

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA QUEBRADA EL
TÚNEL, CAJIBÍO – CAUCA



DEIFAN MAGOLA MAMIÁN BENAVIDES

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN BIOLOGÍA
POPAYÁN
2022

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA QUEBRADA EL
TÚNEL, CAJIBÍO - CAUCA
TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN BIOLOGÍA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DEIFAN MAGOLA MAMIÁN BENAVIDES

DIRECTOR:

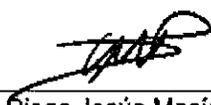
Dr. DIEGO MACÍAS PINTO

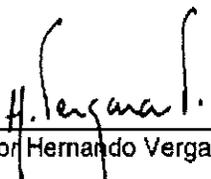
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN BIOLOGÍA
POPAYÁN

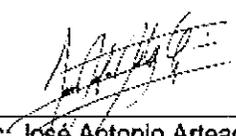
2022

Nota de aceptación

Trabajo de grado ACEPTADO

Director  _____
Doctor Diego Jesús Macías Pinto

Jurado:  _____
Doctor Hernando Vergara Varela

Jurado:  _____
M. Sc. José Antonio Arteaga.

Lugar y fecha de sustentación: Popayán, 10 de Junio de 2022



Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la
Educación
Posgrados
Maestría en Biología



**ACTA DE DEFENSA TRABAJO DE GRADOMAESTRIA
EN BIOLOGIA**

Los jurados del Trabajo de Grado Titulado:

**“RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA
QUEBRADA EL TÚNEL, CAJIBÍO - CAUCA”**

Bajo la dirección de:

Dr. Diego de Jesús Macías Pinto

HACEN CONSTAR:

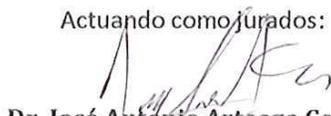
Que siendo las: 11:00 am del día diez (10) del mes de junio de
2022, la maestrante:

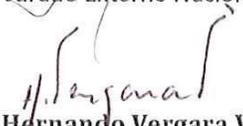
Deifan Magola Mamián Benavides
Identificada con cédula No. 31995188

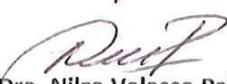
Obtuvo el concepto de:

NO APROBADO () APROBADO () EXCELENTE () SOBRESALIENTE CUM LAUDE ()

Actuando como jurados:


Dr. José Antonio Arteaga Cerón
Jurado Externo Nacional


Dr. Hernando Vergara Varela
Jurado Interno


Dra. Nilza Velasco Palomino
Coordinadora del Programa Maestría en Biología

Para constancia, se firma en Popayán ciudad universitaria, el día diez (10) del mes de junio de dos mil veintidós.



Por una Universidad de excelencia y Solidaria

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación
Carrera 2A No. 3N-111 Primer Piso. Sector Tulcán Popayán - Cauca - Colombia
Teléfono: 8209800 Exts. 2316
maestriaenbiologia@unicauca.edu.co www.unicauca.edu.co/educacion

Agradecimientos

A Dios por la vida, la salud y por todas las oportunidades.

A la Universidad del Cauca, Facultad de Educación, Departamento de Biología por la calidad de profesionales que comparten sus conocimientos, de manera especial al Director de Trabajo, Doctor Diego Macias Pinto por sus enseñanzas, colaboración y dedicación para que fuese realizado de forma adecuada.

A la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC por su valioso apoyo.

A la comunidad de la vereda El Túnel, especialmente a los Srs. Juvenal Rivera, Javier Reyes, Ariel Valdés, las Sras. Aura Rivera, Rosario Campo y Lucely Burbano por todo su apoyo y cariño.

A la Institución Educativa El Túnel, en especial a los estudiantes que con entusiasmo y entrega participaron de este proceso de formación y proyección a la comunidad y a la profesora Dalys Fernández por su apoyo constante.

A mi familia por el apoyo, amor, confianza, paciencia y palabras de motivación.

A la educadora ambiental Blanca Elsa Beltrán, por sus valiosas y oportunas orientaciones.

A todas las personas que colaboraron de manera directa e indirecta en la elaboración de este trabajo

Para todos ellos mis más sinceros agradecimientos.

Tabla de contenido

1.	INTRODUCCIÓN	13
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
3.	JUSTIFICACIÓN	19
4.	OBJETIVOS	22
4.1	Objetivo general	22
4.2	Objetivos específicos	22
5.	MARCO TEÓRICO	23
5.1.	Espacios Degradados.....	23
5.2.	La Deforestación	24
5.3.	Conservación de Ecosistemas Naturales.....	26
5.4.	Restauración Ecológica (R.E.)	26
5.4.1.	Tipos de Restauración	27
5.4.2.	Potencialidades de la Restauración Ecológica	28
5.4.3.	Componentes de la Restauración Ecológica	29
5.5.	Educación Ambiental (E.A.)	30
5.6.	Participación Comunitaria.....	31
6.	ANTECEDENTES	32
7.	METODOLOGÍA	36
7.1.	Área de Estudio	36
7.2	Caracterización Ambiental.	39
7.2.2	Socialización de la Investigación a la Comunidad Residente en área de Estudio	39
7.2.3	Caracterización Biofísica.....	39
7.2.4	Caracterización sociocultural	40
7.2.5	Reconocimiento de la Situación Ambiental.....	40
7.3	Obtención de las Plantas para las Estrategias de Restauración	42
7.3.2	Selección de las Especies Forestales.	42
7.3.3	Identificación y Selección de los Árboles Semilleros.	44
7.3.4	Recolección de Frutos y Semillas.	44
7.3.5	Establecimiento de Vivero.....	44
7.4	Aplicación de Estrategias de Restauración Ecológica para la Siembra y Monitoreo de las Especies Propagadas en el Vivero Comunitario	45
7.4.1.	Selección de las áreas a Intervenir	45
7.4.2	Estrategias de Restauración Ecológica	46
7.4.3	Mantenimiento del Proyecto de Restauración Ecológica	47
7.4.4	Evaluación y Monitoreo de la Restauración	48
8.	RESULTADOS	49
8.1	Diagnóstico Ambiental	49
8.1.1	Talleres de Educación Ambiental.	49
8.2	Entrevistas y Encuestas	58
8.2.1	Caracterización Biofísica.....	62
8.2.2	Reconocimiento de la Situación Ambiental	65
8.3	Identificación de Especies Potenciales para la Restauración Ecológica	72
Selección de las Especies Forestales.....	72	
8.4	Estrategias de restauración	76
8.4.1	Zona de Influencia del Acueducto Veredal El Túnel.	76
8.4.2	Evaluación y monitoreo de la restauración.	79
8.4.3	En la Zona de Influencia de la Quebrada El Túnel	81
9.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	83

9.1 Diagnóstico ambiental	83
9.2 Componente biofísico	84
9.3 Potencialidades y estrategias de restauración ecológica de los bosques de galería de las zonas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal El túnel.	86
9.4 Estrategias establecidas	87
10. CONCLUSIONES	88
11. RECOMENDACIONES	91
12. BIBLIOGRAFÍA	912
ANEXOS	102

Lista de Figuras

Figura 1. Pérdida global de bosques 2001 -2020	25
Figura 2. Georreferenciación del área de estudio: Zonas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal El Túnel	38
Figura 3. Sistema ambiental	41
Figura 4. Taller 1. ¿Ambiente o Medio ambiente?	50
Figura 5. Socialización componentes del ambiente	50
Figura 6. Lectura, representación gráfica y socialización del cuento “Pueblerina y bella la casa de mi infancia”	51
Figura 7. Línea de tiempo vereda El Túnel	52
Figura 8. Esquema de Goffin vereda El Túnel.	53
Figura 9. Mapas de recorrido	56
Figura 10. Taller de fortalecimiento de cultura ambiental	56
Figura 11. Mapa recorrido vereda El Túnel	56
Figura 12. Taller: Complemento de la situación ambiental y socialización	57
Figura 13. Panorámica del túnel, vía férrea y su puente histórico	68
Figura 14. Sistema ambiental vereda El Túnel.	70
Figura 15. Implementación de vivero	74
Figura 16. Estudiantes en prácticas de cuidado y mantenimiento del vivero	75
Figura 17. Siembra en la zona de influencia del acueducto veredal El Túnel	77
Figura 18. Crecimiento y desarrollo de especies dinamizadoras	78
Figura 19. Seguimiento de las plantas sembradas en la zona de influencia del acueducto veredal	79
Figura 20. Enriquecimiento vegetal en las parcelas o fincas de algunos pobladores	81

Lista de tablas

Tabla 1. Familias, géneros, especies y área basal para el bosque La Primavera	43
Tabla 2. Especies vegetales encontradas en los alrededores de la I.E. El Túnel	53
Tabla 3. Flora y Fauna de la vereda El Túnel	58
Tabla 4. Caracterización biofísica, Listado de flora	62
Tabla 5. Caracterización biofísica, listado de fauna	63
Tabla 6. Listado de especies dinamizadoras	72
Tabla 7. Métodos de propagación y tasa de mortalidad	73
Tabla 8. Establecimiento de las especies vegetales seleccionadas	76

Lista de anexos

Anexo 1: Formato de seguimiento proceso de educación ambiental, docentes.	102
Anexo 2: Formato de seguimiento proceso de educación ambiental, estudiantes	104
Anexo 3. Formato de encuesta	105
Anexo 4. Formato de entrevista	107
Anexo 5. Listado de especies del bosque La Primavera, Marín et al (2011)	109
Anexo 6. Listado de especies valoración ecológica rápida, en áreas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal El Túnel. (2021)	111
Anexo 7. Solicitud de Junta de Acueducto vereda El Túnel	113

Resumen

La restauración ecológica surge como una alternativa de solución a las problemáticas ambientales actuales, debido a su vertiginoso avance en cuanto a sus fundamentos científicos y sus métodos teóricos y prácticos. Esto ha permitido que se disponga de herramientas para afrontar los retos que demanda el alto nivel de degradación del Planeta. Adicionalmente, la participación ciudadana en estos procesos de restauración juega un papel importante para el éxito de los mismos, ya que es precisamente el empoderamiento por parte de la comunidad lo que permite que la restauración sea exitosa.

Teniendo en cuenta estos aspectos, el presente trabajo busca establecer un proceso de restauración ecológica en las zonas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal el túnel. Para tal fin, se realizó un diagnóstico ambiental de la zona de estudio con el propósito de establecer el potencial de restauración y determinar especies forestales que favorezcan positivamente la recuperación de la estructura de estos ecosistemas, todo esto enmarcado en un proceso de formación ambiental comunitario que a su vez genere hábitos de conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, disminuyendo el impacto ambiental desencadenado por las actividades antrópicas.

Los ecosistemas de la zona han sido impactados con el crecimiento poblacional, la ampliación de la frontera agrícola, la deforestación y la contaminación por diversos factores; sin embargo, aún ofrece condiciones para su recuperación evidenciadas en potencialidades ambientales a nivel biofísico, y sociocultural, así como también a la apropiación comunitaria que posibilitaron un establecimiento cercano al 95% en la mayoría de las especies de plantas sembradas para la suplementación del bosque, establecimiento de barrera y protección de cuerpos de agua.

Palabras clave: impacto ambiental, actividades antrópicas, educación ambiental, participación comunitaria.

Abstract

Ecological restoration emerges as an alternative solution to current environmental problems due to its vertiginous progress in terms of its scientific foundations and its theoretical and practical methods. This has allowed the tools to be available to face the challenges demanded by the high level of degradation of the planet. Additionally, citizen participation in these restoration processes plays an important role in their success, since it is precisely the empowerment of the community that allows the restoration to come to fruition.

Taking these aspects into account, the present work seeks to establish an ecological restoration process in the areas of influence of the El Túnel stream and the tunnel aqueduct. To this end, an environmental diagnosis of the study area was carried out in order to establish the restoration potential and determine forest species that positively favor the recovery of the structure of these ecosystems, all this framed in a community environmental training process that at the same time, generate habits of conservation of natural resources and biodiversity, reducing the environmental impact triggered by anthropic activities. The ecosystems of the area have been impacted by population growth, the expansion of the agricultural frontier, deforestation and pollution due to various factors; however, it still offers conditions for its recovery evidenced in environmental potentialities at the biophysical and sociocultural levels, as well as community appropriation that made possible an establishment close to 95% in most of the plant species planted for forest supplementation, establishment of barrier and protection of water bodies.

Keywords: Environmental impact, anthropic activities, environmental education, community participation

1. Introducción

El término biodiversidad contiene toda expresión de vida, medida por el número de especies, es decir, una medida de heterogeneidad que va desde la diversidad genética, hasta la diversidad de especies y las variaciones que se pueden dar dentro de la misma, confinada en la complejidad de un ecosistema (Santiago, 2007). En la actualidad, la relación entre conservación, biodiversidad y restauración ecológica es evidente. El funcionamiento de los ecosistemas solo se puede mantener en tiempo y espacio con altos valores de biodiversidad y la restauración ecológica es posible si se conservan ecosistemas originales que permitan expresar el potencial de especies a escala local y regional (Vargas, 2011).

Colombia es un país multidiverso a nivel étnico, cultural y de ecosistemas. De los ciento catorce millones de hectáreas de superficie terrestre (114'174.800 ha), el 51% se encuentra con cobertura vegetal boscosa (Cabrera et al., 2011). A pesar de la importancia de los recursos naturales en Colombia, el país ha vivido un proceso acelerado de transformación de hábitats y ecosistemas naturales (Cabrera et al., 2011); este proceso de transformación de ecosistemas es evidenciado a nivel regional en las veredas El Túnel y La Meseta ubicada en las zonas rurales de los municipios de Cajibío y Totoró (Cauca) respectivamente, donde se ha presentado transformaciones de coberturas de bosque andino a potreros y asentamientos humanos, lo que ha conllevado a la pérdida de biodiversidad y contaminación de sus fuentes hídricas. Según Lambin (1997), la mayor parte de las transformaciones ocurridas en ecosistemas terrestres se deben a conversión de la cobertura del terreno, la degradación y la intensificación en el uso del mismo.

Las zonas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal El Túnel son ecosistemas que se han afectado con esta realidad, dado que gran parte de su bosque ripario ha sido talado con el propósito de establecer viviendas y ampliar la frontera agrícola. Estos procesos conllevan a impactos ecológicos que, en áreas locales, producen la

degradación de los suelos, pérdida de biodiversidad, cambios en los microclimas, como también pérdida de servicios ecológicos o ambientales (Mas *et al.*, 2009; Rosete *et al.*, 2008). Esta problemática resalta la importancia de establecer estrategias que permiten mejorar la salud, la integridad y la sostenibilidad de las poblaciones, comunidades y ecosistemas (Van Andel & Aronson, 2006).

Una herramienta importante para cumplir este propósito es la restauración ecológica que ha sido definida como el proceso de asistir el restablecimiento de los ecosistemas cuando han sido dañados, degradados o destruidos por causa de los diferentes disturbios naturales y antrópicos, procurando que dichos ecosistemas retornen a su trayectoria histórica, apoyados en un ecosistema de referencia; por ende, las condiciones históricas son el punto de partida ideal para diseñar la estrategia de restauración; sin embargo, pueden presentarse condiciones y limitaciones que impidan que el ecosistema restaurado recupere su condición anterior, orientando su desarrollo por una trayectoria diferente (SER, 2004).

Los procesos de restauración ecológica favorecen positivamente la recuperación de la estructura del ecosistema, es así, como la restauración de las microcuencas pretende restablecer las áreas de protección, aumentar la cobertura vegetal nativa y mantener las relaciones ecológicas (Acero y Cortés, 2014; Maglianesi, 2011). La recuperación de la vegetación riparia que desempeña funciones ecológicas y ofrece servicios ambientales importantes en el ecosistema, beneficia la regulación de ciclos ecológicos como aumentar la cantidad y calidad del agua, reducir los sedimentos que llegan al cauce, controlar y regular el flujo del agua, recuperar el hábitat para los animales, restablecer corredores biológicos de flora y fauna, recuperar las interacciones bióticas y aumentar la conectividad (Murcia & Guariguata, 2014; Smith-Ramírez, González, Echeverría & Lara, 2015).

Para generar estos procesos es necesario contar con producción de material vegetal apropiado, en cantidad, calidad y diversidad. Un vivero comunitario es una

herramienta que permite disponer de las plantas necesarias para establecer estrategias de protección y de recuperación de hábitats (Instituto de investigaciones Alexander von Humboldt, 2008; Latorre Vega y Bachiller Muñoz, 2007). La creación y manejo de estos viveros, fomenta la investigación e integra a las comunidades (Celaya-Michel, Ochoa-Meza, López-Elías & Barrera-Silva, 2017). Adicional a esto, los procesos de educación ambiental son fundamentales para ayudar a sensibilizar a las comunidades sobre la problemática que enfrentan los ecosistemas, razón por la cual, constituyen un pilar fundamental de la presente propuesta, para procurar el mantenimiento y seguimiento de los procesos iniciados, generando una apropiación de las acciones de restauración por parte de la comunidad que posibiliten el sostenimiento de las mismas a través del tiempo.

Por consiguiente el objetivo principal del presente trabajo es implementar acciones de restauración en las zonas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal El Túnel a partir de la identificación, propagación y establecimiento de especies nativas forestales apoyado con procesos de formación ambiental comunitarios, que permitan fomentar el sentido de pertenencia por su territorio y a su vez generar hábitos de conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, disminuyendo así el impacto ambiental generado por las actividades desarrolladas por los habitantes.

2 Planteamiento del Problema

Entre los años 2005 y 2015, más de 1,5 millones de hectáreas del bosque colombiano se perdieron. Las causas detrás de esta disminución envuelven complejas realidades socioambientales; la pérdida del bosque se traduce en el incremento en área de otras coberturas de la tierra con diferentes usos asociados a prácticas agropecuarias, principalmente a ganadería extensiva y agricultura de pequeña y mediana escala (González et al, 2018). La vegetación colombiana ha sido reemplazada en las últimas décadas por potreros, cultivos, asentamientos humanos y obras de infraestructura que han generado alteraciones ambientales que rompen los ciclos naturales de los ecosistemas (Márquez, 2001).

En la actualidad, más de la mitad de los bosques de montaña desaparecen por la deforestación; cuya característica más relevante es que después de ser deforestados son utilizados en prácticas como la agricultura y la ganadería, las cuales se suspenden una vez el suelo presenta déficit de nutrientes y compactación, generando un aumento progresivo de zonas deforestadas (Galindo-Rodríguez & Roa-Fuentes, 2017; Granados-Sánchez; Hernández-García, Vázquez-Alarcón, & Ruíz-Puga, 2011).

En el departamento del Cauca, se presentan graves problemas de deforestación, principalmente por la expansión de la frontera agrícola, lo que ha generado gran pérdida de la biodiversidad florística de los ecosistemas, afectando considerablemente la disponibilidad de agua para el abastecimiento de los acueductos rurales y sus cabeceras municipales, presentándose problemas sanitarios y acciones de racionalización de agua que afecta la calidad de vida de las personas asentadas en las diferentes zonas (Corporación Regional del Cauca, 2016).

Las quebradas son ecosistemas de gran importancia para la vida en el planeta debido a los servicios ecosistémicos que proporcionan: suministro de agua, regulación

hídrica, climática y geomorfológica, ciclo de nutrientes y biodiversidad, entre otros (Cabra, 2019). La quebrada El Túnel es una fuente hidrográfica ubicada en el municipio de Cajibío, es un reservorio hídrico estratégico que abastece de agua las veredas La Claudia y El Túnel de Cajibío, sin embargo, la ribera de esta quebrada ha perdido alrededor del 70% de sus coberturas vegetales naturales debido al crecimiento de la frontera agrícola y a diversas actividades antrópicas como: quemas, carboneo y monocultivos que han degradado los ecosistemas naturales siendo intervenidos sin considerar su vocación de uso (Observación personal y comunicación personal comunitaria 2020).

La pérdida de biodiversidad de la zona genera afectación a los ecosistemas lo que altera las funciones ecológicas de la quebrada como su ciclo hidrológico debido a que la disminución de su bosque ripario permite que factores climáticos como el viento y la radiación solar alteren su caudal hídrico por que se dinamizan los procesos de evaporación del agua debido a la ausencia de vegetación que la retenga (Vargas, 2015), esta pérdida de biodiversidad también afecta las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Teniendo en cuenta lo contextualizado anteriormente el desarrollo y permanencia de los disturbios ecológicos que alteran el bosque ripario de la quebrada El Túnel puede incidir en la pérdida de muchos servicios ecosistémicos como el abastecimiento de agua potable, alteración de las propiedades del suelo entre otros, lo que subraya la urgente necesidad de tratar de restaurar este ecosistema, por lo cual, establecer estrategias de restauración ecológica es una necesidad para lograr un equilibrio entre los ecosistemas naturales de la zona y sus pobladores pues su participación activa es importante para el desarrollo y establecimiento de los procesos restauración ecológica (Vargas, 2007).

Pregunta de investigación

¿Cómo es el desarrollo inicial del establecimiento de un proceso de restauración ecológica con participación comunitaria en las zonas de influencia de la quebrada El Túnel

y del acueducto veredal El Túnel?

3. Justificación

Los procesos de restauración ecológica posibilitan la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido por disturbios naturales y/o antrópicos, favoreciendo la recuperación de factores indispensables como la estructura, composición y función del ecosistema (SER, 2002). Es así, como la restauración de las microcuencas pretende restablecer las áreas de protección, aumentar la cobertura vegetal nativa, mantener las relaciones ecológicas y contribuir a la interacción de los componentes bióticos y abióticos. La recuperación de la vegetación riparia que desempeña funciones ecológicas y ofrece servicios ambientales importantes en el ecosistema, beneficia el aumento de la cantidad y calidad del agua, la protección del suelo, la reducción de sedimentos que llegan al cauce, el control del flujo de agua, la estabilización de los cauces, la recuperación del hábitat para los animales, de corredores biológicos de flora y fauna y de interacciones bióticas, así como también el aumento de la conectividad y la contribución al mejoramiento estético y visual del entorno (Acero & Cortés, 2014, Murcia & Guariguata, 2014; Smith-Ramírez, González, Echeverría & Lara, 2015).

Para generar estos procesos es indispensable contar con material vegetal apropiado, en cantidad, calidad y diversidad. La implementación de un vivero comunitario es una herramienta que permite disponer de las plantas necesarias para establecer estrategias de protección y de recuperación de hábitats (Instituto de investigaciones Alexander von Humboldt, 2008; Latorre Vega & Bachiller Muñoz, 2007). La creación y manejo de estos viveros integra a las comunidades, fomenta la investigación, el conocimiento y conservación de la biodiversidad local y regional (Celaya-Michel, Ochoa-Meza, López-Elías & Barrera-Silva, 2017).

Adicional a esto, los procesos de educación ambiental favorecen la comprensión, apropiación y conocimiento del contexto o territorio, proporcionando mecanismos de

participación que contribuyen a la formación de ciudadanía ambiental, básica para construir otras formas de relacionarnos con el ambiente desde sus componentes natural, social y cultural que conlleven a la transformación de la realidad y al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades (MADS & MEN, 2002). Por lo tanto, las actividades de educación ambiental constituyen un pilar fundamental de la presente propuesta, para procurar el mantenimiento y seguimiento de los procesos iniciados, generando una apropiación de las acciones de restauración por parte de la comunidad que permitan el sostenimiento de las mismas en los años venideros.

En síntesis, la restauración ecológica surge como una alternativa para estas problemáticas ya que ha avanzado muy rápidamente en cuanto a sus fundamentos científicos y sus métodos teóricos y prácticos. Esto ha posibilitado que se disponga de herramientas para afrontar los retos y demandas generados por el alto nivel de degradación de buena parte del planeta y se estén acumulando un buen número de casos exitosos de restauración (Murcia & Guariguata, 2014). Adicionalmente, la participación ciudadana en los procesos de restauración juega un papel importante para el éxito de estos procesos, ya que es precisamente el empoderamiento por parte de la comunidad lo que permite que la restauración llegue a feliz término.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, el presente trabajo estableció un proceso de restauración ecológica en las zonas de influencia de la quebrada el Túnel y del acueducto veredal el túnel. Para tal fin, se hizo un diagnóstico ambiental de la zona de estudio con el fin de establecer el potencial de restauración y determinar especies dinamizadores; Además se realizó un ensayo de germinación de las especies seleccionadas para determinar las que son de rápido crecimiento y finalmente se hizo el establecimiento de las especies propagadas¹, acciones que se hicieron con el apoyo de la comunidad para

garantizar que el proceso que se adelantó tenga el impacto que se espera sobre el ecosistema y sea sostenible.

¹ Las descripciones ecológicas y listas de especies del bosque La Primavera se toman como el ecosistema de referencia.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Establecer un proceso de restauración ecológica en las zonas de influencia del acueducto veredal en el lote “Recuperación la Nueva Claudia” y de la quebrada El Túnel, con participación comunitaria.

