



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 12 de enero 2018

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Karina Andrea Perdomo Sánchez, con C.C. No. 1.077.868.432

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o pasantía supervisada

titulado LIDER EN APOYO DEL MONITOREO DE ESTRATEGIAS Y ZONIFICACIÓN DE ÁREAS, PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE SECO TROPICAL DEL ÁREA DE COMPENSACIÓN ECOLÓGICA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO presentado y aprobado en el año 2017 como requisito para optar al título de

Ingeniero Agrícola;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Karina Andrea Perdomo Sánchez



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: LIDER EN APOYO DEL MONITOREO DE ESTRATEGIAS Y ZONIFICACIÓN DE ÁREAS, PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE SECO TROPICAL DEL ÁREA DE COMPENSACIÓN ECOLÓGICA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Perdomo Sánchez	Karina Andrea

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Peña Quimbaya	Martha Lucia

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Zapata Castañeda	José Agener

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniera Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Agrícola

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2018 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 9

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos Ilustraciones en general ___ Grabados ___ Láminas ___
Litografías ___ Mapas Música impresa ___ Planos ___ Retratos ___ Sin ilustraciones ___ Tablas o Cuadros



SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

Inglés

1. Restauración Restoration
2. Reclutamiento Recruitment
3. Regeneración Regeneration
4. Zonificación zoning
5. Ecosistema ecosystem

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El Plan Piloto de restauración ecológica presenta un componente importante llamado Monitoreo, que consiste en el seguimiento y evaluación continua de los cambios que experimenta el ecosistema. De esta forma, permite conocer diversos datos, donde uno de ellos es el Reclutamiento, esta actividad es de gran importancia ya que se identifica y evalúa las plántulas establecidas de forma natural en el ecosistema, lo cual se conoce como regeneración y es uno de los indicadores del avance de los estados de sucesión en la restauración ecológica. Un último componente corresponde a la zonificación de áreas para la restauración ecológica de la zona, que define las intervenciones necesarias para la restauración en las 11.079 ha, teniendo en cuenta el factor abiótico, donde se estudió la textura del suelo para las diferentes coberturas de restauración, no se encontraron limitantes entre las texturas del suelo y las coberturas. También se señala que en los porcentajes de gramíneas en las tres estrategias de restauración la presencia de árboles en zonas cubiertas por pastizales ayuda al control de la matriz de pastos en procesos de restauración ecológica en pastizales, por lo que podemos esperar una respuesta favorable en la sucesión vegetal a través del tiempo a medida que aumente la población arbórea en estrategias de multinodrizas nodrizas y nucleación.



ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The Pilot Plan for ecological restoration has an important component called Monitoring, which consists in the continuous monitoring and evaluation of the changes that the ecosystem experiences. In this way, it allows to know different information, as Recruitment, this activity is of great importance since it identifies and evaluates the seedlings established in a natural way in the ecosystem, which is known as regeneration and is one of the indicators of the progress of the succession states in the ecological restoration. A final component corresponds to the zoning of areas for the ecological restoration, which defines the necessary interventions for restoration in 11,079 hectares, taking into account the abiotic factor, where soil texture was studied for the different restoration coverages, no limitations were found between the textures of the soil and the coverings. It is also pointed out that in the percentages of grasses in the three restoration strategies, the presence of trees in areas covered by grassland helps control the pasture matrix in ecological restoration processes in grasslands, so we can expect a favorable response in the plant succession over time as the tree population increases in nursery multi-nesting strategies and nucleation.

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: *FAYUSA LAMIE ROSAS GARCIA*

Firma:

Nombre Jurado: *Jose' Agner Zapata Castañeda*

Firma:

PASANTIA SUPERVISADA

**LIDER EN APOYO DEL MONITOREO DE ESTRATEGIAS Y ZONIFICACIÓN DE
ÁREAS, PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE SECO TROPICAL
DEL ÁREA DE COMPENSACIÓN ECOLÓGICA DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO**

KARINA ANDREA PERDOMO SÁNCHEZ

CÓD: 20121109749

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
GARZÓN-HUILA**

2017

**INFORME FINAL EN MODALIDAD DE PASANTIA PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERA AGRÍCOLA**

**LIDER EN APOYO DEL MONITOREO DE ESTRATEGIAS Y ZONIFICACIÓN DE
ÁREAS, PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE SECO TROPICAL
DEL ÁREA DE COMPENSACIÓN ECOLÓGICA DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO**

**KARINA ANDREA PERDOMO SÁNCHEZ
CÓD: 20121109749**

**DOCENTE SUPERVISOR:
ING. MARTHA LUCIA PEÑA QUIMBAYA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
GARZÓN-HUILA**

2017

El informe final de pasantía titulado “LIDER EN APOYO DEL MONITOREO DE ESTRATEGIAS Y ZONIFICACIÓN DE ÁREAS, PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE SECO TROPICAL DEL ÁREA DE COMPENSACIÓN ECOLÓGICA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO” presentado por Karina Andrea Perdomo Sánchez, en cumplimiento de los requisitos para optar al título de Ingeniera Agrícola, fue aprobado en la fecha _____,

NOTA DE ACEPTACION

NOMBRE JURADO

NOMBRE JURADO

NOMBRE DIRECTOR

DEDICATORIA

Principalmente quiero dedicarle este logro a Dios, quien me ha guiado y fortalecido en esta etapa de mi vida que estoy pronto a culminar. Con su gran amor he podido comprender el valor del esfuerzo, la disciplina y el respeto que cualquier sueño requiere para ser alcanzado.

A mis padres, Carmen Alicia Sánchez Ramos, Jairo José Perdomo Castrillón y Luis Eduardo Bejarano Castillo por ser el motivo de todos mis esfuerzos, por creer en mis capacidades y por brindarme apoyo incondicional durante toda esta importante etapa de mi vida.

A toda mi familia, por animarme siempre a seguir adelante, a luchar por lo que quiero y a ser cada día mejor ser humano. Por supuesto también a mis amigos que me acompañaron en todo el transcurso de mi carrera y que estuvieron conmigo en todo momento.

Por último, pero no menos importante, dedico este proyecto a todas aquellas personas que hicieron posible su elaboración, a mi jefe inmediato, el Ingeniero Erik Yohan Ibarra Hoyos por compartirme su conocimiento y ser mi guía y apoyo durante toda la realización de mi pasantía, a los profesores por estructurar mi carrera y ser esos seres invaluable que hicieron esto posible, y principalmente a todos los que creyeron en mí.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios, por permitirme conocerle y sentir su gran poder, por hacer de mí un mejor ser humano, por iluminarme y guiarme en esta etapa tan importante de mi vida, porque gracias a sus enseñanzas esto ha sido posible.

