos por lo cual los esfuerzos deben enfocarse en estas áreas para su conservación y la gestión del territorio.

Un hallazgo interesante en la investigación fue la identificación de una especie invasora denominada *Acacia* spp., la cual afecta la biodiversidad y el equilibrio ecológico de las veredas, debido a su rápida expansión esta especie se ha convertido en una amenaza que puede tener repercusiones negativas en el suelo y en las fuentes hídricas, con la proliferación de pinos y eucaliptos también contribuye a esta problemática lo que destaca la necesidad de implementar estrategias de control y manejo de especies invasoras para proteger los ecosistemas y las fuentes hídricas. Esta problemática se observa principalmente en áreas que requieren de la aplicación de estrategias de restauración ecológica, pero este proceso, muchas veces involucra el uso de especies vegetales exóticas, desconociendo los efectos sobre la regeneración ecológica de los sitios donde se introducen (Abella-Sanclemente et al., 2023).

Un amplio número de países acepta la introducción de especies exóticas de rápido crecimiento y reconocida adaptabilidad a suelos de baja fertilidad (como *Acacia* spp.) para la recuperación de suelos degradados (Koutika & Richardson, 2019), sin tener en cuenta que esta

especie es altamente invasiva en muchas regiones donde se ha introducido fuera de su área de distribución nativa (Koutika & Richardson, 2019).

La visita al área protegida permitió evidenciar la eficacia de la cobertura vegetal densa en la conservación de los nacimientos de agua. Sin embargo, la presencia de especies invasoras (*Acacia spp.*) en la reserva es un aspecto preocupante que requiere medidas de manejo para evitar la degradación del ecosistema. Este hallazgo refuerza la importancia de mantener y fortalecer las áreas protegidas como estrategia clave para la conservación de los recursos hídricos.

Finalmente, los resultados de la medición de caudales evidencian diferencias significativas entre los arroyos individuales y las quebradas principales, como el Rosal y Navarro, que presentan caudales mayores. Esta información es clave para la planificación y gestión de los recursos hídricos en la región, permitiendo un manejo más eficiente de las fuentes de agua y una mejor comprensión del impacto de las actividades humanas en la disponibilidad hídrica.

## Conclusiones

Las fuentes hídricas, especialmente los nacimientos de agua son fundamentales para la preservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los ecosistemas. Proporcionan múltiples beneficios ambientales, pero su integridad se ve comprometida por prácticas agropecuarias inadecuadas y la falta de atención por parte de las autoridades pertinentes. Esto ha llevado a una notable disminución de la calidad y cantidad del agua en la cuenca del río Pamplonita, lo que afecta tanto a la flora y fauna como a las comunidades que dependen de estos recursos.

El inventario de acacia negra realizado en las tres parcelas proporciona información valiosa sobre la densidad y distribución de esta especie invasora en el área de estudio. Los resultados pueden ser utilizados para planificar estrategias de gestión y control de la especie en la región.

El impacto ambiental causado por la acacia negra es significativo, especialmente en las riberas de los arroyos y quebradas de las veredas del Totumo y el Rosal. Esta especie afecta tanto la calidad como la cantidad de agua disponible, lo que resalta la importancia de tomar medidas urgentes para mitigar estos efectos y proteger los recursos hídricos.

Durante el recorrido, se identificó un gran número de individuos de acacia negra en las riberas de las quebradas, caminos y cercas vivas en toda esta zona. Esto evidencia la rápida y extensa propagación de esta especie invasora en el área.

La caracterización de las fuentes hídricas en las veredas El Totumo y El Rosal, en el municipio de Pamplona, representa un aporte significativo al conocimiento y la gestión ambiental del territorio. Los hallazgos de esta investigación constituyen una base sólida para la formulación de futuros planes de manejo, estrategias de conservación y nuevas líneas de investigación enfocadas en la sostenibilidad del recurso hídrico.

Asimismo, este trabajo resalta la necesidad de abordar las problemáticas ambientales locales desde un enfoque técnico, riguroso y comprometido con el contexto social y ecológico. Se espera, además, que esta experiencia investigativa motive a otros estudiantes a desarrollar proyectos similares que contribuyan activamente al cuidado del medio ambiente y al desarrollo sostenible de sus comunidades, fortaleciendo así tanto la cultura investigativa como el sentido de responsabilidad social.