4.2 Objetivos específicos

Realizar un proceso de educación ambiental que permita fortalecer la participación comunitaria en las diferentes etapas de la restauración ecológica.

Identificar especies potenciales para la restauración ecológica local.

Aplicar estrategias de restauración ecológica para la siembra y monitoreo de las especies propagadas en el vivero comunitario.

5. Marco Teórico

La biodiversidad es un componente fundamental de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos necesarios para soportar la vida y los requerimientos humanos, que están siendo crecientemente amenazados por las actividades humanas entre ellas el avance vertiginoso de la deforestación y el cambio climático. Como respuesta a esta problemática, ha surgido la preocupación de contar con criterios adecuados y unificados para evaluar y dar alternativas de solución y encontrar la manera más adecuada para su mantenimiento. En ese sentido, surgen conceptos como restauración ecológica, conservación de ecosistemas y potencial de restauración, permitiendo la valoración integral del ecosistema y a su vez la implementación de estrategias para su recuperación (Etter, Andrade, Amaya y Arévalo, 2015).

5.1. Espacios Degradados.

La degradación que sufren los ambientes y espacios naturales, son el resultado de actividades socioeconómicas, tecnológicas e institucionales, ocurre cuando los recursos naturales de la Tierra se agotan. Estos recursos que se ven afectados incluyen: Agua, Aire y Suelo. La degradación de espacios es una de las mayores amenazas que se están estudiando en la actualidad.

La Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de los Desastres caracteriza la degradación ambiental como la disminución del límite de la Tierra para satisfacer los destinos y necesidades sociales y ambientales. Los espacios degradados pueden generarse de diversas maneras. En el momento en que se destruyen los entornos o se agotan los activos comunes, se considera que el entorno está dañado. Hay varias técnicas diferentes que se utilizan para prevenir esto, incluida la protección de los recursos ambientales y los esfuerzos generales de protección. Así mismo, en el instante en que se divide el bioma, ya no existen grandes extensiones de espacio habitables, se hace más problemático para la vida silvestre obtener los activos que necesitan para sobrevivir.

(ONU, 2019).

El ambiente continúa, a pesar de que los animales y la vida vegetal no están ahí para ayudar a mantenerlo adecuadamente. Entre las causas más frecuentes están: la perturbación de la tierra, la contaminación, la superpoblación, los vertederos, las causas naturales y la deforestación (Zurita, 2015).

5.2. La Deforestación

La historia de la humanidad es también la historia de la deforestación y las graves consecuencias ambientales que ésta puede tener, siendo causa en ocasiones, del colapso de una sociedad. Los procesos de deforestación a nivel mundial establecen vínculos históricos entre el uso de los bosques y el desarrollo económico y social y entre la destrucción de los bosques y el deterioro económico. Los tomadores de decisiones regularmente se encuentran ante la paradoja de que, aunque los bosques, los productos forestales y los servicios ecosistémicos son fundamentales, la tierra, ocupada por los bosques es, en ocasiones, objeto de demandas más acuciantes (FAO, 2012).

De acuerdo con la FAO (2010), el crecimiento demográfico y el auge de la demanda de alimentos, fibra y combustible ha incrementado el ritmo de deforestación al punto que en los últimos 10 años el promedio neto anual de desaparición de bosques llegó a los 5,2 millones de ha. La FAO afirma que para el periodo 2000-2010, a nivel mundial se perdieron al año aproximadamente 13 millones de ha. de selvas, bosques y otros ecosistemas arbolados, en tanto que se recuperaron en este mismo periodo aproximadamente 5 millones de ha. en forma de vegetación secundaria, zonas reforestadas y plantaciones forestales, esto plantea un claro desbalance que va en contra de los bienes y servicios ambientales que proveerían las áreas boscosas a una sociedad cada vez demandante de ellos.

La trayectoria de la deforestación a escala mundial sigue un modelo similar al del

crecimiento de la población, denotando, que el ritmo de la deforestación superaba al del crecimiento de la población antes de 1950 y empezó a disminuir desde entonces (FAO, 2012). Ahora bien, los datos publicados por la Universidad de Maryland muestran un panorama integral de la pérdida global de bosques entre el 2001 y el 2020 (Figura 1).

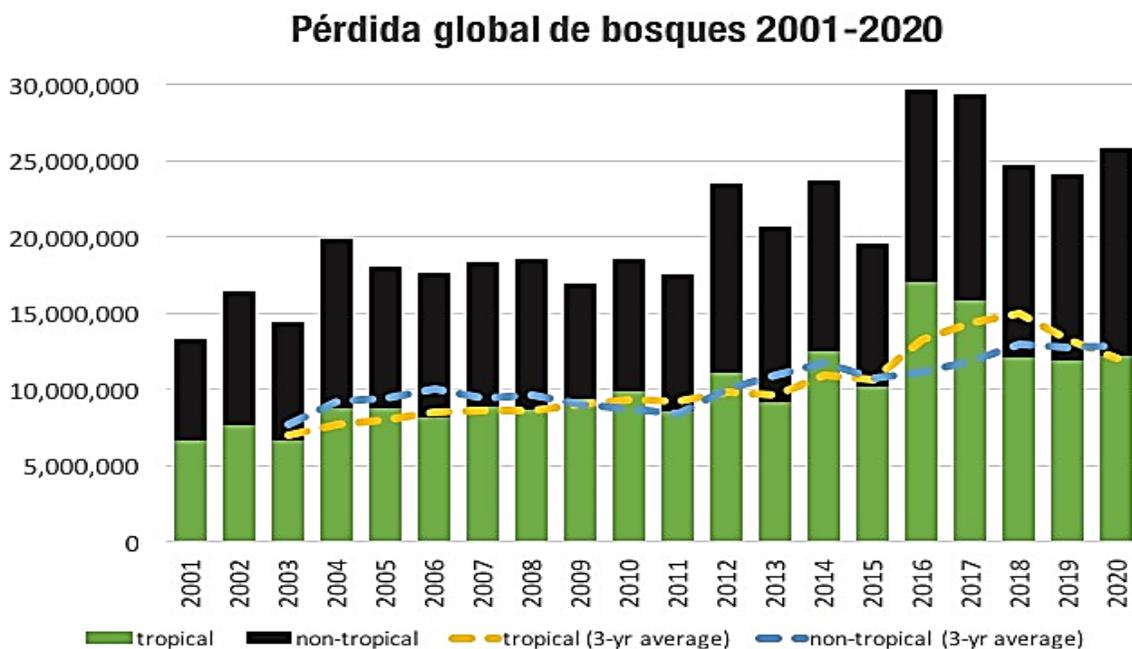


Figura 1. Pérdida global de bosques 2001 -2020. Fuente: World Resource Institute (2021).

Entre las problemáticas generadas por la deforestación se encuentra la contribución de esta actividad con la emisión de gases efecto de invernadero. En la mayoría de los bosques tropicales densos, la biomasa viva es el componente más importante de la reserva de carbono y se estima, de acuerdo con Blaser *et al.* (2011), que la deforestación tropical ha liberado entre mil y dos mil toneladas de carbono aproximadamente al año en los últimos 20 años y se calcula que las emisiones de gases de efecto invernadero a escala mundial por esta actividad han sido de hasta un 20% del total, siendo la principal fuente de emisión de estos gases en mayoría de las zonas tropicales por la deforestación y la degradación forestal. Si se trata de América latina el aumento de la deforestación en la Amazonía brasileña, la pérdida de bosques en esta zona representó más del 40 % de la pérdida de

bosques primarios en los trópicos en 2020 (Butler, 2021) y también fue significativa en Colombia (166 000 hectáreas), esta aumentó un 45 % durante 2019.

5.3. Conservación de Ecosistemas Naturales

Los ecosistemas proporcionan a la sociedad una amplia gama de servicios de provisión, de regulación, de soporte y culturales como la base de la subsistencia, desarrollo económico y social del que depende la humanidad (Caro & Torres, 2015). Es por ello que se deben manejar de manera sustentable y crear estrategias y programas de conservación para mantenerlos saludables y no comprometer la generación de los servicios ambientales que producen (Chávez, González & Hernández, 2015).

La conservación de los ecosistemas presenta ventajas a largo plazo, en comparación con las estrategias para especies individuales. Esto se justifica por dos factores puntuales: la variabilidad genética y la integridad de los procesos ecológicos, que contribuyen a lograr el funcionamiento eficiente del ecosistema, teniendo en cuenta que la capacidad de resiliencia ambiental está orientada hacia su sostenibilidad, respetando su dinámica natural de sucesión (Fontúrbel, 2004). El alto costo que representa la conservación de grandes superficies y las limitaciones de recursos hacen que los procesos de conservación se centren en áreas donde se produzcan los mayores beneficios y los esfuerzos invertidos deriven en mejores impactos, sobretodo de tipo ambiental (Newton & Tejedor, 2011).

5.4. Restauración Ecológica (R.E.)

La ecología de la restauración es la ciencia que brinda las bases conceptuales, los modelos, los métodos para las mediciones y las herramientas, para que los técnicos puedan realizar la restauración ecológica, definida como el proceso de asistir el restablecimiento de los ecosistemas que han sido dañados, degradados o destruidos por causa de los diferentes disturbios naturales y antrópicos (SER, 2004). La R.E. toma los elementos brindados por la ecología de la restauración para realizar acciones que permitan

mejorar la salud, la integridad y la sostenibilidad de las poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes (SER, 2004).

Vargas (2007), expone que la Restauración Ecológica, es el campo de estudio que provee las bases científicas y metodológicas que abarca tanto las ciencias naturales como las ciencias sociales para promover la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, seminaturales y sistemas de producción. Esto implica restaurar la integridad ecológica de los ecosistemas (composición de especies, estructura y función).

Así, la facultad de restaurar un ecosistema depende de la apropiación de conocimientos relacionados con el estado del ecosistema antes y después del disturbio; grado de alteración de la hidrología, geomorfología y suelos; causas por las cuales se generó el daño; estructura, composición y funcionamiento del ecosistema preexistente; información acerca de condiciones ambientales regionales; interrelación de factores de carácter ecológico, cultural e histórico: es decir la relación histórica y actual entre el sistema natural y el sistema socioeconómico; disponibilidad de la biota nativa necesaria para la restauración; los patrones de regeneración, o estados sucesionales de las especies entre ellas: las estrategias reproductivas, los mecanismos de dispersión, las tasas de crecimiento y otros rasgos de historia de vida o atributos vitales de las especies y los tensionantes que detienen la sucesión y el papel de la fauna en los procesos de regeneración (Vargas, 2011).

5.4.1. Tipos de Restauración

La R. E., presenta soluciones alternativas para retornar el ecosistema a su estado original y al tiempo busca entender lo mejor posible los patrones y procesos ecológicos en el sistema que se estudia, a partir del conocimiento de sus diferentes componentes, en diversas escalas y niveles de organización (Secretaría Distrital de Ambiente, SDA 2018). Es importante tener en cuenta que hay dos tipos de restauración: la restauración pasiva y la

restauración asistida.

La restauración pasiva o sucesión natural, se basa en la protección de un sitio contra los principales factores de estrés o alteración, permitiendo que ocurran los procesos de sucesión y colonización natural. En la mayoría de los casos, contempla un plan de monitoreo de la trayectoria de recuperación. En el caso de los ecosistemas boscosos, la regeneración natural o restauración pasiva se da al excluir la perturbación o disturbio de los sitios para protegerlos (López, Bonilla & Toledo, 2017). La restauración asistida o sucesión dirigida se enmarca en la ayuda o asistencia al ecosistema para garantizar su recuperación cuando los factores tensionantes son barreras muy fuertes que detienen su dinámica natural y les es difícil regenerarse solos, requiriendo de asistencia estratégica para superar dichas tensiones y generar condiciones para que conlleven a procesos de recuperación (SDA, 2018).

5.4.2. Potencialidades de la Restauración Ecológica

Uno de los conceptos más importantes que ha surgido y que fue presentado en el Protocolo Distrital de Restauración Ecológica, es el de potencial de restauración ecológica-PER (por sus siglas en inglés), que hace referencia al valor potencial que un lugar puede llegar a tener, dependiendo de la interacción entre los factores físicos, bióticos y sociales, para la implementación de un proceso de restauración ecológica (Corzo, Jerena & Mendoza, 2012; O. Vargas, Rodríguez, Franco & León, 2013). Si la zona tiene valores altos en el potencial de restauración es probable que requiera un proceso de intervención leve y por lo tanto una menor inversión, mientras que áreas con procesos de degradación severos van a requerir una intervención fuerte y será por ende mucho más costosa.

La agrupación de estos tres componentes (biótico, físico y social) presentan una serie de factores que inciden, tanto positiva como negativamente, dentro de la valoración y hace parte del diagnóstico elaborado para la selección de los sitios donde se implementarán

las acciones de restauración (Corzo *et al*, 2012). La selección de especies adecuadas para los procesos de restauración es determinante y es muy importante tener en cuenta los atributos de las especies para el éxito de la restauración ya que en las diferentes etapas del proceso las condiciones varían y esto puede afectar la permanencia de las especies en el área. Por otra parte, si lo que se busca es recuperar la composición y estructura del ecosistema, las especies seleccionadas direccionarán los estados a alcanzar (Vargas *et al*, 2013).

5.4.3. Componentes de la Restauración Ecológica

Uno de los componentes de estudio en restauración ecológica es el biofísico; este consiste en realizar diferentes muestreos del ecosistema, lo que permite realizar una correcta lectura y análisis de su estado actual y determinar los factores que puedan llegar a favorecer o no su restablecimiento. Este componente pretende hacer una interpretación ecosistémica del área, y que así, se pueda realizar una correlación entre los componentes y orientar las intervenciones de restauración, recuperación o rehabilitación a ser ejecutadas (Barrera *et al*, 2010). Entre los aspectos a registrar se encuentran la vegetación (especies nativas y las cultivadas), fauna, los procesos contaminantes del suelo, los orígenes de esta revisión de datos previamente recolectados para la zona (Barrera *et al*, 2010; Ramos, Díaz & Domínguez, 2002).

Dentro de la restauración ecológica aparece el componente social en donde es importante caracterizar la comunidad impactada con los procesos de recuperación de los ecosistemas con el fin de conocer la concepción del territorio y cuáles son las actividades económicas desarrolladas en el sector, así como también su frecuencia, intensidad y temporalidad; infraestructura, aspectos indicadores de desarrollo humano como la educación, ingresos, egresos y oportunidades y las expectativas de la comunidad a nivel ambiental, político, social y económico. De igual forma es importante contar con

información básica de los planes de ordenamiento territorial, plan de desarrollo vigente y los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas de la zona de estudio (Barrera *et al.*, 2009).

De esta manera, el Estado colombiano traza diferentes objetivos y metas para generar el desarrollo sostenible de la nación sobre la base de la conservación, conocimiento y uso de la biodiversidad, así como de la recuperación, restauración y rehabilitación de ecosistemas degradados, dañados o destruidos y de los bienes y servicios ambientales asociados a esos ecosistemas. Para facilitar su cumplimiento, se producen entonces varios documentos nacionales de gestión de la biodiversidad y directamente con la restauración ecológica.

5.5. Educación Ambiental (E.A.)

Según los lineamientos conceptuales básicos de la Política Nacional de Educación Ambiental, emitida en 2002, la E.A. es el “proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural, para que, a partir de la apropiación de la realidad concreta, se puedan generar en él y en su comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente”. Estas actitudes por supuesto deben ser enmarcadas en criterios para el mejoramiento de la calidad de vida y desde una concepción de sostenibilidad acorde con las dinámicas locales (Ministerio del Ambiente & Ministerio de Educación, 2012).

La E.A. atañe a toda la sociedad, debe tener un enfoque amplio, para potenciar un pensamiento crítico e innovador, que sea capaz de formar una opinión acerca de los problemas socioambientales. Con la educación ambiental se pretende fomentar el compromiso de contribuir al cambio social, cultural y económico, a partir del desarrollo de valores, actitudes y habilidades que permitan a toda persona formarse criterios propios, asumir su responsabilidad y desempeñar un papel constructivo (Guzmán Ramos, 2003).

Durante los procesos de restauración ecológica el componente de E.A., es fundamental para que los avances realizados en las zonas de trabajo sean apropiados y empoderados por la comunidad, por tal razón necesita contar con una serie de técnicas, métodos, nuevos enfoques teóricos y prácticos, para enfrentar la problemática desde una visión holística de la realidad ambiental, que permita ver la interconexión de sus dimensiones: cultural, social y natural de la humanidad, y así contribuir al mejoramiento y desarrollo de la calidad de vida, la recuperación, la conservación y la protección del ambiente (Calle *et al*, 2008; Guzmán Ramos, 2003; Martínez, 2010; Ministerio del Ambiente & Ministerio de Educación, 2012).

5.6. Participación Comunitaria

La participación comunitaria es un aspecto relevante en la toma de decisiones para la implementación de acciones relacionadas con la protección del patrimonio natural y las acciones de restauración ecológica (Flórez, Álzate & Rincón, 2014). Existen diferentes tipos de participación comunitaria que aportan a definir la dinámica de cambio de los usos de los recursos naturales y la planificación del territorio, así como el monitoreo y evaluación de procesos de restauración o proyectos de diferentes tipos (Geilfus, 2002). Dentro de estas estrategias de participación se destacan: Técnicas de observación y dinámicas en grupos, Diagnóstico participativo: aspectos generales de la comunidad, aspectos sociales, manejo de recursos naturales, sistemas de producción, producción animal, aspectos de género, aspectos de comunicación y extensión; Análisis de problemas y soluciones; Planificación; Monitoreo y evaluación participativos.

6. Antecedentes

La restauración ecológica es uno de los campos de mayor crecimiento en ecología aplicada ya que ofrece nuevas ideas y oportunidades para la conservación de la biodiversidad y el manejo de los ecosistemas y sus componentes; buscando la recuperación de la estructura y función de un ecosistema alterado por procesos antropogénicos que hayan tenido lugar (Maglianesi, 2011). En ese sentido, diferentes investigadores alrededor del mundo han aunado esfuerzos para promover estudios y establecer zonas de restauración ecológica en diferentes ecosistemas y así luchar contra su Deforestación y degradación por la acción humana.

Stanford, Zavaleta y Millard (2018), evaluaron la distribución de proyectos de restauración en la costa central de California, EE. UU., las influencias sociopolíticas y biofísicas sobre el tipo y la distribución de un tipo de esfuerzo de conservación. Entre sus resultados muestran que la actividad de restauración está alineada con las necesidades ecológicas y que los esfuerzos de restauración se concentran en las costas y subcuencas, cerca de los centros de población humana y las organizaciones de restauración.

Liao, Yue, Wang, Fensholt, Tong y Brandt (2018), se centraron en realizar una adaptación en el marco de presión-estado-respuesta (PSR), que incluye medidas para la presión humana, el estado actual del ecosistema y la respuesta del hombre proponen un índice de salud del ecosistema (ESH). Los resultados mostraron que el 73% del área de estudio en la región Kárstica de la provincia de Guansgxi en el suroeste de China (centro de proyectos de R.E a gran escala), experimentó un aumento en la ESH (de 2000 a 2016), que se relacionó con las mejoras en el vigor de la vegetación, la organización, la resiliencia, provisión de servicios ecosistémicos que compensan un deterioro en la fragmentación y la densidad de población, concluyendo que los proyectos de restauración han provocado una transformación a gran escala de las tierras de cultivo en áreas

boscosas, lo que ha provocado una mejora general en los parámetros del ecosistema relacionados con la ESH.

En América latina se han desarrollado diferentes procesos de restauración, recuperación de los ecosistemas degradados por el accionar del hombre y en pro de su conservación con resultados exitosos en diferentes países, por ejemplo, Sartori (2014), muestra como la degradación de ecosistemas en Brasil, es más evidente en sitios cercanos al Océano Atlántico, especialmente en provincias con una larga historia de colonización. Los resultados mostraron que, en principio, estos proyectos de restauración estaban muy bien encaminados; sin embargo, en algunos años se podrían encontrar problemas. Muchas especies exóticas fueron traídas a los proyectos desde hace muchos años y hoy se convirtieron en especies dominantes e invasivas. En las áreas de regeneración natural, las especies de los bosques son las mismas que las que se propagan en los viveros, se producen en abundancia, con baja variabilidad genética, que pueden, en un futuro próximo, debilitar a las comunidades. Esto evidencia que hay un olvido de las especies raras o en peligro.

Por su parte, en Ecuador, Mena (2018), analizó los diferentes métodos de restauración aplicados en las canteras del cerro MASVALE de la cordillera de Churute que forma parte de la reserva ecológica Manglares Churute. Logró determinar que la restauración ecológica debe llevarse a cabo mediante la aplicación de un plan estratégico; demostró que las diferentes especies plantadas hace 20 años, han contribuido a la recuperación de estos espacios degradados y, por lo tanto, se debe continuar con un plan de monitoreo en el área para realizar una poda selectiva e incluir nuevas especies. El proceso requiere un seguimiento continuo que prevenga la intervención de agentes externos que puedan alterar las condiciones óptimas dentro del proceso de restauración natural, a causa de la falta de monitoreo, las áreas donde se aplicaron los métodos de

restauración fueron intervenidas y explotadas por tala de árboles debido al valor comercial de su madera.

En Colombia, existen diferentes experiencias en restauración ecológica promovidas por iniciativas del estado, ONG o propuestas universitarias. A raíz de estos trabajos, surgen diferentes documentos que ayudan a vislumbrar como se deben abordar los procesos de restauración ecológica en el país. En ese sentido, el plan nacional de restauración, presenta herramientas de gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, para abordar la restauración de ecosistemas naturales degradados (Venegas & Ospina, 2012), se cuenta con ensayos que compilan los principales conceptos y métodos aplicados en el desarrollo de proyectos de restauración ecológica (Vargas, 2011) y trabajos que permiten abordar la restauración de páramos (Gutiérrez, 2008) y bosques Alto Andinos (Vargas, 2007).

Velásquez, Maniguaje & Duque (2012), evaluaron patrones de diversidad y biomasa, tasas de mortalidad y reclutamiento en dos parcelas permanentes de una hectárea cada una, establecidas en bosques subandinos en altitudes entre los 2000-2200 msnm, en la vertiente Oriental de la cordillera Occidental del norte de los Andes en Colombia. Los resultados dan cuenta de la diversidad de especies. La dinámica del bosque se evaluó mediante tres censos durante nueve años. En total, se hallaron 1964 individuos, pertenecientes a 222 especies, 113 géneros y 60 familias. La riqueza media de especies fue de 156 especies por hectárea, este bosque parece estar recuperándose de una alteración pasada.

En Cundinamarca, Pinilla (2018), logró identificar las áreas prioritarias para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional CAR. Los resultados señalan que la creciente presión antrópica sobre los recursos naturales ha generado altas tasas de deforestación y la pérdida de hábitat para muchas especies tanto en escala local como global. Así, la restauración surge como una opción para recuperar parte de estos

ecosistemas; sin embargo, los recursos, tanto técnicos como financieros, para dichas prácticas son limitados. Se llegó a la conclusión que el 0.5% del territorio tiene una prioridad alta, el 2,7% moderada y el 17,4% baja, siendo los ecosistemas de páramo y bosque de galería los que necesitan mayor prioridad.

A nivel del departamento del Cauca, los procesos de restauración ecológica son implementados por la Corporación Regional del Cauca – CRC y la Universidad del Cauca. La CRC (2018), realiza el proyecto “*Restauración y Recuperación de los ecosistemas y la biodiversidad*”, que busca implementar procesos de recuperación de áreas de recarga, nacimientos y rondas de fuentes de abastecimiento hídrico, además iniciar procesos de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de ecosistemas estratégicos para contribuir a la sostenibilidad ambiental de los recursos naturales del departamento del Cauca.

Con el proyecto se han beneficiado 29 municipios priorizados, para restaurar y recuperar más de 300 hectáreas en áreas degradadas como nacimientos de ríos y cuencas abastecedoras de acueductos, logrando así en la población rural conciencia sobre la necesidad de este vital líquido, una vez reconocen que sus fuentes hídricas están disminuyendo por las constantes deforestaciones realizadas. De esta forma se viene implementado a través del proyecto herramientas de manejo del paisaje tales como restauración pasiva (aislamiento) y restauración activa (regeneración de material vegetal).

En la ciudad de Popayán, Chacón (2017), analizó los efectos medioambientales causados por los procesos de urbanización de la ciudadela Las Guacas sobre el humedal Universidad del Cauca y la quebrada Lame, evidenció la problemática ambiental y analizó la normatividad de planificación territorial y de gestión ambiental como herramientas destinadas a proteger los ecosistemas frente al crecimiento urbanístico, también formuló las medidas más adecuadas para el uso y manejo del humedal y la quebrada para promover su conservación y restauración.

7. Metodología

7.1. Área de Estudio

La vereda El Túnel se encuentra ubicada en el municipio de Cajibío, el cual se conoce como el rincón musical de Colombia, con una extensión de 551,21 km² (55.121 has), una altura y temperatura promedio de 1765 m.s.n.m y 19°C respectivamente, presenta variedad de climas y elevaciones, permitiendo una gran diversidad vegetal en bosques, así como una gran riqueza hídrica compuesta por las microcuencas de los ríos Urbío, Cajibío, Piendamó y Puente Alto.