Agradezco a mis padres, Carmen Alicia Sánchez Ramos y Jairo José Perdomo Castrillón, porque me impulsaron siempre a luchar por mis sueños, a ser una persona íntegra y correcta y porque nunca se rindieron conmigo, porque me animaron a seguir la batalla a pesar de mis inseguridades y miedos. Gracias a mi madre por apoyarme incondicionalmente y por quererme tanto y a mi padre por depositar su confianza en mí.

A Luis Eduardo Bejarano Castillo, por nunca dejarme sola, por caminar conmigo siempre durante los procesos más importantes de mi vida, por permanecer a mi lado y contribuir positivamente en mi formación profesional y personal. Por ser mi papá, mi amigo y una motivación más para alcanzar mis metas.

Para mi familia y amigos, quienes han sido mi sostén, mi alegría y mi despertar, porque me ayudaron en todo momento y porque a pesar de las adversidades siempre estuvieron conmigo. A mi novio, por brindarme su amor incondicional, su sabiduría y conocimiento para que este proyecto fuera posible, por ser mi gran apoyo y por animarme siempre que lo necesito. Gracias a los docentes y a la Universidad Surcolombiana por estar presentes siempre en mi formación profesional, atentos ante cualquier inquietud y dispuestos siempre a colaborarme en todo el proceso formativo.

A mis jefes, los Ingenieros Francisco Torres, Leslye Muñoz y Erik Ibarra, por compartir sus conocimientos y sabiduría conmigo durante el tiempo de la pasantía, así mismo, a la Fundación NATURA por darme la oportunidad de trabajar en este proyecto tan maravilloso que se está llevando a cabo y que me dejó una gran experiencia en mi vida laboral y personal. Gracias a quienes me motivaron en mi labor e hicieron que este sueño fuera realidad.

Tabla de contenido

	Pag.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA Y DEL PROYECTO	3
2.1. Fundación Natura	3
2.2. Plan Piloto de Restauración Ecológica de la Central Hidroeléctrica el Quimbo	3
3. OBJETIVOS	5
3.1 Objetivo general	5
3.2 Objetivos específicos	5
4. METODOLOGIA	6
4.1 ÁREA DE TRABAJO.....	6
4.2.1 Componentes asistidos del Plan Piloto de Restauración Ecológica del Bosque seco tropical	7
4.3 ACTIVIDADES DESARROLLADAS	8
4.3.1 Componente de monitoreo	8
4.3.1.1 Monitoreo de reclutamiento en Multinodrizas y Nodrizas.....	11
4.3.1.2 Monitoreo de reclutamiento en estrategias de Nucleación.....	13
4.4 Componente de zonificación de áreas.....	17
4.4.1 Estudio de textura de suelo	18

5. ANÁLISIS Y RESULTADOS	21
5.1 Actividades del reclutamiento.....	21
5.1.1 Evaluación de coberturas	22
5.1.1.2 Especies representativas de cada estrategia	27
5.2 Estudio de la textura del suelo en el componente de zonificación.....	27
6. CONCLUSIONES	34
7. SUGERENCIAS O RECOMENDACIONES	35
8. APORTE INDIVIDUAL	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS	38

Lista de figuras

	Pag.
Figura 1. Zona de compensación ambiental Central hidroeléctrica El Quimbo.	6
Figura 2. Componentes de apoyo al Plan Piloto de Restauración Ecológica del Bosque Seco Tropical.....	7
Figura 3. Ubicación y determinación sub-parcelas de monitoreo del reclutamiento.	9
Figura 4. Establecimiento y marcación de cuadrantes.	9
Figura 5. Esquema metodológico del reclutamiento de Nodrizas y Multinodrizas	10
Figura 6. Formato de Registro Monitoreo del reclutamiento Nodrizas y Multinodrizas Fase 1	11
Figura 7. Modelo 1 de siembra de multinodrizas en arbustales en pendiente leve de zona 2 Mesa Alta	12
Figura 8. Modelo de siembra de nodriza en arbustales	13
Figura 9. Marcación de es la esquina NW y centro de la parcela de nucleación.	14
Figura 10. Diseño de muestreo en parcelas de nucleación.....	15
Figura 11. Marcación puntos del transecto	15
Figura 12. Ubicación de regla en forma perpendicular y registro de plántulas identificadas.	16
Figura 13. Parcelas de muestreo de reclutamiento estrategias de nucleación	17
Figura 14. Toma de muestra de suelo	18
Figura 15. Diagrama triangular de las clases texturales básicas del suelo según el tamaño de las partículas, de acuerdo con el USDA.....	19
Figura 16. Determinación de proporción de partículas y de textura del suelo.....	20

Figura 17. Prueba de botella	20
Figura 18. Ubicación sub-parcelas de reclutamiento zona 2.....	21
Figura 19. Cobertura promedio en estrategias de multinodrizas.....	23
Figura 20. Cobertura promedio en estrategias de nodrizas	25
Figura 21. Cobertura promedio en estrategias de Nucleación	26
Figura 22. Mapa subregión ecológica 1 localización unidades de muestreo	28

Lista de tablas

	Pag.
Tabla 1. Información monitoreo zona 2	22
Tabla 2. Cobertura promedio en estrategias de multinodrizas	23
Tabla 3. Cobertura promedio en estrategias de nodrizas	24
Tabla 4. Cobertura promedio en estrategias de Nucleación.....	25
Tabla 5. Índice de importancia de especies vegetales	27
Tabla 6. Descripción general de texturas de suelo según la cobertura vegetal evaluada en campo.....	29
Tabla 7. Contenido de materia orgánica según la cobertura vegetal.....	33

Lista de anexos

	Pag.
Anexo A. Lista de especies vegetales de reclutamiento en zona 2	38
Anexo B. textura del suelo de los puntos de muestreo en la subregión ecológica 1	41
Anexo C. Profundidad de materia orgánica de los puntos de muestreo en la subregión ecológica 1	44

1. INTRODUCCIÓN

La Central hidroeléctrica el Quimbo junto con la Fundación Natura, como una medida de compensación ambiental por la sustracción de la Reserva de la Amazonia, llevan a cabo el Plan Piloto de Restauración Ecológica de bosque seco tropical que se desarrolla en un área experimental de 140 hectáreas, con el fin de determinar las estrategias de restauración más efectivas para posteriormente ser implementadas en el Plan de Restauración Ecológica de Bosque seco Tropical que se desarrollara sobre un área de 11.079 ha ubicada en el margen del embalse.