## Recomendaciones

Implementar un programa de reforestación centrado en las principales especies nativas de la región, garantizando su recuperación y evitando la pérdida de estas especies oriundas.

Ofrecer capacitaciones técnicas a los agricultores sobre buenas prácticas agrícolas, con el objetivo de mejorar su conocimiento en la aplicación de productos agroquímicos y evitar el uso excesivo de estos, lo que contribuirá a la protección de la biodiversidad y de las fuentes hídricas que abastecen el río Pamplonita.

Rehabilitar y aplicar métodos de recolección de desechos plásticos provenientes de productos agrícolas en las veredas, evitando que los agricultores los entierren, quemem o arrojen en las corrientes de agua, lo que podría afectar las cuencas del río Pamplonita.

Capacitar a los agricultores sobre las especies endémicas y la importancia de su conservación, promoviendo prácticas que favorezcan su preservación.

Brindar capacitación y asesoría sobre las problemáticas que presentan las especies invasoras y las amenazas que representan para la biodiversidad del área.

Implementar medidas de control de especies invasoras, especialmente de la *Acacia spp*, que es una de las principales amenazas al ecosistema. Su rápido crecimiento y capacidad de rebrote dificultan la regeneración de la vegetación natural y alteran la biodiversidad.

Gestionar la implementación de pozos sépticos en las comunidades para evitar que las aguas servidas y negras se desechen en las laderas, contaminando las nacientes y, en última instancia, el río Pamplonita.

Establecer cercas en las nacientes que lo requieran para prevenir el pisoteo por parte del ganado y otros animales.

Supervisar los puntos vulnerables a deslizamientos de tierra, realizando reforestación o esparcimiento de semillas para estabilizar el suelo y minimizar daños.

Monitorear y controlar la propagación de la acacia en el área de reserva de CORPONOR, ya que su expansión a largo plazo podría causar daños significativos al ecosistema.

Se recomienda llevar a cabo mediciones regulares de caudal de los diferentes micro afluentes para monitorear y evaluar posibles variaciones en el flujo de agua.

### Referencias Bibliográficas

- Abella-Sanclemente, C. S., Valois-Cuesta, H., & Polanco-Puerta, M. F. (2023). El árbol *Acacia mangium* (Fabaceae) facilita la recuperación de áreas mineras en la selva lluviosa del Chocó, Colombia. *Revista de biología tropical*, 71(1), e50991.  
<https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v71i1.50991>
- Álava-Rosales, L. M., Marin-Álvarez, L. S., & Gallo-Ibáñez, N. C. (2021). Vista de Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la cuenca baja del río Lelía (Santo Domingo de los Tsóchilas-Ecuador). *Dominio las ciencias*, 7(4), 625–648.  
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2356/5156>
- Alcaldía de Pamplona. (2015). *PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE PAMPLONA*. Gobernador.co. <https://pamplona-nortedesantander.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/DIAGNÓSTICO%PAMPLONA.pdf>
- Barragán Garzón, S. M., & Ramírez Castiblanco, E. A. (2019). *Caracterización de las fuentes hídricas y propuesta para la valoración de costos bajo el modelo abc en los acueductos de los municipios de tausa y sutatausa* [UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA].  
<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/2959>
- Bello Hernández, J.O., & Sánchez Cifuentes, D. (2023). *Caracterización de las fuentes abastecedoras de agua de los sistemas Río Frío y Neusa ubicados en los municipios de Zipaquirá, Nemocón y Cogua del Departamento de Cundinamarca* [Universidad La Gran Colombia]. <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/7943>