La división político-administrativa del Municipio de Cajibío está conformado por 13 corregimientos con 127 veredas. El corregimiento El Túnel, integrado por seis veredas: El Cairo, La Pajosa, San José La Laguna, El Arado, La Claudia y El Túnel forma parte de la microrregión 1, ubicada en la zona norte del municipio, importante por la producción de agua, dado que nacen ríos y quebradas que constituyen los afluentes del río Cauca que atraviesa de Sur a Norte el municipio.

La vereda El Túnel está ubicada a diez minutos de la cabecera municipal de Cajibío y a 5 minutos del pueblo de Piendamó, es recorrida por la vía Panamericana, lo cual permite acceder al transporte público a cualquier hora del día, posibilitando la comercialización de sus productos, entre los cuales se destacan el café y cultivos de pan coger. Adicionalmente se implementan como linderos y/o cercas vivas cultivos de fique, que sirven como apoyo a la economía de la región. También se resalta la existencia de viveros que fomentan la producción de flores nativas y otras especies que han sido introducidas (PBOT, 2002).

Por otro lado, en la vereda se encuentra ubicado el acueducto municipal para el abastecimiento de agua no sólo para la cabecera municipal, sino para pobladores de 18 veredas; sin embargo, muchos de los habitantes de las veredas El Túnel y La Claudia dependen de un acueducto veredal cuyos afluentes nacen en el lote "Recuperación la Nueva

Claudia” en la vereda La Meseta del municipio de Totoró. Estos afluentes presentan contaminación con agroquímicos, residuos sólidos orgánicos e inorgánicos y heces de animales, debido a la falta de infraestructura adecuada en las bocatomas y de aislamiento de algunos nacimientos, así mismo, se habla del deterioro de los bosques de roble por la producción de carbón y de contaminación por lavado de fique en los afluentes del acueducto de esta zona (Agenda Interna Ambiental 2012. Educación ambiental). La vereda cuenta con diferentes nacimientos de agua, muchos de los cuales dan origen a la quebrada El Túnel, la cual desciende para unirse con la quebrada La Claudia, que a su vez se une con la quebrada La Pajosa para conformar la quebrada Cajibío, uno de los principales afluentes del río Cajibío. La quebrada El Túnel se encuentra ubicada entre las veredas El Túnel y La Claudia del municipio de Cajibío, en las coordenadas 2°36'35,2" N, 76°30'54,9" W

La comunidad aledaña a la quebrada le ha dado diferentes usos al suelo, entre los cuales resaltan las actividades agropecuarias como la base productiva y principal fuente de empleo y de ingresos de la población, con cultivos de café, fique y maíz. Por otro lado, algunos pobladores de las veredas El Túnel y La Claudia utilizan el agua de la quebrada o de algunos de sus afluentes para suplir algunas necesidades, la cual presenta contaminación debido a la falta de aislamiento de algunos nacimientos que son afectados con residuos agrícolas y pecuarios y disposición de residuos sólidos no biodegradables (Ver Figura 2).

MAPA DE RESTAURACIÓN EN LA ZONA DE INCIDENCIA DE LA QUEBRADA EL TÚNEL Y LA CLAUDIA (CAJIBÍO-TOTORÓ)



Municipios de Cajibío y Totoró en el departamento del Cauca



Localización general del proyecto de restauración de la zona de incidencia de la quebrada el Túnel y la Claudia en los municipios de Cajibío y Totoró

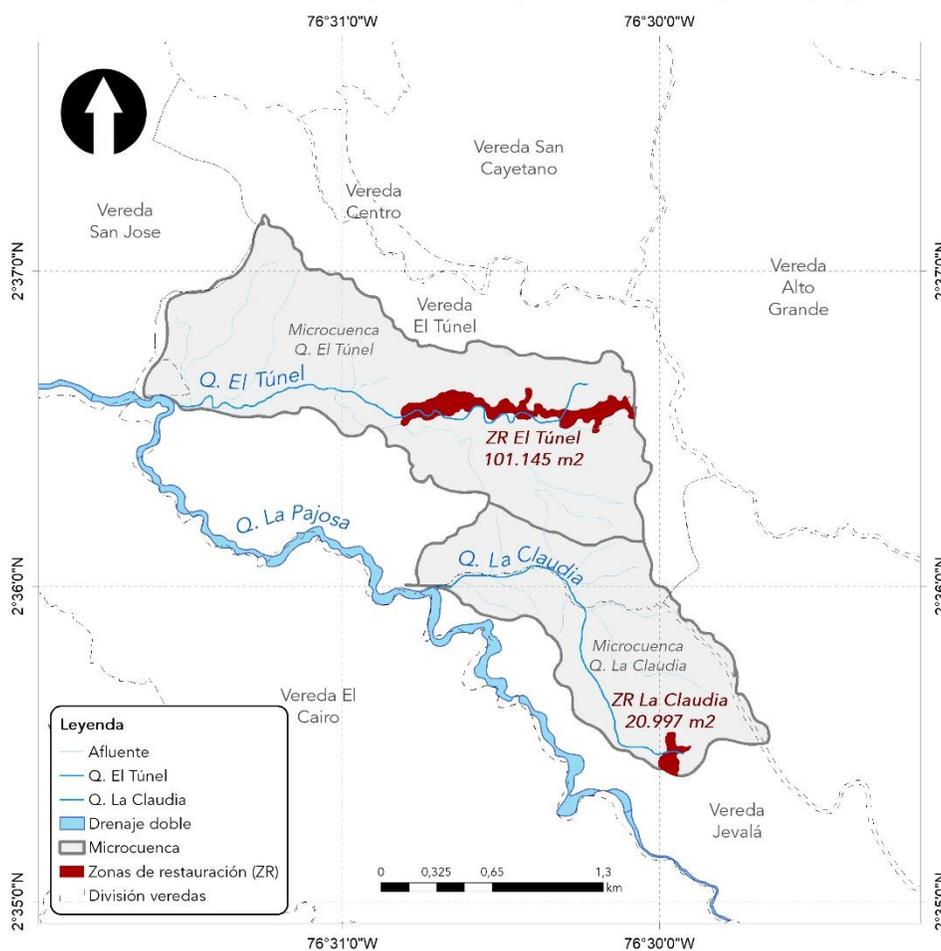


Figura 2. Georreferenciación del área de estudio: Zonas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal El Túnel.

7.2 Caracterización Ambiental.

7.2.1 Proceso de Educación Ambiental con la Comunidad Residente en el área de Estudio.

Se conformó un equipo de Educación Ambiental integrado por estudiantes de diferentes grados de bachillerato de la Institución Educativa El Túnel y se implementó un proceso de E.A. a través de talleres participativos (Geilfus F., 2002; Soliz & Maldonado, 2012), que se evaluaron mediante formatos de seguimiento establecidos para cada tipo de actores participantes (Anexos 1 y 2). Este proceso se desarrolló en las siguientes cinco etapas:

7.2.2 Socialización de la Investigación a la Comunidad Residente en el área de Estudio.

En una reunión entre la comunidad educativa de la I. E. el Túnel, líderes ambientales y el grupo de investigación tunelitos en acción, se realizó la socialización de las evidencias del proceso de educación ambiental adelantado y de la propuesta del trabajo de investigación “RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA QUEBRADA EL TÚNEL, CAJIBÍO – CAUCA”, con el fin de obtener el permiso requerido para la implementación de diversas técnicas de recolección de información (talleres, encuestas, entrevistas, observación directa, cartografía social, elaboración de línea de tiempo), que permitieron hacer el reconocimiento del territorio para la caracterización ambiental de la zona de estudio (Geilfus F., 2002; Soliz & Maldonado, 2012), que posteriormente fueron evaluadas mediante formatos de seguimiento, diseñados para los diferentes tipos de actores que participaron en el proceso.

7.2.3 Caracterización Biofísica

Es el componente natural del sistema ambiental integrado por el espacio geográfico y los recursos naturales que están distribuidos en dicho espacio, para su análisis se realizaron 3 salidas de campo con participación comunitaria donde se hicieron recorridos

para identificar las plantas, la observación directa y recolección del material vegetal en campo, Cartografía social para establecer los patrones y estructura de los remanentes (número, forma, tamaño y conectividad), además los tipos de matrices presentes (potreros, cultivos o plantaciones forestales) (Navarro, De la Barra *et al*, 2008; Colorado *et al*, 2017; Lequerica & Stevenson, 2017).

Se indagó sobre los usos tradicionales de las plantas que se reconocieron en las salidas de campo; adicionalmente se recolectó información secundaria de la flora de la zona, para identificar especies dinamizadoras en procesos de restauración en la zona de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal localizado en el aislamiento del lote “Recuperación la Nueva Claudia”. La información del componente abiótico se realizó con base a información secundaria, se determinó topografía, geología y uso y aptitud del suelo, según el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Cajibío (PBOT, 2003) y revisión de datos de la estación climatológica del IDEAM, obteniendo datos sobre la precipitación promedio, temperatura promedio y humedad relativa.

7.2.4 Caracterización sociocultural

Mediante un taller, encuestas y entrevistas personales descriptivas, con respuestas abiertas y cerradas (adaptadas de Cárdenas *et al*, 2013 y Aguilar Garavito, 2010) (Anexos 3 y 4), se realizó la caracterización social y cultural de la comunidad residente en el área de estudio, lo cual posibilitó conocer los patrones de transformación del paisaje, la condición socioeconómica, el tipo de actividad económica predominante y tiempo de duración, el área de las propiedades y la valoración y conocimiento de la flora y fauna de la zona de influencia de la quebrada El Túnel (Calle *et al*, 2008). Así:

7.2.5 Reconocimiento de la Situación Ambiental

Con la información obtenida se construyó el sistema ambiental, apoyados en el esquema de Goffin (1992), para visualizar la situación ambiental desde las potencialidades o

problemáticas ambientales de la zona (Figura 3).

El sistema ambiental.

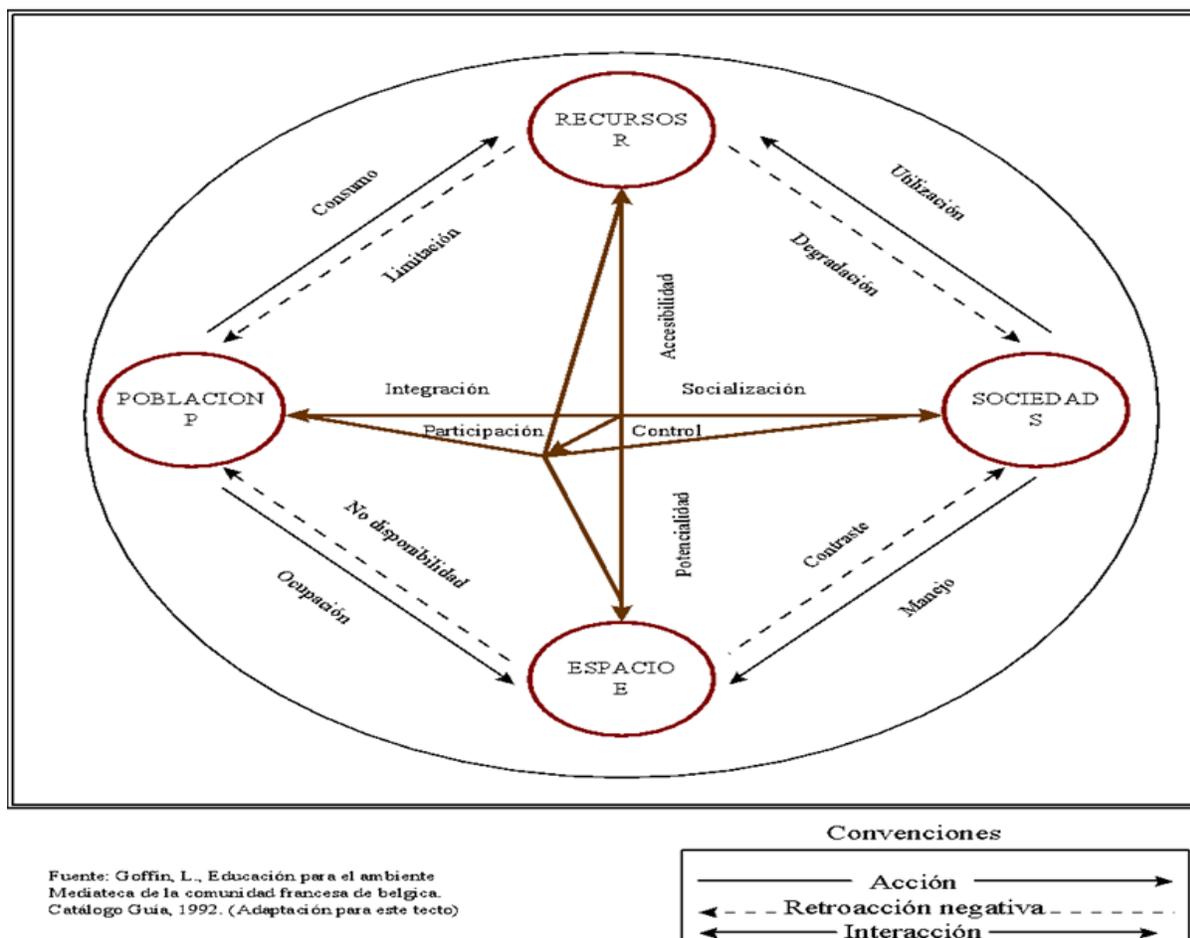


Figura 3. Sistema Ambiental. Fuente: Goffin (1992)

El esquema representa los cuatro componentes fundamentales del sistema ambiental: los recursos R, el espacio E, la población P y la sociedad S. La población organizada como sociedad interactúan sobre los recursos y el espacio, la población lo hace a través del consumo y la ocupación espacial y la sociedad mediante la utilización de los recursos y el manejo del espacio. La P y la S están estrechamente relacionadas al interactuar mediante procesos de integración, participación, socialización y control. Así mismo, ocurren interacciones entre el E y los R., en las cuales el E, da cuenta de la accesibilidad de dichos R y estos a su vez de la potencialidad del E.

Las líneas de retroacción negativa (----->) muestran como la dinámica ocurrida

en el sistema ambiental puede generar limitación o degradación de los R, como también agotamiento del E. lo cual depende del comportamiento que la P y la S asuman con respecto a los R.

A partir de este esquema y basado en los argumentos del Ministerio de Educación Nacional y del Ministerio del Medio Ambiente, Torres (1996) afirma que en el análisis de la situación ambiental existe para los recursos, las poblaciones y la sociedad un pasado, un presente y un futuro como base de una dinámica social y natural que dan cuenta de las interacciones y de los elementos de evolución de dichos sistemas. Del sistema ambiental se deriva la situación ambiental, que hace referencia al estado del ambiente en espacios determinados y en tiempos concretos. A su vez, la situación ambiental, refleja la complejidad de los problemas y potencialidades ambientales

7.3 Obtención de las Plantas para las Estrategias de Restauración

7.3.2 Selección de las Especies Forestales.

Se realizó la selección de las especies forestales teniendo en cuenta las características relacionadas con: el hábito, fenología, tipo de semilla, tiempo de germinación, forma de regeneración y hábitats asociados, obtenidos del libro Guía de Reforestación (Trujillo, 2013), como también mediante información personal de la comunidad teniendo en cuenta las descripciones ecológicas y listas de especies del bosque La Primavera que es el ecosistema de referencia.

El bosque La primavera tiene una extensión de 247,3 ha., se localiza en la vereda La Primavera del municipio de Cajibío en un área de propiedad de la compañía Smurfit Kappa Cartón de Colombia S.A., la cual además de tener tierras destinadas a la producción forestal, dispone de terrenos para la conservación de bosques nativos. El bosque la Primavera es considerado un subnúcleo del Núcleo Meseta que cuenta con 1230,8 ha.de bosque natural con períodos de más de 30 años de regeneración, aportando con ello a la

conservación de los ecosistemas andinos en la meseta de Popayán. En el estudio realizado por Marín *et al* sobre la estructura, composición y diversidad florística de los bosques naturales correspondientes a 4 subnúcleos del Núcleo Meseta, el bosque la Primavera presentó el mayor número de individuos y la mayor riqueza con 24 familias, 35 géneros y 79 especies. Catalogado como uno de los dos subnúcleos con mejor estado de conservación, cuenta con vegetación típica de bosque secundario que va desde individuos dominantes hasta árboles pequeños, se diferencian 3 estratos, uno superior entre 11 y 14 m. conformando el dosel del bosque; un estrato medio entre 7 y 10 m, y uno inferior entre 3 y 6 m. Se registraron 24 familias, 35 géneros y 79 especies, con 347 individuos en 0,1 ha. y un área basal de 8,31 m² (Marín *et al*, 2011) (Ver Anexo 5)

Tabla 1. Familias, géneros, especies y área basal para el bosque La Primavera, Cajibío.

Bosque La Primavera	
Familias	24
Géneros	35
Especies	79
Número de individuos 0.1 ha	347
Área basal m ² en 0.1 ha	8.31

Fuente: Tomado de Marín *et al*, (2011).

La selección de las especies, se complementó con el reconocimiento y caracterización de las especies presentes en la zona, a través de una evaluación ecológica rápida (Anexo 6) y el conocimiento y saber tradicional de los pobladores, para lo cual se realizaron recorridos en las zonas de influencia del acueducto veredal en el aislamiento en el lote “Recuperación la Nueva Claudia” y de la quebrada El Túnel con líderes de la comunidad y se colectaron muestras que fueron procesadas e identificadas en el herbario de la Universidad del Cauca - CAUP. Con la información obtenida del diagnóstico, el listado final producto del contraste entre el ecosistema de referencia y la evaluación ecológica y el interés de los pobladores se eligieron las especies a establecer en el vivero.

7.3.3 Identificación y Selección de los Árboles Semilleros.

Para realizar la localización e identificación de los árboles semilleros se realizaron 5 salidas de campo con algunos representantes del grupo ambiental y líderes comunitarios conocedores de la ubicación de los individuos, la época de fructificación y el momento óptimo para realizar la recolección.

Se seleccionaron los individuos que presentaban las mejores condiciones favorables (seguridad), para la recolección del material vegetal, así como los individuos con las mejores características fisiológicas (estado de fructificación) (Ibarra y Muñoz, 2016).

7.3.4 Recolección de Frutos y Semillas.

La expresión “recolección de semillas” se utiliza de manera habitual, hay que señalar que lo que se recoge de los árboles es el fruto, solo en una fase posterior en algunas especies se extraen las semillas y se desechan los frutos; en otras especies no se extraen las semillas, sino que los frutos se siembran en viveros íntegros, con la semilla o las semillas que contienen. (Oliva et al., 2014, p.6).

Los frutos y las semillas se recolectaron con el acompañamiento del Señor Juvenal Rivera, conocedor de la zona y con una valiosa experiencia por iniciar un proceso de reforestación en el lote “Recuperación la Nueva Claudia” en la vereda La Meseta Totoró en el 2004; por lo cual, aportó información inestimable de las especies seleccionadas.

7.3.5 Establecimiento de Vivero.

Con el apoyo de la comunidad educativa (Estudiantes, padres de familia, líderes comunitarios, administrativos y docentes), la Corporación autónoma del Cauca – CRC - y la orientación y supervisión del Señor Juvenal Rivera, presidente de la Junta del Acueducto veredal El Túnel, se organizó el espacio físico del vivero comunitario, donde se propagaron por semillas las especies de *Quercus humboldtii*, *Lafoensia acuminata*, *Inga edulis* y *Eriobotrya japónica* y *Trichanthera gigantea*, por estaca. También se obtuvieron plántulas

de *Alchornea latifolia* y *Delostoma integrifolium*, rescatadas en un terreno destinado a obras de parcelación y en una finca aledaña al colegio que serían eliminadas en obras de mantenimiento del terreno; así mismo, individuos de *Cordia alliodora*, *Campomanesia lineatifolia*, *Myrcia popayanensis*, *Erythrina rubrinervia*, *Jacaranda caucana* y *Tabebuia rosea*, donadas por la Fundación en el Cauca Paisaje y Cultura. El proceso de cuidado, mantenimiento y seguimiento se realizó con los estudiantes de básica primaria, secundaria y media a quienes, el vivero como valor agregado les brindó la posibilidad de lograr un ambiente de aprendizaje significativo para adquirir algunos conceptos de las distintas áreas de conocimiento, fortaleciendo la interdisciplinariedad y también la transversalidad del proyecto de Educación Ambiental (Anexos 1 y 2).

7.4 Aplicación de Estrategias de Restauración Ecológica para la Siembra y Monitoreo de las Especies Propagadas en el Vivero Comunitario.

Una vez consolidado el estado ambiental y el potencial del ecosistema, se contactaron las personas que habitan en la zona de influencia de la quebrada El Túnel, las cuales participaron en el proceso de restauración ecológica.

7.4.1. Selección de las áreas a Intervenir.

Con base en el interés comunitario se seleccionaron 2 áreas para iniciar la restauración ecológica una correspondiente a la zona de influencia de la quebrada el Túnel y otra a la zona de influencia del acueducto veredal El Túnel, localizada en un remanente de bosque ubicado en el lote “Recuperación la Nueva Claudia”, en la vereda La Meseta Totoró, adjudicado a la Junta del acueducto en el año 2000, zona donde están ubicados nacimientos de agua que alimentan las dos bocatomas de dicho acueducto. Gracias a esfuerzos mancomunados, en el 2003 lograron que el Resguardo de Jebalá del municipio de Totoró permitiera iniciar acciones de intervención en este lote y además apoyaran con

los materiales requeridos para el aislamiento.

En el año 2004 inician un proceso de reforestación con apoyo de la CRC, entidad donante de diferentes especies de plantas y entre 2009 y 2011, se involucra en este proceso la Institución Educativa El Túnel, participando, inicialmente de un recorrido que permitió conocer la zona y posteriormente de la siembra de diferentes especies. Como resultado, existe hoy un ecosistema recuperado, representado en un bosque en sucesión secundaria con una riqueza en biodiversidad, en nacimientos y corrientes de agua que surten a 2 familias vecinas de la zona de aislamiento y al acueducto veredal, del cual se benefician 109 familias.

Por causas indeterminadas, en agosto del año 2019, en la zona de aislamiento se produjo la degradación causada por la quema de 1 ha del ecosistema, generando pérdida de biodiversidad, afectación del suelo y del recurso hídrico; razón por la cual, la comunidad en cabeza del presidente del acueducto veredal, Sr. Juvenal Rivera, solicitó se coordinara la recuperación de este espacio con especies propagadas en el vivero comunitario (Anexo 7). Así mismo, entre las veredas El Túnel y La Claudia del municipio de Cajibío, que hacen parte de la zona de influencia de la quebrada El Túnel, se sembraron individuos de diferentes especies de acuerdo a las características de cada finca y al interés de cada dueño.

7.4.2 Estrategias de Restauración Ecológica

Conectividad a través de cercas vivas. Las cercas vivas favorecen notoriamente la movilidad de algunas especies de fauna. En sistemas altamente transformados las cercas vivas son importantes para muchas especies de aves y murciélagos, por ser los únicos puntos de descanso en travesías largas, así mismo se constituyen en ruta segura para muchas especies y su uso como perchas promueve la germinación de semillas bajo la copa de los árboles.

Por lo general, la mayoría de las plántulas resultantes de las semillas dispersadas en las cercas son eliminadas, excepto aquellas que germinan bajo la línea de la cerca, que al desarrollarse fortalecen las cercas y son dejadas allí. Se propone el establecimiento de cercas vivas en sectores en los que no existen y el fortalecimiento en sectores que se han perdido; las especies propuestas son las mismas que para los encerramientos, además de las recomendadas por los propietarios, por lo general son de rápido crecimiento y en algunos casos rebrotadoras.

Establecimiento de franja protectora de cuerpos de agua. El grado de fragmentación actual de los ecosistemas dificulta el restablecimiento de conectividad entre la mayoría de los fragmentos. El mecanismo más viable para restablecer alguna conectividad en muchos ecosistemas es a través de las franjas riparias de los ríos. Se proponen acciones rápidas que permitan el encerramiento y mejoramiento del hábitat en estos corredores riparios que son importantes para permitir niveles de conectividad y oferta de recursos apropiados.

7.4.3 *Mantenimiento del Proyecto de Restauración Ecológica*

Con el ánimo de asegurar la sostenibilidad del proceso iniciado, con participación de la comunidad y bajo la coordinación y supervisión del señor Juvenal Rivera, se implementaron técnicas de mantenimiento como la eliminación de especies de plántulas invasoras, a través de mingas para hacer el plateo inicial; arrancando manualmente y de raíz las plantas que aparecieron durante los primeros tres semestres y con diferentes frecuencias de tiempos según el año de revegetación (Aguilar Garavito, 2010). Es de aclarar que la reposición del material muerto no se hizo, gracias a que hubo una tasa de mortalidad baja para las especies plantadas.