El Plan Piloto de restauración ecológica presenta un componente importante llamado Monitoreo, el cual consiste en el seguimiento y evaluación continua de los cambios que experimenta el ecosistema, bajo los diferentes tratamientos de restauración aplicados. De esta forma, se permite conocer datos como: Supervivencia y estado fitosanitario, Crecimiento y Reclutamiento, donde este último es de gran importancia ya que consiste en identificar y evaluar las plántulas establecidas de forma natural en el ecosistema, lo cual se conoce como regeneración y es uno de los indicadores del avance de los estados de sucesión en la restauración ecológica. Conjuntamente, los procesos de restauración ecológica en reclutamiento de plántulas también permiten identificar las especies de mayor importancia asociadas a los diferentes sistemas de siembra implementadas. De igual forma permite determinar de las especies priorizadas para el proceso de restauración cuales han dado inicio a su regeneración natural y cuales requieren un grado de intervención mayor.

El ultimo componente del Plan Piloto corresponde a la zonificación y priorización de áreas para la restauración ecológica de la zona de compensación de la Central Hidroeléctrica el Quimbo, con el fin de definir las intervenciones necesarias para la restauración en las 11.079 ha, teniendo en cuenta criterios ecológicos, técnicos, logísticos, socioculturales y económicos.

El presente informe contempla información preliminar de los datos obtenidos en campo en el proceso de monitoreo del reclutamiento y el estudio de la textura y profundidad de materia



organica del suelo como apoyo al componente de zonificación para determinar y agrupar las estrategias en escenarios de restauración.

2. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA Y DEL PROYECTO

2.1. Fundación Natura

En 1984, un grupo de personas conscientes de la importancia de la biodiversidad de nuestro país trabajó incesante por la protección ambiental del territorio nacional, lo que condujo a constituir una organización no gubernamental (ONG) sin ánimo de lucro. La Fundación Natura es una organización de la sociedad civil dedicada a la conservación, uso y manejo de la biodiversidad para generar beneficio social, económico y ambiental, en el marco del desarrollo humano sostenible.

El trabajo comprometido de la organización se ha mantenido presente y constante en la mayor parte del territorio, han tenido un papel relevante en los estudios de base para la creación y conservación de áreas silvestres protegidas de alta diversidad biológica. Desde el parque Nacional de Utría, en la costa norte del pacífico colombiano, pasando por la Reserva Biológica Carpanta en Cundinamarca, el Santuario de Fauna y Flora Guanentá – Alto Río Fonce en Santander, la Reserva Biológica Cachalú y la Reserva Biológica Encenillo. Han desarrollado programas de conservación en los Parques Nacionales Chingaza en Cundinamarca, La Paya en el Putumayo y Cahuinari en la Amazonía. En los últimos tiempos la Fundación ha enriquecido su enfoque de conservación, a través de la incorporación y desarrollo de conceptos esenciales y estrategias innovadoras para cumplir con su misión.

Sus experiencias los han llevado a construir una organización ágil, eficiente y funcional a nivel administrativo, por lo que logran ajustar algunos de sus procesos y operaciones a parámetros internacionales de calidad como los propuestos en la norma ISO 9000 (Fundación Natura, 2016).

2.2. Plan Piloto de Restauración Ecológica de la Central Hidroeléctrica el Quimbo

Mediante la resolución 899 de 2009 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial se otorgó la licencia ambiental para sustraer del Área de Reserva Forestal de la Amazonía material vegetal, para la construcción y actividades pertinentes del proyecto hidroeléctrico el Quimbo una

superficie de 7.482,4 hectáreas para la construcción del embalse, obras y vías sustitutivas que se contemplan como forma de compensación social y que se encuentran en el área de la reserva forestal. Como obligación por la sustracción se estableció que Emgesa en su programa de compensación debía presentar un plan de restauración de una superficie no menor al área sustraída. Así mismo, se otorgó un permiso de aprovechamiento forestal en 3.304 hectáreas localizadas por debajo de la cota 720 msnm, que quedarían cubiertas por el agua durante el llenado del embalse, y como medida de compensación deben restaurar 11.079,60 hectáreas.

Con una inversión de más de 6 millones de dólares por parte de Emgesa, en el Huila se está realizando el primer Plan integral de restauración ecológica del país, sobre 11.079 hectáreas ubicadas en el ecosistema de bosque seco tropical en el margen del embalse en los municipios del Agrado, Gigante, Paicol y tesalia. El Plan se realiza como parte del compromiso que tiene la compañía con la región y como medida de compensación biótica definida en la Licencia Ambiental, por la construcción de la Central Hidroeléctrica El Quimbo. La restauración ecológica es un proceso a largo plazo que Emgesa inicia con la construcción de El Quimbo y finalizará luego de la entrada en operación de la hidroeléctrica. Por eso, para su desarrollo, es necesario conocer las estrategias y manejos más adecuados para establecer medidas que garanticen y aseguren su éxito. A partir de lo anterior, la compañía desarrolla un plan piloto de restauración que permitirá obtener información necesaria para identificar los parámetros técnicos, a fin de establecer las estrategias de restauración más efectivas (Emgesa, 2014). La Fundación Natura presentó a consideración de las autoridades ambientales competentes una propuesta de restauración de bosque seco tropical en el área considerada como potencial para la compensación de la obra, la cual incluía en la primera fase el desarrollo de un proyecto piloto de 140 hectáreas dentro del plan general de restauración ecológica. El objetivo del estudio del Plan Piloto es identificar las estrategias de restauración más efectivas, que se puedan aplicar para la restauración del área de compensación de la Central hidroeléctrica El Quimbo, con el fin de aportar significativamente al mejoramiento de los ecosistemas, a la conservación de la diversidad biológica y a la generación de servicios ecosistémicos que beneficien a las comunidades locales y a la sociedad en general. (Fundación Natura, 2010)

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Apoyar el componente del monitoreo de estrategias y el componente de zonificación, para la restauración ecológica del bosque seco tropical del área de compensación Ecológica del Proyecto Hidroeléctrico el Quimbo.

3.2 Objetivos específicos

Coordinar actividades de trabajo en campo y Compilar información obtenida en formatos únicos de cada estrategia en el componente de monitoreo del reclutamiento.

Evaluar la cobertura del suelo en las sub-parcelas de reclutamiento en las estrategias de restauración del Bosque Seco Tropical.

Determinar la textura y profundidad de materia orgánica del suelo de los escenarios de evaluación para cooperar con los parámetros requeridos en la determinación de escenarios de restauración.

4. METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE TRABAJO

El trabajo se realizó en el margen izquierdo del embalse de la central hidroeléctrica el Quimbo. El ecosistema de referencia corresponde a Bosque Seco Tropical (BsT); comprende los municipios de El Agrado con una temperatura promedio de 24°C y una altura sobre el nivel del mar de 838 metros; Gigante con una temperatura superior a los 25°C con una altura de 860 metros sobre el nivel del mar y Paicol con una temperatura de 24°C con una altura de 855 metros sobre el nivel del mar; los municipios anteriormente mencionados hacen parte de la zona del centro del Departamento del Huila (Fundación Natura y Emgesa, 2008).

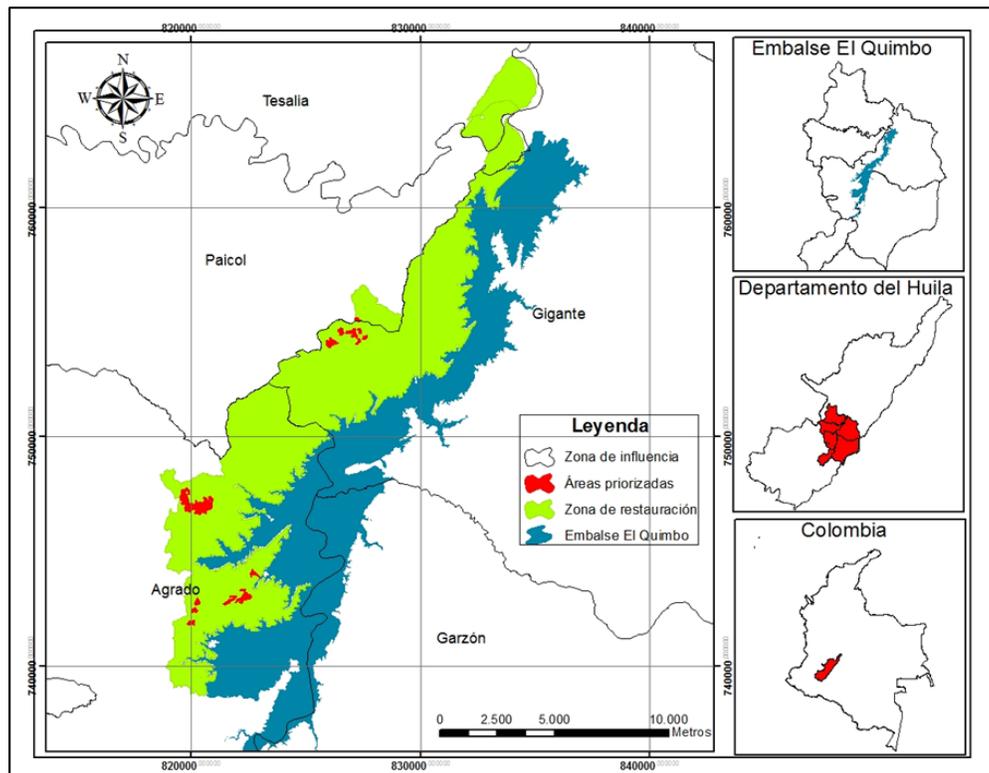


Figura 1. Zona de compensación ambiental Central hidroeléctrica El Quimbo.

Fuente: Fundación Natura

4.2.1 Componentes asistidos del Plan Piloto de Restauración Ecológica del Bosque seco tropical

Durante la pasantía se proporcionó apoyo a dos componentes de gran importancia para la restauración Ecológica del Bosque Seco Tropical, estos componentes son: monitoreo (toma de datos de Reclutamiento) y zonificación de áreas. Ambos componentes cumplen funciones específicas las cuales fueron realizadas acorde a lo establecido por la entidad. En el área del reclutamiento se coordinan actividades antes de salir a campo, se identifican las especies, se realiza la toma de datos y se documenta la información de forma física y digital. Así mismo, en zonificación se realiza el acompañamiento en campo, se toma muestra de suelo para realizar estudio de la textura y profundidad del mismo, se documenta la información y por último se brinda apoyo en la determinación de los escenarios de restauración (**Figura 2**).



Figura 2. Componentes de apoyo al Plan Piloto de Restauración Ecológica del Bosque Seco Tropical

4.3 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

4.3.1 Componente de monitoreo

El monitoreo en el Plan Piloto de Restauración Ecológica del Bosque seco tropical es un componente enfocado en la evaluación de especies vegetales que incluye un seguimiento estructurado en el crecimiento y la supervivencia de cada especie, equivalentemente, se evalúa la regeneración natural de nuevas especies en el ecosistema llamado esto como reclutamiento. Este componente contempla además un grupo de estrategias de restauración que nos permiten llevar a cabo todo el proceso de una forma ordenada y en donde la toma de datos pueda tener un estudio cualitativo y cuantitativo, esto con el fin de obtener un análisis y unos resultados que nos muestren el cambio y la evolución de cada ecosistema en las tres zonas priorizadas por el proyecto.

Para la ejecución de monitoreo del reclutamiento se contó con un protocolo metodológico establecido por la empresa, para dar cumplimiento a las actividades se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Equipo de auxiliares entrenados.
- ✓ Guía de campo tipo folleto-lámina. Para la identificación de especies arbóreas y arbustales priorizadas para el proceso de restauración.
- ✓ Capacitación en reconocimiento de especies típicas en sucesión.
- ✓ Acompañamiento de profesional, para el reconocimiento de herbáceas quien haga pre-muestreos y filtre especies de importancia ecológica en sucesión, principalmente en el caso de los pastizales

Dentro del monitoreo del reclutamiento se tienen parcelas ubicadas en las diferentes unidades de manejo; como pastos, arbustales y bosques. En la toma de datos, dentro de las parcelas como unidad de muestreo se tienen principalmente subparcelas implementadas en las diferentes estrategias de restauración. Cada subparcela es ubicada en dirección al norte y situada en los puntos cardinales respectivamente de las estrategias. Cada subparcela es subdivididas en cuatro cuadrantes; el primer cuadrante es marcado con cinta rotuladora y este corresponde en dirección

sur-norte al cuadrante ubicado en la parte superior izquierda, los tres cuadrantes restantes se determinan en forma secuencial y en el sentido en que giran las manecillas del reloj (**Figura 3**).

