

**Restauración ecológica, de área ubicada en la vereda Bendiciones cuenca baja del Río  
Caja, Municipio de Tauramena-Casanare.**

Autor

Ariel Fernando Torres Carreño

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD

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

Tecnología Agroforestal

Yopal

2020

**Restauración ecológica, de área ubicada en la vereda bendiciones cuenca baja del Río  
Caja, Municipio de Tauramena-Casanare.**

Trabajo de grado presentado para optar al título de tecnólogo agroforestal

autor

Ariel Fernando Torres Carreño

Asesora/directora

Blanca Ninfa Carvajal Agudelo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD

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

Tecnología Agroforestal

Yopal

2020

Página de Aceptación

---

Blanca Ninfa Carvajal Agudelo

Asesora Trabajo de Grado

---

Jurado

---

Jurado

Yopal-2020

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

### **DEDICATORIA**

Quiero dedicar mi proyecto primeramente a mi familia más cercana, a mi Madre Ana Mercedes Carreño, mis hermanos quienes han sido el motivo de mi existencia y la razón por el cual quiero seguir adelante con mi proyecto de vida, afrontando los obstáculos y retos que muy seguramente sin ellos no podría superar.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por su infinita misericordia que ha tenido conmigo permitiéndome la oportunidad de presentar este proyecto haciendo la justicia de este esfuerzo.

A la ing. Blanca Ninfa Carvajal por transmitir su conocimiento como docente y la dirección de este proyecto sin su paciencia y compromiso esto no fuese posible.

A Claudia Yaneth Amaya quien estuvo desde el inicio del proyecto apoyándome y dándome ánimos para que este trabajo llegara a buen fin.

A profesores y compañeros de la universidad quienes aportan a este tejido social y estructural en la cadena de la formación académica a ellos muchas gracias.

Ariel Fernando Torres Carreño

## Tabla de contenido

Resumen	9
Introducción	13
Objetivo general	18
Objetivos específicos	18
Marco teórico y conceptual	19
Marco teórico	19
Restauración ecológica	19
Servicios ecosistémicos	25
Deforestación	27
Forestación	28
Reforestación	28
Bosque primario	28
Bosque de producción	29
Protección del suelo y del agua	29
Árbol	29
Bosque	30
Conservación de la biodiversidad	30
Biodiversidad	30
Río Caja	30
Pie de monte	31
Metodología Corine Land Cover para clasificación de usos del Suelo	31
Marco conceptual	32
Antecedentes	32
Proyectos exitosos	33
Descripción del problema	37
Descripción de la propuesta	39
Localización geográfica del área de estudio	39

Analisis técnico	43
Diagnóstico de coberturas	43
Características de los suelos del área de estudio	46
Análisis económico	47
Economía local del área del proyecto	51
Selección de tipo de intervención en la finca las Mercedes	53
Diseño de estrategias de restauración ecológica	55
Proyecto reforestación de 5 has. de bosque protector ronda hídrica del río Caja	60
Establecimiento de la plantación	61
Analisis financiero	67
Resultados y discusión	71
Recomendaciones	75
Conclusiones	77
Referencias bibliográficas	78

## Lista de tablas

Tabla 1. Con categoría de manejo a nivel departamental (hectárea)	24
Tabla 2 Áreas por categoría de manejo a nivel departamental en hectáreas de restauración ecológica	24
Tabla 3. Sistemas de producción establecidos	51
Tabla 4. Usos y morfología de las especies que se identifican en la zona con potencialidad para ser plantadas	56
Tabla 5 relación de especies (árboles) existentes antes de la deforestación	59
Tabla 6. Costos e instalación para una (1) hectárea plantación con especies nativas	66

## Lista de figuras

Figura 1 Impulsores de transformación y pérdida de la biodiversidad en Colombia	33
Figura 2 localización general del área de estudio, Municipio de Tauramena	40
Figura 3 mapa de localización detallada de la vereda Bendiciones.	40
Figura 4 Mapa de la cuenca del río Caja	42
Figura 5. Mapa de Cobertura del suelo cuenca del río Caja Municipio de Tauramena, área de estudio Cuenca baja	42
Figura 6 Mapa de unidades taxonómicas	46



## Resumen

El estudio se realizó sobre la cuenca baja del río Caja entre las altitudes 300 msnm y 900 msnm en donde se encuentran las veredas: Aceite alto, Cabañas, Jaguito, el Juve y Bendiciones. En esta última se encuentra ubicado el predio finca “Las Mercedes” lugar de ejecución del proyecto de restitución ecológica de 5 hectáreas con especies arbóreas nativas. En esta zona se ha fragmentado la vegetación por las continuas presiones antrópicas en las que se encuentran las siguientes: deforestación, caza ilegal, quema de bosques, extracción ilegal de madera, pastoreo extensivo, introducción de especies vegetales exóticas, cultivos semi y transitorios esto repercute en la estructura de la cuenca causando desertización, remoción de masa, pérdida de la conexión funcional de la cuenca, erosión, pérdida de la cobertura vegetal, fragmentación del ecosistema en la medida que estas problemáticas avanzan generan un impacto en la calidad de vida de la comunidad y reducción de los bienes y servicios de la cuenca baja del río Caja.

Se determinan y evalúan acciones de restauración ecológica en la ronda hídrica de la cuenca baja del Río Caja; vereda Bendiciones; Municipio de Tauramena-Casanare buscando la reconexión de las funciones de la cuenca por lo cual se planteó una restauración ecológica de 5 hectáreas con especies nativas, bajo la participación de la comunidad del área de influencia. Se concluye la necesidad de incorporar estos proyectos en el Plan de desarrollo del municipio de Tauramena puesto que una de las principales debilidades es la falta de recursos y para ello se plantea la gestión con los entes competentes como: Fondo de Compensación Ambiental – FCA, el Fondo Nacional Ambiental – FONAM, y el Sistema General de Regalías – SGR de tal forma que se tenga financiación para la ejecución de las actividades propias del proyecto y el

seguimiento, con lo que dará como resultado, la restauración del área puntual que se viene deteriorando de manera acelerada..

**Palabras clave:** restauración ecológica, cuenca, deforestación, presión antrópica, Tauramena

## Abstract

The following study was carried out on the lower basin of the Caja River, between the altitudes 300 meters above sea level and 900 meters above sea level, where the paths are: aceite alto, cabañas, jaguito, juve and bendiciones. In the latter is located the farm "las mercedes" place of execution of the ecological restoration project of 5 hectares with native tree species. This area has been fragmented by the continuous anthropic pressures in which the following can be found: deforestation, illegal hunting, burning of forests, illegal extraction of wood, extensive grazing, introduction of exotic plant species, semi and temporary crops, this affects the Basin structure causing desertification, mass removal, loss of soil structure, functional connection of the basin, erosion, loss of vegetation cover, fragmentation of the ecosystem as these problems advance generate an impact on the quality of life of the community and reduction of goods and services in the lower basin of the Caja River.

The main objective is to determine and evaluate ecological restoration actions in the water round of the lower Caja River basin; path Bendiciones Municipality of Tauramena-Casanare seeking to reconnect the functions of the basin, for which an ecological restoration of 5 hectares with native species was proposed, under the participation of the community of the area of influence. The need to incorporate these projects into the development plans of the municipalities and regions is concluded since one of the main weaknesses is the lack of resources and for this, the management with the competent entities such as: Environmental Compensation Fund - FCA, the National Environmental Fund - FONAM, and the General Royalties System - SGR.

Keywords: ecological restoration, watershed, deforestation, anthropic pressure,

Tauramena

## Introducción

El presente proyecto se basa en la restauración ecológica de un área de la cuenca baja del río Caja, en jurisdicción del Municipio de Tauramena Vereda Bendiciones. esta zona se considerada como área Ambiental Estratégica, prioritaria para la gestión ambiental y que tiene una sustentación en el trabajo interinstitucional (comunidad-estado) especialmente en la participación de la comunidad como actor directo de la microcuenca, por su importancia en la conservación ecológica y demanda directa de bienes y servicios ambientales en ella, esto debido a que abastece el acueducto del casco urbano de Tauramena.

La mayor parte del área de interés esta intervenida de forma intermitente pero cada vez como mayor cambio y conflicto de uso de suelo, históricamente estas zonas han sido presionadas mediante la expansión de la actividad pecuaria (pastos y pastizales mejorados) primero pasando por rocerías donde se realiza el desmonte de la cobertura vegetal de forma descontrolada apegadas a la tradición cultural de aprovechamiento de los bosques ya sea para la expansión agrícola (cultivos de pan coger), extracción de bienes como el leña, maderas de construcción, postes para cercas, entre otros.

La alta pérdida de bosques primarios, secundarios entre los cuales están las coberturas nativas, rastrojos, rastrojos bajos y bosques de galería aumentaron el deterioro ambiental provocando daños al ecosistema como empobrecimiento del suelo, desertización, erosión, pérdida de la calidad del agua, pérdida de la resiliencia de las riveras de los ríos conllevando a

deterioro del talud por socavación, además de la alteración de la conexión ecológica y biológica de la cuenca; problemática que insta a que las actuales y nuevas generaciones mitiguen estos daños mediante actividades que ayuden a una transformación del paisaje de manera sostenible y creación de conciencia ambiental; por lo anterior se presenta una alternativa que incluye la restauración ecológica de los sitios estratégicos que han sido mayormente intervenidos por las actividades antrópicas con el fin de revertir y recuperar los hábitats y corredores biológicos como mecanismo básico de la subsistencia de las poblaciones de fauna local.

El presente proyecto se enmarca en una de las seis (6) Líneas de investigación de la Escuela de ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente de la UNAD; en Desarrollo Rural, con énfasis en los objetivos previstos:

- Desarrollar actividades que permitan fortalecer el concepto de nueva ruralidad y desarrollo endógeno sostenible.
- Generar propuestas de desarrollo acordes a los ámbitos productivos y sociales sustentados en estrategias diversas de participación en los procesos regionales.

Como estudiante de una institución responsable con el medio ambiente y la sociedad, se tomó la iniciativa de acudir a un proyecto de tipo aplicado a la solución de un problema ambiental, social y económico, ya que la comunidad de la cuenca media del río Caja atraviesa por una situación ambiental de alto riesgo para sus parcelas a causa del deterioro que viene presentando el talud del río, lo cual se ha desencadenado como resultado los malos e inadecuados manejos de la rivera del río, porque se ha extraído parte de la masa boscosa que sostenía el talud creando un nuevo paisaje agro-productivo, conformado por suelos desnudos,

bosques alterados que pueden permanecer así durante largos periodos afectando la composición, estructura y funcionamiento del ecosistema.

Sino se toman las medidas y técnicas adecuadas de forma integral se verá amenazado el patrimonio natural, lo que ha agotado la riqueza hidrográfica siendo está, una de las principales potencialidades de la cuenca del río Caja; abundantes caños y quebradas forman una intrincada red hídrica que provee a la comunidad tanto rural como urbana ya que el río Caja hace parte de la red de abastecimiento del acueducto municipal de Tauramena.

Se plantea intervenir con restauración ecológica activa y pasiva los sitios puntuales de mayor degradación en la ronda hídrica, donde la comunidad y vecinos han venido aprovechando espacios con pastos para el engorde de sus ganados, contrario a lo dispuesto como una zona protectora de la ronda hídrica del río Caja, Alcaldía de Tauramena (2006).

## Justificación

El presente proyecto se pretende implementar para recuperar las funciones ecosistémicas de la cuenca baja del Río Caja, aquí se implementaran acciones de restauración ecológica de parte del área de estudio se plantea como una solución integral a la alteración del ecosistema y deterioro ambiental que presenta la cuenca del río Caja en particular la zona baja que se ha declarado como de interés por el presente proyecto; aquí se considera de importancia que la comunidad que esta creando conciencia que requiere bienes y servicios del medio ambiente y que no ha compensado este deterioro o por lo menos buscar un equilibrio entre oferta y demanda de los servicios ambientales.

Según la problemática anterior y haciendo énfasis en el Río Caja a la altura de la vereda Bendiciones se encuentra ubicada la finca Las Mercedes con una extensión de terreno de 20has, administrada por una familia campesina con vocación en la agricultura clásica (tumbe-quema-cultivos transitorios-ganadería extensiva), con ausencia de conocimientos y cultura tanto legal como políticas de manejo ambiental de rondas protectoras de los cuerpos de agua. La familia deforesta (extracción de maderables-cultivos de pan coger) toda la oferta de servicios ambientales del bosque protector de un área de cinco (5) hectáreas que limitan con la rivera del río Caja, causando inestabilidad y debilitamiento en el soporte del talud que se ve seriamente afectado por la remoción de masas y socavacion en épocas de lluvia. esta situación es el común denominador de los pequeños núcleos familiares a lo largo de la cuenca del río Caja ya que es una forma tradicional de explotar sus propiedades y aprovechar los recursos disponibles para su sustento.



Partiendo de la responsabilidad del estado por la protección del medio ambiente, la responsabilidad social de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), se desarrollan líneas de investigación que para el caso del presente proyecto se enmarca en del Desarrollo rural UNAD; (2020), se establece la necesidad de formular alternativas de restauración ecológica (pasiva-activa) como herramienta útil en la recuperación y restablecimiento de los bienes ambientales de estas zonas degradadas. este proceso complejo debe incluir la participación de la comunidad con el principal actor ya que son ellos quienes se benefician de la oferta ambiental que allí se tiene.

El proyecto de restauración ecológica, en la finca las Mercedes en Tauramena Casanare; servirá como referencia para que a futuro se implementen estrategias de protección de la ronda hídrica del Río Caja en el municipio ya que este es abastecedor de la demanda de agua potable de casco urbano. Por otro lado, se espera que se tome como modelo para replicar este manejo a lo largo de la cuenca, sensibilizar a las comunidades de la zona de influencia demostrando que es posible convivir y ser administradores del ecosistema.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar acciones de restauración ecológica en la ronda hídrica de la cuenca baja del Río Caja; vereda Bendiciones; Municipio de Tauramena-Casanare.