7.4.4 Evaluación y Monitoreo de la Restauración

Para lograr la restauración de los bosques, es indispensable recuperar la cobertura vegetal a partir de especies pioneras que inicien la sucesión, recuperar el banco de propágulos y reactivar el potencial de regeneración. A nivel de individuos, es importante monitorear el crecimiento por medio de datos de altura, cobertura, número de ramas, tiempo de floración y fructificación. A nivel de paisaje, identificar especies de diferentes estados sucesionales y estratos, recuperación del horizonte orgánico de los suelos y fauna asociada. Para la valoración del desarrollo de la restauración se evaluaron: el crecimiento de individuos, la cobertura y la mortalidad.

Se realizaron dos mediciones a las plantas de la primera siembra, a los 10 y 19 meses después de la siembra. En la zona de influencia del acueducto veredal, correspondiente al lote "Recuperación la Nueva Claudia", las estrategias de restauración a implementar fueron definidas por la comunidad y en la zona de influencia de la Quebrada El Túnel, se concertó con los propietarios o tenedores de cada unidad productiva o competencia en la zona. Al final se construyó una cartografía de ubicación de las especies y de las estrategias implementadas.

8. Resultados

Con esta investigación se establece un proceso de restauración ecológica en la zona de influencia de la quebrada El Túnel, al mismo tiempo y, por solicitud de la comunidad se hizo intervención en la zona de influencia del acueducto veredal ubicado en el lote "Recuperación la Nueva Claudia". Esta restauración se llevó a cabo utilizando tanto plantas producidas en el vivero comunitario como con algunas plantas donadas y otras rescatadas (Anexo 6), mediante estrategias acordes a la necesidad de los pobladores. Sin embargo, la pandemia del covid 19 generó contratiempos que dificultaron su desarrollo. A continuación, se registran los resultados obtenidos durante la implementación de cada fase de acuerdo con los objetivos propuestos.

8.1 Diagnóstico Ambiental.

8.1.1 Talleres de Educación Ambiental.

A continuación, se presentan los resultados de los nueve talleres de educación ambiental realizados en conjunto con el grupo "Tunelitos en acción".

Taller 1: Como resultado del primer taller denominado "¿Ambiente o Medio ambiente?", cuyo objetivo fue fortalecer los elementos conceptuales básicos para abordar la Educación ambiental, se organizaron 6 grupos de trabajo para abordar el concepto de ambiente, a partir de una exploración conceptual generada desde el interrogante ¿ambiente o medio ambiente? Cada equipo de trabajo construyó la respuesta y la representó mediante un dibujo para la socialización como se observa en la Figura 4. Se destaca que todos los equipos conciben el ambiente como el medio natural que los rodea y les provee recursos, sin reconocerse como parte fundamental de él "Para nosotros el medio ambiente es una herramienta que nos regala O₂, H₂O, vida, nuestro deber es cuidarlo, protegerlo y amarlo" (Julián Victoria, 2019). Finalmente, la construcción conceptual se reforzó con una presentación alusiva al ambiente.



Figura 4. Taller 1. ¿Ambiente o Medio ambiente? Fuente: Mamián (2019).

Taller 2: En el segundo taller, la exploración conceptual se generó a partir del interrogante “¿Cuáles son los componentes del ambiente”? los equipos de trabajo muestran claramente en sus dibujos que reconocen el componente natural con algunos de sus elementos y ya reconocen que los seres humanos forman parte de dicho componente y por ende del ambiente. Posteriormente a cada equipo se le entregó una serie de fichas de colores que contienen diversos elementos correspondientes a los componentes naturaleza (N), sociedad (S) y cultura (C), que integran el Ambiente como se observa en la Figura 5; los cuales, mediante una actividad lúdica clasificaron y ubicaron en un esquema general. Se evidenció que los estudiantes identificaron algunos elementos de cada componente. Finalmente, se unificaron algunas ideas y se hicieron acuerdos para profundizar sobre el tema ambiental.

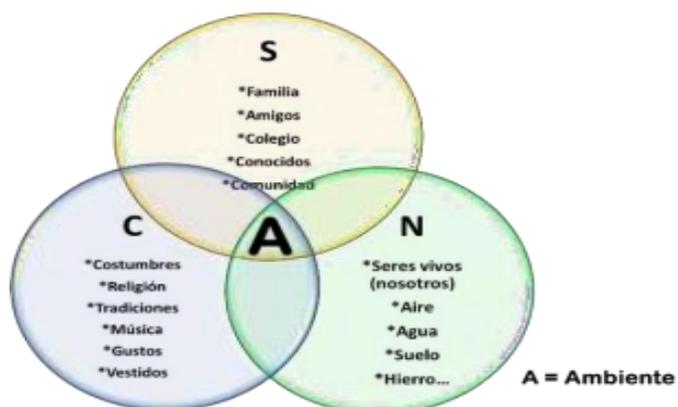


Figura 5. Socialización componentes del ambiente. Fuente: Grupo: “Tunelitos en Acción” (2019)

Taller 3: Los equipos de trabajo analizaron el cuento “*Pueblerina y bella la casa de mi infancia*” y construyeron una representación gráfica donde identificaron los diferentes elementos de cada componente del ambiente, así como también las problemáticas evidenciadas en el cuento que se indican en la Figura 6. Se destaca el interés para la actividad y la emotividad expresada en la socialización, al asociar la lectura con sus experiencias de vida. Con base en estos resultados, se acordó indagar datos sobre los componentes N, S y C en la comunidad, con la intención de reconstruir el pasado, construir el presente y visionar el futuro. Con estos insumos se dio inicio a la construcción de la cartografía social, una línea de tiempo y el sistema ambiental



Figura 6. Lectura, representación gráfica y socialización del cuento “*Pueblerina y bella la casa de mi infancia*”. Fuente: Mamián (2019).

Taller 4: Cada equipo construyó una línea de tiempo con los datos de los elementos de cada componente del ambiente recogidos y la socializaron, éstas se unificaron y complementaron con la información de las entrevistas con la comunidad (Figura 7).

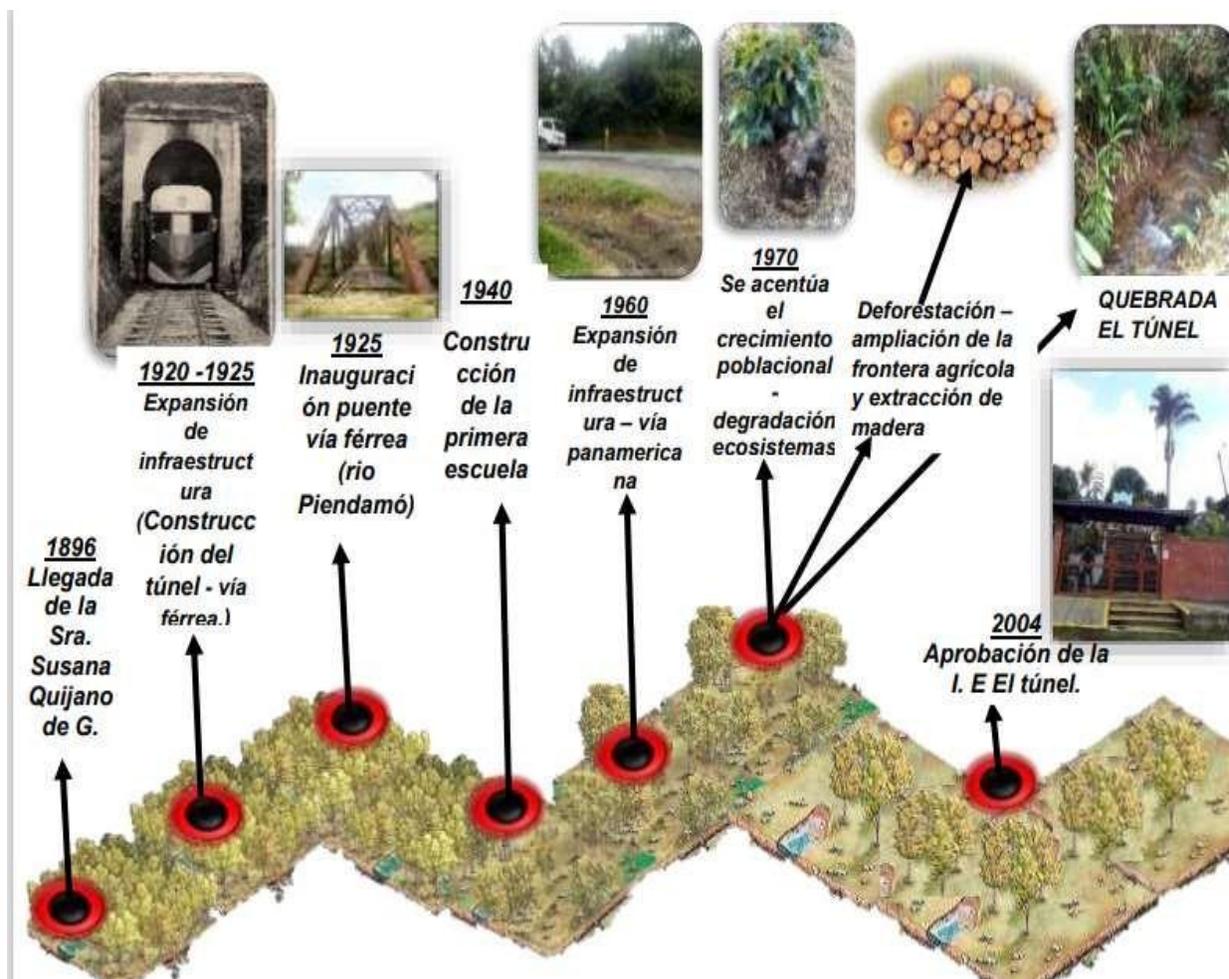


Figura 7. Línea de tiempo vereda El Túnel. Fuente: elaboración propia (2019)

En este taller también se realizó una fundamentación sobre el sistema ambiental, con el texto Reflexión y Acción: El diálogo fundamental para la educación ambiental, desde la interpretación del esquema de Goffin y se construyó con los datos obtenidos en las encuestas y entrevistas aplicadas, que se evidencia en la Figura 8.

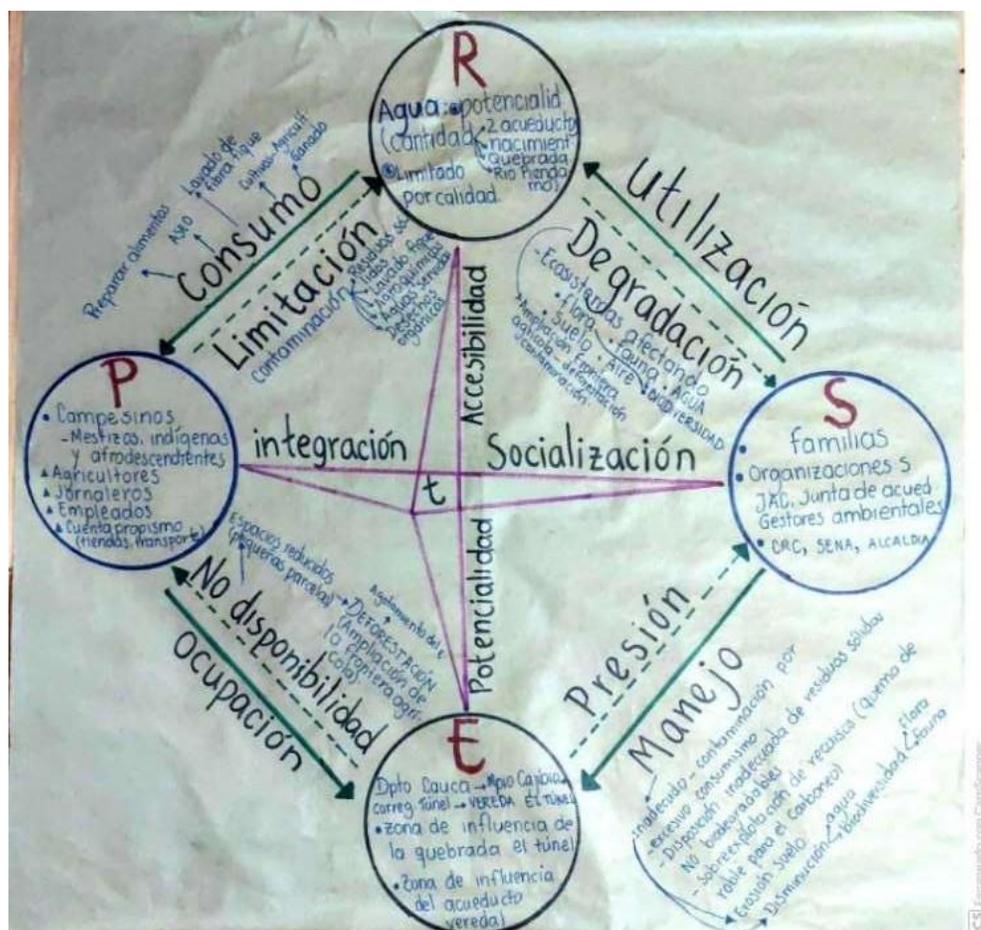


Figura 8. Esquema de Goffin vereda El Túnel. Fuente: Elaboración propia (2019)

Taller 5: Se identificó y clasificó la flora de la sede principal de la I. E. El Túnel, como elemento fundamental del componente natural del ambiente (Ver tabla 2).

Tabla 2. Especies vegetales encontradas en los alrededores de la Institución educativa El Túnel.

Nº	Nombre Común	Nombre científico	Familia
1	Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cupressaceae
2	Higuerón	<i>Ficus carica</i>	Moraceae
3	Bambú amarillo	<i>Phyllostachys aurea</i>	Poaceae
4	Guayacán amarillo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Bignoniaceae
5	Mandarino	<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae
6	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae
7	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae

8	Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae
9	Lechero	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Euphorbiaceae
10	Lechero rojo	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Euphorbiaceae
11	Teterete	<i>Delostoma integrifolium</i>	Bignoniaceae
12	Eucalipto	<i>Eucalyptus grandis</i>	Myrtaceae
13	Nacedero (quiebra barriga)	<i>Trichantera gigantea</i>	Acanthaceae
14	Pomorroso	<i>Syzygium jambos</i>	Myrtaceae
15	Palobobo (balso Blanco)	<i>Heliocarpus americanus</i>	Malvaceae
16	Garrocho	<i>Myrsine coriacea</i>	Myrsinaceae
17	Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	Poaceae
18	Botón de oro	<i>Hyptis sidifolia</i>	Lamiaceae
19	Café	<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae
20	Yarumo	<i>Cecropia angustifolia</i>	Urticaceae
21	Guamo	<i>Inga densiflora</i>	Fabaceae
22	Eucalipto blanco	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae
23	Guayacán de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	Lythraceae
24	Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i>	Oleaceae
25	Gargantillo	<i>Alchornea sp.</i>	Euphorbiaceae
26	Chilco blanco	<i>Escallonia paniculata</i>	Escalloniaceae
27	Cucharó	<i>Myrsine guianensis</i>	Myrsinaceae
28	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae
29	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae
30	Palma real	<i>Archontophoenix alexandrae</i>	Arecaceae
31	Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae
32	Limón mandarino	<i>Citrus limonia</i>	Rutaceae

Fuente: elaboración propia. (2019)

Taller 6: En el sexto taller se realizó las lecturas contextuales desde los tres componentes ambientales N.S y C, para construir la situación ambiental de la vereda el Túnel y determinar las potencialidades y problemas. Entre las observaciones se encuentra que una de las bocatomas está construida al aire libre sin requerimientos y la otra tiene algunos. Uno de los estudiantes en su bitácora escribe textualmente: “los tanques se encuentran en mal estado, son de 2 metros por 35 pulgadas, la quebrada que llega a la bocatoma se está perdiendo, hay 130 usuarios suscritos(bitácora Sebastián Victoria, 2019).

Componente natural: La comunidad proporcionó los nombres comunes de las siguientes plantas: roble, balso baboso, pino, nacedero, lulo, cabuya, níspero, mango, yuca, carbonero, café, maíz, plátano, guamo, guayabo, mayo, guadua, yarumo, limón, chilco, granadillo, guayacán, teterete y de los siguientes animales: loros, vacas, perros,

patos, gorriones, gusanos, azulejos, pollos, mariposas, mochileros, gavilanes, garzas, chicaos, saltarines y un reptil blanco con negro desconocido.

Componente social: La comunidad está conformada por familias campesinas en su mayoría mestizas y en menor proporción algunas indígenas de la etnia Misak y afrodescendientes, en muchos casos madres cabeza de hogar. Como organizaciones sociales está la Junta de Acción comunal, la Junta de acueducto veredal y el colegio. El principal sustento económico es la agricultura y el jornal diario, aunque muchos jóvenes optan por el servicio military las jóvenes por irse a trabajar a Cali o Popayán en el servicio doméstico.

Componente cultural: La comunidad evidencia que hay prácticas inadecuadas porque se ve mucha contaminación, botan basura por donde quieren, se ven zapatos, botellas, ropa, plásticos, papeles de mecate y hasta una chucha que han matado con sus 3 hijitos y la han dejado al lado de la bocatoma N° 1, además cultivan hasta lo máximo de cerca a la quebrada, dañan y no arreglan, han talado el bosque para sembrar café y frijol.

Con base en los recorridos y la caracterización de los componentes ambientales se elaboraron los mapas correspondientes como se observan en la Figura 9.

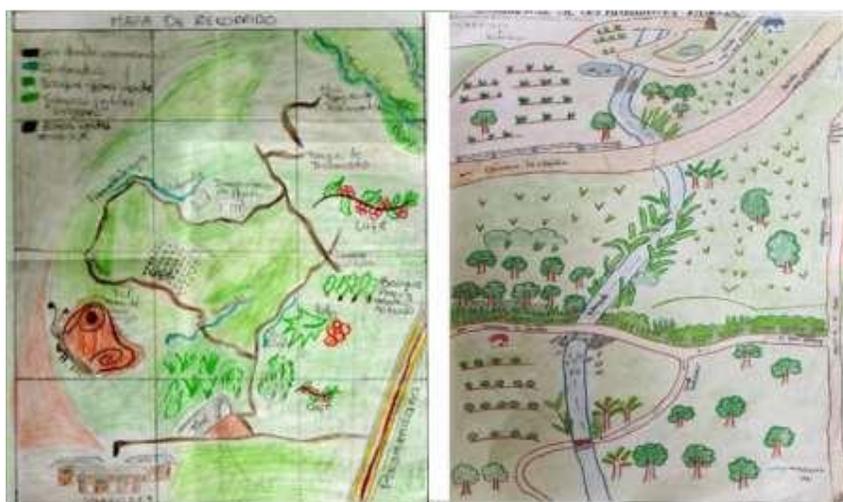


Figura 9. Mapas de recorrido. Fuente: Estudiantes Sebastián Victoria y Estefanía Rivera (2019)

Taller 7: En el séptimo taller y desde el fortalecimiento del concepto de cultura ambiental se adelantó una jornada de artística para reutilizar cajas de cartón en la elaboración de recipientes para entregar a estudiantes de cada grado del colegio para que realicen una adecuada disposición de los desechos que se generan en los salones, teniendo en cuenta orientaciones brindadas por el grupo ambiental en la izada de bandera, enfatizando que lo relevante es procurar no generar tantos residuos, evitando el excesivo consumismo (Figura 10)



Figura 10. Taller de fortalecimiento de cultura ambiental. Fuente: Mamián (2019)

Taller 8: Se construyó la cartografía social, apoyada en el conocedor del territorio, señor Juvenal Rivera, para la ubicación de las fuentes hídricas, los remanentes de bosque y algunos referentes de interés comunitario (Figura 11)



Figura 11. Mapa recorrido vereda El Túnel. Fuente: Elaboración propia (2019)

Taller 9: En el noveno taller, se recogieron los insumos disponibles hasta el momento y se complementó la situación ambiental para la vereda El Túnel. Para el análisis se formularon las preguntas orientadoras ¿Qué problema(s) y qué potencialidad(s) ambientales hay en la vereda El Túnel? ¿Qué acciones podemos emprender como equipo ambiental para fortalecer las potencialidades y para contrarrestar las problemáticas ambientales?

Posteriormente se hizo la socialización a la comunidad educativa y líderes comunitarios, sobre los avances del proceso de formación ambiental que se relacionan con las potencialidades encontradas como: la tenencia de agua, evidenciada en dos acueductos veredal y municipal, existencia de nacimientos de agua, la quebrada el Túnel y el río Piendamó. (Figura 12). En cuanto a los problemas encontrados se evidencia que en la zona hay contaminación por residuos sólidos no biodegradables, por productos agroquímicos por el cultivo de flores y café y hay pérdida vegetal por deforestación. Los actores comunitarios ofrecieron apoyo para el grupo “Tunelitos en Acción” y para dar continuidad al proceso adelantado.



Figura 12. Taller noveno complemento de la situación ambiental y socialización. Fuente: Mamián(2019)

8.2 Entrevistas y Encuestas

De acuerdo con las entrevistas realizadas a padres de familia y/o líderes comunitarios, según cuestionarios preestablecidos (Anexos 3 y 4) se encontró que existen variedad de plantas y de animales, como indica en la tabla 3.

Tabla 3. Flora y Fauna de la vereda El Túnel

Flora: nombre común	Fauna: nombre común
Aguacate	Águila
Aguacatillo	Ardilla
Arboles mielíferos	Armadillo
Arbustos	Azulejo
Arrayán	Barranquero
Balso	Carpintero de copete colorado
Balso baboso	Carpintero negro
Cachimbo	Carpintero pequeño verde
Cafecillo	Chicao
Cascarillo colorado	Chiguaco o mirla negra
Cascarillo o quina	Colibrí
Caspe	Conejo
Chilco	Culebras
Chirimoyo	Chuchas
Eucalipto	Erizo
Gargantillo	Gavilán
Garrocho	Golondrina
Granadillo	Gorrión
Guadua	Ganado
Guayabo	Guatín (Ya no se ve)
Guayacán	Guácharo
Helecho arbóreo	Guagua
Jigua canelo	Loro
Mandur	Mirla gris
Mariposo	Mirla negra
Mayorquín	Murciélago
Mote	Paletón verde
Nacedero	Pava de monte
Naranja	Piscuiz
Níspero	Quinquina verde o cerrajo
Nogal cafetero	Ruiseñor o cucharachero
Pino	Torcaza

Platanilla	Torcaza callejera
Roble	Torcaza mediana
Teterete	Torcaza pequeña
Totocal	Tucaneta
Uvo	Venado
Yarumo	Zorro

Fuente: Elaboración propia (2019)

De los anteriores elementos florísticos y faunísticos, algunos se han visto afectados por: “la tala de bosques para sacar madera” (Entrevista Pedro Paja, octubre 2019), las especies de árboles más afectados son el aguacatillo, arrayán, nogal y laurel” (Entrevista Wilmar Paja, octubre 2019), antes había “mucho guamo, palo bobo, laurel, salvia, chicharrón y caña brava, que ahora casi no se ven”. Las plantas medicinales para el hombre y animales también han disminuido, incluso hay especies nuevas que son invasoras, vienen en la matamaleza cuando se usan químicos (Entrevista Edilberto Gutiérrez y Dalys Fernández, octubre 2019). Se afirma que “ya no hay bosques nativos, solo quedan parches porque la gente los cortó para ampliar la frontera agrícola para las siembras y para obtener maderas, antes lo que era bosque hoy son huertas” (Entrevista Javier Reyes, octubre 2019). También para hacer “viviendas y para el cultivo de café, hacer potreros, árboles como el roble ha disminuido mucho y el cascarillo o quina se está acabando” (Entrevista Ariel Valdés, octubre 2019). El roble lo usan para el carboneo y para la madera que es comercial, ya no se ve el laurel (Juvenal Rivera, octubre de 2019).

En cuanto a la fauna y como consecuencia de todas las anteriores afectaciones se ha visto perjudicada, por ello “las aves ya no se ven, como el piscuiz, ni tampoco se ve el guatín” (Entrevista Ariel Valdés, octubre de 2019). Se acabó “el conejo de monte, los zorros, porque hasta el 2004 hubo cacería, ya no tanto como antes que venían en carros, con perros cazadores y escopetas desde Popayán o desde Piendamó venía un sacerdote a cacería y bajaban con los carros llenos de animales. Ahora ya hay guagua nuevamente,

hoy solo queda un 30% de bosques en comparación con el que había antes” (Entrevista Yamel Itier, octubre 2019). El venado también se extinguió por la cacería, el monocultivo como el café y el fique esterilizó la tierra y produjo residuos que contaminan al 100% el agua y esto ha hecho que se acaben los peces, antes había guabinos, sardinas y hoy ya no. La pava comía sardina; afectado uno se afecta el otro y esto se da por falta de cultura ambiental” (Entrevista Edilberto Gutiérrez, octubre 2019). En otro relato se manifiesta que “la fauna se ha visto disminuida pero ahora uno ve que están llegando unos nuevos animales como ese mochilero y también otros que se habían desaparecido”. Antes había mucho cucarrón amarillo y verde, que comía hojas de roble, pero ya no se ven” (Entrevista Juvenal Rivera, octubre 2019).