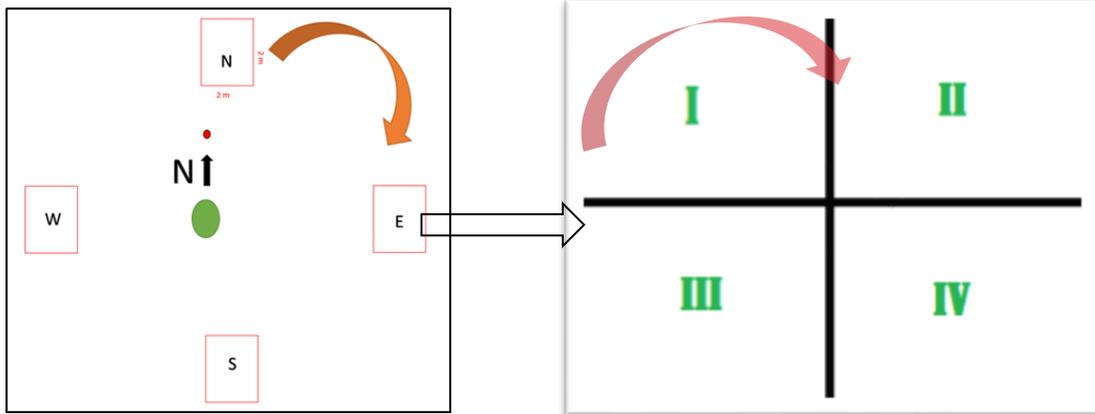


Figura 3. Ubicación y determinación sub-parcelas de monitoreo del reclutamiento.



Figura 4. Establecimiento y marcación de cuadrantes.

La toma de datos en campo se registra en formatos únicos de cada estrategia. El muestreo está dividido en dos fases; la primera corresponde a la evaluación de coberturas, donde se estima el

porcentaje de area ocupada por gramíneas, pasto seco, hojarasca, suelo desnudo, roca expuesta, herbáceas, enredaderas y árboles no priorizados, por ultimo, los árboles y arbustos priorizados para el proceso de restauración ecologica. En la segunda fase se registran las especies de herbáceas, enredaderas, árboles y árboles presentes en el cuadrante, asi como el numero de plantulas por cada especie, el origen, la altura promedio, y el porcentaje de cobertura que cada especie ocupa (**Figura 5.**). Se consideró registrar solo las especies que superan una altura de 10 cm con el fin de determinar las especies establecidas y que estan asociadas a la estrategia luego de la siembra.

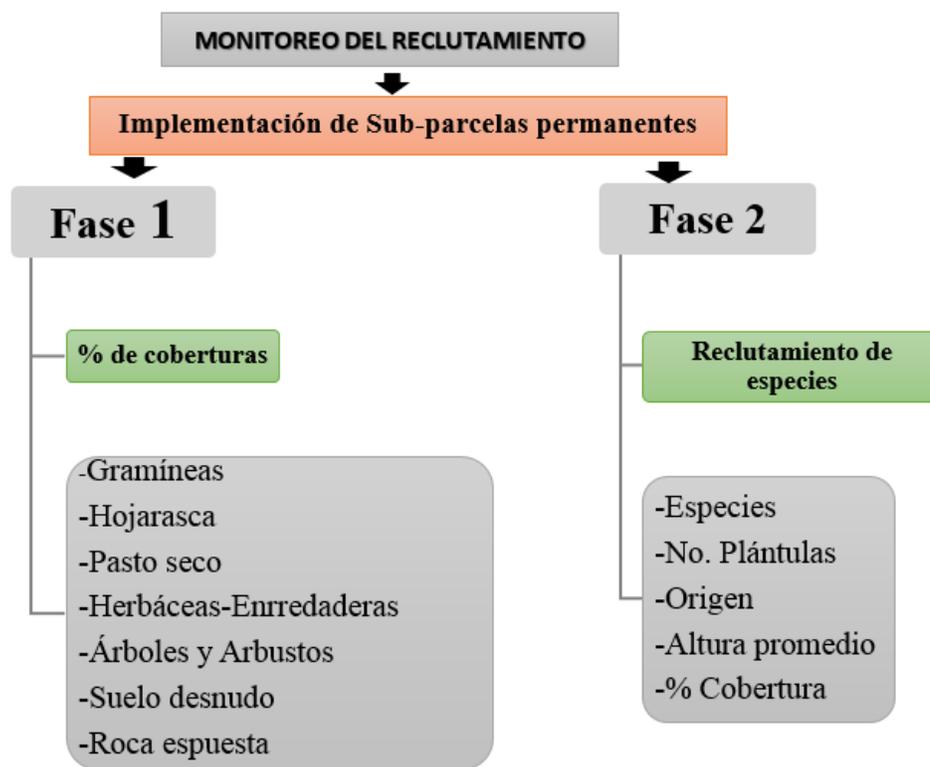


Figura 5. Esquema metodológico del reclutamiento de Nodrizas y Multinodrizas



PLAN PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO
FORMATO DE TOMA DE DATOS EN CAMPO
MONITOREO DEL RECLUTAMIENTO EN NODRIZAS DE *Guazuma ulmifolia* EN PASTIZALES
TRATAMIENTO PASIVO

Fecha: _____ Zona: _____ Unidad de manejo: _____ No. evento de monitoreo: _____
Periodicidad: _____ No. de réplica nodriza: _____ ID_Nodriza: _____ Tiempo desde re-siembra _____
Investigador(es) responsable(s): _____ Tomador(es) de datos: _____

FASE I - MUESTREO			COBERTURA (%)								OBSERVACIONES
ID	SUBPARCELA	CUADRANTE SUBPARCELA	GRAMINEAS	HUAMBASCA	PASTO SECO	HER ENR NATIVAS	PLANTAS N. Y Arb.	SUELO DESNUDO	ROCA EXPUSTA		
1	N	I									
2	N	II									
3	N	III									
4	N	IV									
5	E	I									
6	E	II									
7	E	III									
8	E	IV									
9	S	I									
10	S	II									
11	S	III									
12	S	IV									
13	W	I									
14	W	II									
15	W	III									
16	W	IV									

PAG. 1



PLAN PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO
FORMATO DE TOMA DE DATOS EN CAMPO
MONITOREO DEL RECLUTAMIENTO EN NODRIZAS DE *Guazuma ulmifolia* EN PASTIZALES
TRATAMIENTO PASIVO

FASE II MUESTREO- RECLUTAMIENTO

ID	SUBPARCELA	CUADRANTE SUBPARCELA	ESPECIE (Nombre científico)	Nº. PLANTAS	ORIGEN	ALTURA PROMEDIO (CM)	COBERTURA (%)	OBSERVACIONES
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								

*Las subparcelas se registran con respecto al punto cardinal: N. Norte, E. Este, S. Sur, W. Oeste
*Las cuadrantes son subdivisiones de 2 x 2 m en las subparcelas y se numeran del 1 al IV correspondiente desde el norte y en el sentido de las manecillas del reloj
*El origen se refiere a la procedencia de las plántulas registradas, así habrá un registro de cantidades por nodriza (DNRI) y otro por cuadrante (DCM).