- Bernal, R. (2023). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.  
<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Borda-Prada , O. L., Moreno-Merchán , A. C., & Guerrero-Rodríguez, A. F. (2021). Caracterización de los factores de amenaza y vulnerabilidad en la subcuenca del río Neusa, departamento de Cundinamarca, Colombia. *Revista Vínculos*, 18(2).  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/article/view/19710>
- CABI. (2019). *Acacia melanoxylon (Australian blackwood) [Data set]*. En *CABI Compendium*. CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.2329>
- Cajas Aguilar, E. E. (2022). “*Modelización espacial de áreas de protección de cauces hídricos en el cantón Quinsaloma, provincia de los ríos*” [UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6827>
- CEPAL (Comisión Económica Para América Latina y el Caribe). (2023). *Mesa del ODS 6 en el 6to Foro de los Países de América Latina y el Caribe sobre el Desarrollo Sostenible 2023*. Cepal.org. <https://www.cepal.org/es/notas/mesa-ods-6-6to-foro-paises-america-latina-caribe-desarrollo-sostenible-2023>
- CORPONOR. (2019). *Informe de auditoría interna*. Gov.co.  
<https://corponor.gov.co/corponor/pacto/2013/plandecompras/RESOLUCIONPLANDEC/OMPRAS2013ACTUALIZADO.pdf>
- CORPONOR. (2022). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Pamplonita (POMCA) – Tomo IV: Análisis situacional. Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental.

[https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/20.500.11762/22602/1/37-POMCH\\_Pamplonita\\_ajustado.pdf?utm\\_source](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/20.500.11762/22602/1/37-POMCH_Pamplonita_ajustado.pdf?utm_source)

CORPONOR. Publicado Por DIANA ESPINEL, O. de C. (s/f). .:: *Corponor.gov.co Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental* :: Gov.co. Recuperado el 20 de marzo de 2024, de <https://corponor.gov.co/dev/index.php/es/component/content/article/34-news/latest-news/349-municipio-de-pamplona>

Corporación Universitaria, E. I. A. (2014a). *Acacia negra, acacia gris (Acacia decurrens)*. Catálogo de la flora del Valle de Aburrá.

<https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/250>

Corporación Universitaria, E. I. A. (2014b). *Acacia negra (Acacia melanoxylon)*. Catálogo de la flora del Valle de Aburrá. <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/251>

Díaz, T., Cubides, P., & Arce, M. I. (2019). *Vulnerabilidad de la oferta de servicios ecosistémicos*. Org.co. <https://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2019/cap2/201/>

Echeverri Sánchez, A. F., Urrutia Cobo, N., & Barona Ramírez, S. M. (2020). Vulnerabilidad de fuentes hídricas superficiales de la cuenca del río cerrito a la contaminación difusa agrícola. *RIAA Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, *11*(2), 117–130.

EIA. (s/f). *Acacia negra, acacia gris (Acacia decurrens)*. Catálogo flora valle aburra, Grupo de Investigación Sostenibilidad, Infraestructura y Territorio -SITE-. Recuperado el 17 de febrero de 2025, de <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/250>

Espinosa, A. G., Guerrero, T., & Madroño, S. M. (2022). Análisis de coberturas vegetales y su relación con caudales mínimos en la parte alta del río Pasto. *Revista universidad mariana*. <https://repositorio.umariana.edu.co/handle/20.500.14112/26657>

Giorgi, A. D., Vilches, C., Rodríguez Castro, M. C., Zunino, E., Debandi, J., Kravetz, S., & Torremorell, A. (2013). HONEY LOCUST (*Gleditsia triacanthos* L. (Fabaceae)) INVASION EFFECT ON TEMPERATURE, LIGHT AND METABOLISM OF A PAMPEAN STREAM. *Acta biologica colombiana*, 19(1), 113.

<https://doi.org/10.15446/abc.v19n1.38384>

Hernández, D. D. R. (2020). *IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POR VERTIMIENTOS SOBRE LA QUEBRADA PILANDERAS EN EL SECTOR EL NACIMIENTO FLORIDABLANCA - SANTANDER* [UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER]. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/1379>

Hoyos, M. E. (2020). *Análisis espacial de la captación de fuentes hídricas en las zonas rurales del municipio de Montería, como herramienta de gestión territorial* [UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3600>

IDEAM. (2023). Informe de gestión 2023. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.ideam.gov.co/informes-de-gestion>

IDEAM. (2024). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia*. <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

Ivanova, Y., Huertas Lugo, V. D., & Pulgarín Herrera, M. F. (2025). Incidencia del Cambio de Coberturas Vegetales sobre la Capacidad de Regulación Hídrica en la Cuenca del Río Cuja, Colombia. *Revista EIA*, 22(43), 1–21.