Respecto al recurso agua, se evidencia que “ya no hay tanta como antes por las sequías” (Entrevista Rosario Campo, octubre 2019), ha disminuido y se ha contaminado “por tanta población que habita encima de los nacimientos, aumentando la frontera agrícola” (Entrevista Juvenal Rivera, octubre 2019). Antes “había más nacimientos, había una chorrera que proveía de agua a los habitantes de la vereda, hoy en invierno es abundante y en verano es muy escasa. Cajibío es un municipio seco” (Entrevista Edilberto Gutiérrez y Dalys Fernández, octubre 2019). El agua está contaminada por “los pozos sépticos, aguas residuales o grises” (Entrevista Ariel Valdés, octubre 2019).

En el taller de Cartografía social se argumenta que a la vereda El Túnel “llegó la familia Gutiérrez en 1896, llegó doña Susana Quijano de Gutiérrez y sus hijos trabajaron en la construcción del ferrocarril en 1902 y lo terminaron 1964” (entrevista Ovidio Mamián, octubre 2019). En el periodo de 1986 a 1988, “se separó la vereda el Túnel y la Claudia” (entrevista Lucely Burbano, octubre 2020). En el año 2002, “fue creada la Institución educativa El Túnel y nuestros jóvenes tuvieron la oportunidad de seguir estudiando porque antes se quedaban sólo con quinto, muy pocos se iban a estudiar a Piendamó, hoy ya tenemos varios en la universidad” (Entrevista Edilberto Gutiérrez, octubre 2019). En la

vereda la Claudia “viven 150 familias y en el Túnel viven 300 familias” (Entrevista Juvenal Rivera, octubre 2019).

Con respecto a los servicios de la vereda se indica que “de 30 a 40 familias tienen servicio de acueducto municipal, el resto de las familias tienen solución de agua, del acueducto veredal, el cual tiene 35 años. Antes tenían aljibes y fuentes naturales de agua” (Entrevista Juvenal Rivera, octubre 2019). La energía es “deficiente en verano y en invierno y falta gas natural a pesar de que las redes pasan por la vereda” (Entrevista Javier Reyes, octubre 2019). Tiene un puesto de salud “que funciona una sola vez al mes” (entrevista Ovidio Mamián, octubre 2019).

Con relación a los problemas que afectan a la comunidad están: “inseguridad, contaminación por basuras, mal manejo de aguas residuales y tala de los bosques” (entrevista Juvenal Rivera, octubre 2019); “el problema del agua es porque nace en el territorio de los indígenas” (entrevista Pedro Paja, octubre 2019), también hay un “problema de recolección y disposición de desechos, aunque se han hecho reuniones para mejorar esta situación, la gente no quiere aportar... Además, las parcelas familiares son muy pequeñas” (Entrevista Javier Reyes, octubre 2019)

Ahora bien, se considera que “la zona de la vereda El Túnel dicen que es zona de cabildo indígena y no ha habido unión, sino que este es un problema constante” (entrevista Yamel Itier, octubre 2019). En cuanto a las vías se evidencia que “hay un deterioro de la carretera, están muy dañadas” (entrevista Rosario Campo, octubre 2019) y hay “falta de comunicación” (Entrevista Lucely Burbano, octubre 2019). Por otro lado, “la falta de empleo” (Entrevista Edilberto Gutiérrez, octubre 2019) es un factor que afecta ostensiblemente a la comunidad al igual que la “delincuencia común y los atracos en la vía panamericana” (Entrevista Aura Rivera, octubre 2019). Con respecto a la cotidianidad y la fraternidad en la vereda se refleja que existe “desunión, desinterés de las personas por mejorar la

convivencia para afrontar las dificultades” (entrevista Javier Reyes, 2019).

8.2.1 Caracterización Biofísica

De acuerdo con lo obtenido en las entrevistas y las encuestas y sumado a lo evidenciado en las salidas de campo se obtuvieron listados de flora y fauna que se consolidan en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Caracterización biofísica, Listado de flora

FLORA		
Especie	Nombre común	Fuente de la información
<i>Acacia mangium</i>	Acacia	Entrevistas y salidas de campo.
<i>Persea americana</i>	Aguacate	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Persea caurelea</i>	Aguacatillo	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Myrcia popayanensis</i>	Arrayán	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Heliocarpus americanus</i>	Balso o palo bobo	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Erythrina poepigiana</i>	Cachimbo	Entrevistas
<i>Palicourea calidicola</i>	Cafecillo	Entrevistas
<i>Cinchona pubescens</i>	Cascarillo colorado o quina	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Toxicodendron striatum</i>	Caspe	Entrevistas y salidas de campo.
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
	Chilco	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Annona cherimola</i>	Chirimoyo	Entrevistas y salidas de campo.
<i>Clusia alata</i>	Cucharó	Entrevistas y salidas de campo.
<i>Croton hibiscifolius</i>	Drago	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Eucalyptus grandis</i>	Eucalipto	Encuesta y salida de campo
<i>Alchornea cordifolia</i>	Gargantillo	Salida de campo
<i>Myrsine coriacea</i>	Garrocho	Entrevistas y salidas de campo.
<i>Guadua angustifolia</i>	Guadua	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Inga densiflora</i>	Guamo machete	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Prosopis pallida</i>	Guarango	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Psidium guajaba</i>	Guayabo	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Lafoensia acuminata</i>	Guayacán de manizales	Encuestas, entrevistas y salidas de

		campo.
<i>Alchornea latifolia</i>	Granadillo	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Cyathea caracasana</i>	Helecho arbóreo	Salidas de campo
<i>Licaria triandra</i>	Jigua canelo	Entrevistas y salidas de campo.
<i>Nectandra hihua</i>	Jigua	Encuestas, entrevistas y salidas de campo
<i>Nectandra acutifolia</i>	Laurel amarillo	Salidas de campo
<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Zea mays</i>	Maíz	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Vismia baccifera</i>	Mandur	Entrevistas y salidas de campo.
	Mariposo	Entrevistas
	Mayorquín	Entrevistas y salidas de campo.
<i>Saurauia scabra</i>	Moco	Salidas de campo.
	Mote	Entrevistas
<i>Miconia notabilis</i>	Mortiño	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Eriobotrya japónica</i>	Nispero	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Cordia alliodora</i>	Nogal cafetero	Entrevistas y salidas de campo.
<i>Juglans neotropica</i>	Nogal	Entrevistas y salidas de campo
<i>Bocconia frutescens</i>	Palo santo	Salidas de campo
<i>Pinus oocarpa</i>	Pino	Encuestas y salidas de campo
<i>Heliconia sp.</i>	Platanilla	Encuestas
<i>Xanthosoma sp.</i>	Rascadera	salidas de campo
<i>Quercus humboldtii</i>	Roble	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Vismia lauriformis</i>	Sangregrado	Entrevistas y salidas de campo
<i>Delostoma integrifolium</i>	Teterete	Entrevistas y salidas de campo.
<i>Duranta sprucei</i>	Totocal	Salidas de campo
<i>Clusia colombiana</i>	Uvo	Entrevistas y salidas de campo
<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo	Encuestas, entrevistas y salidas de campo.
<i>Manihot esculenta</i>	Yuca	Entrevistas y salidas de campo.

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 5. Caracterización biofísica, listado de fauna

FAUNA		
Especie	Nombre común	Fuente de la información
<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila	Encuestas.
<i>Sciurus pucheranii</i>	Ardilla	Encuestas, entrevistas y salidas de campo
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	Entrevistas.
<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo	Encuestas y entrevistas.
<i>Momotus momota</i>	Barranquero	Encuestas y entrevistas.
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero de copete colorado	Entrevistas y salidas de campo.
<i>Leuconotopicus fumigatus</i>	Carpintero negro	Entrevistas
<i>Dryobates passerinus</i>	Carpintero pequeño verde	Entrevistas
<i>Icterus chrysater</i>	Chicao	Encuestas y entrevistas.
<i>Turdus chiguanco</i>	Chiguaco o mirla negra	Encuestas y entrevistas.
<i>Amazilia sauceroteii</i>	Colibrí	Entrevistas
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	Entrevistas
	Culebras	Encuestas y entrevistas
<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero	Entrevistas
<i>Didelphis marsupialis</i>	Chuchas	Encuestas
<i>Icterus chrysater</i>	Chicao	Encuestas y entrevistas
<i>Cavia porcellus</i>	Cuy	Encuestas, entrevistas y salidas de campo
<i>Coendou rufescens</i>	Erizo	Entrevistas
<i>Felis catus</i>	Gato	Encuestas, entrevistas y salidas de campo
<i>Gallus gallus domesticus</i>	Gallinas	Encuestas, entrevistas y salidas de campo
<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero	Encuestas y entrevistas
<i>Accipiter nisus</i>	Gavilán	Encuestas
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	Encuestas y entrevistas
<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión	Encuestas, entrevistas y salidas de campo
<i>Bos taurus</i>	Ganado	Encuestas, entrevistas y salidas de campo
<i>Cuniculus paca</i>	Guagua	Entrevistas
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatín	Entrevistas
<i>Forpus conspicillatus</i>	Loros	Entrevistas
<i>Psarocolius decumanus</i>	Mochilero	Encuestas, entrevistas y salidas de campo
<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago	Encuestas, entrevistas y salidas de campo
<i>Penelope perspicax</i>	Pava	Encuestas y entrevistas
<i>Aulacorhynchus</i>	Paletón	Encuestas y salidas de campo

<i>prasinus</i>		
<i>Odontophorus hyperythrus</i>	Perdiz	Entrevistas
<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro	Encuestas y salidas de campo
<i>Cyanocorax yncas</i>	Quinquina	Entrevistas
<i>Pteroglossus castanotis</i>	Tucaneta	Entrevistas
<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza	Encuestas y entrevistas
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado	Encuestas, entrevistas y salida de campo
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro	Entrevistas

Fuente: Elaboración propia (2019)

El Municipio de Cajibío carece de una red hidroclimatológica con una adecuada distribución, que permita llevar un registro del comportamiento climatológico e hidrológico del Municipio, sólo cuenta con la información disponible de la estación climatológica de la Venta y la estación pluvial de El Rosario, por lo cual es necesario recurrir a la información de estaciones aledañas, como la del Aeropuerto Guillermo León Valencia en Popayán, El Tambo, Manuel Mejía, Morales y Piendamó. Con base en el sistema de clasificación de Caldas – Lang, se han establecido los pisos térmicos de acuerdo a la variación altitudinal, la humedad o factor de lluvia de acuerdo a la relación existente entre precipitación y humedad, con lo cual se tiene 3 tipos de climas en el municipio: □ FH: Frio Húmedo □ FSH: Frio Superhúmedo □ TH: Templado Húmedo. La red hidrográfica del municipio de Cajibío forma parte de la gran cuenca del río Cauca, con un número considerable de ríos y quebradas (PBOT, 2002).

8.2.2 Reconocimiento de la Situación Ambiental

La vereda El Túnel, se encuentra a 1884 m.s.n.m., deriva su nombre de un túnel de aproximadamente 180 metros de largo y entre 8 y 9 metros de alto que fue inaugurado en el año 1925 como parte de la infraestructura del trazado de la línea férrea que sirvió para conectar a las ciudades de Cali y Popayán (figura 13) se encuentra delimitada por el norte con el río Piendamó que en su trayectoria sirve como límite entre los municipios de

Piendamó y Cajibío y por el oriente por la quebrada El Túnel, la cual constituye en gran parte, el límite con la vereda La Claudia. Esta microcuenca constituye un potencial hídrico para la región, dado que en su recorrido recibe las aguas de diferentes nacimientos provenientes de las 2 veredas, que van enriqueciendo su caudal, el cual, en la zona media de las veredas se une con la quebrada La Claudia para continuar su recorrido con este nombre y unirse en su trayecto final con la quebrada la Pajosa y conformar la quebrada Cajibío, tributaria de la cuenca del río Cajibío.

La vereda El Túnel se circunscribe al gran bioma de bosque húmedo tropical (BhT), orobioma bajo de los Andes o bosque subandino. Particularmente en el recorrido de la microcuenca de la quebrada El Túnel se observa que sus rondas están cubiertas con bosque natural de roble, nacedero, platanilla, yarumo, guadua, teterete, cachimbo, granadillo, garrocho, mandur, lechero, chilco, aguacatillo, cascarillo, balso, nogal cafetero, rascadera de monte, helechos arbóreos, totocal, uvo, mortifios, guamo machete, arrayán, cabuya. Cabe aclarar que hay zonas donde estas especies se conservan en bajas cantidades debido a que los habitantes han excedido la deforestación para ampliación de la frontera agrícola.

Según los pobladores antes de la construcción de la vía férrea, las tierras eran baldías, con extensas zonas de montaña y bosque, las cuales fueron adjudicadas en 1896 a la familia de la Señora Susana Quijano de Gutiérrez, proveniente de Silvia, convirtiéndose en dueña de una gran finca comprendida entre el río Piendamó y la quebrada conocida hoy como El Túnel, con el paso de los años fue heredando lotes a sus hijos quienes tuvieron la oportunidad de trabajar en la construcción de la vía férrea y del túnel que atraviesa la vereda. Este hecho histórico para la región conllevó a procesos migratorios de habitantes del departamento del Cauca y de algunas otras regiones del país y con ello al aumento de pobladores y a la transformación gradual del paisaje.

En 1962, sólo eran 6 familias, y a partir del año 1970, se empezó a sobre poblar, lo

cual conllevó a una redistribución de la tierra en pequeñas fincas, incidiendo negativamente en los recursos naturales. Según los pobladores entrevistados, desde esta época en la vereda El Túnel se viene incrementando el deterioro de la biodiversidad y de la calidad del agua, debido a prácticas inadecuadas como la tala de árboles para la ampliación de la frontera agrícola, el carboneo específicamente con la quema de roble, caída de elementos contaminantes a las fuentes de agua derivados de las fumigaciones de los cultivos de café y de flores, producción excesiva de desechos no biodegradables y disposición inadecuada de los mismos, como también del procesamiento y lavado de fique cerca o directamente en las quebradas.

En la década del 60, la quebrada El Túnel era muy caudalosa y al no disponer de acueducto, los habitantes se desplazaban diariamente a ella como fuente de suministro de agua para consumo, aseo personal y lavado de ropa, recuerdan que en sus rondas abundaban los bosques de robledal y diversas especies como: Yarumo, guamo, cascarillo o quina, jigua canelo, arrayán, mayorquín, balso, caspe, guayabo, chilco, nacedero, guadua, cachimbo, mandur, granadillo, teterete, garrocho, mortiño, guácimo y platanilla; sin embargo, hoy muchas de estas especies han disminuido significativamente porque las han sobreexplotado para producción de madera, carbón y leña, es por esto que especies como el guácimo ya casi no se ven, de hecho según los pobladores hoy se conserva sólo un 30% del bosque por causa de la deforestación para construir viviendas y para ampliar la frontera agrícola.

Los pobladores reconocen que la afectación del bosque incide directamente en los demás recursos naturales, según el señor Juvenal Rivera “Hace 50 años, habían muchos robledares que de día era oscuro, había mucha agua y habían animales que ya no se ven o hay muy pocos como los cangrejos, peces corronchos, ranas, muerde tetas negra y café, conejos de monte, zorros, habían muchos armadillos, ardillas, chiguacos, pavas de monte, torcazas, erizos, pero entre 1970 – 1976 aumentó la población y empezó la tala del bosque

para sacar madera y las quemas también aumentaron, ahora se ven otros animales que han llegado, como los mochileros”. Actualmente los habitantes disponen de diversas fuentes de agua representadas en dos acueductos, el municipal y el veredal; el primero tiene como fuente el Rio Michicao proveniente del municipio de Silvia, cuenta con tratamiento básico y surte agua a pobladores de la cabecera municipal y de 18 veredas del municipio de Cajibío.

El acueducto veredal se inició en 1980 como iniciativa de los señores José Manuel Reyes y Marcos Fernández, cuenta con dos bocatoms dispuestas al aire libre y una planta de tratamiento que aún no entra en funcionamiento por falta de presupuesto, del cual se benefician 109 familias (67 del Túnel y 42 de la Claudia); así mismo, algunas familias disponen de nacimientos de agua en sus parcelas. Paulatinamente, la comunidad de la vereda El Túnel ha tenido la posibilidad de acceder a los mínimos servicios públicos básicos como: la energía eléctrica, el servicio de salud a través de visitas médicas una vez al mes en el puesto de salud y la educación al construirse la primera escuela en 1940, gracias a la donación de un lote por parte de la señora Susana Quijano de Gutiérrez que en el 2004 se aprobó como Institución educativa El Túnel.

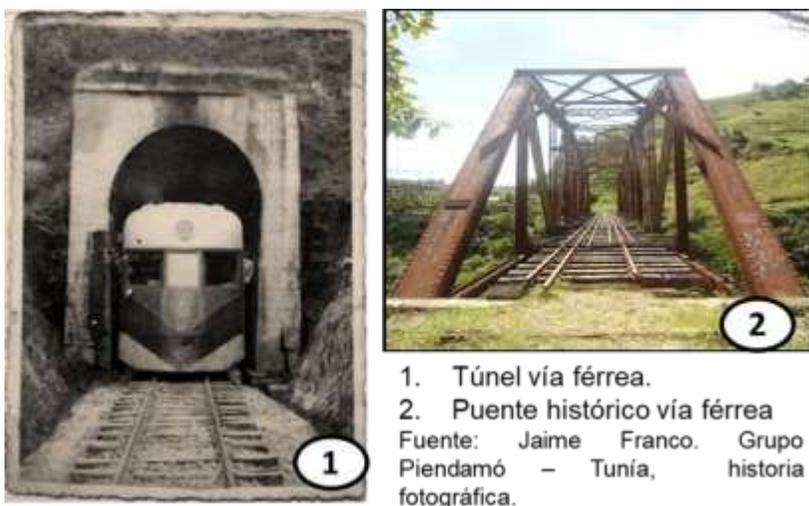


Figura 13. Panorámica del túnel, vía férrea y su puente histórico. Fuente: Franco (s.f.)

En cuanto al aspecto socioeconómico se evidenció que este territorio en gran parte

tiene cubiertos los suelos por cultivos de: café, plátano, hortalizas, frijol, cítricos, fique, potreros y algunos remanentes de bosque secundario, lo cual representa la mayor fuente de ingresos a la comunidad del área de estudio. Derivan su sustento económico principalmente de la agricultura, del jornal diario, algunos pocos son empleados públicos, y otros se dedican al cuentapropismo (tenderos, transportadores, obreros de la construcción) y una minoría, se beneficia de la extracción de piedra y grava del río Piendamó, otros de pequeños viveros o de cultivos de fique y el caso de mujeres dedicadas al servicio doméstico en las ciudades de Cali y Popayán. Además, existe una microempresa familiar dedicada al procesamiento de la fibra natural de fique, que distribuye sus productos para la ciudad de Bogotá.

Con relación a los aspectos culturales, la vereda El Túnel se encuentra habitada principalmente por población mestiza, algunos pobladores afrodescendientes e indígenas de la etnia Misak, dedicados ante todo a labores agrícolas, lo cual conlleva a una serie de maneras de relacionarse con el suelo, el agua, las flora y la fauna; entre ellas: quemas para establecimiento de cultivos, disposición de residuos sólidos en el suelo y en el agua, y si bien los que son orgánicos se degradan y favorecen las huertas, muchos de ellos no son biodegradables, generando problemas ambientales porque afectan el suelo, el agua y la convivencia con los vecinos, dado que no cuentan con el servicio de recolección de basuras. Así mismo, los pobladores, en su relación con la flora, la impactan negativamente con la deforestación ya sea por ampliación de la frontera agrícola para establecer cultivos productivos o para el carboneo en el caso del roble o la extracción de madera; hecho que afecta el recurso agua, específicamente en la cantidad. Así mismo, la afectación del suelo y del agua incide en la fauna que habita en ellos.

En lo referente a vías de acceso y movilidad, se documenta que en 1925 se inauguró el puente de la vía férrea, sobre el río Piendamó con lo cual algunos pobladores de la vereda tuvieron la posibilidad de transportar papa y cebolla en el tren de carga hasta

Jamundí y también el carbón producto de la quema de roble, actividad que era coordinada por sacerdotes Jesuitas que habitaban en Jebalá, Totoró, producto que llevaban en mulas hasta el campamento ubicado en la vereda La Claudia, de propiedad de Ferrocarriles Nacionales de Colombia, para distribuirlo a las ciudades de Cali y Popayán.

En 1960 se construyó la vía panamericana que atraviesa la vereda de norte a sur, con lo cual se facilita el desplazamiento y comercialización de productos agrícolas, este hecho conllevó a que el servicio de tren fuese disminuyendo paulatinamente hasta el año 1970. En la actualidad, los ejes de movilidad de mayor relevancia son la vía panamericana, la carretera que conduce hasta el municipio de Totoró, la carretera que comunica con las veredas San José la Laguna, El Arado y funciona como vía alterna para desplazarse hasta la cabecera municipal y parte de la antigua férrea como camino que conduce hacia la vereda La Claudia. Esta situación Ambiental se visualiza en el esquema representado en la Figura 14.

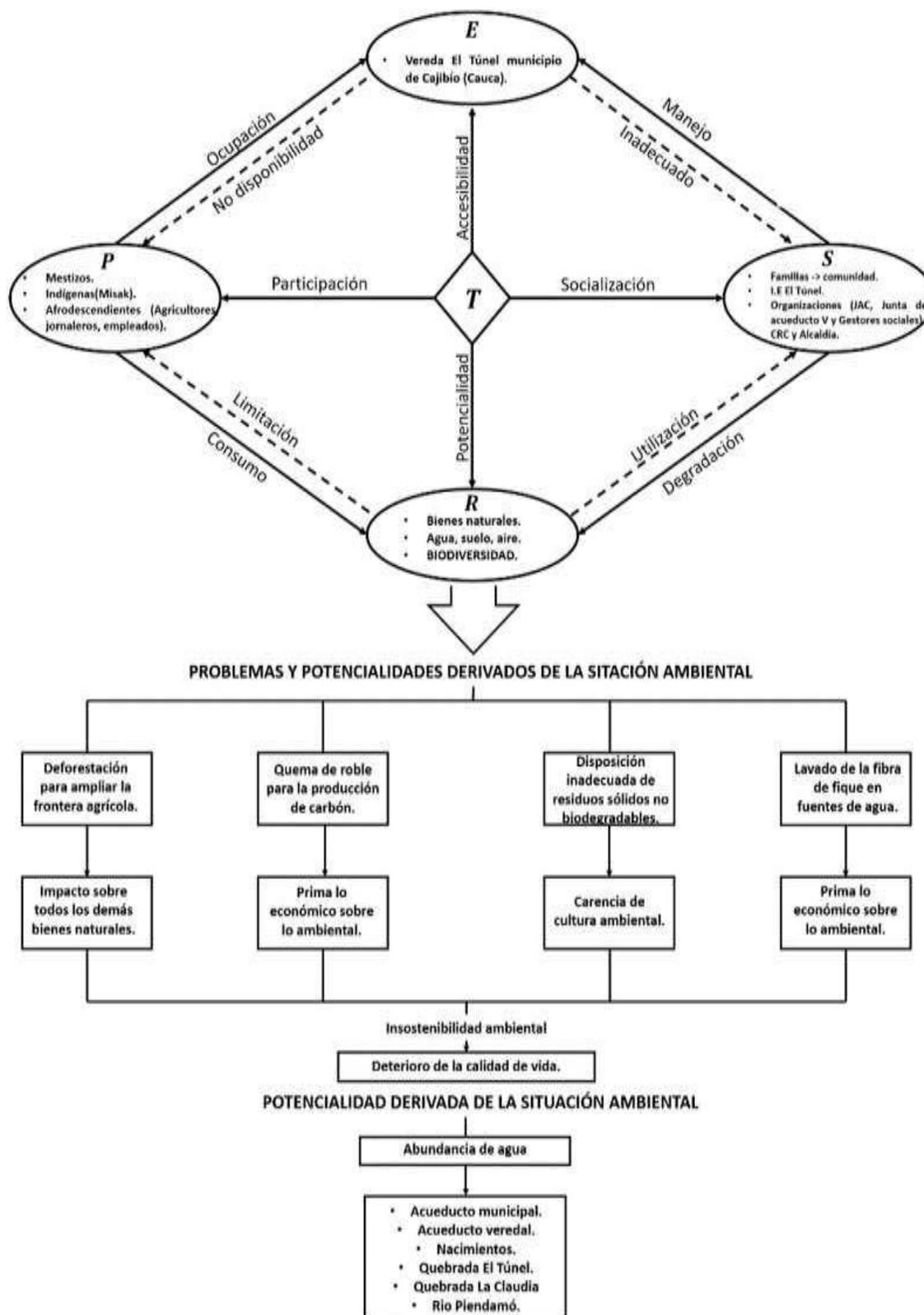


Figura 14. Sistema ambiental vereda El Túnel. Fuente: Elaboración propia (2019)

Potencialidad Ambiental. La caracterización realizada a través de los talleres de cartografía social con estudiantes y pobladores de la vereda El túnel, de entrevistas, las historias de vida, la construcción de líneas de tiempo y los diferentes recorridos en la zona, posibilitaron un reconocimiento del territorio y de interacciones ocurridas entre los pobladores y los recursos naturales, mediadas por unas prácticas culturales que han ido pasando a través de las generaciones y dan cuenta del estado de dichos recursos, es así como se reconoce que el agua ha sido y sigue siendo una potencialidad, manifestada en la disposición del recurso, puesto que la comunidad cuenta con 2 acueductos municipal y veredal, algunas familias gozan de estos dos servicios, mientras que otras sólo de alguno de los dos y algunas de ninguno porque tienen nacimientos propios para suplir sus necesidades.