### **Objetivos específicos**

- ✓ Elaborar mapa diagnóstico de las coberturas vegetales del área de estudio
- ✓ Calcular los costos de implementación y ejecución de la restauración ecológica pasiva y activa-asistida en la finca Las Mercedes.
- ✓ Proponer un diseño forestal aplicable en la restauración ecológica del predio

## Marco teórico y conceptual

### Marco teórico

#### Restauración ecológica

La Restauración Ecológica se sustenta en los conceptos y principios propuestos por la Society for Ecological Restoration (SER) referentes a los estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica (McDonald et al (2016).

En el marco de la restauración ecológica, se implementan acciones dependiendo el nivel de degradación del ecosistema; en estos términos fomentar la restauración ecológica, en muchas situaciones donde los niveles de degradación son altos es pertinente avanzar alternativamente en procesos de rehabilitación o reconstrucción.

En términos la real academia española de la lengua y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2012) La restauración ecológica, *“es una acción humana cuyo objetivo es facilitar el tránsito del ecosistema degradado hacia algún estado de referencia histórico, que es representativo de la condición pre-perturbación, sea esta natural o semi-natural”*. La restauración ecológica tiene varios objetivos fundamentales, incluyendo: detener las causas que originaron la degradación, recuperar la vegetación y fauna propia de los ecosistemas históricos del área, facilitar y acelerar el proceso de sucesión ecológica, estimulando la regeneración natural, y promover acciones de auto recuperación que permitan al ecosistema sostener su condición en el futuro, el fin de la restauración es generar un ecosistema más resiliente, es decir,

que sea capaz de mantener su estructura, composición de especies y procesos ecológicos frente a variaciones ambientales, y que a la vez se integre dentro de un paisaje más amplio, adaptándose.

De acuerdo al Plan Nacional de Restauración Ecológica de Colombia (PNRE) en 1988 se fundó la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER) como una organización sin ánimo de lucro cuya misión es promover la restauración ecológica como medio para la sostenibilidad de la diversidad de la vida en la Tierra y restablecer una relación ecológicamente saludable entre la naturaleza y la cultura.

Fundamentos del Plan Nacional de Restauración: Uno de los elementos del Plan Nacional de Restauración es su periódica actualización, debido a la naturaleza cambiante de la situación de degradación en los ecosistemas del país, igualmente serán objeto de actualización periódica los mapas correspondientes al documento del Plan Nacional de Restauración (PNR).

El Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en Colombia, define que para el año 2020 Colombia habrá avanzado en la implementación de estrategias, acciones y mecanismos para la prevención, corrección, restauración, recuperación y/o detención de los procesos de degradación de tierras, desertificación y mitigación de la sequía, especialmente en las zonas secas, de manera articulada con las instancias internacionales, nacionales, regionales y locales, teniendo en cuenta una visión ecosistémica que garantice la gestión integrada y sostenible de la tierra, el agua, los recursos vivos y ecosistemas, considerando los factores ecológicos, socioeconómicos y culturales del país.

La restauración ecológica plantea que la reposición de los valores, bienes y servicios se pueden alcanzar analizando los problemas de manera sistémica y manejando los procesos que inciden actualmente en el sistema ecológico para orientar la dinámica hacia un proceso direccionado. Esto quiere decir que se deben manejar la sucesión ecológica y los disturbios. Para lo anterior, existen diversas técnicas que provienen de diferentes áreas del conocimiento, incluyendo la ingeniería. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (20216) existen diferentes técnicas para la restauración funciones del paisaje las cuales son: revegetación, manejo silvícola, obras de conservación de suelos, obras para mejorar el hábitat para la fauna, obras hidráulicas, estabilización de terrenos y taludes, reconfiguración topográfica, aplicación de enmiendas orgánicas al suelo, eliminación de especies invasoras, bioremediación, ordenación territorial, herramientas de manejo del paisaje, manejo del fuego y educación ambiental.

En cuanto a las normas el Decreto ley 2811 de 1974, Código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente en su “Artículo 2. *Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto: Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional*”.

Según Aguilar y Ramírez (2015) para abordar la restauración de las áreas disturbadas es fundamental entender los cuatro componentes anteriormente explicados, a partir de los cuales se puede comprender el funcionamiento del sistema ecológico, así como el tipo y las causas de los disturbios que lo afectan.

Barrera et al indica que un disturbio es un evento discreto, no planeado, de origen natural o antrópico que afecta negativamente la composición estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Después de su ocurrencia generan en el ecosistema afectado una dinámica - fluctuaciones, claros, parches y sucesiones- impredecible la cual tendrá consecuencias espacio-temporales y su severidad dependerá del tipo, de la magnitud y de la frecuencia del disturbio. Para desarrollar restauración ecológica se plantean los siguientes ítems:

- Diagnóstico biofísico y socioeconómico
- Establecimiento de las prácticas de restauración y mantenimiento
- Diseño e implementación del sistema evaluación y seguimiento-monitoreo
- Inclusión de los actores sociales.

Ronda Hídrica: En términos del decreto 2245/2017 *“Comprende la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho. Así mismo hará parte de la ronda hídrica el área de protección o conservación aferente. Tanto para la faja paralela como para el área de protección o conservación aferente se establecerán directrices de manejo ambiental, conforme a lo dispuesto en la "Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia".*

Balaguer (2014) describe dos posibilidades para generar restauración ecológica Gestión adaptativa pasiva. De forma general, la gestión pasiva, se trata de una aproximación semejante a

la conocida como “ensayo-error”, en la que las disconformidades se analizan y sus causas se integran en lo que se ha denominado un “ciclo de aprendizaje estratégico o continuo”.

Únicamente, se diferencia del ensayo-error en que, el esquema adaptativo, tanto el pasivo como el activo—, se apoya en el contraste de las hipótesis que se recogen en el modelo de evolución del sistema restaurado, definido previamente en el proyecto de restauración. Otra diferencia es que lo aprendido se incorpora durante la ejecución del propio proyecto y no se reserva para proyectos futuros; en la Gestión adaptativa activa.

Existen intervenciones directas de manejo como enriquecimiento, remoción o traslado de material vegetal, entre otros. Se incluye objetivos que se implementan en obra como diseños experimentales en los que se contrastan hipótesis, se obtienen datos sobre el funcionamiento del sistema, que se testan estadísticamente, se interpretan y discuten con el fin de alcanzar sólidas conclusiones sobre las que fundamentar las decisiones en cada fase. Más allá de la zonificación del área a restaurar en función de las distintas medidas para cada espacio singular, los proyectos que adoptan un esquema de gestión adaptativa activa definen dentro de una o varias de estas zonas un reducido número de áreas experimentales. Cada una de estas áreas se denomina área o unidad de gestión adaptativa (AGA) y en su interior se establecen parcelas a modo de réplicas en las que se ensayan las intervenciones propuestas. Sembrar lo mismo que había; cuando se desea plantar es necesario identificar las especies que anteriormente existían en el área a restaurar.

La restauración ecológica se enfoca en el restablecimiento de un ecosistema degradado recuperando su composición, estructura y funcionamiento. Cabe resaltar que el ecosistema resultante debe ser autosostenible y debe garantizar la conservación de las especies, del

ecosistema en general y de sus bienes y servicios, en este caso los agentes causantes de la degradación se remueven y se deja el área sin otro tipo de actividad directa (McIver y Starr, 2001), sólo en ocasiones el encerramiento de las áreas es suficiente. Puede ser inefectiva bajo condiciones particulares de disturbio, como en el caso de la restauración post-minería (Laycock, 1995; Guerrero y da Rocha, 2010). Dejar un ecosistema en un proceso de sucesión sin otra actividad directa puede ser una estrategia viable, principalmente cuando existen fuentes semilleras cercanas y cuando las condiciones geológicas y edáficas no están afectadas (Zedler, 2005).

**Tabla 1 Con categoría de manejo a nivel departamental (hectárea)**

Departamento	Recuperación	Rehabilitación	Restauración	Total, general
Antioquia	988.325,63	896.990,59	602.199,76	2.487.515,99
Boyacá	447.085,39	232.806,73	342.717,42	1.022.609,53
Caquetá	790.020,29	631.045,95	427.031,12	1.848.097,36
Cauca	522.024,27	302.522,87	242.124,02	1.066.671,17
Norte de Santander	438.663,51	180.547,54	235.221,95	854.433,00
Valle del cauca	414.398,57	172.790,56	106.981,03	694.170,16
Casanare	<b>97.235,27</b>	<b>315.648,15</b>	<b>189.153,58</b>	<b>602.036,99</b>

Fuente: Plan Nacional de restauración, 2015

**Tabla 2 Áreas por categoría de manejo a nivel departamental en hectáreas de restauración ecológica.**

¿Cuál es el objetivo?	¿Qué hacer?
Iniciar o acelerar procesos de restauración de un área de gradada, dañada o destruida, en relación con la función estructural y composición.	Restauración ecológica (RE)
Restaurar la productividad y/o los servicios del ecosistema en relación con los atributos funcionales o estructurales	Rehabilitación (REH)
Retornar la utilidad del ecosistema para la prestación de los servicios ambientales diferentes a los del ecosistema original, integrándolo ecológica y paisajísticamente a su entorno	Recuperación o reclamación (REC)

Fuente: Vargas et al, 2009 Modificado por Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible



En el caso del monitoreo de la restauración y según los requerimientos del Plan Nacional de Restauración se debe de hacer por lo menos durante 5 años según la necesidad.

### **Servicios ecosistémicos**

El concepto de servicio eco sistémico permite realizar una analogía entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar de la comunidad, siendo un esfuerzo de los ambientalistas por comunicar a los tomadores de decisiones y a la población el estrecho vínculo entre el mantenimiento de las funciones básicas del planeta y el bienestar de los seres humanos. Según la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (Fisher et al., 2009). en el concepto de servicio eco sistémico se integran beneficios tangibles e intangibles, que se derivan de la naturaleza para provecho del ser humano, dado que los ecosistemas proveen servicios, para que la comunidad haga uso de ellos, permitiendo mejorar su calidad de vida.

Los ecosistemas proveen a la sociedad una amplia gama de servicios para su subsistencia, la IICA (2012) identifica cuatro tipos de servicios ambientales así:

Provisión (productos obtenidos del ecosistema): alimentos, agua fresca, combustible, fibras, caza, raíces, semillas, madera, plantas medicinales y pigmentos.

2) Regulación: beneficios obtenidos de la regulación de los procesos del ecosistema relacionados con la capacidad de los ecosistemas para regular procesos ecológicos esenciales y sostener sistemas vitales a través de ciclos biogeoquímicos y otros procesos biológicos. Los ecosistemas proporcionan servicios que tienen beneficios directos e indirectos para las

poblaciones humanas, como son el mantenimiento de aire limpio, depuración del agua, prevención de inundaciones y mantenimiento de tierra cultivable, el clima, las inundaciones, las enfermedades causadas por insectos, la purificación del agua, la captura de carbono, la polinización y el control biológico entre especies.

3) Soporte: necesarios para la producción de todos los demás servicios; como suelos productivos, biodiversidad, y agua dulce suficiente y de buena calidad, hábitat de refugio y reproducción de plantas y animales contribuyendo a la conservación biológica y diversidad genética. Estas funciones proporcionan servicios como mantenimiento de la diversidad biológica y genética, y de especies comercialmente aprovechables.

4) Culturales: (beneficios no materiales que la gente obtiene de los ecosistemas) conocimiento sobre plantas medicinales, recreación y disfrute del paisaje y contribución al mantenimiento de la salud humana proporcionando oportunidades de enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, recreación y experiencias estéticas (paisaje).

El Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2006), en el Plan Nacional de Desarrollo para los años 2006-2010, “estado Comunitario”; Ley 1151 de 2007, estableció directamente los pagos por servicios ambientales, al ratificar en su artículo 106, lo estipulado en el artículo 111 de la Ley 99 de 1993. Luego el Plan Nacional de Desarrollo “Prosperidad para Todos” (2010-2014), Ley 1450 de 2010, en su artículo 210 modificó igualmente el artículo 111 de la Ley 99 de 1993.

El MADS (2017), mediante el decreto 870 de 2017, estableció las directrices para el desarrollo de los pagos por servicios ambientales y otros incentivos a la conservación que permitan el mantenimiento y generación de servicios ambientales en áreas y ecosistemas estratégicos, a través de acciones de preservación y restauración. El Decreto 870 de 2017

describe el pago por servicios ambientales en los siguientes términos: *“Es el incentivo económico en dinero o en especie que reconocen los interesados de los servicios ambientales a los propietarios, poseedores u ocupantes de buena fe exenta de culpa por las acciones de preservación y restauración en áreas y ecosistemas estratégicos, mediante la celebración de acuerdos voluntarios entre los interesados y beneficiarios de los servicios ambientales*

El Decreto 870/2017 prevé el desarrollo de programas como el reconocimiento por la prestación de servicios ambientales, dando especial valoración a los intangibles culturales y espirituales, y protegiendo el interés social, sistemas de producción alimentaria sostenible y silvopastoriles, reforestación, zonas de reserva campesina (ZRC), territorios indígenas y, en general, otras formas de organización de la población rural y de la economía campesina sostenibles.

### **Deforestación**

En términos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura se definen las expresiones:

La deforestación, implica la pérdida permanente de la cubierta de bosque y la transformación en otro uso de la tierra. Incluye áreas de bosque convertidas a la agricultura, pastizales, embalses y áreas urbanas. El término excluye de manera específica las áreas en donde los árboles fueron extraídos a causa del aprovechamiento o la tala, y en donde se espera que el bosque se regenere de manera natural o con la ayuda de técnicas silvícolas, a menos que el aprovechamiento vaya seguido de un desboscamiento de los árboles restantes para introducir usos de la tierra alternativos. También incluye las áreas en donde, por ejemplo, el impacto de la perturbación, sobreexplotación o cambio de las condiciones ambientales afecten el bosque en

una medida que no pueda mantener la cubierta de dosel por encima del límite del 10 por ciento FAO, (2018).