PAG. 2

Figura 6. Formato de Registro Monitoreo del reclutamiento Nodrizas y Multinodrizas

Las estrategias de restauración en las cuales se realizó el monitoreo de reclutamiento corresponden a estrategias asociadas a unidades de manejo en arbustales y pastizales; entre las que se tienen multinodrizas, nodrizas y nucleación, así como al componente testigo de cada estrategia (Pasivo)

4.3.1.1 Monitoreo de reclutamiento en Multinodrizas y Nodrizas

Para el muestreo de estas dos estrategias de restauración se requirió de cuatro sub-parcelas en cada replica, cada una ubicada en un punto cardinal y con un tamaño de 2 metros de ancho por 2 metros de largo. Las multinodrizas y las nodrizas se diferencian por su modelo de siembra.

Las multinodrizas corresponden a un pequeño grupo de árboles agrupados y su modelo de siembra consta de tres círculos de siembra alrededor del fuste de la nodriza central con 11 especies y 71 individuos abarcando un área de 315 m²; estos modelos de siembra permiten mejorar las condiciones microambientales, creando hábitats adecuados para la llegada de especies de estados sucesionales avanzados.

Para la evaluación del monitoreo de reclutamiento se tienen ubicadas dentro del segundo y tercer círculo de siembra las cuatro subparcelas de muestreo a las cuales para la toma de datos se les da el manejo indicado anteriormente (**Figura 7**).

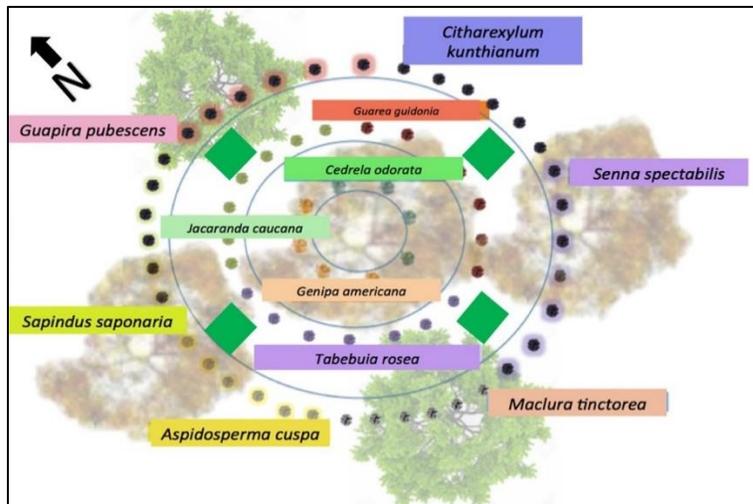


Figura 7. Modelo 1 de siembra de multinodriz en arbustales en pendiente leve de zona 2 Mesa Alta.

Las especies nodriza corresponden a individuos dispersos en matrices de pastizal que mejoran las condiciones microambientales. El modelo de implementación corresponde a dos círculos de siembra, el primero a 2.5m de distancia del fuste de la nodriza con dos especies esciófitas totales, distanciadas una de la otra a 2m y el segundo círculo a 7m de distancia del fuste de la nodriza con 4 especies heliófitas durables distanciadas 1.5m entre ellas. Dentro de los dos círculos se encuentran ubicadas las cuatro subparcelas de muestreo ubicada cada una en cada punto cardinal respectivamente. (**Figura 8**).

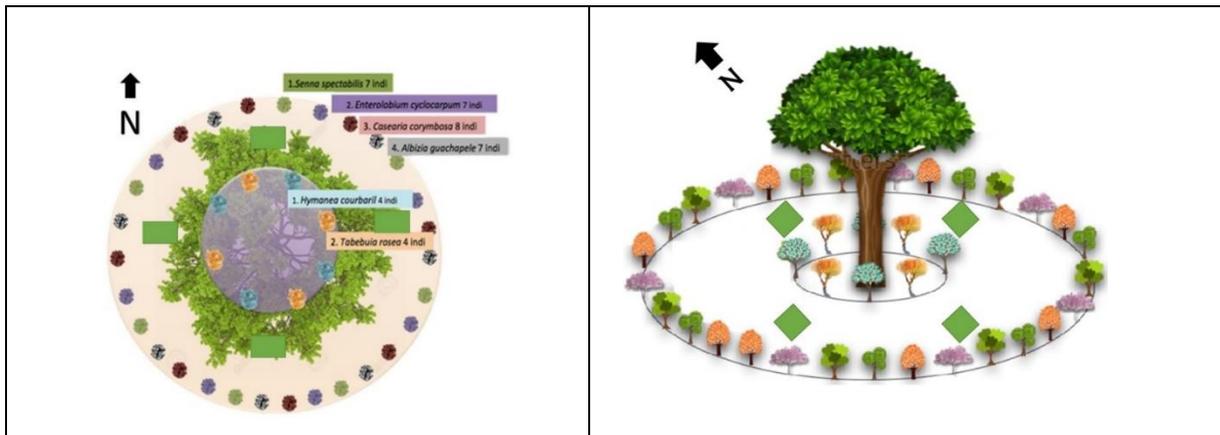


Figura 8. Modelo de siembra de nodriza en arbustales.

4.3.1.2 Monitoreo de reclutamiento en estrategias de Nucleación

El objetivo de esta estrategia es implementar núcleos de siembra que catalizan los procesos sucesionales en medio de matrices de pastos con el fin de reemplazar en el mediano y largo plazo esta matriz por una de arbustales y bosques.

Establecido el método de muestreo del reclutamiento a partir del uso de sub-parcelas de 2x2 metros en los sistemas de nodrizas y Multinodrizas, se consideró aplicar el mismo sistema de muestreo con la diferencia de realizar un sistema de muestreo adicional para las estrategias de nucleación que cubriera puntos del área de la parcela diferentes a los de las sub-parcelas y que pudieran aportar información adicional sabiendo de antemano que se realizan actividades de mantenimiento y que al interior de los arreglos florísticos no se ubicaron sub-parcelas. Para este muestreo se plantea utilizar el método de punto intercepto el cual consiste en un transecto diagonal que abarca el recorrido al interior de la parcela de nucleación muestreada.

Insumos adicionales:

- Cabuya
- Formatos de registros en campo
- Regla de 2 metros
- Cinta métrica (3metros)
- Cinta de enmascarar
- Marcador
- Brújula
- Pintura

Instalación de transecto intercepto:

Paso 1. Se identificó los puntos cardinales de la parcela de nucleación y se marcaron en la esquina noroeste con las letras “NW” y la guadua central con el número de la parcela correspondiente (**Figura 9**).