Los pobladores expresan su deseo de favorecer la sostenibilidad de este recurso hídrico no sólo cuidando la quebrada El Túnel y las fuentes que la alimentan, sino los nacimientos que surten las dos bocatomas que proveen agua al acueducto veredal, dado que presta un importante beneficio a 109 familias (500 habitantes en promedio) de las veredas El Túnel y La Claudia, con mayor razón ahora que tienen la posibilidad de gestionar la habilitación de la planta de tratamiento en coordinación con la alcaldía municipal de Cajibío. Uno de los líderes comunitarios así lo da a conocer cuando afirma: “Es necesario cuidar el agua para que la gente se apropie y se sientan orgullosos de lo que tienen y esto lo logramos cuidando los bosques, sembrando muchos árboles en la parte alta donde están los nacimientos” (Juvenal Rivera, presidente del acueducto veredal).

8.3 Identificación de Especies Potenciales para la Restauración Ecológica.

Selección de las Especies Forestales

Con base en los talleres comunitarios y en lo expuesto por Marín (2011), en la tabla 6 se muestra el listado de especies dinamizadoras identificadas.

Tabla 6. Listado de especies dinamizadoras

Especie	Nombre común	Razón
<i>Quercus humboldtii</i>	Roble	Importancia ecológica (regulación y oferta hídrica, protección de suelos, alimento de ardillas, guatines y carpinteros, refugio de especies de fauna), Uso comunitario, especie Amanezada. Conservación de la biodiversidad.
<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero	Importancia ecológica (regula caudal de fuentes de agua contribuye a su conservación y recuperación, además atrae insectos y aves melíferos). Conservación de la biodiversidad.
<i>Inga densiflora</i>	Guamo machete	Importancia ecológica (Mejora la estructura del suelo y atrae insectos y aves melíferas). Alimento de algunas especies de fauna. Conservación de la biodiversidad.
<i>Delostoma integrifolium</i>	Teterete	Importancia ecológica (atrae insectos y aves melíferas), uso comunitario (cerca viva). Recuperación de suelos y/o áreas degradadas.
<i>Alchornea latifolia</i>	Granadillo	Importancia ecológica (alimento para aves y murciélagos). Provee rápida recuperación de sitios perturbados.
<i>Lafoensia acuminata</i>	Guayacán de manizales	Importancia ecológica (especie sombrilla y hábitat de aves e insectos). Conservación de la biodiversidad.
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	Importancia ecológica (alimento para aves)

Fuente: Elaboración propia(2019)

El listado de especies del ecosistema de referencia se contrastó y complementó con una evaluación ecológica rápida del bosque correspondiente a las zonas de influencia del acueducto veredal en el área de aislamiento localizada en el lote “Recuperación la Nueva Claudia” y de la quebrada El Túnel. De las especies seleccionadas para dar inicio a la restauración de las zonas, de acuerdo al interés manifestado por la comunidad, 7 fueron colectadas y propagadas en el vivero comunitario, se hizo seguimiento a la forma de propagación, porcentajes de germinación y de mortalidad y los requerimientos de hábitat

como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Métodos de propagación y tasa de mortalidad.

Especie	Forma de propagación	Porcentaje de mortalidad
<i>Quercus humboldtii</i>	Semilla	4%
<i>Lafoensia acuminata</i>	Semilla	5%
<i>Inga densiflora</i>	Semilla	5%
<i>Trichanthera gigantea</i>	Estaca	7%
<i>Eriobotrya japonica</i>	Semilla	10%
<i>Delostoma integrifolium</i>	plántula	15%
<i>Alchornea latifolia</i>	plántula	15%
<i>Myrcia popayanensis</i>	plántula	0
<i>Campomanesia lineatifolia</i>	Plántula	0
<i>Erythrina rubrinervia</i>	Plantón	3%
<i>Cordia alliodora</i>	plantón	0
<i>Jacaranda caucana</i>	Plantón	0
<i>Tabebuia rosea</i>	plantón	0

Fuente: propia (2020)

Las especies *Q. humboldtii*, *I. densiflora*, *E. japonica* y *L. acuminata*, propagadas por semillas presentaron excelentes resultados de germinación, bajas tasas de mortalidad de las plántulas en el vivero y posteriormente en campo. *T. gigantea* presentó una óptima propagación por estacas, presentándose una baja tasa de mortalidad tanto en vivero como en campo. La mayoría de las especies propagadas por plántulas (rescatadas) también presentaron bajas tasas de mortalidad, *Delostoma integrifolium* y *Alchornea latifolia* presentaron el mejor resultado. Así mismo, la adaptabilidad de las especies donadas *Cordia alliodora*, *Erythrina poeppigiana*, *Campomanesia lineatifolia*, *Lafoensia acuminata*, *Jacaranda caucana* y *Tabebuia rosea*, en el vivero fue de un 100%. En general, se obtuvo un buen resultado con las diferentes estrategias de propagación utilizadas con las especies seleccionadas (Figura 15).



1. Adecuación de terreno 2. Ubicación de polisombra 3. Organización de eras 4. Escarificación de semillas 5. Siembra de semillas de *Quercus humboldtii* 6. *Quercus humboldtii* 7. Siembra de estacas de *trichanthera gigantea* 8. *trichanthera gigantea* 9. Rescate de plántulas 10. Plántulas de *Delostoma integrifolium* 11. *Lajoensia acuminata* 12. plantas donadas.

Figura 15. Implementación de vivero. Fuente: Mamián (2019)

En el proceso de seguimiento y mantenimiento de las especies propagadas en el vivero se involucraron estudiantes de los diferentes grados de enseñanza de la I. E. El Túnel, docentes, administrativos y el señor Juvenal Rivera; participando del riego, la limpieza y cuidado permanente. Esto posibilitó que el vivero se convirtiera en un escenario de aprendizaje significativo, valorando el conocimiento empírico brindado por los pobladores y también la oportunidad de coordinar y desarrollar temáticas de Ciencias Naturales con niños de la básica primaria, las cuales se convirtieron en ejes articuladores, al ser relacionados con los temas abordados por los docentes en matemáticas, estadística, ciencias sociales, español, religión, ética y artística; fortaleciéndose así, la interdisciplinariedad y también la transversalidad del Proyecto de Educación Ambiental (PRAE) “Dejando huella”.

Así mismo, el vivero fue una estrategia de aprendizaje que posibilitó la construcción

de conocimientos significativos desde la práctica de algunos temas de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (biología y química), con estudiantes de la básica secundaria y media (Figura 16)



1. Mantenimiento (limpieza): Estudiantes grado octavo.
2. Mantenimiento (riego): Presidente del acueducto v. Juvenal Rivera.
3. y 4. El vivero, una estrategia de aprendizaje (estudiantes de grados segundo y tercero respectivamente)

Figura 16. Estudiantes en prácticas de cuidado y mantenimiento del vivero. Fuente: Mamián (2019)

8.4 Estrategias de restauración.

8.4.1 Zona de Influencia del Acueducto Veredal El Túnel.

Establecimiento de barrera: en la franja oriental de toda la zona de aislamiento, incluyendo el área disturbada por incendio forestal con *Quercus humboldtii*, *Delostoma integrifolium* y *Alchornea latifolia*, con el fin de favorecer el encerramiento y aislamiento de la zona, facilitar la recuperación de la parte interna del bosque y en un futuro contar con una cerca viva que sirva de descanso para especies de aves y mamíferos que a su vez contribuyan con el enriquecimiento del bosque al promover la germinación de semillas. Con *D. integrifolium* y *A. latifolia* se obtuvo buen resultado con un 0% de mortalidad y gran adaptabilidad, representada en su crecimiento y con *Q. humboldtii*, se observó un buen desarrollo de las plantas en las áreas con buena disposición de luz, mientras que en los

sitios donde llega poca luz o tienen competencia con plantas como fique u otros árboles, algunas plantas presentan poco crecimiento.

Enriquecimiento y suplementación del bosque: con *Q. humboldtii*, *L. acuminata*, *I. densiflora*, *T. gigantea*, *D. integrifolium*, *A. latifolia* y *E. japonica* se realizó densificación del área disturbada y también de algunos claros del bosque, con un buen resultado, dado que se presentó una baja mortalidad de las plantas, el crecimiento es menor en relación con las plantadas como barrera debido a la competencia generada con plantas invasoras de diversas especies. Esta estrategia es fundamental porque posibilita el restablecimiento del régimen hidrológico del ecosistema afectado, puesto que cerca al área disturbada se encuentran nacimientos de agua y un tanque de almacenamiento desde donde se transporta agua para las familias Zambrano y Chate que viven cerca de la zona de aislamiento, además estas fuentes de agua, en su recorrido reciben aporte de otros nacimientos que finalmente surten las dos bocatomas del acueducto veredal El Túnel. La densificación del área disturbada se complementó en una segunda siembra con plantas donadas de *Cordia alliodora*, *Cecropia angustifolia*, *Campomanesia lineatifolia*, *Myrcia popayanensis* y *Erythrina rubrinervia*, las cuales se caracterizan en la tabla 8.

Tabla 8. Establecimiento de las especies vegetales seleccionadas

Espece	Zona de siembra	Individuos sembrados	Mortalidad (%)
<i>Quercus humboldtii</i>	Incedencia acueducto y quebrada	1600	6.6%
<i>Trichanthera gigantea</i>	Incedencia acueducto y quebrada	500	10%
<i>Inga densiflora</i>	Incedencia acueducto y quebrada	200	10%
<i>Delostoma integrifolium</i>	Incidencia acueducto	200	0
<i>Alchornea latifolia</i>	Incedencia acueducto y quebrada	100	0
<i>Lafoensia acuminata</i>	Incedencia acueducto y quebrada	2000	5%
<i>Eriobotrya japonica</i>	Incidencia acueducto	50	0
<i>Cordia alliodora</i>	Incedencia acueducto y	100	10%

	quebrada		
<i>Cecropia angustifolia</i>	Incedencia acueducto y quebrada	15	13%
<i>Campomanesia lineatifolia</i>	Incedencia acueducto y quebrada	30	16%
<i>Myrcia popayanensis</i>	Incedencia acueducto y quebrada	75	20%
<i>Erythrina rubrinervia</i>	Incedencia acueducto y quebrada	30	70%
<i>Jacaranda caucana</i>	Incidencia quebrada	30	0
<i>Tabebuia rosea</i>	Incidencia quebrada	30	13%

Fuente: Elaboración propia (2021)

En esta zona se destaca la participación y compromiso de la comunidad (estudiantes, docentes, líderes comunitarios y padres de familia), tanto en las 2 siembras como también en el proceso de monitoreo, evaluación y seguimiento, gracias al compromiso del señor presidente del acueducto Juvenal Rivera. (Figura 17)



1 y 2 Siembra en el año 2011.

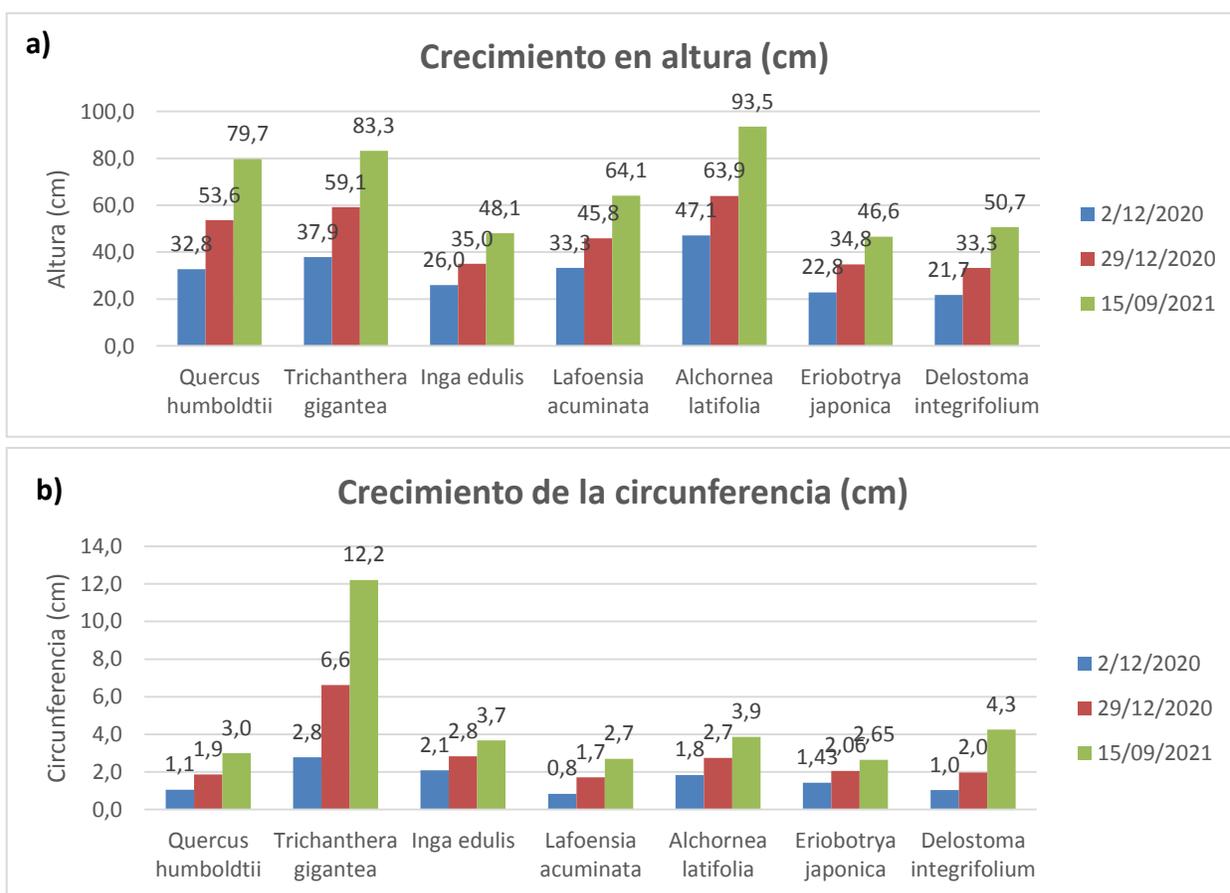
3 y 4 Primera siembra febrero de 2020.

5 y 6 Segunda siembra diciembre de 2020

Figura 17. Siembra en la zona de influencia del acueducto veredal El Túnel. Fuente: Mamián (2020)

8.4.2 Evaluación y monitoreo de la restauración.

Con base en el seguimiento que se hizo a las plantas sembradas en el área de estudio se obtuvo que en el último seguimiento realizado el 10 de septiembre de 2021, la especie *Alchornea latifolia* presentó el mayor crecimiento en altura seguida *Trichanthera gigantea* (Figura 18a) la cual, además fue la de mayor crecimiento en circunferencia de su tallo (Figura 18b). *D. integrifolium* presentó un desarrollo significativamente mayor de su cobertura en Y (Figura 18c). Sin embargo, su crecimiento en X no fue significativo y fue la de menor crecimiento; mientras *Q. humboldtii* y *T. gigantea*, tuvieron mayor crecimiento (Figura 18d).



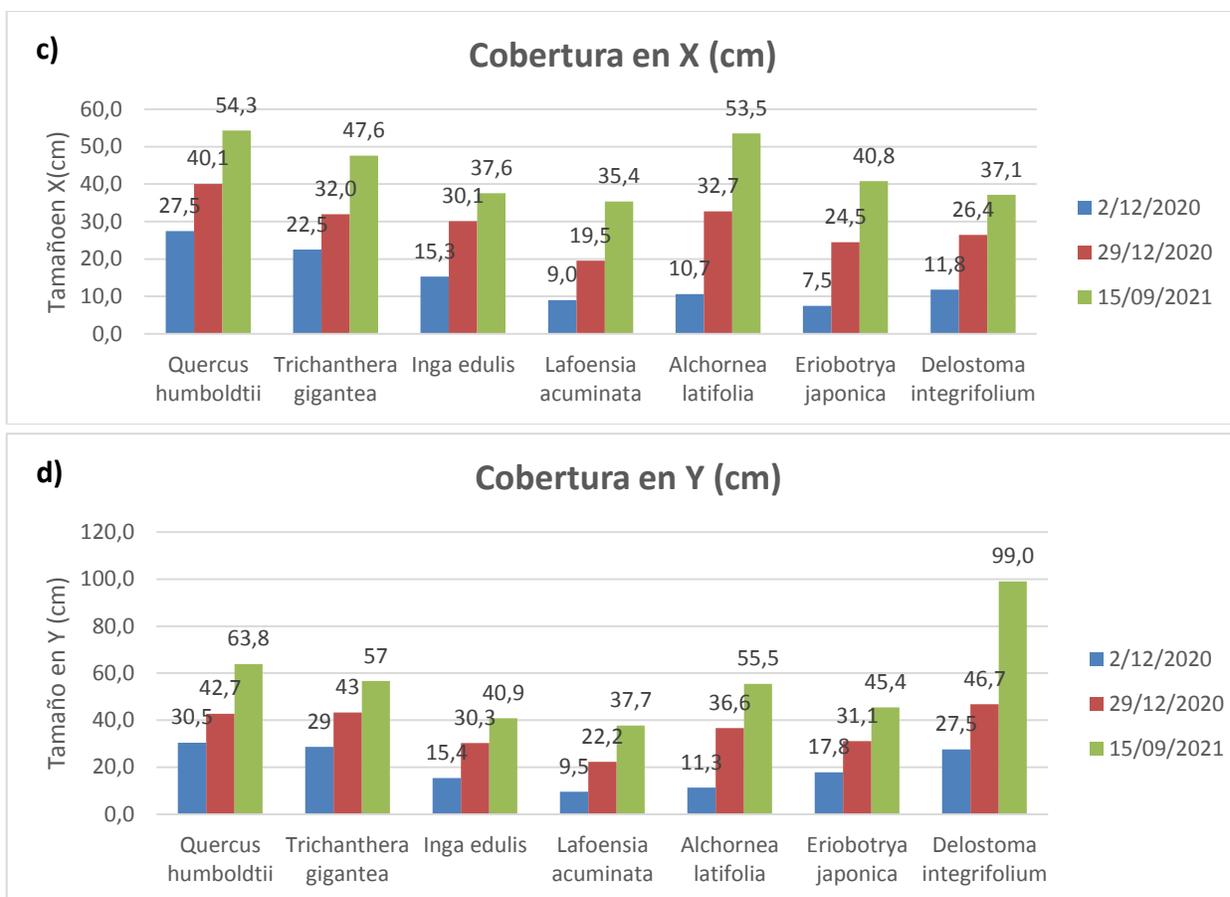


Figura 18. Crecimiento y desarrollo de especies dinamizadoras.

Con respecto a la barrera en la zona oriental de aislamiento, incluyendo el área disturbada por incendio forestal, se observó que *Q. humboldtii*, presentó un buen desarrollo en el área donde la disposición de luz es adecuada, mientras que donde este requerimiento es limitado su crecimiento fue mínimo, después de año y medio de la siembra, las especies *I. densiflora*, *L. acuminata*, *D. integrifolium* y *A. latifolia*, presentaron un crecimiento significativo.

En general los resultados obtenidos en campo con las diferentes especies utilizadas para la rehabilitación de la zona afectada por el incendio y también para la densificación de claros presentes en dicho bosque con la estrategia enriquecimiento y suplementación del bosque, fueron buenos porque se presentaron bajas tasas de mortalidad, como se observa en la Figura 19.



1. y 2. *Quercus humboldtii* 3. *Trichanthera gigantea* 4. *Delostoma integrifolium* 5. *Lafoensia acuminata* 6. *Cordia alliodora* 7. *Alchornea latifolia* 8. *Inga densiflora* 9. *Campomanesia lineatifolia* 10. *Eriobotrya japónica*

Figura 19. Seguimiento de las plantas sembradas en zona de influencia. Del acueducto veredal El Túnel Fuente: Mamián (2020)

8.4.3 En la Zona de Influencia de la Quebrada El Túnel

Se tenía proyectado dar inicio a un proceso de restauración con participación del grupo ambiental y de los gestores ambientales de la comunidad; sin embargo, por la situación de pandemia covid-19, no fue posible, debido a que a partir del 13 de marzo de 2020 quedó totalmente restringido el ingreso a la vereda El Túnel para los docentes que laboran en la zona, haciéndolos directamente responsables de situaciones de contagio que pudiesen ocurrir al tener contacto con los estudiantes y/o pobladores; ante esta situación, a finales del año 2020 y comienzos del 2021 se inició un proceso de enriquecimiento vegetal en las parcelas o fincas de algunos pobladores, entre los cuales se encuentran algunos estudiantes del grupo ambiental y exalumnos, a quienes el presidente del acueducto Juvenal Rivera, de acuerdo al interés de cada poblador vinculado, les entregó plantas de *Q. humboldtii*, *L. acuminata*, *I. densiflora*, *T. gigantea*, *A. latifolia*, *C. alliodora*, *C. lineatifolia*, *M.*

popayanensis, *E. rubrinervia*, *J. caucana* y *T. rosea*, del vivero comunitario. Ante la imposibilidad de acceder a la zona, se dificultó realizar un seguimiento, por lo tanto, la evaluación y monitoreo se limitó a visitas a las parcelas para comprobación de siembra y mantenimiento de las plantas. En general, se obtuvo un buen resultado, gracias a la responsabilidad y compromiso de los participantes, favoreciendo hasta el momento, la densificación y mantenimiento de la ronda de la quebrada El Túnel. (Figura 20)



1. Pedro Paja, 2. Yerson Camayo, 3. Ariel Valdés, 4. Humberto Morales
5. Eslendy Vega, 6. Orlando Gutierrez, 7. Cristina Achinte 8. Yonson Rivera

Figura 20. Enriquecimiento vegetal en las parcelas o fincas de algunos pobladores. Fuente: Mamián(2021)

9. Discusión de Resultados

9.1 Diagnóstico ambiental

Componente social. En el análisis de los componentes del ambiente cobra importancia la organización de la población como sociedad y la opción de generar procesos que posibiliten la integración y participación de los pobladores en la interpretación de su realidad, en relación con el acceso a los recursos naturales y a la ocupación del espacio en donde se encuentran inmersos, hechos que son mediados por una serie de comportamientos y una escala de valores; es decir por su cultura (Torres, 1996). La participación comunitaria es determinante cuando se busca generar acciones que conlleven a mejorar o potenciar algunas de sus realidades, lo cual es factible, dado que muchas comunidades solo necesitan que se genere la oportunidad para participar en procesos de investigación y contribuir con su saber al desarrollo del conocimiento sobre la biodiversidad colombiana, de ahí que es fundamental hacer procesos con y para la gente (Calle, 2008, Geilfus, 2002). Para el caso particular de las instituciones educativas, es importante vincular en estos procesos a los estudiantes, puesto que el acercamiento a su contexto posibilita que conozcan, valoren y cuiden lo que tienen, proceso que se ve fortalecido cuando interactúan con los pobladores adultos, forjando conocimientos que les permiten interpretar su realidad y comprometerse en acciones tendientes a mejorarla o fortalecerla; generando aprendizajes para la vida (Calle. 2008)

Los resultados obtenidos del diagnóstico ambiental para la zona de vida del área de estudio permiten tener un indicio de cómo son las comunidades que la habitan y la manera en que conciben su territorio. A través de los talleres, encuestas y entrevistas la comunidad representó su zona de vida en mapas (Figuras 9 y 11) y la transformación de sus ecosistemas a través de una línea de tiempo (Figura 7); con el desarrollo de estas actividades se posibilitó que los pobladores tuviesen un conocimiento integral de dichas

zonas, gracias al proceso participativo, esperando así, la vinculación activa de la comunidad en el proceso de restauración ecológica.

Se obtuvo que la percepción por parte de la comunidad de su territorio es parecida a la realidad plasmada en los mapas.