<https://revistabme.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/1793/1662>

- Kravetz, S. (2020). *Efecto del impacto de actividades antrópicas en arroyos pampeanos sobre las comunidades acuáticas de hifomicetes* [Universidad Nacional de Luján].  
<https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/872>
- Koutika, L.-S., & Richardson, D. M. (2019). Acacia mangium Willd: benefits and threats associated with its increasing use around the world. *Forest Ecosystems*, 6(1).  
<https://doi.org/10.1186/s40663-019-0159-1>
- Martínez Valdés, Y., & Villalejo García, V. M. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Hydraulic and Environmental Engineering/Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 39(1), 58–72.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382018000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000100005)
- Monje, J. (2021). *ACACIA NEGRA – Arboreo*. Colegio de san patricio.  
<https://arboreo.colegiodesanpatricio.edu.co/acacia-negra/>
- Moreno, L. J., Vargas, P. A., & Castellanos, R. M. (2018). Técnicas de medición de caudales en fuentes hídricas rurales. *Revista Colombiana de Recursos Hídricos*, 5(2), 77–86.  
<https://doi.org/10.22267/rcrh.185202>
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- NaturaListaColombia. (s/f). *Clethra ferruginea*. NaturaListaColombia; Recuperado el 17 de febrero de 2025, de <https://colombia.inaturalist.org/taxa/854445-Clethra-ferruginea>
- Netwoods, & Grupo NW-Netwoods. (2023, agosto 8). *Aliso (Alnus acuminata)*.  
[www.reddearboles.org](http://www.reddearboles.org).  
<https://www.reddearboles.org/Enciclopedia/nwcproduct/10810/arbol-nativo-aliso>

- ONU. United Nations Environment Programme. (2021). *Environmental and health impacts of pesticides and fertilizers and ways of minimizing them: Envisioning a chemical-safe world - Summary for Policymakers*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/34463>
- Peñaloza Miranda, L. K. (2017). Estudio de las variaciones de la oferta hídrica y uso de suelo de la microcuenca El Volcán a partir de la compra de áreas estratégicas [Trabajo de grado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Institucional Unipamplona. [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5699/1/Pe%203%B1aloza\\_2018\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5699/1/Pe%203%B1aloza_2018_TG.pdf)
- Ramírez Ballesteros, L. M., & Jaimes Sepúlveda, D. A. (2017). Aprestamiento y caracterización florística y ecológica para la microcuenca quebrada La Magnolia ubicada en el municipio de Málaga, Santander, Colombia [Universidad Industrial de Santander]. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/37164>
- Ramírez, J. E., & Torres, C. A. (2020). Manual práctico para la medición de caudales en canales abiertos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78239>
- Rarepalmseeds. (s/f). *Retrophyllum rospigliosii – Pino hayuelo – Compra semillas en rarepalmseeds.com*. Rarepalmseeds.com. Recuperado el 17 de febrero de 2025, de <https://www.rarepalmseeds.com/es/retrophyllum-rospigliosii-es>
- Torres-Bejarano, F., Torregroza-Espinosa, A. C., Martínez-Mera, E., & González-Márquez, L. C. (2022). Impact of land cover changes on water quality: an application to the Guájaro reservoir, Colombia. *International Journal of Environmental Science and Technology: IJEST*. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04535-8>

United Nations. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas*. Recuperado el 6 de abril de 2024, de <https://www.un.org/es/chronicle/article/objetivo-6-hacer-frente-al-reto-posibilitar-el-acceso-al-agua-limpia-y-potable-en-todo-el-mundo>

## Apéndices

### Apéndice A

#### *Glosario*

**Acuífero:** Formación geológica que almacena agua subterránea y permite su circulación.

**Agenda 2030:** Plan de acción global impulsado por la ONU para lograr el desarrollo sostenible, incluye 17 objetivos (ODS).

**Agroquímicos:** Sustancias químicas usadas en la agricultura, como fertilizantes y pesticidas, que pueden contaminar cuerpos hídricos.