### **Forestación**

Establecimiento de bosque mediante plantación y/o siembra deliberada en tierra que, hasta ese momento, no había sido clasificada como bosque.

### **Reforestación**

Regeneración natural o restablecimiento del bosque a través de la plantación o de la siembra deliberada en tierra que ya es de uso forestal.

1. Implica que no hubo ningún cambio en el uso de la tierra.
2. Incluye la plantación o siembra de áreas de bosque temporalmente sin cubierta de árboles, así como también la plantación o siembra en áreas de bosque con cubierta de árboles.
3. Incluye rebrote de árboles originariamente plantados o sembrados.
4. Excluye la regeneración natural del bosque.

### **Bosque primario**

La FAO, (2018) indica que es el Bosque regenerado de manera natural, compuesto de especies nativas y en el cual no existen indicios evidentes de actividades humanas y donde los procesos ecológicos no han sido alterados de manera significativa. Algunas características clave de los bosques primarios son:

- Muestran dinámicas forestales naturales, tales como una composición natural de especies arbóreas, la presencia de madera muerta, una estructura natural por edades y procesos naturales de regeneración
- El área es suficientemente grande para preservar sus características naturales

➤ No presentan intervenciones significativas del hombre, o bien la última intervención significativa del hombre tuvo lugar mucho tiempo atrás habiendo permitido el restablecimiento de la composición natural de las especies arbóreas y de los procesos naturales.

### **Bosque de producción**

Consiste en un área de bosque principalmente designada para la producción de madera, fibra, bioenergía y/o productos forestales no maderables. Incluye áreas para el aprovechamiento de subsistencia de la madera y/o productos forestales no maderables, FAO (2020).

### **Protección del suelo y del agua**

*área* de bosque designada o manejada para la protección de suelos y recursos hídricos. Puede incluir áreas que son manejadas principalmente para otros fines tales como la producción de madera. La legislación nacional a menudo procura la preservación del suelo y de los recursos hídricos mediante la zonificación del uso de la tierra o de prescripción en los planes de ordenación o manejo u otros mecanismos de mejores prácticas. Las áreas que abarca dicha reglamentación y planes deberían ser consideradas como designadas o manejadas para la protección del suelo y del agua FAO (2020).

### **Árbol**

Especie leñosa perenne con un solo tronco principal o, en el caso del monte bajo con varios tallos, que tenga una copa más o menos definida. Incluye los bambúes, las palmeras y toda otra planta leñosa que cumpla con los criterios mencionados FAO (2020).

## **Bosque**

Tierras que se extienden por más de 0,5 hectáreas dotadas de *árboles* de una altura superior a 5 metros y una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de *árboles* capaces de alcanzar esta altura *in situ*. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.

## **Conservación de la biodiversidad**

Área de Bosque principalmente designada para la conservación de la biodiversidad. Incluye, pero no se limita a las áreas designadas para la conservación de la biodiversidad y la conservación dentro de las áreas protegidas.

## **Biodiversidad**

La variabilidad de los organismos vivos de todas las procedencias, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte. Incluye la diversidad dentro de las especies, entre las especies y los ecosistemas.

## **Río Caja**

Según mapa del Esquema de Ordenamiento Territorial de Tauramena (2013) el río Caja nace a 2.200 m.s.n.m., cerca del límite municipal de Tauramena con el Municipio de Chámeza al sur de la Cuchilla Los Espejos, desemboca en la subcuenca del Río Cusiana a 400 m.s.n.m.; tiene

una longitud de 32 Km. y un área de drenaje de 178 Km<sup>2</sup> y un patrón trenzado; a él afluyen: la Quebrada El Amarillo, San Martín, Quebrada Volcanera, Quebrada Aguablanca y La Iglesiera, Q. Honda, Q Playonera, Q. La Palmareña, El Garrapato, Q La Aguacaliente, Cñ Limonera, Q. La Saltrana, Q. La Guajalera.

### **Pie de monte**

Corresponde a un área que se extiende al pie de la montaña formada por la sedimentación de materiales transformados desde los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas, comprende superficies planas de suave inclinación con pendientes entre 3-12%, El pie de monte en el Casanare representa el 6,8% del total del área del departamento, representada por una franja de depósitos que se extiende de sur a norte entre los paisajes de montaña y planicie; constituyen el registro de eventos aluviales y aluviotorrenciales, con diferentes estados de formación y composición granulométrica, estos depósitos tienen dos categorías antiguos y recientes IGAC (2014).

### **Metodología Corine Land Cover para clasificación de usos del Suelo**

Para el análisis de la cobertura de suelos del área del presente estudio se toma en cuenta la metodología de Corine Land Cover (2010), ítems 2.3.2 Pastos arbolados

La cual es definida en los siguientes términos Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos.

Incluye:

- Pastos arbolados con área mayor a 25 ha
- Pastos arbolados bordeados con setos
- Pastos arbolados con zonas inundables o pantanosas con área menor a 25 ha
- Infraestructuras asociadas con los pastos arbolados con área menor a 25 ha, tales como corrales o establos.

Para Corine Land Cover los cultivos permanentes se categorizan en tres ítems así: Cultivos permanentes herbáceos Plátano, banano, papaya, Cultivos permanentes arbustivos café, cacao; ítems, Cultivos permanentes arbóreos Palma de aceite, cítricos, mango.

Cultivos agroforestales/sistema silvopastoril pastos y árboles plantados y cultivos y árboles plantados.

### **Marco conceptual**

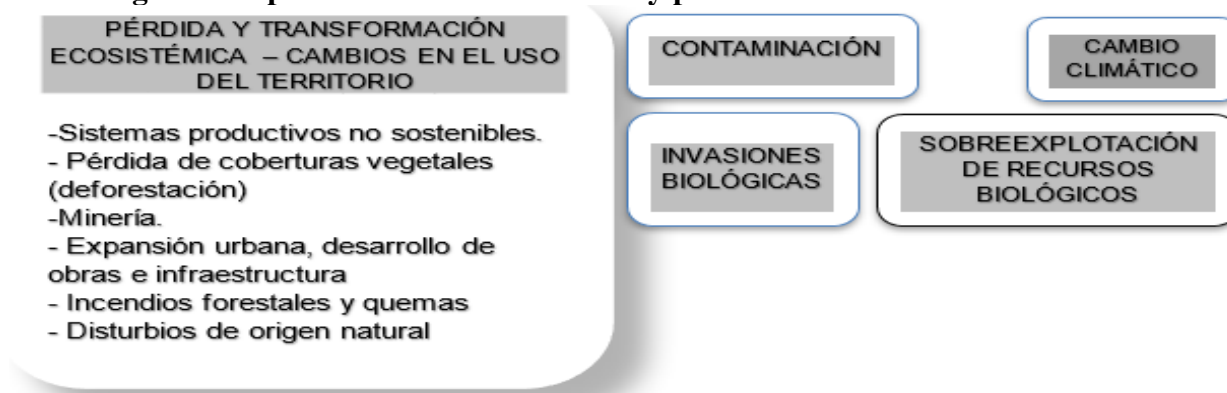
#### **Antecedentes**

La Red Colombiana de Restauración Ecológica (REDCRE) fue creada oficialmente en 2006 por la Escuela de Restauración Ecológica -ERE, adscrita a la Pontificia Universidad Javeriana. Aunque su creación fue liderada por la ERE, la Red Colombiana de restauración Ecológica fue una iniciativa nacional y en su proceso de creación y consolidación han participado importantes actores del sector ambiental en Colombia como la (Secretaría Distrital de Ambiente, el Jardín Botánico de Bogotá, el Instituto Alexander von Humboldt, la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria –CIPAV-, Grupo de Restauración Ecológica Universidad Nacional –GREUNAL- el Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales, el Ministerio de Ambiente, entre otros representantes de diferentes regiones del país, entre entidades académicas, instituciones privadas y públicas. Según



la fuente, En el país, el tema de la restauración ecológica ha sido emprendido desde mediados de la década de los noventa, en un principio por organizaciones no gubernamentales (ONG) y universidades, y promovido después mediante cursos y seminarios organizados por diferentes instituciones a nivel nacional, regional y local.

**Figura 1 Impulsores de transformación y pérdida de la biodiversidad en Colombia**



**Fuente:** Plan Nacional de Restauración, 2015

### **Proyectos exitosos**

Restauración ecológica del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigués – Sector Norte. Fundación Natura Colombia (2015).

Este proyecto se ejecutó teniendo en cuenta el siguiente objetivo general.

Promover procesos de sucesión ecológica secundaria en áreas degradadas para contribuir al mantenimiento de la integridad ecológica y la oferta de servicios ecosistémicos, con la restauración ecológica de 750 hectáreas del sector Norte del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigués.

El proyecto descrito se ejecutó en el marco del Plan de Compensación Forestal asociado a la construcción de la Central Hidroeléctrica Sogamoso, ISAGEN suscribió un convenio de

cooperación interinstitucional con Parques Nacionales Naturales de Colombia y Fondo Patrimonio Natural, para la restauración ecológica de 4.057 hectáreas del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes.

La zona de trabajo es el norte del parque, con paisajes de fuertes contrastes según la Fundación Natura Colombia, (2015); allí se encuentran ecosistemas y relieve, que la convierte en sitio clave en términos de biodiversidad y endemismos. Sin embargo, las dinámicas de uso del territorio (tala selectiva, ganadería y cultivos), han llevado a la degradación de unidades de vegetación y la pérdida de especies propias de bosque subandino y andino.

En la fase de diagnóstico se desarrolló la caracterización del componente biótico (flora, fauna), físico (suelo, agua) y social (historia de uso del suelo), donde se definieron las dinámicas de regeneración de las coberturas vegetales, las barreras a la restauración, el ecosistema de referencia y la reconstrucción del patrón de uso y transformación del territorio.

La recuperación de la dinámica ecológica de estos ecosistemas ha sido un proceso que ha estado acompañado por las comunidades que antes hacían parte de este territorio, permitiendo la transformación de su rol como agentes perturbadores a agentes de la conservación.

La restauración ecológica del sector norte se definió por el seguimiento y monitoreo en distintas escalas espaciales y temporales (parcela, cobertura, paisaje y 3, 10 y 20 años; respectivamente), en las que se pretende evaluar la recuperación de los atributos funcionales y estructurales de los ecosistemas de bosque andino y subandino.

Los beneficiarios directos corresponden al Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes y las comunidades presentes en los siete sectores de intervención que antes eran

propietarios de los predios adquiridos por el área protegida para su conservación y que se benefician del proyecto mediante la generación de empleo y fortalecimiento de capital humano.

Los logros de este proyecto son:

- Construcción de 2 viveros permanente
- Construcción de 2 viveros temporales
- Instalación de 12.017 metros de cerca para reducir tensionantes de la restauración
- Restauración activa de 323 hectáreas
- Restauración pasiva de 2.000 hectáreas
- Instalación de 20 estructuras para atraer dispersores de semillas
- Elaboración de un Plan de monitoreo
- Elaboración de un Plan de contingencias
- Estrategia de comunicaciones

Según Casanare 24 horas, 16 de agosto de 2020 se han presentado diferentes proyectos a convocatorias de premios sociales y ambientales que pudieran calificarse como de restauración ecología así: *Reviva La Primavera* este es un proyecto de restauración e investigación que tiene a la comunidad como protagonista de la recuperación del bosque, a partir de la generación de áreas de conservación mediante la réplica de ecosistemas y la concientización de su conservación”, este proyecto se ejecuta en 4.6 hectáreas alrededor del pozo Pauto M, en el sector Rincón del Soldado de Yopal, donde se han ubicado 10 parcelas de estudio y se integra a la comunidad alrededor de un vivero.

Como experiencia exitosa se tiene Crio-Yo Mi Tierra (2018), se destaca por su aporte al fortalecimiento del liderazgo como herramienta para el empoderamiento de las comunidades en favor del conocimiento y conservación ambiental, mediante la apropiación de tecnologías y mecanismos de participación ciudadana, contribuye a la formación y acompañamiento de diversas iniciativas de 240 líderes comunitarios pertenecientes a 48 veredas ubicadas en los municipios Yopal, Aguazul y Tauramena.

Todo lo anterior para indicar que la restauración ecológica se tiene como medio para diferentes problemáticas de agotamiento de los ecosistemas, y que es pertinente aplicarlo para el caso que se prevé en el presente estudio.

## Descripción del problema

La cuenca baja del río Caja en donde se localiza el proyecto, es un territorio que se ha visto diezmado por las prácticas agrícolas y pecuarias de las comunidades como lo son: agricultura tradicional (tumba y quema), el aprovechamiento de madera para cercas la construcción y como fuente de combustible, así como la intervención del área con el fin de crear praderas para la cría de ganado, desconociendo otras formas y métodos de generar ingresos sin causar daño; esto en parte se debe a que no se practican o implementan los sistemas silvopastoriles, agroforestales, agrosilvopastoriles entre otros que ayudan en la conservación de los suelos y demás recursos naturales.

Muchos de los problemas causados por las actividades agronómicas de las familias campesinas, en especial aquellas que tiene sus propiedades colindantes con los ríos y cuerpos de aguas se dan porque ellos desconocen las leyes sobre la: protección de rondas hídricas, protección de cuerpos de agua, protección de bosques de galería, protección redes de drenaje. Además, favorecen el deterioro del suelo, agua, aire que luego se pueden ver reflejados en la pérdida de la retención del agua, degradación de las riveras y pérdida del talud por socavación de los ríos ya que a medida que se reduce la cobertura del bosque y se aumenta la frontera agrícola se pone en riesgo la cadena de biodiversidad, el balance hídrico de la zona, la vida silvestre y en general la sostenibilidad de la microcuenca.