Esto es de resaltar, puesto que la restauración ecológica fomenta el restablecimiento de una relación equilibrada entre la sociedad con su entorno natural y entre la naturaleza y la cultura, con un importante énfasis sobre los beneficios que proporcionan los ecosistemas a la sociedad (Garzón et al., 2014); por lo cual, en la realización de este proyecto la participación comunitaria fue una herramienta fundamental, en la medida en que facilitó el conocimiento del territorio, de las causas y consecuencias generadoras de la degradación de los ecosistemas y el desarrollo de responsabilidades individuales y colectivas sobre el estado del territorio. Además, se evidenció que, al realizar estos procesos se potencia la organización social para la defensa de los ecosistemas de las zonas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal, gracias a que es posible “hacer territorio”, a partir de la construcción de este sentido de apropiación y de pertenencia, que conlleva a armonizar las expectativas y necesidades del individuo con las del colectivo humano y su espacio natural y social (CEPAL, 2019).

9.2 Componente biofísico

Aunque hay un marcado deterioro sufrido por los ecosistemas naturales de las zonas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal, se cuenta con pequeños relictos de bosque (Figura 8), los cuales presentan características ecológicas importantes con gran variedad de vegetación que permite el desarrollo funcional de los ecosistemas y su tendencia a la heterogeneidad, la cual es clave para la RE permitiendo vincular diversas especies en el proceso. La diversidad de fauna de un lugar es sinónimo

de bienestar ecológico, básicamente las aves desempeñan un papel vital en el funcionamiento de los ecosistemas como bioindicadores del estado de los mismos, desempeñan importantes funciones ecosistémicas con la dispersión de semillas, polinización, intercambio genético y control biológico (Zilio *et al.*, 2016). En el área de estudio hay variedad de especies de aves, de otros grupos faunísticos (Tabla 5) y de plantas (Tabla 4) y aunque en la actualidad, muchas de ellas se han visto afectadas y otras favorecidas, evidenciando baja y alta densidad poblacional respectivamente, se consideran como un grupo potencial para la restauración de los ecosistemas, dado que los procesos ecológicos dependen de la interacción de sus componentes, como las aves y la vegetación (Aguilar, *et al.*, 2015); razón por la cual, es fundamental el conocimiento de la biodiversidad local para entender el funcionamiento y la importancia de los servicios de los ecosistemas, así como también las presiones y amenazas a las que se encuentran sometidos para generar estrategias que conlleven a su conservación, desde el empoderamiento de las comunidades. (Alcaldía de Medellín, 2014)

De igual manera, en las zonas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal, se cuenta con una importante oferta hídrica representada en 2 acueductos y nacimientos, muchos de los cuales dan origen a la quebrada El Túnel, la cual se encuentra afectada por la deforestación y por un proceso de contaminación debido a la disposición de residuos sólidos, procesamiento y lavado de la fibra de fique, uso de agroquímicos y vertimiento de aguas residuales; no obstante, el agua es una potencialidad para los pobladores en cuanto a disposición del recurso por cantidad y una problemática ambiental por calidad del mismo, en los nacimientos y en la quebrada El Túnel, así como también en nacimientos y bocatomas del acueducto veredal. Según Acero & Cortés (2014), la vegetación riparia desempeña funciones ecológicas y ofrece servicios ambientales importantes en el ecosistema, tales como: aumentar la cantidad y la calidad del agua, reducir los sedimentos que llegan al cauce, controlar y regular el flujo del agua,

recuperar el hábitat para los animales, restablecer corredores biológicos de flora y fauna, recuperar interacciones bióticas, aumentar la conectividad y contribuir al mejoramiento estético y visual del entorno; de ahí, la importancia de implementar procesos de restauración ecológica en estos ecosistemas riparios y microcuencas que permitan restablecer las áreas de protección, aumentar la cobertura vegetal nativa, mantener las relaciones ecológicas y contribuir a la interacción de los componentes bióticos y abióticos de dichos ecosistemas.

9.3 Potencialidades y estrategias de restauración ecológica de los bosques de galería de las zonas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal El túnel.

El área de estudio cuenta con diversas potencialidades para el desarrollo del proceso de restauración ecológica destacando sus recursos naturales, representados por los diferentes grupos de fauna que podrían viabilizar un proceso de ecoturismo, en relación con avistamiento de aves, fortalecido con senderismo por la antigua vía férrea, como una alternativa de manejo de los recursos naturales para el desarrollo y beneficio comunitario. Así mismo, el componente vegetal es sin duda un factor vital para la restauración ecológica, dada su interacción con la fauna de la zona y su contribución con el bienestar de los pobladores de especies con características importantes para proteger fuentes hídricas como el nacedero (*Trichanthera gigantea*) o con la estructura y mantenimiento del suelo, como el guamo (*Inga densiflora*) o de otras especies que además de sus características ecológicas presentan usos comerciales, artesanales y de construcción como la guadua. Conociendo de la importancia que presentan estas y otras plantas sería conveniente establecer un plan de manejo de estas especies para definir estrategias de conservación de los relictos de bosque mejorando el entorno en general en la vereda y recuperar algunos servicios ambientales perdidos.

9.4 Estrategias establecidas

Vargas & Lozano (2008), exponen que la identificación y propagación de especies nativas con potencial para la restauración ecológica es una fase previa que contribuye a la ejecución y al éxito de los proyectos de restauración de áreas degradadas. Para la producción del material vegetal necesario para dar inicio a un proceso activo de restauración ecológica se implementó un vivero comunitario en el se propagaron plantas por semillas, por estacas, por la técnica de rescate de plántulas y además, plantas donadas, obteniéndose un buen resultado de sobrevivencia superior al 90% para todas las estrategias, gracias a los aportes obtenidos desde el conocimiento de líderes comunitarios para la selección de árboles idóneos como fuente de semillas y de estacas y al trabajo mancomunado entre estudiantes y algunos pobladores para el cuidado permanente de las plantas.

Según Acero & Cortés (2014) la recuperación de la estructura y la función de los ecosistemas nativos en una microcuenca dependen de las estrategias de restauración ecológica que se puedan implementar, para este estudio se desarrollaron las estrategias de establecimiento de barrera, enriquecimiento y suplementación del bosque y protección de cuerpos de agua con base en lo sugerido por MADS en 2015, con la intención de enriquecer vegetalmente el área de estudio para lo cual se realizó la siembra aleatoria de diferentes plantas (Tabla 8), las cuales tuvieron diferentes desarrollos (Figura 18).

En general los resultados obtenidos en campo con las diferentes especies utilizadas en la siembra fueron buenos puesto que se presentó una baja mortalidad y las plantas presentaron diferencias en sus tamaños de altura, circunferencia y cobertura de copa en X y Y, lo cual incide en la formación de microclimas, contrarrestando el impacto que genera la deforestación en los ecosistemas, como resultado de las actividades productivas del desarrollo socioeconómico, principalmente por expansión de la frontera agrícola. La pérdida

de la cobertura vegetal genera desequilibrio energético (el calor latente y radiación solar) que propicia cambios en el microclima local y regional y generan problemas de desertificación (Salinas, 2002).

Se destacan hechos particulares, presentados en especies como *Quercus humboldtii* que registró individuos con el mayor crecimiento; sin embargo, al analizar el promedio para dicha especie no se visualiza (Figura 18a), lo cual puede deberse a las condiciones lumínicas en las cuales se sembró, dado que, las plantas que se sembraron en el borde de la zona del bosque donde hay poca disposición de luz solar, presentaron un mínimo crecimiento, en contraste con las sembradas en sitios donde disponen adecuadamente de dicho recurso, alcanzando alturas hasta de 2 metros. Según Valladares et al. (2004), la radiación disponible influye en numerosos procesos fisiológicos, morfogénéticos y reproductivos de plantas y animales, y afecta de forma muy significativa al funcionamiento de un ecosistema, de hecho ejemplares de una misma especie que crecen a pleno sol son claramente diferentes de los que crecen a la sombra debido a la plasticidad fenotípica que muestran las plantas. La sombra es una forma de estrés que limita el proceso de la fotosíntesis y por ende, el crecimiento de las plantas; sin embargo, los estudios sobre las respuestas de las plantas a la luz son dispares e incompletos.

10. Conclusiones

El ambiente se concibe como el medio que provee recursos al ser humano, por lo cual es común asociarlo al componente natural, asumiendo que el ambiente es lo que nos rodea, sin visionar que somos parte de él; se hace necesario cambiar la mirada hacia el ambiente como un sistema resultante de las interacciones que se generan entre sus componentes natural, social y cultural, donde el ser humano organizado en sociedad accede a lo que le ofrece la naturaleza, a través de unas prácticas culturales que pueden incidir de manera positiva o negativa en la preservación de los recursos y por ende en el sostenimiento de la vida.

La biodiversidad de la zona se ha afectado con el crecimiento de la población y su intervención en el ecosistema, dado que hay especies que se han disminuido o que ya no están presentes en la zona; sin embargo, este espacio aún ofrece condiciones para su recuperación, puesto que la mayoría de las especies sembradas presentaron un 90% de sobrevivencia.

Los ecosistemas naturales del área de estudio cuentan con potencialidades ambientales a nivel biofísico y sociocultural que permiten generar restauración ecológica.

La apropiación comunitaria fue importante en el proceso de restauración ecológica debido a los aportes en la construcción del diagnóstico ambiental, la implementación del vivero, la siembra y mantenimiento de las plantas en las zonas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal El túnel.

El proceso de restauración iniciado hasta el momento de su evaluación ha sido benéfico para el ecosistema, pues se evidencia cambio en su cobertura vegetal y un establecimiento cercano al 95% de las plantas sembradas.

Las especies *Q. humboldtii*, *T. gigantea*, *I. densiflora*, *D. integrifolium*, *A. latifolia*, *L. acuminata* y *E. japonica*, utilizadas para la suplementación del bosque, densificación de claros del bosque y establecimiento de barrera, presentaron buenos registros de

crecimiento y desarrollo, favoreciendo la rehabilitación inicial del ecosistema disturbado por incendio forestal en la zona de influencia del acueducto veredal, como también a la protección de los nacimientos de agua

Las especies *Q. humboldtii*, *D. integrifolium*, *A. latifolia*, *L. acuminata* y *C. lineatifolia* presentaron un mejor crecimiento y desarrollo en la zona donde se establecieron como barrera y también para la densificación de claros del bosque, en comparación con la zona donde se sembraron como estrategia para la suplementación del mismo.

Las especies *Q. humboldtii*, *T. gigantea*, *I. densiflora*, *A. latifolia* y *L. acuminata*, presentaron buenos registros de crecimiento y desarrollo, favoreciendo la densificación en la zona de influencia de la quebrada El túnel y la protección de nacimientos de agua.

Las especies donadas *C. alliodora*, *C. lineatifolia*, *M. popayanensis*, *J. caucana* y *T. rosea*, presentaron un buen desarrollo tanto las que se sembraron en la zona de influencia del acueducto veredal, como aquellas sembradas en la zona de influencia de la quebrada El Túnel, aportando favorablemente a la suplementación inicial del bosque y a la protección de los nacimientos de agua.

La especie *M. popayanensis*, presentó una alta tasa de mortalidad en las zonas de influencia del acueducto veredal y de la quebrada El Túnel.

11. Recomendaciones

Teniendo en cuenta que el conocimiento sobre la biodiversidad de un territorio, constituye un soporte técnico y científico fundamental en el momento de implementar medidas sobre el mismo, se recomienda vincular a entidades competentes que realicen estudios tendientes a complementar la información sobre la biodiversidad de la vereda El Túnel que conlleven al diseño de estrategias que contribuyan a su preservación.

Generar espacios que posibiliten que los pobladores identifiquen y analicen a la luz de los servicios ecosistémicos brindados, la información de la biodiversidad local, las presiones y amenazas a las que se encuentra sometida, con el fin de gestar conocimiento, sentido de pertenencia, empoderamiento y apropiación de estrategias diseñadas para su preservación.

Fortalecer con estudiantes y pobladores el proceso de educación ambiental iniciado, para el reconocimiento de la situación ambiental del contexto, que permita identificar las problemáticas y potencialidades ambientales, así como también la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y para el fortalecimiento de las potencialidades, que conlleven a la formación de ciudadanos responsables en el manejo del ambiente en el ámbito natural y sociocultural.

12. Bibliografía

- Acero, A. & Cortés, F. (2014). Propagación de especies nativas de la microcuenca del río La Vega, Tunja, Boyacá, con potencial para la restauración ecológica. *Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas Físicas Y Naturales*, 38(147), 195–205. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.76>
- Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds.) 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.
- Aguilar-Garavito, M. (2010). Restauración ecológica en aéreas afectadas por la invasión de retamo espinoso en la Serranía el Zuque. [Trabajo de grado para el programa Máster Universitario en Restauración de Ecosistemas]. Madrid: Universidades de Alcalá, Rey Juan Carlos, Complutense, y Politécnica de Madrid.
- Alcaldía de Cajibío (2003). Plan básico de ordenamiento territorial. Municipio de Cajibío.
- Alcaldía de Medellín - Secretaría de Medio Ambiente, Parque Explora, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Jardín Botánico de Medellín, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Sociedad Antioqueña de Ornitología (SAO), 2013. Propuesta de Gestión integral de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos para Medellín. 2014, 240 p
- Barrera, J. I., Contreras, S. M., Garzón, N. V., Moreno, A. C. & Montoya, S. P. (2010). Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital. (Pontificia Universidad Javeriana, Ed.) (Secretaria). Bogotá D.C: Imprenta distrital. 403p.
- Barrera-Cataño, J., Contreras-Rodríguez, S., Ochoa, A., Perilla-Castro, C., Yépez-Garzón, N. & Camacho-Rondón, D. (Eds.). (2009). El papel de las caracterizaciones diagnósticas en la restauración ecológica de áreas degradadas por minería a cielo abierto. En *Restauración Ecológica de Áreas Afectadas por Minería a Cielo Abierto en Colombia*, (1 Ed, pp. 127- 137-716-243–1). Pontificia Universidad Javeriana.

- Butler, R. (2021) La deforestación aumentó en todo el planeta en 2020. Mongabay. En <https://es.mongabay.com/>
- Cabra, H. T. (2019) Evaluación de los servicios ecosistémicos de la quebrada Las Delicias ubicada en los cerros orientales de la ciudad de Bogotá. (Universidad Cooperativa de Colombia. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15077/1/2019-CabraSantos-Informe_ServiciosEcosistemicos%20%281%29.pdf
- Cabrera, E., Vargas, D. M., Galindo, G., García, M. C., Ordoñez, M. F., Vergara, L. K., ... & Giraldo, P. (2011). Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional—escalas gruesa y fina. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales—IDEAM, Bogotá, Colombia.*
- Calle, Z., Giraldo, E., Piedrahita, L., López, A., Cucuñame, J. & Rivera, J. E. (2008). Diálogo de saberes para la restauración ecológica de bosques: el papel de los niños y jóvenes investigadores. *Revista Estudios Sociales Comparativos*, 2(1),9. CIPAV-Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Recuperado de <http://www.cipav.org.co/pdf/restauracion/Dialogo.de.Saberes.pdf>
- Cárdenas, J., Castañeda, J., Castillo, D., Laverde, C., Pereira, M. & Rodríguez, L. (2013). Métodos complementarios para la valoración de la biodiversidad: una aproximación interdisciplinar. Bogotá. Editorial Ediprint Ltda. 168 pp
- Cárdenas, L. (2016). Aspectos ecológicos y silviculturales para el manejo de especies forestales. Revisión de información disponible para Colombia. Bogotá D.C.: Fundación Natura, 172 p. ISBN 978-958-8753-23-2.
- Caro-Caro, C. I. & Torres-Mora, M. A. (2015). Servicios ecosistémicos como soporte para la gestión de sistemas socioecológicos: aplicación en agroecosistemas TT. *Orinoquia*, 19(2), 237–252. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092015000200011&lang=pt
- Castillo, D., Ipia J., Zúñiga, J., Paz, J., Londoño, L. (2013). Caracterización biológica y

socioeconómica del humedal Universidad, Municipio de Popayán, Colombia.
 Rev.Bio.Agro vol.11 no.1 Popayán Jan./June.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000100021

Celaya-Michel, H., Ochoa-Meza, A., López-Elías, J. & Barrera-Silva, M. Á. (2017). Germinación Y Crecimiento En Vivero Y En Campo De Zaya (*Amoreuxia palmatifida* DC.), Una Especie Nativa Amenazada En México. *European Scientific Journal*, 13(24), 66–78. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n24p66>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe (LC/CRP.17/3), Santiago, 2019.

Chávez, H., González, M. de J. & Hernández, P. (2015). Metodologías para identificar áreas prioritarias para conservación de ecosistemas naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(27), 8–23.

Colorado Zuluaga, G. J., Vásquez Muñoz, J. L. & Mazo Zuluaga, I. N. (2017). Modelo de conectividad ecológica de fragmentos de bosque andino en Santa Elena (Medellín, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 22(3), 379–393. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.63013>

Corporación Regional del Cauca (2018). CRC. (2018). “Restauración y Recuperación de los ecosistemas y la biodiversidad” <https://web2018.crc.gov.co/index.php/1176-restauracion-ecologica-y-recuperacion-de-ecosistemas-estrategicos-en-29-municipios-del-departamento-del-cauca>

Corporación Regional del Cauca. (2016). Cauca Territorio Ambiental para la Paz- “CaucaTerritorio Ambiental para la Paz.”

Corzo, L., Jerena, E. & Mendoza, R. R. (2012). La Potencialidad del Territorio en la

Restauración Ecológica. Revista Gestión Y Ambiente, (3), 39–50.

Etter, A., Andrade, A., Amaya, P. & Arévalo, P. (2015). Estado de los ecosistemas colombianos -2014 Una aplicación de la metodología Lista Roja de Ecosistemas -UICN, (2015), 108. Recuperado de <https://iucnrle.org/static/media/uploads/references/published-assessments/etter-et-al-2015-national-rle-assessment-final-report-colombia-sp.pdf>

Flórez, G., Alzate, Á. & Rincón, A. (2014). Participación comunitaria para la construcción de lineamientos de uso y conservación de humedales altoandinos. Experiencia piloto en el sector el ocho y páramo de letras. Luna Azul, (38), 274–296. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.40.14>

Fontúrbel R., F. (2004). Conservación de ecosistemas: un nuevo paradigma en la conservación de la biodiversidad]. Ciencia Abierta Internacional, 23(1), 1–18.

Galindo-Rodríguez, C. & Roa-Fuentes, L. L. (2017). *Seed desiccation tolerance and dispersal in tropical dry forests in Colombia: Implications for ecological restoration* [Tolerancia a la desecación y dispersión de semillas en bosques secos tropicales en Colombia: implicaciones para la restauración ecológica]. Forest Ecology and Management, 404(March), 289–293. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.042>

Geilfus, F. (2002). 80 Herramientas Para El Desarrollo Participativo: Diagnostico, Planificación, Monitoreo Y Evaluación. Instituto Interamericano de Cooperación Para La Agricultura (IICA), 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Goffin, I. (1992). Education a l'environment. Mediateca de la comunidad francesa de Bélgica, Bruselas.

González, J. Cubillos, A., Chadid, M., Cubillos, A., Arias, M., Zúñiga, E., Joubert, F. Pérez, I, Berrío, V. (2018). Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional período 2005-2015. Instituto de Hidrología,

Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD Colombia. Bogotá

Granados-Sánchez, D., Hernandez-Gracia, M., Vázquez-Alarcón, A. & Ruíz-Puga, P. (2011). Los procesos de desertificación y las regiones áridas. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales Y Del Ambiente, XVII, 247–258. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa>.

Gutiérrez, F. F. (2008). Restauración Ecológica: Una experiencia de capacitación en el páramo de Chiles.

Guzmán Ramos, A. (2003). Educación socio-ambiental y problemática medio-ambiental global. Recuperado de [https://www.ecoportal.net/temas-especiales/educacion-ambiental/educacion ambiental y problematika medioambiental global/](https://www.ecoportal.net/temas-especiales/educacion-ambiental/educacion_ambiental_y_problematika_medioambiental_global/)

Ibarra, E. & Muñoz, S. (2015). Selección e incorporación de fuentes de propagación en el proceso de restauración ecológica del bosque seco tropical de la cuenca alta del Río Magdalena, departamento de Huila. Trabajo de grado Ingeniería Forestal. Popayán: Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias, 122 p.

Instituto de investigaciones Alexander von Humboldt. (2008). Los viveros de plantas nativas. <https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2012.03679.x>

Lambin, E. (1997) Modelado y seguimiento de los procesos de cambio de la cobertura terrestre en las regiones tropicales. <https://doi.org/10.1177/030913339702100303>

Latorre Vega, E. F. & Bachiller Muñoz, J. H. (2007). Proyecto de prefactibilidad para la creación de un vivero de especies nativas en el municipio de Sesquile (Cundinamarca). Universidad de la Salle.

Lequerica, M., Bernal, M. & Stevenson, P. R. (2017). Evidencia de direccionalidad del proceso de sucesión temprana del bosque altoandino. Colombia Forestal, 20(1),

63–84. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a06>

- Li, M., Fan, J., Zhang, Y., Guo, F., Liu, L., Xia, R. & Wu, F. (2018). A systematic approach for watershed ecological restoration strategy making: An application in the Taizi River Basin in northern China [Un enfoque sistemático para la elaboración de estrategias de restauración ecológica de cuencas hidrográficas: una aplicación en la cuenca del río Taizi en el norte de China]. *Science of the Total Environment*, 637–638, 1321–1332. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.411>
- Liao, C., Yue, Y., Wang, K., Fensholt, R., Tong, X., & Brandt, M. (2018). *Ecological restoration enhances ecosystem health in the karst regions of southwest China* [La restauración ecológica mejora la salud del ecosistema en las regiones kársticas del suroeste de China] *Ecological Indicators*, 90(January), 416–425. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.036>
- López Barrera, F., Bonilla Moheno, M. & Toledo Aceves, T. (2017) Restauración del bosque deniebla con un enfoque de paisaje.
- Maglianesi, A. (2011). Restauración ecológica: Perspectiva histórica e implicaciones éticas de una Disciplina en crecimiento. *Biocenosis*, 25, 34–4
- Marín H., Moriones D., Muñoz M. & Valencia C. (2011). Estructura y composición y diversidad de los bosques naturales asociados al núcleo forestal meseta de la compañía Smurfit Kappa Cartón De Colombia, en los municipios de Popayán y Cajibío. Trabajo de grado Ingeniería Forestal. Popayán: Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 85 p.
- Márquez, G. (2001). De la abundancia a la escasez: La transformación de ecosistemas en Colombia. Universidad de los Andes.
- Martínez, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 97–111. <https://doi.org/E-ISSN: 1409-4258>
- Mas, J (2009). La evaluación de los cambios de cobertura/ uso del suelo en la República Mexicana. Universidad Autónoma de México

- Mavdt y Accefyn (2012) Guías Técnicas Para La Restauración Ecológica De Los Ecosistemas de Colombia. Convenio de Asociación No. 22 entre Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, 131 p.
- Mena, J. (2018). Restauración de espacios degradados en un área de cantera abandonada. Universidad de Guayaquil. Ecuador
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá, D.C.:Colombia. 92 p. ISBN: 978-958-8901-02-2 Medio electrónico o digital
- Ministerio de Educación Nacional & Ministerio del Ambiente (2002). Proyecto: "Incorporación de la dimensión ambiental en la educación básica, en zonas rurales y pequeño urbanas del país". Bogotá, D.C., Colombia, 173p. <https://www.valledelcauca.gov.co/loader.php?IServicio=Tools2&ITipo=viewpdf&id=2609>
- Ministerio del Ambiente & Ministerio de Educación. (2012). Política Nacional de Educación ambiental, 26. Recuperado de [https://ebookcentral.proquest.com/lib/ueqsp/reader.action?docID=3181344&ppg=1&query=educacion ambiental](https://ebookcentral.proquest.com/lib/ueqsp/reader.action?docID=3181344&ppg=1&query=educacion+ambiental)
- Murcia, C. & Guariguata, M. R. (2014). La restauración ecológica en Colombia tendencias necesidades y oportunidades. Center for International Forestry Research.
- Navarro, G., De la Barra, N., Rumiz, D. & Ferreira, W. (2008). Criterios para evaluar el estado actual de conservación y degradación de los bosques de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. 22. 1-18.
- Newton, A. C. & Tejedor, N. (2011). Principios y Práctica de la Restauración del Paisaje Forestal: Estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Uicn, 436. <https://doi.org/10.1143/JJAP.48.046001>

Oliva Valle, M., Vacalla Ochoa, F., Pérez Chuquimez, D., & Tucto Chávez, A. (2014). Recolección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas-Perú.

ONU (1987) Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. Brundtlan Report.

Ramos, R., Díaz, G. & Domínguez, A. (2002). Macrófitas acuáticas: ¿contaminantes o soluciones de la contaminación por metales pesados? Cancún.

Rodríguez, N. y O. Vargas (2007). Especies leñosas nativas claves para la restauración ecológica del embalse de Chisacá, basados en rasgos importantes de su historia de vida. En: O. Vargas (ed.). Restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios Diagnósticos y experimentales en los alrededores del embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D. C.). Universidad Nacional de Colombia y Acueducto de Bogotá. p: 181 – 198.