**Caracterización hídrica:** Estudio que permite conocer el estado actual de una fuente de agua en cuanto a calidad, cantidad y distribución.

**Conservación del agua:** Conjunto de acciones para proteger y mantener los recursos hídricos en buen estado.

**Contaminación hídrica:** Alteración del agua por sustancias nocivas que afectan su calidad y los ecosistemas.

**Cuerpos hídricos:** Espacios naturales que contienen agua como ríos, lagos, acuíferos, pozos y quebradas.

**Cuenca hidrográfica:** Territorio drenado por un río principal y sus afluentes.

**Cuenca del río Pamplonita:** Área geográfica en el departamento de Norte de Santander, Colombia, afectada por problemas de manejo del agua.

**Deterioro ecológico:** Daño o alteración negativa en los ecosistemas, muchas veces causado por actividades humanas.

**Ecosistema:** Conjunto de seres vivos y su entorno físico que interactúan entre sí.

Erosión: Desgaste del suelo por acción del agua, viento o actividades humanas, que puede afectar las fuentes hídricas.

Fertilizantes: Sustancias usadas para enriquecer el suelo que pueden contaminar el agua si no se aplican adecuadamente.

Fuentes hídricas: Orígenes naturales del agua como nacimientos, ríos o manantiales.

GIRH (Gestión Integrada de los Recursos Hídricos): Enfoque que busca administrar el agua de forma equilibrada entre necesidades humanas y protección ambiental.

Impacto negativo: Consecuencia desfavorable derivada de una actividad, como la contaminación de una quebrada.

Microcuenca: Subdivisión de una cuenca hidrográfica, de menor tamaño, que drena hacia un cauce específico.

Monitoreo ambiental: Observación y análisis sistemático de condiciones ambientales como la calidad del agua.

Naciente de agua: Lugar donde el agua brota naturalmente del suelo; puede formar arroyos o quebradas.

Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS): Metas definidas por la ONU para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar prosperidad.

Pamplona: Municipio colombiano en el que se desarrolla el estudio de fuentes hídricas mencionado.

Plaguicidas: Sustancias que controlan plagas agrícolas, pero pueden ser tóxicas para el agua y los ecosistemas.

Plan de acción ambiental: Estrategia organizada para mitigar impactos negativos en el medio ambiente.

Plan de Desarrollo Territorial: Documento de planificación local que orienta el uso de suelo y recursos naturales.

Pérdida del recurso hídrico: Disminución en cantidad o calidad del agua debido a su uso inadecuado o contaminación.

Políticas públicas: Decisiones y acciones del gobierno orientadas a resolver problemas sociales o ambientales.

Pozos: Excavaciones que permiten extraer agua subterránea.

Quebrada: Curso natural de agua, generalmente pequeño y superficial, que alimenta ríos o lagos.

Recuperación de ecosistemas: Proceso de restaurar un ecosistema afectado por daños ambientales.

Recurso hídrico: Agua disponible para usos humanos, agrícolas, industriales o ecológicos.

Río: Corriente natural de agua que fluye continuamente por un cauce.

Saneamiento: Conjunto de acciones para mantener condiciones higiénicas adecuadas, incluye el tratamiento del agua.

Sobreexplotación del agua: Uso excesivo del recurso hídrico que supera su capacidad de renovación.

Toxicidad: Capacidad de una sustancia para causar daño a organismos vivos.

Uso potencial del suelo: Evaluación sobre la mejor manera de utilizar una porción de tierra, considerando sostenibilidad.

Vereda El Rosal / El Totumo: Zonas rurales de Pamplona mencionadas como áreas de estudio para la caracterización hídrica.

**Apéndice B***Detalle de Recursos Económicos Empleados*

Transporte participación de las cipas	220.000
Cucutilla a pamplona y alimentación	
Transporte consultas, visitas, y asesoramiento del trabajo Cucutilla a pamplona, alimentación	200.000
Transporte Cucutilla pamplona salida de campo, recolección de datos y alimentación	350.000
Gastos de materiales agenda lápiz metro, cinta medidora	60.000
Guía para recolección de datos	30.000
Pilas para caudalímetro	20.000
<b>TOTAL</b>	<b>880.000</b>