La vereda Bendiciones del municipio de Tauramena Casanare según la comunidad cada año va perdiendo el talud en la rivera del río Caja, esto debido, a que se presentan derrumbes por

falta de cobertura que estabilice la zona pendiente. que sirve de contención como rondas forestales protectoras del río, ayudaban a amortiguar la presión que el río ejerce sobre el talud, con énfasis en época de alta precipitación y hoy día el resultado es una erosión acelerada de los suelos y la degradación de la talud, siendo esta una problemática bastante grave para la conservación de la biodiversidad y calidad del agua del río Caja, además se está perdiendo el valor económico y de uso de diferentes predios en la vereda Bendiciones, dada la inestabilidad de los terrenos.

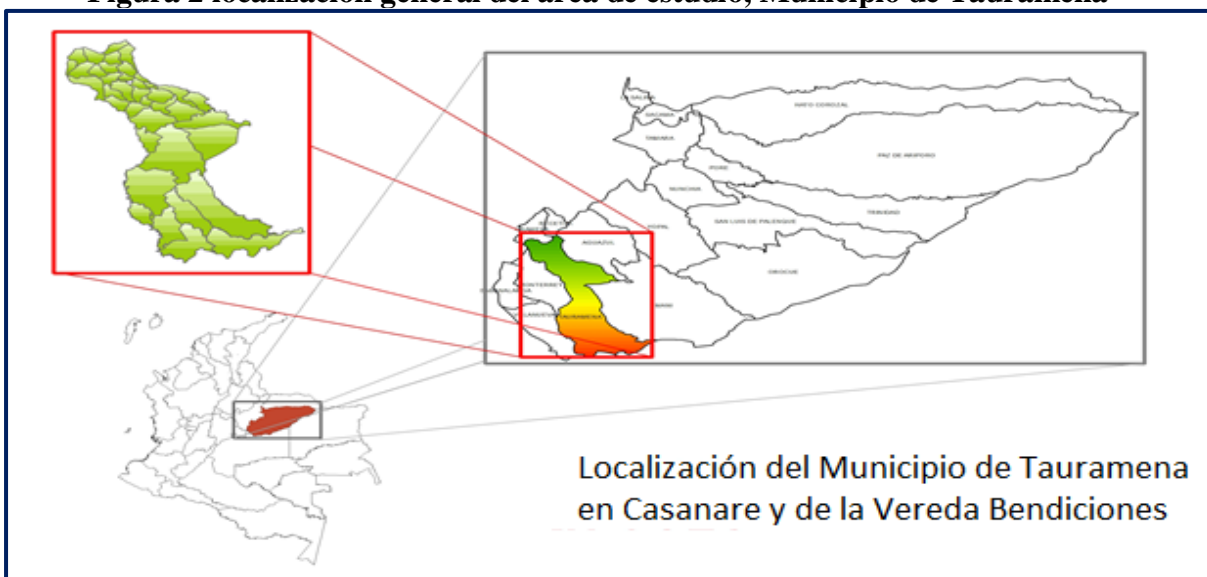
## **Descripción de la propuesta**

### **Localización geográfica del área de estudio**

De manera general el área de estudio se ubica en el Municipio de Tauramena; cuenca baja del río Caja; nororiente del casco urbano del Municipio de Tauramena; entre las altitudes 300 msnm y 900 msnm jurisdicción de las veredas: Aceite alto, Cabañas, Jagüito, El Juve y Bendiciones. En esta última se encuentra ubicado el predio finca “las mercedes” lugar de ejecución del proyecto de restauración ecológica, según el mapa de pendientes de Tauramena (2013), la zona de estudio tiene pendientes entre 12-25, lo cual indica que la pendiente es de ondulada a quebrada.

Puntualmente el predio se encuentra a una altura de entre 530-490 m.s.n.m. con coordenada 5°03'38.24" N 72°46'54.39" O. Está ubicado en un Suelo de piedemonte; en las figuras 2,3 se presenta su localización general y puntual del área de estudio.

**Figura 2 localización general del área de estudio, Municipio de Tauramena**



Fuente: Pagina web de la Alcaldía de Tauramena, 2020

**Figura 3 mapa de localización detallada de la vereda Bendiciones.**



Fuente: Sistema de información Agroprecuaría de Tauramena - SIATA (2020).  
<http://www.siata.com.co/Vereda/5>



Según el sistema de información Agropecuaria de Tauramena (SIATA, 2020) a esta zona pertenecen las veredas Lagunitas, Bendiciones, El Zambo, Guafal del Caja, Visinaca, Jaguito y Juve. Al norte limita con los municipios de Recetor y Chameza y al oriente, sur y occidente con los ríos Cusiana y Caja.

En esta zona reside el 13% de la población rural, en 180 viviendas distribuidas en las 7 veredas que conforman esta zona; la población se concentra principalmente en la vereda Jagüito SIATA (2020).



## **Análisis técnico**

### **Diagnóstico de coberturas**

El área de la finca las Mercedes es una zona de conservación debido a que se encuentra sobre la microcuenca del río Caja y abastece de agua el acueducto del casco urbano, de ahí la importancia del desarrollo de este tipo de proyectos en la región.

Según el IGAC (2008), Tauramena, es un municipio con una vocación de uso ganadero, principalmente orientado al pastoreo extensivo (54%), seguido de áreas con vocación agrícola para cultivos transitorios semi intensivos y zonas con vocación forestal en las partes altas del piedemonte. Un 6% del municipio tiene vocación de uso para conservación de recursos hídricos e hidrobiológicos que coinciden con las llanuras aluviales.

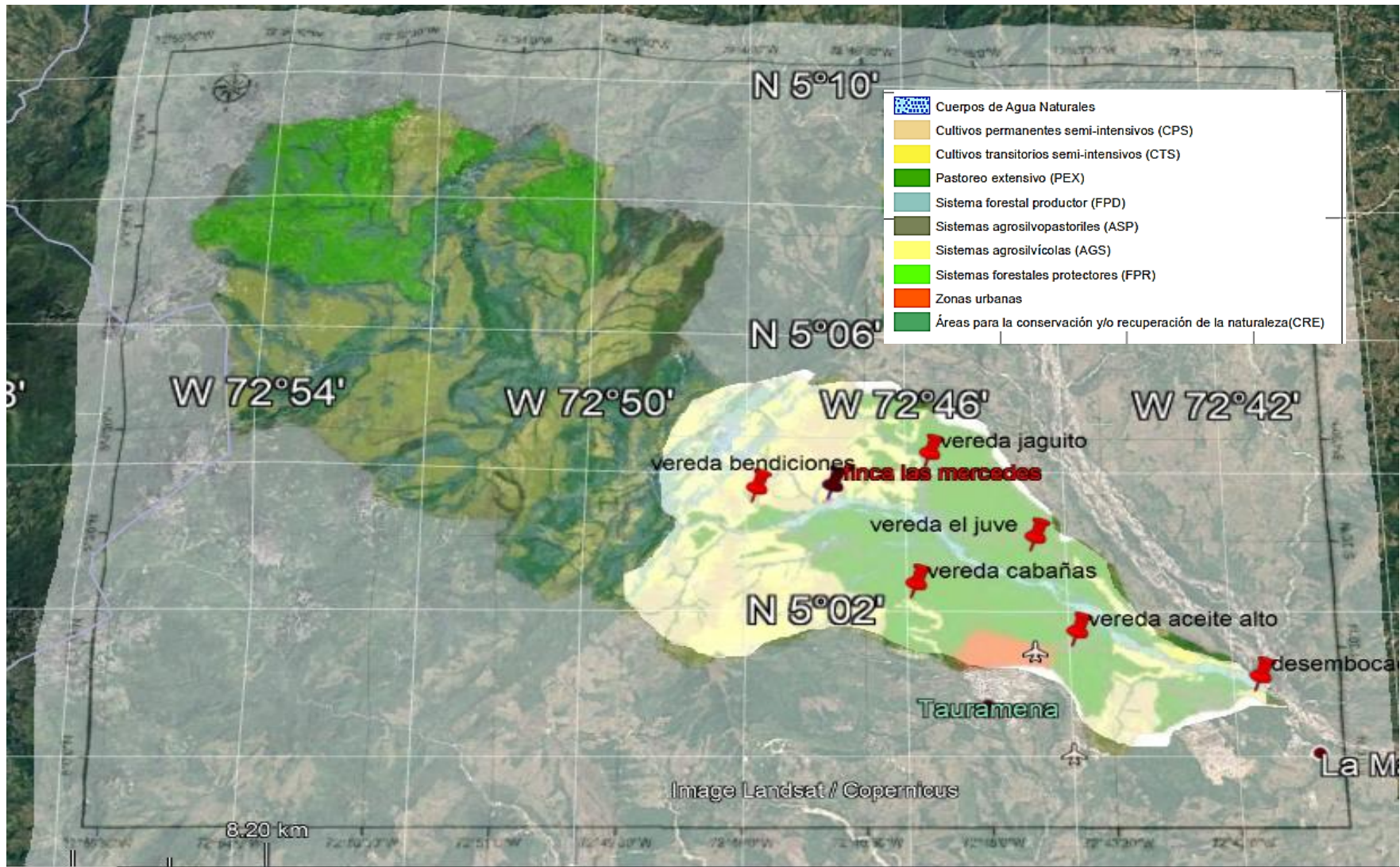
La cobertura se presenta en la figura 4. Mapa de Cobertura de la cuenca del río Caja Municipio de Tauramena, área de estudio Cuenca baja; en donde la cobertura de suelos del área del presenta Pastos arbolados, (Corine Land Cover 2010), localmente se identifican como sistemas silvopastoriles, estos pastos asociados a árboles de sombrío y forrajeros: espacios dedicados a la actividad pecuaria, que representa un gran porcentaje del área de estudio, siendo la ganadería la actividad más representativa, adicionalmente, se presentan las áreas con pastos de sabanas naturales limpios con ganadería extensiva, en el área de estudio se presentan de manera aislada.

-Cultivos permanentes herbáceos Plátano, banano, piña, áreas en pequeñas unidades productivas de uso intensivo, por sectores se presentan cultivos de subsistencia. las áreas con este

tipo de cobertura presentan cultivos así: según SIATA (2020), cacao asociado a plátano y maderables, piña, cítricos, maracuyá, yuca y piscicultura; al igual que sistemas productivos para autoconsumo de maíz, plátano y caña de azúcar. Además, existe aprovechamiento forestal en bosque nativo.

Bosques densos de tierra firme que en el mapa se denomina sistema forestal; las áreas de bosques son áreas de vegetación nativa que en su mayor parte representan bosques de galería, se ubican en las rondas hídricas de las diferentes corrientes; entre estas; cañada la Limonera, Quebrada el Garrapato, Quebrada la Guajalera y quebrada Agua blanca. Estos suelos tienen como usos principales y compatibles, según el EOT (2014), protección, conservación, revegetalización, rehabilitación de la biodiversidad, investigación controlada, captación de aguas, institucional, establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles y silvo pastoriles, plantaciones forestales protectoras-productoras con especies nativas, plantaciones productoras (caucho, cacao, teca), granjas integrales, ecoturismo y recreación pasiva.

Figura 5. Mapa de Cobertura del suelo cuenca del río Caja Municipio de Tauramena, área de estudio Cuenca baja



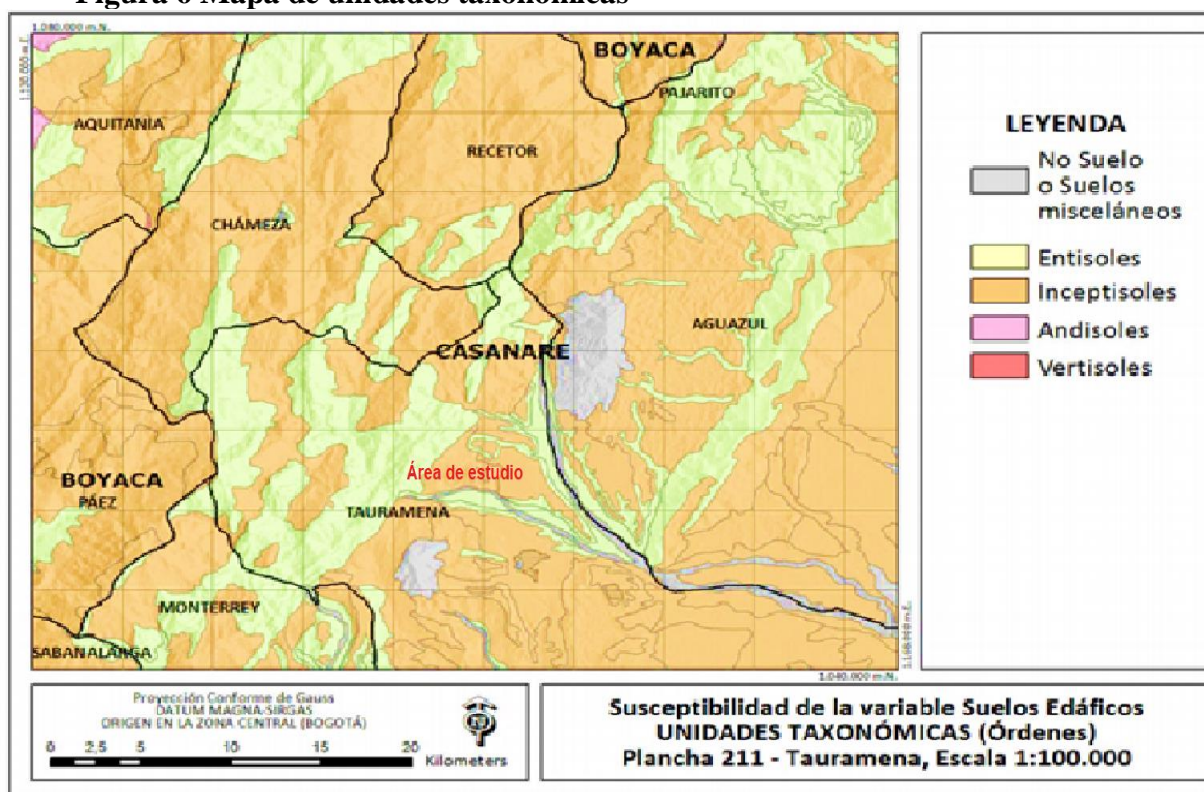
Fuente: Esquema de ordenamiento de Tauramena, 2013

### Características de los suelos del área de estudio.

Los suelos de la finca y en general del área de estudio son de tipo arenoso y franco arenoso esto se debe a que se encuentra conectado con el río Caja, están influenciados por las continuas intervenciones de deforestación ocasionando detrimento paulatino en la calidad de la fertilidad del suelo. Se identifican suelos deteriorados y desnudos con un conflicto de uso ya que están destinado a la conservación y están siendo usados para ganadería extensiva, monocultivos y deforestación IDEAM y el Servicio Geológico colombiano - SGC (2015).