Rosete V., F. A., J. L. Pérez D. y G. Bocco (2008). Cambio de uso del suelo y vegetación en la Península de Baja California, México. Universidad Nacional Autónoma de México

Salinas, W y E. Treviño (2002). Impacto de la deforestación en el microclima de la subcuenca río Corona, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas y Universidad Autónoma de Nuevo León. Ciudad de México. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112002000100005

Santiago, E. (2007). Biodiversidad, cultura y territorio. Territorios, 16-17, Universidad del Rosario Colombia pp 127-148.

SDA, S. D. de A. (2018). Restauración Ecológica (RE). Recuperado de

<http://ambientebogota.gov.co/restauracion>

Smith-Ramírez, C., González, M. E., Echeverría, C. & Lara, A. (2015). *Current state of ecological Restoration in Chile, perspectives and challenges* [Estado actual de la restauración ecológica en Chile, perspectivas y desafíos]. *Anales Instituto Patagonia*, 43(1), 11–21. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2015000100002>

Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International

Soliz, F. & Maldonado, A. (2012). Guía No. 5: Guía de metodologías comunitarias participativas. Repositorio Digital de La Universidad Andina Simón Bolívar, 55. http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3997/1/Soliz_F-CON008-Guia5.pdf

Stanford, B., Zavaleta, E. & Millard-Ball, A. (2018). *Where and why does restoration happen? Ecological and sociopolitical influences on stream restoration in coastal California* [¿Dónde y por qué ocurre la restauración? Influencias ecológicas y sociopolíticas en la restauración de arroyos en la costa de California]. *Biological Conservation*, 221(December 2017), 219–227. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.016>

Torres, M. (1996). *La dimensión ambiental: Un reto para la educación de la nueva sociedad*. Bogotá, Colombia. MEN.

Trujillo, E (2013). *Guía de Reforestación*. 3ª edición. Bogotá Colombia.

Valladares, F., Aranda I. & Sánchez-Gómez D. (2004). *Ecología del bosque mediterráneo en Naciones Unidas mundo cambiante*. Páginas 335-369. Ministerio de medio Ambiente, EGRAF, SA, Madrid. ISBN: 84-8014-552-8.

Van Andel J & J. Aronson (Eds.). 2006. *Restoration Ecology: The New Frontier*. Blacwell publishing, Oxford - UK. 319 pp

- Vargas, J. O. (2011). Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221–246. <https://doi.org/10.1021/jf035290s>.
- Vargas, O. (2007). Guía metodológica para la restauración ecológica del Bosque Altoandino. (O.Vargas, Ed.). Bogotá.
- Vargas, W. & Lozano, F. 2008. El papel de un vivero en un proyecto de restauración en paisajes rurales andinos. Establecimiento del corredor Barbas – Bremen. En: Barrera, J.I., Aguilar, M. & Rondón, D. (eds.). Experiencias de restauración ecológica en Colombia “Entre la sucesión y los disturbios”: 67-82. Escuela de Restauración Ecológica ERE. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Vargas, O., Rodríguez, A., Franco, L. & León, O. (2013). Plan de restauración ecológicaparticipativa en lamicrocuenca del ríoChisacá (Colombia). Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/262935456> Plan de restauracion ecologica participativa en la microcuenca del rio Chisaca Colombia
- Vega, K. (2015). Pérdida de superficie arbolada en Manizales por aumento en proceso de urbanización de las cuencas, peligro para la producción de agua.
- Venegas Pinzón, S. & Ospina Arango, O. L. (2012). Plan nacional de restauración. (M. de D. Sostenible, Ed.). Bogotá, Colombia.
- Zilio, M.; Zilio, M.; Roggiero, M.& Zamponi, A. (2016). Identificación de los servicios ecológicos del Iberá. V Congreso Nacional de Geografía de Universidades Públicas, 23 al 26 de septiembre de 2016, Neuquén, Argentina.
- Zurrita, A. (2015). Factores Causantes de Degradación Ambiental. México: International Journalof Good Conscience.

<p>zonas boscosas donde se esta cuidando el agua. Así mismo desde el concepto de poblacion, los niños colaboraron en la limpieza del vivero, eliminando el monte de las eras y de los espacios cercanos a ellas.</p>	marzo de 2020.			<p>vivos.</p> <p>* Se abordo la tematica de la creacion y un dibujo alusivo a la misma a partir de la salida al vivero.</p> <p>*Se retomaron estos 2 valores en los cuales se apoyo la practica realizada en el vivero, necesarios para que las semillas sembradas prosperen y sea posible cumplir con el proposito de sembrarlas en los bosques de la vereda.</p> <p>*Los estudiantes realizaron dibujos-</p>
	5 de marzo de 2020	4. Educación religiosa.	* La creación.	<p>mensajes alusivos a la salida y actividad realizada en el vivero.</p>
	6 de marzo de 2020.	5. Educación ética y valores.	* El respeto y la responsabilidad.	<p>Antes de la actividad fisica y deportiva, se realizo un pequeno conversatorio con los niños sobre la importancia de mantenernos sanos y como lo logramos. Se asocio con la importancia de cuidar las plantas como seres vivos para que tambien se mantengan sanas. Se</p>
	12 de marzo de 2020.	6. Educación artistica.	*Dibujo libre.	<p>retomaron los valores del respeto y la responsabilidad que debemos tener con toda la naturaleza y del ambiente que nos rodea.</p>
	6 de marzo de 2020	7. Educacion Fisica	El deporte es esencial para la salud de nuestro cuerpo.	

Anexo 2: Formato de seguimiento al proceso de educación ambiental, para estudiantes

	INSTITUCIÓN EDUCATIVA EL TUNELCAJIBIO CAUCA CODIGO DANE 219130000497		
	ESTUDIANTE: Lorena Camayo	GRADO: 9°	FECHA:
TEMA: Propiedades de la materia. Magnitudes			
ACTIVIDADES	TEMAS	RECURSOS	METODOLOGIA (Cómo lo hicieron)
1°) Repaso de las propiedades de la materia.	MAGNITUDES	Vivero o Metro	<p>*Repasamos las características o propiedades de la materia por grupos tomamos una la planta que quisiéramos del vivero y le sacamos las características. Nosotros cogimos una de roble</p> <ul style="list-style-type: none"> - Está conformada por materia. - Tiene muchas hojas de color verde largas y suaves -Tiene un tallo delgado <p>* Sin dañar la planta hicimos una medida en la planta nosotros medimos el largo del tallo con el metro 23centímetros</p> <p>* Sacamos las características o propiedades que se pueden medir como el largo del tallo o de las hojas, la masa, el peso que se llaman magnitudes.</p> <p>* Clases de magnitudes son básicas y derivadas en los mismos grupos medimos la longitud de una era puede ser largo o ancho y también medimos los 2 lados y si los multiplicamos nos da el área.</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>— Largo 8 metros —</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; display: inline-block;"> <p>Área 800 cm X 90 cm = 72000 cm²</p> </div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <p>Ancho 90 cm</p> </div> </div>

Anexo 3. Formato de encuesta

FORMATO GENERAL DE ENCUESTA			
APLICÓ:		FECHA:	
1	Datos personales		
	Nombre:	Edad:	Cargo:
	Tiempo que ha vivido en la vereda:	Tel. Contacto:	
2	Aspectos físicos de la población		
2.1	Nombre de la vereda:		
2.2	Límites de la vereda:		
2.3	De donde proviene el nombre de la vereda:		
2.4	Cuál es el referente cotidiano más importante para ubicar la vereda:		
2.5	Identifica en tu vereda lo más representativo del paisaje y donde sea posible, nombra (Una montaña, una caída de agua, un río, una quebrada, etc)		
2.6	Identifica del sistema fluvial y de aguas, lo más representativo en tu vereda. (Ríos, quebradas, humedales, lagunas, nacimientos de agua, etc)		
2.7	¿Qué es lo que más te gusta de vivir en la vereda El Túnel?		
	¿Usted se iría a vivir a otro lugar? _____ SI _____ NO		
	¿Por qué?_		
3.	Aspectos naturales		
3.1	Identifica los principales recursos naturales de tu vereda (especies vegetales y animales)		
	VEGETALES	ANIMALES	
3.2	De las plantas que usted conoce, ¿cuáles NO ha vuelto a ver en su vereda? ¿Por qué?		
3.3	¿Cuales animales ya NO se ven en su vereda? ¿Sabe por qué?		
3.4	Aspectos socioculturales		
3.5	Indique los servicios públicos con que cuenta su vereda y la calidad del servicio:		
	_____ Acueducto	Calidad	_____
	_____ Energía	Calidad	_____
	_____ Alcantarillado	Calidad	_____
	_____ Internet	Calidad	_____
	_____ Telefonía celular	Calidad	_____
	_____ Puesto de salud	Calidad	_____
3.6	Indique si la vereda cuenta con: Centro(s) de recreación o de prácticas deportivas: _____		
	Lugar para las reuniones comunitarias o sociales: _____		
3.7	Indique las vías de acceso a la vereda, el tiempo de construcción y el estado en que se encuentran:		
3.8	Identifique los grupos humanos presentes en su vereda (Afrodescendientes, indígenas, mestizos:		
3.9	Indique las organizaciones sociales presentes en la vereda:		
	_____ Junta de Acción Comunal	_____ Madres comunitarias	
	_____ Equipo de fútbol	_____ Madres ahorradoras	
	_____ Junta de Acueducto	_____ Cartón de Colombia	
	_____ Otros. CUALES:		
3.10	Indique el nombre de los líderes o personajes representativos en su comunidad:		
3.11	Indique las fiestas religiosas y cívicas que se celebran en la vereda		
3.12	Indique las instituciones gubernamentales que hacen presencia en su vereda: _____ Comité de Cafeteros _____ Alcaldía _____ SENA _____		

	_____UMATAOtras. Cuales:
3.1 3	Indique para la vereda y su comunidad, sus: Mitos:
	Leyendas: _____ Creencias: _____
3.1 4	Indique las principales actividades económicas desarrolladas en la vereda: ____ Agrícolas: _____ ____ Pecuarias: _____ ____ Mineras: _____ ____ Otras. ¿Cuales?: _____
3.1 5	Indique la principal actividad económica, de la cual usted deriva su sustento:
3.1 6	Indique cual o cuales de las siguientes prácticas son implementadas en su finca: ____ Uso de un sistema de riego ____ Quema para generar terreno para las actividades agrícolas. ____ Tala para generar terreno para las actividades agrícolas ____ Cultivo y procesamiento de fique ____ Uso de agroquímicos ____ Uso de abonos orgánicos ____ Extracción de madera
3.1 7	Indique si la vivienda ocupada por su hogar es ____ Propia y totalmente pagada ____ 5. Arrendada ____ Propia y lo están pagando ____ Transferida o prestada ____ Heredada o regalada ____ Derecho de Posesión ____ Otra forma, ¿cuál?
3.1 8	Indique que utilizan ustedes para cocinar: Gas Energía eléctrica Carbón leña
3.1 9	Si cocina con leña, indique de donde la extrae: ____ Árboles secos ____ Corta árboles para secar ____ ____ Otra. ¿Cuál?

Anexo 4. Formato de entrevista

FORMATO GENERAL DE ENTREVISTA			
APLICÓ:		FECHA:	
1	Datos personales		
	Nombre:	Edad:	Cargo:
	Tiempo que ha vivido en la vereda:	Tel. Contacto:	
2	Preguntas relacionadas con la vereda		
2.1	¿Hace cuántos años vive usted en la vereda El Túnel?		
2.2	¿Sabe cuándo y cómo se fundó esta vereda?		
2.3	¿Conoce algún acontecimiento histórico importante que haya ocurrido en la vereda?		
2.4	¿Usted sabe cuántas familias viven en esta vereda?		
2.5	¿Usted sabe cuántos habitantes tiene la vereda?		
2.6	¿Cuales son los principales servicios públicos con que cuenta la vereda?		
2.7	¿Cuáles son los problemas que afectan a la comunidad de la vereda?		
3.	Preguntas relacionadas con el ambiente (componentes natural, social y cultural)		
3.1	¿Cuales son los principales recursos naturales de la vereda actualmente?		
3.2	¿Conoce la vegetación de la vereda?		
3.3	¿Qué vegetación considera característica de la vereda? ¿Cuáles son los principales usos que los pobladores le dan a dicha vegetación?		
3.4	¿Conoce la fauna de la vereda?		
3.5	¿Qué especies de fauna considera características?		
3.6	¿Cuáles de estos recursos naturales se han visto afectados con el paso del tiempo y por qué?		
3.7	¿Cómo ve usted el recurso BOSQUE hoy, en relación a como estaba antes?		
3.8	¿Cómo ve usted hoy el recurso AGUA hoy, en relación a como estaba antes?		
3.9	¿De dónde proviene el agua que llega a las viviendas de la vereda?		
3.10	¿Cómo ve el recurso FAUNA (animales) hoy, en relación a como estaba antes?		
3.11	¿Cómo ve usted hoy el recurso SUELO hoy, en relación a como estaba antes?		
3.12	¿Cómo ve usted hoy el recurso AIRE hoy, en relación a como estaba antes?		
3.13	¿Para usted, quién es el principal causante de estos cambios? ¿Por qué?		
3.14	¿La comunidad de la vereda El Túnel, ha fijado normas en relación con el uso de estos recursos naturales? ¿Cuáles?		
3.15	¿Usted o su familia han participado de acciones para el cuidado y preservación de los recursos naturales de su vereda? ¿Cuáles?		
3.16	¿Qué acciones implementa en su finca para cuidar y preservar los recursos naturales que tiene en la actualidad?		
3.17	¿Ha habido conflictos en su vereda por el uso de los recursos naturales? ¿Cuáles? ¿Cómo se han solucionado?		
3.18	¿Cuál de los recursos naturales afectado en su vereda actualmente, usted escogería para iniciar acciones de mejoramiento con la comunidad? ¿Por qué?		
3.19	¿Qué acciones podrían realizar como comunidad para proteger estos recursos naturales?		
3.20	¿Le gustaría que su familia siguiera viviendo en esta vereda? ¿Por qué?		
4.	Zona de influencia de la quebrada El Túnel		

4.1	En qué condiciones cree que estaban los bosques que están alrededor de la quebrada El Túnel y que plantas y animales había antes en dicha zona, que ya no se observan
4.2	¿Para usted cuáles son los principales problemas que afectan la quebrada?
4.3	¿Cuáles cree usted que son los principales factores que pueden estar cambiando, o pueden llegar a cambiar la quebrada El Túnel y sus alrededores?
4.4	Si HOY la quebrada estuviera en las condiciones de hace 50 años ¿qué pasaría?
4.5	¿En qué condiciones cree que estará la quebrada El Túnel en 10 años?
4.6	¿Qué acciones se pueden emprender para la protección de la quebrada El Túnel?

Anexo 5. Listado de especies del bosque La Primavera, Marín et al (2011).

N°	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Abarema bolivarensis</i>	
2	<i>Acalypha macrostachya</i>	
3	<i>Aiphanes simplex</i>	
4	<i>Alchornea latifolia</i>	Gargantillo
5	<i>Aniba cinnamomiflora</i>	Aguacatillo
6	<i>Axinanea sp.</i>	
7	<i>Ayapanosis sp.</i>	
8	<i>Banana guianensis</i>	Banana
9	<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo
10	<i>Chrysoclamys dependens</i>	
11	<i>Cinchona pubescens</i>	Cascarillo
12	<i>Cinnamomun triplinerve</i>	Laurel pajarito
13	<i>Clusia sp.</i>	Cucharo
14	<i>Clusia colombiana</i>	Cucharo
15	<i>Clusia ellipticifolia</i>	
16	<i>Condylopodium cuatrecasasii</i>	
17	<i>Cordia alliodora</i>	Nogal cafetero
18	<i>Croton sp.</i>	
19	<i>Cyathea sp.</i>	
20	<i>Duranta obtusifolia</i>	Cacho de venado
21	<i>Erythroxylum popayanense</i>	
22	<i>Eugenia sp.</i>	
23	<i>Ficus subandina</i>	
24	<i>Guatteria latisepala</i>	
25	<i>Guatteria sp.</i>	
26	<i>Hedyosmun bonplandianum</i>	
27	<i>Heliocarpus amerinano</i>	Palo bobo
28	<i>Henriettella verrucosa</i>	
29	<i>Ilex laurina</i>	
30	<i>Inga densiflora</i>	Guabo oso
31	<i>Inga edullis</i>	Guamo
32	<i>Inga marginata</i>	Guamo mono
33	<i>Lacistema aggregatum</i>	
34	<i>Mabea montana</i>	
35	<i>Meliosma sp.</i>	
36	<i>Meriania speciosa</i>	Flor de mayo
37	<i>Miconia sp.</i>	Mortiño

38	<i>Mollinedia campanulacea</i>	Falso arrayan
39	<i>Mutudadea trinervia</i>	
40	<i>Myrcia popayanensis</i>	Arrayan
41	<i>Myrcia sp.</i>	Arrayan
42	<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo
43	<i>Nectandra sp.</i>	
44	<i>Nectandra acutifolia</i>	Jigua
45	<i>Nectandra reticulata</i>	Jigua o aguacatillo
46	<i>Neea sp.</i>	
47	<i>Ocotea sp.</i>	
48	<i>Palicourea angustifolia</i>	
49	<i>Palicourea heterochoma</i>	Mortiño
50	<i>Palicourea pyramidalis</i>	
51	<i>Palicourea sp.</i>	
52	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	Cafecillo
53	<i>Picramnia sp.</i>	Berraquillo
54	<i>Piper arboreum</i>	Cordoncillo
55	<i>Piper cabellense</i>	
56	<i>Piper crassinervium</i>	Cordoncillo
57	<i>Piper hartwegianum</i>	Desvanecedora
58	<i>Pleurothyrium</i>	
59	<i>Poulsenia armata</i>	
60	<i>Pouteria parcki</i>	Caimito
61	<i>Psammisia</i>	
62	<i>Pseudolmedia sp.</i>	
63	<i>Psychotria chimboracensis</i>	
64	<i>Psychotria sp.</i>	
65	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble
66	<i>Saurauia scabra</i>	Moquito
67	<i>Siparuna aspera</i>	Cojón de chucha
68	<i>Siparuna laurifolia</i>	
69	<i>Solanum umbellatum</i>	Pepo
70	<i>Syzygium jambos</i>	Pomo roso
71	<i>Tetrorchidium macrophyllum</i>	
72	<i>Toxidendrum striatum</i>	Caspe
73	<i>Trema micranta</i>	Surrumbo- Rascador
74	<i>Vismia lauriformis</i>	Sangregado

Anexo 6. Listado de especies. Valoración ecológica rápida en áreas de influencia de la quebrada El Túnel y del acueducto veredal El Túnel. (2021)

Familia	Nombre Común	Género	Especie	Departamento	Municipio	Vereda	Localidad	Altura (msnm)	Colector	Año de colecta	Hábito
Asteraceae		<i>Steiractinia</i>	<i>Steiractinia sodiroi</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.	2021	Árbusto
Clusiaceae	Copé	<i>Clusia</i>	<i>Clusia ellipticifolia</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.		Árbol
Ericaceae		<i>Bejaria</i>	<i>Bejaria mathewsii</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.		Árbusto
Fabaceae		<i>Acacia</i>	<i>Acacia decurrens</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.		Árbol
Fabaceae		<i>Acaciella</i>	<i>Acaciella angustissima</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.		
Fabaceae		<i>Acacia</i>	<i>Acacia melanoxylon</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.		Árbol
Hypericaceae		<i>Vismia</i>	<i>Vismia laurifolia</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.		Árbusto
Primulaceae		<i>Myrsine</i>	<i>Myrsine coriacea</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.		
Rubiaceae		<i>Palicourea</i>	<i>Palicourea sp.</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.		Árbol
Rubiaceae		<i>Palicourea</i>	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.		Árbusto
Rubiaceae		<i>Palicourea</i>	<i>Palicourea heterochroma</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.		Árbusto
Siparunaceae		<i>Siparuna</i>	<i>Siparuna echinata</i>	Cauca	Totoró	La Meseta		1960	D. Mamián B. & J. Rivera R.		Árbusto
Apocynaceae	Azucena	<i>Tabernaemontana</i>	<i>Tabernaemontana litoralis</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel	KM 18 Costado derecho de la vía panamericana	1800-1850	D. Mamián B. & A. Valdés.		Árbol
Adoxaceae	Saucu montañero	<i>Viburnum</i>	<i>Viburnum sp.</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1851	D. Mamián B. & A. Valdés.		Árbol
Adoxaceae	Cabo de hacha	<i>Viburnum</i>	<i>Viburnum lehmannii</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1852	D. Mamián B. & A. Valdés.		Árbusto
Asteraceae		<i>Critoniella</i>	<i>Critoniella acuminata</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1853	D. Mamián B. & A. Valdés.		Árbol
Viburnaceae		<i>Viburnum</i>	<i>Viburnum triphyllum</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1854	D. Mamián B. & A. Valdés.		Árbusto

Boraginaceae	Guácimo	<i>Tournefortia</i>	<i>Tournefortia scabrida</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1855	D. Mamián B. & A. Valdés.		Arbust o
Boraginaceae		<i>Cordia</i>	<i>Cordia resinosa</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1856	D. Mamián B. & A. Valdés.		Árbol
Boraginaceae		<i>Cordia</i>	<i>Cordia sp.</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1857	D. Mamián B. & A. Valdés.		Arbust o
Bignoniaceae		<i>Tecoma</i>	<i>Tecoma stans</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1858	D. Mamián B. & A. Valdés.		
Escalloniaceae	Chilco	<i>Escallonia</i>	<i>Escallonia paniculata</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1859	D. Mamián B. & A. Valdés.		
Fabaceae		<i>Tephrosia</i>	<i>Tephrosia vogelii</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1860	D. Mamián B. & A. Valdés.		Arbust o
Fabaceae	Guarango	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa quitensis</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1861	D. Mamián B. & A. Valdés.		Arbust o
Melastomataceae		<i>Miconia</i>	<i>Miconia versicolor</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1862	D. Mamián B. & A. Valdés.		Árbol
Melastomataceae		<i>Miconia</i>	<i>Miconia jahnii</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1863	D. Mamián B. & A. Valdés.		Árbol
Melastomataceae		<i>Miconia</i>	<i>Miconia sp.</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1864	D. Mamián B. & A. Valdés.		
Malvaceae		<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus americanus</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1865	D. Mamián B. & A. Valdés.		Árbol
Piperaceae		<i>Piper</i>	<i>Piper crassinervium</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1866	D. Mamián B. & A. Valdés.		Arbust o
Piperaceae		<i>Piper</i>	<i>Piper aduncum</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1867	D. Mamián B. & A. Valdés.		Arbust o
Primulaceae		<i>Myrsine</i>	<i>Myrsine coriacea</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1868	D. Mamián B. & A. Valdés.		Arbust o
Rubiaceae	Cascarillo	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona pubescens</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1869	D. Mamián B. & A. Valdés.		
Rubiaceae		<i>Palicourea</i>	<i>Palicourea thyrsoflora</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1870	D. Mamián B. & A. Valdés.		Arbust o
Scrophulariaceae		<i>Buddleja</i>	<i>Buddleja bullata</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1871	D. Mamián B. & A. Valdés.		Arbolit o
Solanaceae		<i>Solanum</i>	<i>Solanum aphyodendron</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1872	D. Mamián B. & A. Valdés.		
Solanaceae		<i>Solanum</i>	<i>Solanum sp.</i>	Cauca	Cajibío	El Túnel		1800-1873	D. Mamián B. & A. Valdés.		

Anexo 7. Solicitud de presidente veredal para reforestar la zona de aislamiento del nacimiento del acueducto veredal.

Tunel Cajibío

7 febrero 2020

1 Profesora

Deifan Hamián Benavides
Colegio en tunel. Cajibío
Cordial Saludo

Como presidente de junta del acueducto veredal, me dirijo a usted en representación de la comunidad de la vereda el tunel para solicitar su apoyo junto con el grupo de estudiantes que usted dirige para reforestar de aislamiento donde estan los nacimiento de nuestro acueducto veredal. Porque en agosto del año pasado hubo una quema en la cual hubo perdida de muchas plantas. Como usted sabe este trabajo lo iba hacer el estudiante de la universidad Luis Carlos Obando. A quien ya se le habia dado el permiso pero como se ha ido a estudiar a Mexico yano lo podria hacer para nosotros reforestar esta zona es muy importante

de aislamiento es muy importante.

ya que nos interesa grande mente.

Conservar los nacimientos de agua.
no queremos que más adelante se nos acabe el agua
Porque nos beneficiamos un total de

109 familias de el tunc y la claudia.

nos interesa Conservar el ecosistema
que hay se encuentra

le agradecemos y esperamos. nos

Pueda acompañar y donar. Plantas.
de las que estamos produciendo en el
Vivero del Colegio

Atte. Jose. Juan. Pineda