Paso 2. Se trazó una línea diagonal en la parcela con la cuerda dividida y rotulada cada 3 metros desde la esquina noroeste hasta la esquina sureste (**Figura 10**) con lo que se obtuvieron entre 14 y 15 puntos. Para el proceso de rotulación de la cuerda, se recomendó amarrar el extremo de la misma a la esquina NW y a partir de este ir midiendo 3 metros y hacer la marcación de cada punto; las divisiones se realizaron con nudos hechos de la misma cuerda y se agregó encima de esta cinta adhesiva aislante de un color llamativo donde se escribió el número del punto correspondiente (**Figura 11**).

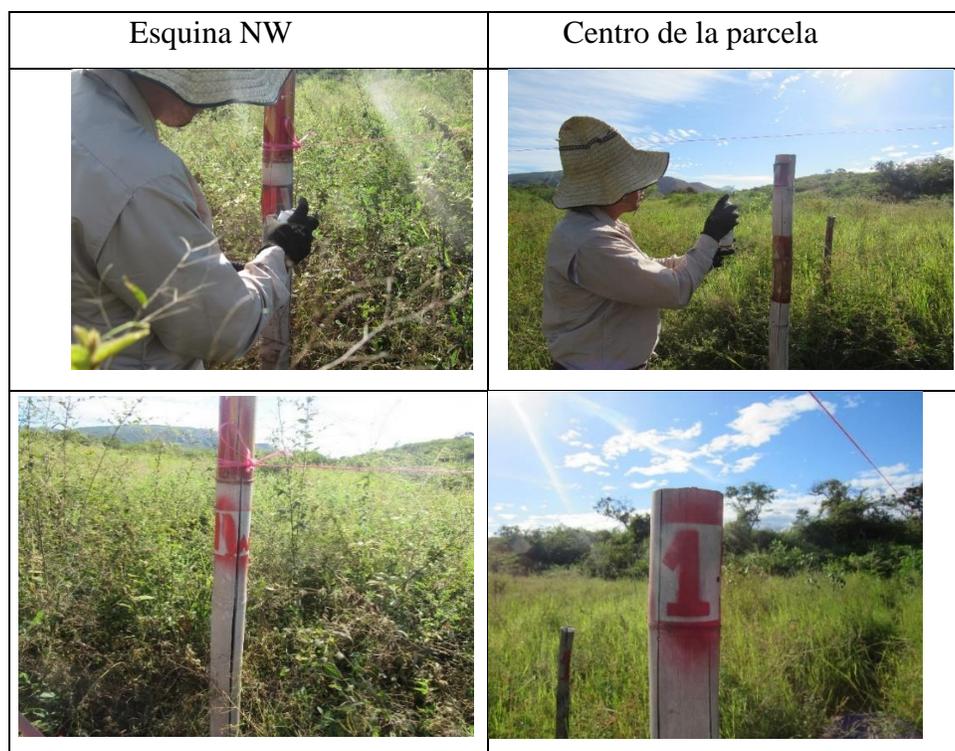


Figura 9. Marcación de es la esquina NW y centro de la parcela de nucleación.

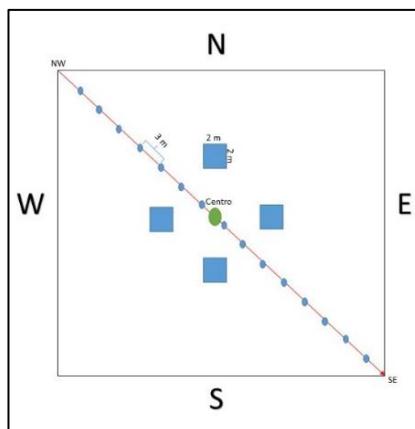


Figura 10. Diseño de muestreo en parcelas de nucleación



Figura 11. Marcación puntos del transecto.

Toma de datos en el transecto:

Paso 3. Se avanza al primer punto de división de la línea trazada, es decir, 3 m hacia el sureste y se coloca la regla de forma perpendicular a la línea (**Figura 12**).

Paso 4. En el primer punto se realiza la observación de las plántulas presentes al lado derecho y lado izquierdo de la línea principal a una longitud de 1 m para cada lado tomando en cuenta la extensión de la regla dispuesta en forma perpendicular.

Paso 5. Con ayuda de la guía de campo para identificación de plántulas y el apoyo del profesional encargado para el reconocimiento de especies, se registra en el formato de toma de datos las especies y el número de plántulas por cada una.

Paso 6. Se repite los pasos 3, 4 y 5 en los puntos restantes en el transecto para completar el muestreo en toda la parcela.

Debido a que en las parcelas de nucleación intensiva el transecto pasa por medio de dos arreglos florísticos, se debe tener en cuenta que si el punto de muestreo intersecta un árbol sembrado este no se debe registrar, con las parcelas de nucleación intermedia no se tiene este problema por la ubicación de los arreglos florísticos (**Figura 13**).

Los datos crudos obtenidos a partir de este método de muestreo son el listado de especies de plántulas y el conteo del número de plántulas. Con estos datos se estima la riqueza específica sumando los hallazgos en todos los puntos muestreados. Cada uno de estos puntos se considerará una sub-muestra. Respecto a las especies puede estimarse la abundancia absoluta y relativa con el conteo del número de plántulas de todas las sub-muestras.



Figura 12. Ubicación de regla en forma perpendicular y registro de plántulas identificadas.