En la siguiente figura se describen los suelos en términos del IDEAM y el Servicio Geológico colombiano - SGC (2015).

**Figura 6 Mapa de unidades taxonómicas**



Fuente: IDEAM, Servicio geológico colombiano, 2015

El IDEAM y el Servicio geológico colombiano (2015) Indican que en el área de estudio dominan suelos jóvenes (Entisoles e Inceptisoles) de categoría alta y media susceptibilidad a presentar movimientos de remoción en masa.

### **Análisis económico**

La microcuenca del río Caja tiene un gran potencial económico para el municipio de Tauramena ya que ofrece bienes y servicios ambientales a lo largo de su área de influencia. En la década de los 90 esta zona tiene una nueva dinámica con el inicio de exploración y explotación petrolera configurando un nuevo modelo socioeconómico a gran escala. Una de las consecuencias de esta transformación fue el desplazamiento de la economía agraria. En la actualidad con la mengua de la producción de hidrocarburos los esfuerzos están dirigidos a la reactivación del sistema económico agropecuario abriendo las ventanas a los mercados nacionales.

Las condiciones agroecológicas de la microcuenca facilitan el establecimiento de un sin número de actividades agrícolas y pecuarias, las condiciones climáticas son favorables, lo que influye en la producción de los cultivos del área de estudio. Al estar ubicado a una altura inferior 1000 msnm y una precipitación de 2500 mm a 4000 mm esta última permite un amplio abastecimiento de la fuente hídrica, dan como resultado una soberanía alimentaria al tener una gran variedad de cultivos desarrollando un potencial en la explotación agropecuario con fines de auto sostenimiento y comerciales.

Las principales actividades económicas de la microcuenca están encaminadas a las típicas formas de cultivar de los campesinos basados en el tumba, quema y siembra para luego dar paso a potreros de pastoreo y ganadería extensiva.

Las actividades económicas más representativas son:

**Ganadería.** Según el Sistema de información agropecuaria de Tauramena (SIATA, 2020) La actividad ganadera ha sido sin lugar a duda la actividad económica de mayor relevancia no solo influenciados por la tradición ganadera del departamento sino porque es una actividad que genera ingresos con baja inversión, además que esta zona presenta condiciones adecuadas para pastos nativos y mejorados. Los subproductos como la leche, cueros, cuajadas entre otros le da un abanico de opciones al campesino quien ve en esta actividad una opción económica para el mejoramiento de la calidad de vida de sus familias. Los ganados producidos allí terminan en el consumo local y otros son llevados hacia el centro del país. La cadena de producción está dada por cría, levante y ceba. En la microcuenca del río Caja se distribuye aproximadamente el 5% de la toda la producción de ganado del municipio de Tauramena siendo la vereda el jagüito con el 19,2% la de mayor participación.

**Especies menores.** Las estadísticas del Municipio de Tauramena, SIATA (2020) indican que las especies menores son utilizadas para el autoconsumo y algunas con fines comerciales. Entre eso se destaca la cría de cerdos doble propósito. Por otro lado, las fincas tradicionalmente han tenido sus animales de patio tales como: gallinas, patos, guineos, pavos, entre otros, para consumo interno. En ocasiones algunas familias han optado por implementar sistemas de producción de huevos de codorniz o de gallina con fines de explotación comercial generalmente son consumidos de manera local.



**Agricultura.** Por vivencia personal se identifica que tradicionalmente la agricultura asociada es la práctica más usada esta técnica consiste en el derribo de bosques para sembrar los alimentos de autoconsumo como los son: yuca, plátano, ñame, tabena, frijol, frutales, malanga, ahuyama entre otros. De esta manera generan seguridad alimentaria. Las veredas de la microcuenca del río Caja se encuentran muy marcadas por este tipo de modelos agrícolas. En los últimos años se ha venido trabajando con el objetivo de fortalecer los proyectos agrícolas con fines comerciales especialmente para cultivos como la piña, maracuyá, maíz y caña de azúcar. Convirtiendo la cuenca en un potencial económico a mediana escala. Una muestra de los nuevos modelos agropecuarios es la introducción de cultivos como el café, cacao y aguacate como promesas de desarrollo económico y productivo local SIATA (2020).

**Piña.** las condiciones del área en clima, geografía, agronomía y estructura del suelo han permitido que la piña sea el producto comercial que mejor acogida a tenido en la microcuenca del río Caja, resaltando dos veredas principales: jagüito y cabañas con una participación del 56.1% de la producción del municipio, esto representado en un total de 90.3 has. Es importante resaltar que el municipio de Tauramena ha venido abriéndose paso entre los mayores productores de piña de alta calidad ganando un espacio tanto comercial como una identidad de fruticultura a nivel regional. SIATA (2020).

Como nota importante Según el periódico Suversión.com.co (de octubre 6 de 2020) por cumplir con “todas las normas para garantizar la inocuidad y calidad de los productos”, el empresario Auli Moreno, representante legal de Agrícola Santana de los Llanos S.A.S. recibió del

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) el certificado en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Puntalmente se certificó al predio ‘Santana’ situado en la vereda Jagüito de Tauramena, recibió el registro “como predio exportador de fruta fresca, convirtiéndose en el primero en obtener esta doble distinción en Casanare”. Agrícola Santana podrá exportará piña Gold MD2 a países como Rusia y Estados Unidos

**Café.** la microcuenca del río Caja por su diversidad de climas y oferta ambiental cuenta con cultivos de café, estos son muy importantes a la hora de crear tejido social y ambiental, puesto que estos cultivos que permiten el asocio entre especies maderables y se convierte en una opción productiva dadas las condiciones bioclimáticas de los predios de la parte alta de la zona de estudio SIATA (2020).

**Piscicultura.** aprovechando ese potencial hídrico de la cuenca nace una nueva fuente de económica basada en la producción de pescado, en especial de cachama y mojarra. El mismo rio aporta a la dieta de los colonos una variedad de peces que son más de autoconsumo que de comercialización SIATA (2020).

**Turismo.** Por los paisajismos de montaña las veredas de la microcuenca del río Caja tienen una gran opción de desarrollo sostenible en pro de la comunidad en actividades de turismo, entre las cuales podemos encontrar: senderismo, caminatas ecológicas, baño en sus quebradas, paseos. Algunos sitios más representativos son la laguna el juncal, cascada el zambo, cascada de balcones. El propio rio ofrece las condiciones para practicar rafting, tubing, kayak y rapel SIATA (2020).

### **Economía local del área del proyecto**

La vereda bendiciones tiene un sistema productivo de agricultura y pecuario marcado por los sistemas de ganadería doble propósito. Generalmente estos terrenos son cultivos asociados de pan coger dando paso a las pasturas de la ganadería. SIATA (2020).

El sistema tradicional económico de la población de la vereda es el establecimiento de conucos con cultivos como el plátano, yuca, maíz, malanga, batata, frijol, ahuyama, algunos cítricos y frutales. Con el objetivo de tener sus cosechas para consumo propio. Es muy cultural tener animales de patio como: gallina, patos, guineos entre otros para aprovechamiento de la misma parcela. SIATA (2020).

En la tabla 3 relacionamos los cultivos más relevantes de la vereda bendiciones.

**Tabla 3. Sistemas de producción establecidos**

No.	Sistemas de producción	Predios	Productores
1	Café	6	6
2	caña	1	1
3	Ganadería de carne	3	3
4	Ganadería de leche	1	1
5	Ganadería de doble propósito	4	4
6	Yuca	2	2

**Fuente:** Sistema de información agropecuaria de Tauramena, SIATA, 2020

### **Descripción del proceso de restauración ecológica en el área de interés**

#### **Diseño de reforestación**

Para la ejecución de la restauración ecológica se propone la implementación de una herramienta de manejo de paisaje-mini corredores planteada por (salamanca-2017) que

consiste en crear matrices de arreglos forestales con árboles nativos. Una característica importante es que se logra recuperar la gobernabilidad de especies endémicas, además de asegurar un alto porcentaje de éxito ya que se usan arboles adaptados a la zona. por último, el uso de especies nativas promueve una recuperación de especies amenazadas devolviéndole al predio un alto valor tanto de su valorización comercial como en paisaje de la cuenca.

Las especies a usar son las siguientes: Guayacán yopo (*Pipthadenia opacifolia*), Sangro (*Pterocarpus acapulcensis*) Tuno (*Miconia resinosa*) cafetero (*Trychanthera gigantea*) Turmemono (*Andira torotesticulata*) estas especies entre sus utilidades es el uso como arboles con fines de protección de rondas hídricas y enriquecimiento de bosques riparios ya que poseen una rápida propagación e implementación de nichos ecológicos. Es importante mencionar que los suelos de la finca las mercedes son arenosos y francos arenosos con mucha inestabilidad y en pendiente lo que nos limita a no restaurar con árboles de mayor envergadura o especies que requieran suelos fértiles y estables.

“Los minicorredores son arboles dispersos que conforman conexión entre islas de vegetación secundaria existentes en el área” según Salamanca, (2017) esta técnica de manejo de paisaje es la que mejor se adapta a nuestro proyecto ya que permite la conexión del área fragmentada recuperando la función natural de la cuenca.

Se propone que la densidad de siembra sea de 277 árboles por hectárea bajo sistema cuadrado de 6x6 con el fin de que los arboles no generen competencia entre ellos y se desarrolle lo más rápido posible logrando la creación de los minicorredores. Bajo esta

premisa se colocará una matriz forestal de la siguiente manera *Micona resina- Pterocarpus acapulcensis – Anadenathera peregrina Trychanthera gigantea*, (*Andira torotesticulata*) bajo este modelo lo que se busca es que el árbol central de mayor respuesta fenológica y se logre una rápida revegetación de los alrededores.

### **Área a intervenir**

La finca las mercedes tuvo un área inicial de 20 hectáreas, de estas 10 pertenecen a bosque primario no intervenido, 5 hectáreas intervenidas con presión continua de actividades antrópicas y 5 hectáreas fueron arrastradas por la remoción del talud por el río Caja quedando 15 hectáreas en total. Esta área quedo en total disfunción ya que son parches de bosque que no tienen conexión natural; en las 5 has con menor cobertura se ejecutara el proyecto de restauración ecológica.

### **Selección de tipo de intervención en la finca las Mercedes**

La prestación de los servicios ecosistémicos de la cuenca baja del río Caja se encuentra amenazada y con un alto riesgo de pérdida de biodiversidad, por lo anterior se aplicarán herramientas que permiten mejorar o reactivar las funciones esenciales de estos ecosistemas; para lo cual se prevén diferentes actividades entre estas la reforestación tradicional, conservación, revegetación, rehabilitación; como acciones de restauración ecológica se evaluaron; todas estas prácticas, pero se llegó a la conclusión que la restauración ecológica es la mejor opción debido a que aporta a todos los criterios biofísicos, ecológicos, sociales y económicos, de esta manera se logra la reconexión natural del ecosistema mediante la implementación de una matriz natural (diseño forestal) que permite la articulación de las especies a corto, mediano y largo plazo recuperando el capital natural de la cuenca.

### **Criterios para escoger las especies a plantar**

Acogiéndose a los instructivos normativos de la restauración ecológica (RE) y tomando la importancia de la incorporación de especies nativas como un criterio fundamental para llevar a cabo un proceso de sucesión natural buscando frenar y reversar el aprovechamiento forestal por ser este proceso no sostenible y por el contrario aumentar el capital natural de estos ecosistemas bajo temáticas y patrones de sostenibilidad.

Se tuvieron en cuenta varios criterios para la escogencia de las especies en busca de crear una matriz natural funcional para la cuenca; estos criterios son:

- Especies amenazadas, vulnerables o en vía de extinción.
- De fácil acceso a la semilla.
- Especies que se pueden propagar por esquejes o estacas facilitando su reproducción rápidamente, altas tasas de supervivencia
- Caducifolias lo que permite enriquecer el contenido de materia orgánica en el suelo.
- Presentar semillas y frutos que sirven de alimento a la fauna y a posibles propagadores de semillas, protección de rondas hídricas.
- Especies de buen desarrollo radicular y de fácil adaptabilidad en la zona.
- Tolerancia a la competencia, desarrollan estructura como área foliar abundante, resiliencia al medio.

Al tener esta gran variedad de especies estimula la recuperación de los suelos, protección de las rondas hídricas y permite iniciar el proceso funcionalidad del ecosistema amenazado

además aumenta el inventario arbóreo de la zona. En todo caso cualquier especie ve de origen nativo es útil ya que cada una de ellas nos proporcionan una gran cantidad de beneficios.

### **Relación de especies propuestas para la restauración ecológica.**

Es importante tener en cuenta que no solo se busca recuperar la oferta ambiental con estas especies, sino que cumplan un papel importante en las funciones dentro de la comunidad como: mejoramiento del clima, paisaje y aporte cultural. Por otro lado, un aporte significativo es pasar de un pasivo ambiental a activo de la herramienta de restauración ecológica devolviendo los bienes y servicios ambientales.

### **Diseño de estrategias de restauración ecológica**

Para realizar el diseño se tiene en cuenta las herramientas de manejo del paisaje (HMP), que permite aplicar un modelo eficiente que busca el aumento de la diversidad de especies nativas. La restauración pasiva y asistida esculpe un nuevo formato en la reactivación de las funciones básicas de la cuenca. Mediante esta técnica se aunarán esfuerzos para la unión del ecosistema fragmentado formando un solo bloque heterogéneo multietáneo recuperando en la funcionalidad del sistema ecológico.

Las especies a plantar en sistema propuesto se presentan en la tabla 2, así:

**Tabla 4 Usos y morfología de las especies que se identifican en la zona con potencialidad para ser plantadas**

N°	Nombre común	Nombre científico	Observaciones
1	Guayacan yopa	<i>Piptadenia aff. Opacifolia D.</i>	Usos: Leña, madera de construcción, sombrío; de manera natural esta especie crece en agrupaciones puras. En las sabanas el pasto crece bien por el nitrógeno fijado bajo su sombra; crece en sabanas de piedemonte. Es un árbol que crece hasta 11mt de altura, copa amplia y follaje de textura fina. De abril a mayo florece y da sus frutos.
2	Caña brava	<i>Arundo Donax L.</i>	Usos: Artesanía, de interés folclórico, madera para construcción, ornamental; Es una planta gregaria e introducida, pero se ha adaptado tanto y se usa bastante que ya parece nativa. Es útil para proteger taludes de vía y márgenes hídricas, por su intrincado y denso sistema de raíces. Las cañas largas se usan para bajar frutas de los árboles, en cultivos de plátano sirven como tranca y como tutores en cultivos de frijol y mora. Morfología: Es monocotiledónea de caña de 6mt de altura y 5 cm de diámetro, la caña tiene nudos pronunciados, follaje verde blancuzco, hojas simples alternas. Crece en paisajes de terraza y altiplano. Se propaga por rizomas y por secciones de caña, se siembran de forma horizontal. Los expertos recomiendan su siembra en menguante. Uso: cerca viva, forraje, medicinal; es usado para bajar de peso y en la presión arterial pero su mayor uso es para proteger márgenes hídricas.
3	Cafetero, cajeto o nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>	Tiene fácil rebrote en la siembra de sus esquejes o ramas. Sus ramas y hojas tienen alto valor proteico por lo que es usado en alimento para cabras, cerdos, caballos, vacas, conejos. Morfología: Crece en paisajes de terraza, se propaga por esquejes o estacas de 1mt de altura por 4cm diámetro, se debe hacer corte oblicuo en las puntas. Es un árbol que llega a los 6ms de altura y fuste de 25cm de diámetro, corteza color crema, follaje verde oscuro, ramas con nudos pronunciados, hojas simples opuestas
4	Cañafístula, cañafistolo	<i>Cassia Moschata</i>	Usos: sombra, forraje para ganado, alimento para la fauna silvestre como los monos, es útil como madera para leña y construcción. Las hojas en decocción tienen propiedades antifúngicas y se emplean para contrarrestar afecciones



5	Guácimo	<i>Guazuma Ulmifolia Lam.</i>	epidérmicas. Es un árbol de flores hermosas para ornado en parques o potreros. En el mes de abril se pueden encontrar sus frutos. Morfología: Crece hasta 8mt de altura con fuste de 40cm diámetro, copa aparasolada, follaje de textura fina, hojas paripinadas alternas, foliolos oblongos, flores amarillas, frutos de forma legumbre cilíndrica Usos: alimento de fauna, interés folclórico, fibra o amarre, forraje, leña, madera artesanal, medicinal, sombrero. El mucilago o baba de la corteza viva tiene varios usos; como laxante para el ganado cuando se presentan problemas de trancado, la corteza se usa como depurativo de la sangre en humanos y para aliviar los síntomas de gripe. Los frutos los come el venado, así como el ganado ramonea sus hojas. De la corteza se extrae fibra de amarre. Morfología: Árbol con 45cm de diámetro de fuste, alcanza 8mt de altura, corteza externa agrietada, hojas simples, oblongo –lanceoladas, frutos en capsulas globosas. Crece en bordes de bosques de galería, florece en el mes de mayo y se propaga por semilla.
6	Guafa, guadua, guafilla	<i>Guadua paniculata Munro</i>	Usos: interés folclórico, madera artesanal, ornamental. La guafa es útil para proteger márgenes hídricas. Morfología: Es monocotiledónea de caña, gregaria, con follaje verde claro de textura fina, cañas de 11mt de altura y 10cm de diámetro de color verde. hojas lineares simples, alternas, dísticas. Especie que crece en márgenes hídricas y en suelos bien drenados. Se propaga por secciones de caña sembradas horizontalmente.
7	Guamo rabo de mono	<i>Inga Edulis</i>	Usos: alimento humano, alimento de fauna, interés folclórico, leña, sombrero. Morfología: Alcanza los 7mt de altura y 40 cm de diámetro del fuste, su corteza es lisa y copa aparasolada, follaje verde amarillento, flores de color crema, fruto en legumbre. Crece en márgenes de quebradas, caños y ríos. Se puede observar con flores y frutos desde abril e incluso antes. Se propaga por semilla.
8	Saladillo blanco, manteco, palo Brasil, barroso	<i>Vochysia Lenhmannii Hier.</i>	Uso: De interés folclórico, madera artesanal y construcción. Morfología: Tiene la tendencia en crecer en rodales o agrupaciones puras, su floración es amarilla y muy vistosa en verano. Es un árbol muy usado por los arrendajos para construir sus nidos. Crece hasta 20mt de altura, su corteza externa es lisa, sus hojas son simples, frutos en capsulas con semilla alada.

			Crece en bosques de galería y sabanas arboladas, se propaga por semilla y se colecta a mediados de abril.
9	Sangro	Croton Aff.	Usos: Alimento para fauna, insecticida, medicinal. La semilla es consumida por el ave torcaza. Morfología: árbol de 6mt de altura y 18 cm de diámetro de fuste. Corteza externa lisa con bastante exudado color rojizo, hojas simples alternas, crece en paisajes de terraza en bordes de potreros, se propaga por semilla.
10	Gaque	<i>Clusia Grandiflora</i>	Usos: protección márgenes hídricas en climas templados y frios, artesanal, interés folclórico, escencias, medicinal, ornamental. Morfología: árbol de 12 mt de altura y 45 cm de diámetro del fuste, corteza viva con exudado, hojas simples opuestas, decusadas, ovobadas, flor rosada de 5cm diámetro. Crece en paisajes de colina, floración plena en septiembre. Se propaga por semilla y por estaca.

**Fuente:** Acero, 2005

Para instalar el proyecto se prevé la producción de material vegetal en un vivero con las siguientes características:

**Vivero.** Los proyectos de restauración ecológica tienen esta actividad priorizada como de alto valor debido a que en este proceso la participación de la comunidad, es vital tanto como mano de obra, sino para multiplicar el conocimiento en la propagación de semillas para esto se propone un dialogo de saberes, donde se escucha las experiencia y sabiduría de la comunidad y así fortalecer los lazos ecosistema-humano de una manera mucho más participativa e inclusiva. La etapa del vivero es un gran reto entre recolectar, germinar y propagar las plántulas, este proceso hace que una restauración sea una sucesión mucha más lenta pero más participativa y biodiversa.

El componente de vivero se rodea de un espacio comunitario en donde se reciben las ideas de la gente de la zona pues tiene la capacidad y la experiencia de los árboles que han estado allí históricamente, estos aportes son esenciales a la hora de establecer un sitio de propagación.

Para la ejecución del vivero se cumplirán los siguientes pasos.

1. capacitación y socialización de la comunidad: personas que han vivido en el área de influencia del proyecto y conocen de primera mano las especies más indicadas para la restauración además nos pueden brindar nombres de posibles especies en amenaza.
2. ubicación de árboles semilleros: la ubicación de estos árboles o patrones de uso de semillas nos brindara una alta viabilidad de germinación.
3. Recolección, almacenaje y tratamiento de las semillas: las especies que se propagaran pueden tener sus semillas en diferentes épocas del año, se necesita almacenar para luego reproducir en bloque todos los aboles que se usen en la restauración.
4. Preparación e implementación de vivero: se establece un vivero transitorio mientras se logra llevar a campo las plántulas que se encuentran en proceso de propagación. El vivero debe tener áreas mínimas como zona de propagación, camas de germinación, zona de trasplante.

**Tabla 5 relación de especies (árboles) existentes antes de la deforestación.**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Guayacan yopo	<i>Pipthadenia opacifolia</i>	LEGUMINOSA
yarumo	<i>Crecopia engleriana</i> Sm	CRECOPIACEAE
Lechero/higuerón	<i>Sapium marmieri</i> Huber	EUPHORBIACEAE
Caña brava	<i>Arundo donax</i>	POACEAE
Palma de mararay	<i>Aiphanes aculeata</i>	ARECACEAE
laurel	<i>Myrica parvifolia</i>	MYRICACEAE
Gaque	<i>Clusia</i> sp	CLUSIACEAE
Palma de cubarro	<i>Bactris</i> sp	ARECACEAE
cafetero	<i>Trychanthera gigantea</i>	ACANTHACEAE
cañafistol	<i>Cassia moschata</i>	CAESALPINACEA
caracaro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	FABACEAE
Guacimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	ULMACEAE

Guafa	<i>Guadua angustifolia Kunth</i>	POACEAE
Gualanday	<i>Jacaranda obtusifolia</i>	BIGNONIACEAE
Guamo	<i>Inga densiflora</i>	FABACEAE
Matapalo	<i>Ficus sp</i>	MORACEAE
Nauno	<i>Pseudosamanea</i> <i>aguachapelle/Albizzia</i> <i>guachapelle</i>	FABACEAE
saladillo	<i>Caraipa llanorum</i>	CLUSIACEAE
Samán	<i>Samanea saman</i>	FABACEAE
Sangro	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	FABACEAE
Tuno	<i>Miconia resina</i>	MELASTOMATACEAE
Turmemono	<i>Andira torotesticulata</i>	FABACEAE
Varasanta	<i>Triplaris americana</i>	POLYGONACEAE

---

### **Proyecto reforestación de 5 has. de bosque protector ronda hídrica del río Caja**

El propósito general de esta propuesta es dar herramientas que ayuden a amortiguar el impacto originado por la captación del recurso hídrico como una compensación ambiental, y así dar cumplimiento a lo estipulado en el marco de la normatividad referentes a la protección de rondas de ríos y fuentes hídricas en nuestro país, y que tiene como objetivo cumplir a satisfacción programas de reforestación que permitan una nueva visión del cuidado del medio ambiente y saber administrar los recursos naturales. Para esto se cuenta con la siguiente propuesta de reforestación que cumplirá con la con requisitos mínimos para llevar a cabo la reforestación.

#### **Objetivo de la reforestación**

Reforestar la ronda de protección del río Caja en áreas que hoy se encuentran en pasturas y que tienen capacidad de carga.

#### **Descripción técnica**

En General, los arboles como cualquier especie vegetal, presentan mejores y mayores rendimientos en los mejores suelos; no obstante, dichos suelos están destinados a cultivos agrícolas de periodo corto y alta rentabilidad. Los suelos que se presentan dentro de la zona de

influencia del proyecto, presentan condiciones biofísicas, climáticas adecuadas a uso de reforestación con material autóctono de la zona, y se cuenta con información de planificación y gestión de plantación que sirve para estimar la capacidad de siembra; la escogencia adecuada del sitio a reforestar incide de manera notoria con el éxito o fracaso de una plantación, pues existen factores claves que están relacionados directamente con la satisfacción de la compensación en los sitios a plantar. Para esto se cuenta con sitios específicos de área que cumplen con requerimientos biofísicos, ambientales (brillo solar) y sociales óptimos para reforestaciones.

### **Establecimiento de la plantación**

#### **Mano de obra.**

*Descripción:* Se relacionan las actividades requeridas para llevar a cabo las labores de reforestación y mantenimiento el año 1.

Preparación del terreno. Para esta labor se debe realizar la eliminación de rastrojos y malezas con el fin de evitar la competencia biológica con las plántulas.

Trazado. Se debe efectuar de acuerdo a las condiciones morfológicas del terreno y fenotípicas de las especies a sembrar

Ahoyado. El ahoyado tendrá las siguientes dimensiones: 30 centímetros de largo, 30 centímetros de ancho, 30 centímetros de profundidad, siempre teniendo en cuenta el tamaño de la bolsa o recipiente que contiene cada planta. Para esta actividad se tendrá en cuenta las siguientes recomendaciones:

Siembra. Al momento de la siembra se realizará la aplicación de 500 gramos de enmienda para corrección de acidez y saturación de aluminio. También se aplicará 100 gramos de micorriza y roca fosfórica para estimular el desarrollo de las raíces.

Plateo. Los plateos se realizarán en forma mecánica (guadaña), cuando las condiciones lo ameriten, teniendo en cuenta el desarrollo de las arvenses en el sitio de la plantación, durante el establecimiento y mantenimiento el primer año.

*Espaciamiento.* Se recomienda utilizar un espaciamiento de 3 m x 3 m, con método de siembra cuadrado, en zonas planas y en zonas de pendiente utilizar el mismo espaciamiento, con el método de siembra tres bolillos. Tres bolillos: se utiliza cuando el terreno tiene pendientes; este trazado se utiliza con el objetivo de disminuir la fuerza del agua al encontrar árboles que actúan como barreras.

El distanciamiento depende de las especies arbóreas a plantar y de los objetivos de la plantación. Generalmente, la distancia que se utiliza para plantaciones forestales es de 6\*6 metros, cuando se utilizan especies frutales se deben utilizar las distancias de plantación técnicamente recomendadas para las especies utilizadas.

*Transporte plántulas.* El transporte del material vegetal, se hará con los cuidados necesarios para evitar el maltrato a las plántulas y será por cuenta del contratista.

*Siembra o Plantación.* Se ejecutará quince días previos a la época de lluvia, para garantizar el completo establecimiento de la plantación. Se realizarán las podas de siembra, en el momento de ser llevado el material vegetal al sitio definitivo, para lograr un desarrollo radicular óptimo. Se deberá efectuar riego, de acuerdo a las condiciones climáticas del terreno, hasta el total establecimiento de la plantación. Se plantarán especies nativas de la región donde se adelantará el establecimiento forestal y entre ellas tenemos: cajeto (*Trichanthera gigantea*), cedro amargo (*Cedrela odorata*), cámbulo (*Erithryna poepigiana*), cañofistol (*Cassia moschata*), flor amarillo (*Tabebuia crysantha*), yopo (*Adenantha peregrina*) entre otros, todas las especies deberán ser nativas y resistentes a las inundaciones periódicas de la región.

Al momento de la siembra se debe mezclar con materia orgánica (aproximadamente 25%) el sustrato extraído del hoyo y comenzar a llenarlo. Cuando se pueda introducir el plantón quedando la parte superior del pan de tierra a ras del suelo se debe colocar la planta y llenar los espacios laterales con el sustrato, procurando que no queden bolsas de aire y que el sustrato quede bien compacto. El plantón no debe permanecer hundido o bajo el nivel del suelo, sino al mismo nivel ya que podría ocurrir encharcamiento y posterior pudrición de la planta. Cuando los plantones estén en bolsa, debe retirarse la misma con mucho cuidado para evitar que el pan de tierra se deteriore; así mismo, si vienen en otro tipo de envases. Cuando las plántulas están a raíz desnuda es importante verificar que las raíces no queden dobladas.

Antes de sembrar es importante verificar que al momento de plantar los hoyos no estén saturados de agua.

Los huecos deben cumplir con las dimensiones previstas 0,3X0,3X0,3m.

Esta característica del hoyo ayuda a que la planta tenga un área de crecimiento radicular en los primeros meses, lo que permite un mejor aprovechamiento de nutrientes y absorción de agua. Cuando se realizan hoyos superficiales y cónicos, la planta tiene mayores problemas para desarrollar sus raíces en corto tiempo y se convierte en una planta menos resistente para soportar el primer período de verano, el cual es un período crítico. Cuando se realiza el ahoyado se debe tener el cuidado de separar la capa superficial del suelo para colocarla en el fondo del hoyo al momento de plantar.

La capa superficial es la que tiene más nutrientes y debe colocarse cerca de las raíces para que puedan aprovechar rápidamente los nutrientes que contiene.

**Fertilización.** La fertilización en campo tiene el objetivo de promover el rápido crecimiento y aumentar la vigorosidad de las plantas para garantizar su establecimiento. En la fertilización se recomienda:

- Al momento de la siembra se realizará una fertilización con abono granular completo y superfosfato mezclado con materia orgánica (aproximadamente 2 onzas de cada uno).
- A los dos meses una fertilización selectiva, es decir, a las plantas con menor vigor y crecimiento. Se debe aplicar abono granular completo más sulfato de amonio (aproximadamente 2 onzas de cada uno). De ser necesario, en el segundo año, se realizará una tercera fertilización selectiva, similar a la segunda.

**La resiembra.** Es la reposición de los árboles plantados que por diversas causas mueren. Se estima que en términos generales hasta un 10% de mortalidad, valor que varía según el tipo de material vegetal empleado, condiciones bioclimáticas al momento de sembrar y practica de los obreros que realizan la plantación.

**Control fitosanitario.** Se evaluará periódicamente el estado fitosanitario de la plantación, para evitar la presencia de plagas y enfermedades, garantizando el desarrollo normal de ésta.

**Limpias.** Para garantizar el éxito de la plantación, el Contratista, deberá realizar las actividades de mantenimiento requeridas en el primer año de la plantación, dentro de las cuales se encuentran mínimo dos limpias por año.

**Adecuación de caminos.** Protección de incendios. Al igual que las limpias, esta labor hace parte del mantenimiento requerido en el primer año de la plantación.

Unidad de análisis: La unidad de medida y análisis, en cada labor, será el Jornal.



**Herramienta menor.** Descripción: Se suministrarán todas las herramientas como son pala, pico, barretón y paladraga, etc., requeridas para llevar a cabo el establecimiento de la plantación.

**Unidad de análisis:** Las herramientas se reconocerán como el 5% de costo total de la mano de obra del establecimiento y mantenimiento del año 1.

**Insumos.** Descripción: Se suministrarán los insumos relacionados en el formato formulario de cantidades de obra y presupuesto, en las cantidades descritas en él.

El material vegetal para la reforestación debe soportar las condiciones naturales de la zona, con el fin de facilitar la adaptabilidad de las especies al terreno. Se hacen recomendaciones para el suministro de las plántulas como es la selección de especies, procedencia de las plántulas y altura mínima.

**Selección de especies:** Se seleccionarán para la recuperación de las áreas degradadas por las actividades antrópicas, especies nativas que garanticen la adaptabilidad al sitio definitivo.

**Procedencia de las plántulas.** Las plántulas pueden ser suministradas por un vivero de la zona o pueden ser sembradas en un vivero provisional.

**Altura.** La altura recomendada para el trasplante definitivo al sitio de siembra, debe estar comprendida entre 30 y 50 cm de altura de la plántula por encima de la bolsa, el tamaño de la bolsa será acorde a lo planteado del tamaño de la plántula para proteger la raíz de las plántulas de crecimiento.

**Transporte.** Descripción: Se refiere al transporte de todos los insumos necesarios para el establecimiento de la plantación, desde el sitio de suministro hasta el lugar de siembra.

**Unidad de análisis:** El transporte de los insumos se reconocerá como el 15% de costo total de los insumos requeridos para el establecimiento de la plantación.

**Asistencia técnica especializada.** *Descripción:* Se refiere a la asistencia prestada para el establecimiento de la plantación por parte de un Profesional o Tecnólogo con experiencia en este tipo de trabajos. Asistencia que se deberá prestar en cada una de las labores requeridas para el establecimiento y el mantenimiento el año 1, garantizando el éxito de la plantación.

**Unidad de análisis:** La asistencia técnica especializada se reconocerá como un 10% de los costos de mano de obra e insumos necesarios para el establecimiento de la plantación.

**Aislamiento de la plantación.** En este acápite se desarrollan los requerimientos mínimos para ejecutar el aislamiento de la plantación. Dicho aislamiento se hará previo, antes del establecimiento de la plantación. Se ha estimado 163 m por hectárea de aislamiento, optimizando su instalación de tal manera que evite al máximo la entrada de agentes externos que pongan en peligro el desarrollo de la plantación.

#### **Insumos.**

**Poste de aislamiento:** Los postes a utilizar para las labores de aislamiento tendrán las siguientes especificaciones. La especie a utilizar debe soportar las inclemencias del clima, en lo posible se usarán aquellas recomendadas como son: especies que hayan sido plantadas, en bosques comerciales, cumpliendo con la norma de la autoridad ambiental

*Alambre:* Se utilizará alambre calibre 12 y se colocarán 4 hilos.

*Grapas:* Se utilizarán grapas grandes.

#### **Transporte.**

**Descripción:** Se refiere al transporte de todos los insumos necesarios para el aislamiento individual de la plantación, desde el sitio de suministro hasta el lugar de siembra. Será por cuenta del contratista.

Tabla 6. Costos e instalación para una (1) hectárea plantación con especies nativas

ítem	Descripción	unidad	cantidad	Valor/Unitario	Valor/Total
1	<b>Establecimiento y mantenimiento</b>				
1.1	mano de obra establecimiento				
1.2	Preparación del Terreno	Jornal	5	60.000	300.000
1.3	Trazado	Jornal	2	40.000	80.000
1.4	Plateo y ahoyado	Jornal	8	40.000	320.000
1.5	Encalada y abonada	Jornal	4	40.000	160.000
1.6	Transporte menor de plántulas	Jornal	4	40.000	160.000
1.7	Siembra	Jornal	6	40.000	240.000
	<b>subtotal jornales establecimiento</b>		<b>29</b>		<b>0</b>
2	Insumos				0
2.1	Plántulas forestales nativas	Unid.	277	2.000	554.000
2.2	Fertilizantes	Kg	280	2.400	672.000
2.3	Cal dolomita	Bulto	11	30.000	330.000
2.4	Agrimins	Kg	30	2.400	72.000
2.5	Plaguicida	Global	2	50.000	100.000
3	<b>Costos indirectos</b>				0
3.1	Transporte	Jornal	10	40.000	400.000
3.2	Herramienta	Global		100.000	0
4	<b>Insumos del cercado</b>				0
4.1	Postes	Cantidad	170	15.000	2.550.000
4.2	Alambre (Calibre 15" X 400m)	Rollo	5	300.000	1.500.000
4.3	Grapa	Caja Kilo		45.000	135.000
4.4	Transporte	global			627.750
5	costos mantenimiento 6 meses posterior a la siembra mano de obra				
5.1	Deshierba y Limpieza	Jornal	6	40.000	240.000
5.2	Resiembra	Jornal	4	45.000	180.000
5.3	Control Fitosanitario	Jornal	6	60.000	360.000
5.4	Fertilización	Jornal	8	45.000	360.000
5.5	Plántulas para replante	Cantidad	250	2.000	500.000
5.6	Recursos para insumos en el vivero	gl			1.000.000
6	Administración e imprevistos			0,1	1.084.075
	<b>Total/ha</b>				<b>\$11.924.825</b>
	<b>Costos totales</b>				<b>59.624.125</b>

Son: cincuenta y nueve millones seiscientos veinticuatro mil ciento veinticinco pesos M/Cte

### Analisis financiero

Existen diversas fuentes de ingreso económico para este tipo de proyectos algunos se puede realizar con recursos públicos y otro con privados. Aquellos públicos se pueden adquirir

mediante proyectos en la alcaldía de Tauramena, gobernación de Casanare; Fondo de Compensación Ambiental – FCA, el Fondo Nacional Ambiental – FONAM, y el Sistema General de Regalías – SGR, este tipo de proyecto pueden estar incluidos en los planes desarrollados de estas instituciones. Cuando es de tipo privado se usa la figura de compensación ambiental ya sea para realizarlo donde el empresario está realizando la afectación o paga para que se haga en otro lugar. Mediante estas figuras institucionales ya se tienen herramientas que permiten generar recursos para este tipo de proyectos.

### **Interpretación**

Las especies forestales mencionadas aportan valor económico de la finca además permiten que el predio tome una vocación de conservación natural. Es importante mencionar que los colonos del predio se deben desprender de su sistema económico de ganadería extensiva y mediante el proyecto buscar alternativas de sostenibilidad.

Con el proyecto socioambiental se busca garantizar dos posibles soluciones; la primera pretende cambiar el sistema productivo y la segunda busca valorizar el predio en un capital ecológico en donde surja una alternativa de venta como área protectora de una fuente abastecedora del acueducto urbano.

La reforestación allí planteada tiene por sí, misma un precio que termina valorizando la unidad predial. Es importante siempre dejar claro que este tipo de reforestaciones no es la típica o clásica sino es un enlace de las áreas fragmentadas que busca la unión de del ecosistema devolviendo la funcionalidad de la cuenca por ende la restauración.

### **Toma de decisiones**

La estructura del proyecto se debe ejecutar en relación a la necesidad de la familia allí presente y teniendo en cuenta sus posibilidades económicas de aportar al proyecto. Quizás no se tenga el musculo financiero, pero si la capacidad de logística de ejecutarlo además teniendo en cuenta que son personas con vocación al cambio del uso del suelo tienen la posibilidad de permitir que se realicen sin obstáculo alguno todas las etapas del proyecto.

Tomando esta premisa se inicia una primera etapa en donde se deja la instalación del proyecto hasta el monitoreo de los siguientes 6 meses con el equipo y la financiación para llevarlo a cabo. De ahí en adelante se debe tomar un nuevo periodo o una segunda etapa donde muy seguramente vendrán nuevos retos para seguir construyendo estrategias de la restauración. Algunos intereses como la protección de la ronda hídrica del rio o hasta quizás se decida que el predio debe ser cedido en condición de venta al municipio para zonas protegidas ya que esta cuenta como una zona estratégica de recolección y abastecimiento de agua para el acueducto municipal.

Una particularidad del proyecto es la búsqueda de la aceptación y replica dentro de más áreas de la cuenca. Para ello se busca llegar a las instituciones interesadas o alguna privada para que inyecte recursos que permitan dar un avance significativo quizás compensando la familia allí presente con algún cultivo sostenible y se vea remunerado el esfuerzo que han puesto para sacar un proyecto de esta importancia. La familia propone que el proyecto se ejecute en su predio se valore su tierra y se le otorgue el excedente de esta manera sea destinado a ronda protectora de la microcuenca del río Caja. Esta última alternativa es la más viable ya que el municipio cuenta

con los recursos para ejecutar no solamente el proyecto sino también para adquirir el predio y ponerlo a disponibilidad de los bienes naturales de la zona.

## Resultados y discusión

Como primer resultado se logró establecer que el área de estudio tiene la siguiente cobertura:

Se presenta en la figura 4. Mapa de Cobertura de la cuenca del río Caja Municipio de Tauramena, área de estudio Cuenca baja; Pastos arbolados, (Corine Land Cover 2010), localmente se identifican como sistemas silvopastoriles, estos pastos asociados a árboles de sombrío y forrajeros: espacios dedicados a la actividad pecuaria, que representa un gran porcentaje del área de estudio, siendo la ganadería la actividad más representativa, adicionalmente, se presentan las áreas con pastos de sabanas naturales limpios con ganadería extensiva, en el área de estudio se presentan de manera aislada.

-Cultivos permanentes herbáceos Plátano, banano, piña, áreas en pequeñas unidades productivas de uso intensivo, por sectores se presentan cultivos de subsistencia. las áreas con este tipo de cobertura presentan cultivos así: según SIATA (2020), cacao asociado a plátano y maderables, piña, cítricos, maracuyá, yuca y piscicultura; al igual que sistemas productivos para autoconsumo de maíz, plátano y caña de azúcar. Además, existe aprovechamiento forestal en bosque nativo.

Bosques densos de tierra firme que en el mapa se denomina sistema forestal; las áreas de bosques son áreas de vegetación nativa que en su mayor parte representan bosques de galería, se ubican en las rondas hídricas de las diferentes corrientes; entre estas; cañada la Limonera, Quebrada el Garrapato, Quebrada la Guajalera y quebrada Agua blanca. Estos suelos tienen como usos principales y compatibles, según el EOT (2014), protección, conservación, revegetalización,

rehabilitación de la biodiversidad, investigación controlada, captación de aguas, institucional, establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles y silvo pastoriles, plantaciones forestales protectoras-productoras con especies nativas, plantaciones productoras (caucho, cacao, teca), granjas integrales, ecoturismo y recreación pasiva.

En cuanto a la propuesta de restauración ecológica se diseñaron los microcorredores para facilitar la integración de la vegetación los cuales se prevé instalar en etapa de reforestación, además se determinan y evalúan acciones de restauración en la ronda hídrica de la cuenca baja del Río Caja; vereda bendiciones; Municipio de Tauramena-Casanare buscando la reconexión de las funciones de la cuenca por lo cual se planteó una restauración ecológica de 5 hectáreas con especies nativas, bajo la participación de la comunidad del área de influencia. Se concluye la necesidad de incorporar estos proyectos en los planes de desarrollo de los municipios puesto que una de las principales debilidades es la falta de recursos y para ello se plantea la gestión con los entes competentes como: Fondo de Compensación Ambiental – FCA, el Fondo Nacional Ambiental – FONAM, y el Sistema General de Regalías – SGR de tal forma que se tenga financiación para la ejecución de las actividades propias del proyecto y el seguimiento, con lo que dará como resultado, la restauración del área puntual que se viene deteriorando de manera acelerada.

El deterioro del área se da por socavamiento del talud del río Caja, el cual ha venido perdiendo su estabilidad en magnitud mediana lo que amerita generar acciones que permitan parar frenar y restaurar el deterioro que se está presentando en la margen derecha, inicia por aislamiento del área para retirar de allí los bovinos que ingresan de predios vecinos, los cuales deterioran la cobertura existente, y en este caso no permitirían el establecimiento de las especies



tipo arbóreo y arbustivo que hacen parte del presente proyecto, de otra parte, este será un terreno en descanso, dado que ha perdido su capacidad para el desarrollo de actividades productivas.

Como actividades de seguimiento se prevén visitas cada seis meses lo permitirá tener información sobre el estado de la restauración y de ser necesario prever acciones complementarias para lograr la restauración del área.

El presente proyecto pretende desarrollar acciones tendientes a la restauración ecológica dado que se tienen diferentes experiencias en el tema es el caso de la Fundación Natura Colombia (2015). Que desarrollo la Restauración ecológica del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes – Sector Norte.

Este proyecto se ejecutó para promover procesos de sucesión ecológica secundaria en áreas degradadas para contribuir al mantenimiento de la integridad ecológica y la oferta de servicios ecosistémicos, con la restauración ecológica de 750 hectáreas del sector Norte del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, hoy presenta diferentes resultados positivos como:

- Construcción de 2 viveros permanente
- Construcción de 2 viveros temporales
- Instalación de 12.017 metros de cerca para reducir tensionantes de la restauración
- Restauración activa de 323 hectáreas
- Restauración pasiva de 2.000 hectáreas
- Instalación de 20 estructuras para atraer dispersores de semillas
- Elaboración de un Plan de monitoreo
- Elaboración de un Plan de contingencias
- Estrategia de comunicaciones

En este sentido se pretende trabajar para desarrollar el proyecto de interés, iniciando por pequeñas acciones y continuando con la gestión del proyecto ante las autoridades locales que permita el desarrollo de la idea en mayor proporción.

En este mismo sentido se ha identificado como experiencia exitosa se tiene Crio-Yo Mi Tierra (2018), se destaca por su aporte al fortalecimiento del liderazgo como herramienta para el empoderamiento de las comunidades en favor del conocimiento y conservación ambiental, mediante la apropiación de tecnologías y mecanismos de participación ciudadana, contribuye a la formación y acompañamiento de diversas iniciativas de 240 líderes comunitarios pertenecientes a 48 veredas ubicadas en los municipios Yopal, Aguazul y Tauramena.

En cuanto a los costos del proyecto se cuantifica que para la primera etapa se tienen costos de Cincuenta y nueve millones seiscientos veinticuatro mil ciento veinticinco pesos (\$59.624.125) m/cte

De otra parte se prevé el monitoreo y seguimiento se realizará mediante visitas periódicas para ajustar algunas actividades y observar aquellas que han funcionado para la instalación y establecimiento de la plantación, para evaluar si el proyecto está dando resultados esperados, estos procesos por su complejidad requieren de personal capacitado, además de una sistematización y almacenamientos de los datos encontrados, para luego determinar la implementación de otras fases de la restauración o por el contrario no ser necesario la implementación de nuevas tareas de recuperación in situ.

## Recomendaciones

La incorporación de especies nativas como materia prima de los arreglos forestales son importantes para el desarrollo de la diversidad de la flora, para lo cual se vincularán los saberes de la comunidad permitiendo de manera asertiva selección de las especies a propagar.

La comunidad por conocer el entorno debe apoyar el desarrollo de las actividades; esto permite un mayor arraigo al entorno, dado que todos los actores que participan en la función de la cuenca generan garantía de éxito del proyecto.

Se deben realizar acompañamiento durante todo el desarrollo del proyecto ya que son procesos lentos y pueden generar desinterés a largo plazo por parte de la comunidad.

Buscar apoyo económico de los entes gubernamentales y de empresas privadas para que faciliten una rápida intervención sobre las zonas degradadas.

Generar información alterna como folletos, videos o publicidad audio visual con el objetivo de motivar a otras comunidades a realizar proyectos similares.

Es importante tener en cuenta que la restauración ecológica no es una reforestación clásica sino un proceso muy complejo que conlleva muchos años en hacerse realidad todos los resultados esperados.

Los tomadores de decisiones y líderes de este tipo de proyectos deben ser personas capacitadas y con criterios interdisciplinarios lo suficiente claro para que un proyecto de esta magnitud se convierta en una verdadera experiencia de impacto positivo al medio ambiente.

Muy seguramente aparecerán problemas que intenten desanimar el desarrollo de los planes de restauración por lo tanto es importante fijar metas a corto, media y largo plazo para poder evaluar y determinar los avances; teniendo en cuenta que se trata de un testigo o un modelo de otra experiencia en este tipo de ejecuciones son importantes para comparar los resultados obtenidos generar nuevas estrategias de mejora para futuros proyectos.

Se define que el predio debe ser aislado en su totalidad con una cerca de alambre de púas esto a que a pesar de que los dueños no tengan animales bovinos los vecinos aprovechan el terreno para ingresar semovientes y seguir con el pisoteo y el pastoreo, por ende, no se lograría quitar la presión que esta actividad viene generando.

## Conclusiones

Se concluye que es necesario cambiar el modelo económico del predio con el fin de eliminar el 100% de la ganadería extensiva ya que sigue promoviendo la pérdida de la cobertura vegetal. Se propone un modelo de asocio entre especies maderables con cultivos de café o cacao ya que estos soportan el sombrero y no alteran considerablemente la función del ecosistema.

Por el agotamiento de la cobertura vegetal en la ronda protectora del cauce del río Caja y la pérdida de estabilidad en el talud se contempla la posibilidad de intervenir parte del área con acciones de restauración ecológica que permitan restaurar las funciones ambientales del ecosistema para esto se prevé la instalación de especies forestales nativas, instaladas mediante diseño de microcorredores que facilitan la restauración de las funciones ecológicas del lugar, tengan rápido crecimiento en el momento de ser plantas por estar adaptadas al lugar, con énfasis en especies como el yopo (*Anadenanthera peregrina*) de gran aceptación en la comunidad, de otra parte, se le conocen diferentes usos como madera para postes, leña y recuperación de los suelos, siendo caducifolio aporta materia orgánica a la estructura edáfica.

## Referencias bibliográficas

- [Acero, L.E./ B.P. Exploration Company. \(2005\) Plantas útiles de la cuenca del Orinoco. Bogotá. Colombia. P. 608.](#)
- Alcaldía de Tauramena. (2006). Acuerdo No.004 de 2006, por medio del cual se adopta la revisión del esquema de ordenamiento territorial de tauramena y el programa de ejecución en el corto, mediano y largo plazo y se deroga el acuerdo 014 de 2000.
- Aguilar, M., Ramírez, W. (2016). Fundamentos y consideraciones generales sobre restauración ecológica para Colombia. Documentos de trabajo Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Biodiversidad práctica. 1(1). 147-176.
- Barrera, J.I., S.M. Contreras-Rodríguez, N.V. Garzón-Yepes, A.C. Moreno-Cárdenas y S.P. Montoya-Villarreal. 2010. Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Bogotá, Colombia. 402 pp
- Carmenza, m. (2013). Informe sobre el estado de los recursos naturales y el medio
- Casanare 24 horas (Periódico digital) del 16 de agosto de 2020. Proyecto de restauración ecológica de Equión, finalista en los Premios Latinoamérica Verde.
- Congreso de la Republica de Colombia. (1974). Decreto ley 2811 de 1974, Código nacional.
- Duran, j. c. (2018). Análisis Ambiental del Suelo en Proyectos de Restauración Ecológica y de ecosistemas terrestres en Colombia. Bogotá, D.C., Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Terminos y definiciones, evaluación de los recursos forestales mundiales. Documento de trabajo no. 188
- Fundación Natura Colombia (2015). Restauración ecológica del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes – Sector Norte. Departamento de Santander, municipio de San Vicente de Chucurí.
- [https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/pla\\_n\\_nacional\\_restauracion/PLAN\\_NACIONAL\\_DE\\_RESTAURACION\\_C3%93N\\_2.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/pla_n_nacional_restauracion/PLAN_NACIONAL_DE_RESTAURACION_C3%93N_2.pdf)
- IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y – SGC Servicio Geológico Colombiano. Anexo C Susceptibilidad por Suelos Edáficos. Bogotá, Colombia p.16 Recuperado de:  
[http://recordcenter.sgc.gov.co/B22/477\\_17AmeMM211\\_Tauramena/Documento/Pdf/C\\_Suelos.pdf](http://recordcenter.sgc.gov.co/B22/477_17AmeMM211_Tauramena/Documento/Pdf/C_Suelos.pdf)
- IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá, D. C., Colombia. 72.p.
- IGAC- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2014). Estudio general de suelos y zonificación de tierras- Departamento de Casanare, Escala 1:100.000. Imprenta Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. (2015). Plan de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá. Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. (2017), decreto 870 de 2017, Por el cual se establece el Pago por Servicios Ambientales y otros incentivos a la conservación. Bogotá. Colombia.
- Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible- MADS. (2015). Plan Nacional de Restauración ecológica, Rehabilitación y recuperación de áreas Disturbadas. Bogotá Colombia. P. 92.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS. (2017). Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas. Bogotá. Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). Términos y definiciones. Evaluación de los recursos forestales Mundiales. Documento de trabajo no. 188 de la evaluación de recursos forestales. Roma, Italia.
- Republica de Colombia. (1974). Decreto ley 2811 de 1974, Código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente. (Ley 23de 1973).
- Salamanca, b. (2017). protocolo para el establecimiento de área piloto como herramientas de manejo paisaje como método de restauración ecológica en paisajes palmeros. Santa marta.
- SISBEN-sistema de identificación y clasificación de potenciales beneficiarios. (2015). Plan de desarrollo territorial (2016-2019). cobertura acueducto área rural por vereda. Tauramena-Casanare, Colombia. 169.p.
- SISBEN-sistema de identificación y clasificación de potenciales beneficiarios. (2015). Plan de desarrollo territorial (2016-2019). Distribución población, familias y viviendas del área rural. Tauramena-Casanare, Colombia. 167.p.
- SISBEN-sistema de identificación y clasificación de potenciales beneficiarios. (2016). plan de desarrollo territorial. Tauramena.
- SISBEN-sistema de identificación y clasificación de potenciales beneficiarios. (2015). Plan de desarrollo territorial (2016-2019). cobertura servicio de energía eléctrica área rural por vereda. Tauramena-Casanare, Colombia. 182.p.
- Vargas, o. (2011). restauración ecológica. biodiversidad y conservación. digital portal de revistas UN, XVI (2), 221-246. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/19280/28009>.
- Vargas, O., Díaz, J.E., Reyes, S.P., Gómez, P.A. (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 (MAVDT) y Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN). Grupo de Restauración Ecológica GREUNAL Departamento de Biología Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN). (2016). Manuel Spinola (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. San José, Costa Rica. 436p

Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD” (2020).

<https://academia.unad.edu.co/ecapma/investigacion-y-productividad/lineas>