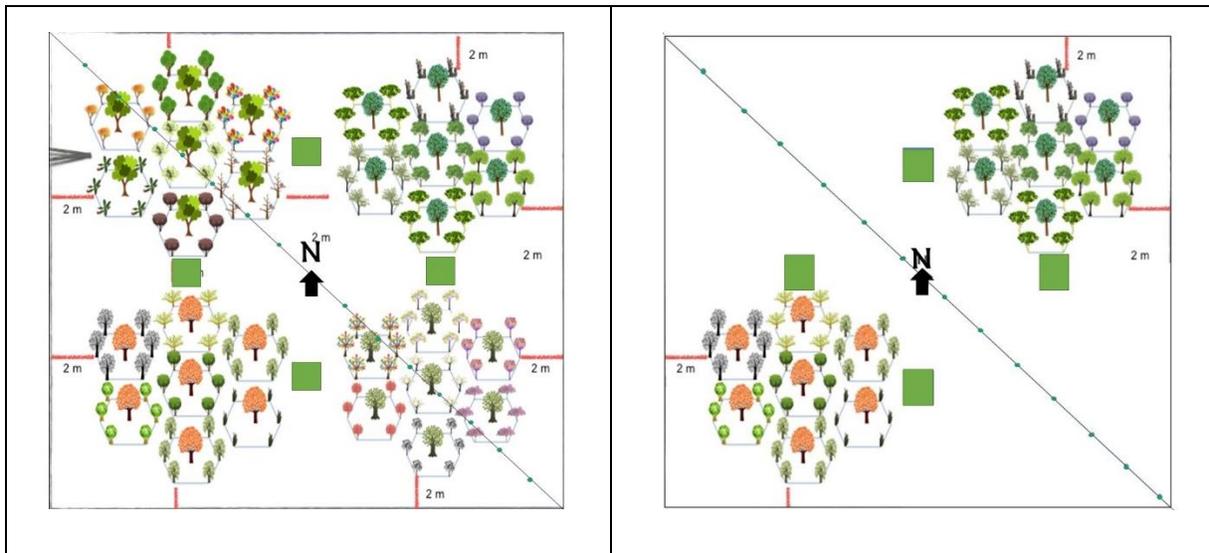


Figura 13. Parcelas de muestreo de reclutamiento estrategias de nucleación

4.4 Componente de zonificación de áreas

El componente de zonificación de áreas en el Plan Piloto de Restauración Ecológica de la central hidroeléctrica El Quimbo, corresponde a un análisis multicriterio de las diferentes coberturas presentes en las 11.079 hectáreas, con el fin de determinar las áreas a intervenir y la forma de hacerlo. Para dicho proceso se realiza la evaluación de escenarios en el cual se tiene en cuenta factores abióticos como la pendiente, cobertura y textura del suelo; de igual forma factores bióticos como la regeneración natural, la fisionomía y composición de la vegetación.

Teniendo en cuenta los anteriores factores, al igual que las estrategias de implementación y la factibilidad de trabajo en la zona, así como algunos criterios ecológicos, técnicos, logísticos, socio-culturales y económicos, se determina las posibles estrategias de restauración ecológica en cada cobertura vegetal presente en el área de restauración.

Uno de los factores abióticos de gran importancia es la textura del suelo, puesto que indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, así como la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con la que el agua penetra en el suelo.

Para cooperar con los parametros requeridos en la determinación de escenarios de restauración del componente de zonificación de áreas se prestó apoyo en la determinación de textura de suelo de cada muestra recolectada en los escenarios a restaurar.

4.4.1 Estudio de textura de suelo

Se realizó calicatas a una profundidad de 40 cm y se tomó una muestra de suelo de cada una a los 30 cm aproximadamente, la muestra alrededor de 1500 gr se rotuló con el código de formulario y se llevó al laboratorio (**Figura 14**).



Figura 14. Toma de muestra de suelo

La textura del suelo se determina teniendo en cuenta la siguiente clasificación (**Figura 15**). Las proporciones de arcilla, limo y arena se obtuvieron con la prueba de botella.

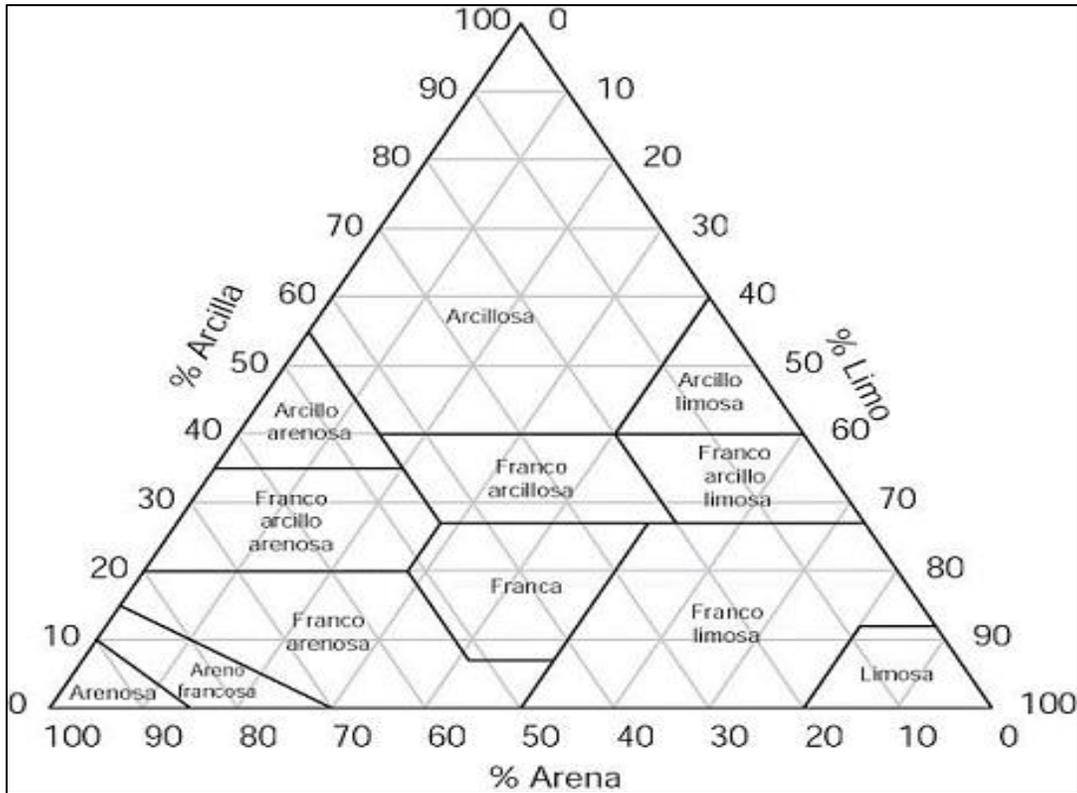


Figura 15. Diagrama triangular de las clases texturales básicas del suelo según el tamaño de las partículas, de acuerdo con el USDA

Prueba de botella:

Paso 1. Se colocó en una botella de vidrio 5 cm de muestra de suelo y se llenó de agua dejando un espacio de aire para poder batir.

Paso 2. Se agito bien y se dejó reposar durante doce horas. Transcurrido este tiempo se pudo observar una sedimentación de las partículas mayores.

Paso 3. Se midió la altura de la arena, el limo y la arcilla en centímetros, con lo cual se pudo calcular la proporción aproximada de cada una y hallar la textura de suelo (**Figura 16**)



Figura 16. Determinación de proporción de partículas y de textura del suelo.

Se debe tener en cuenta que (**Figura 17.**):

- En el fondo hay una capa de arena.
- En el centro está la capa de limo.
- Y en la parte superior esta la capa de arcilla.

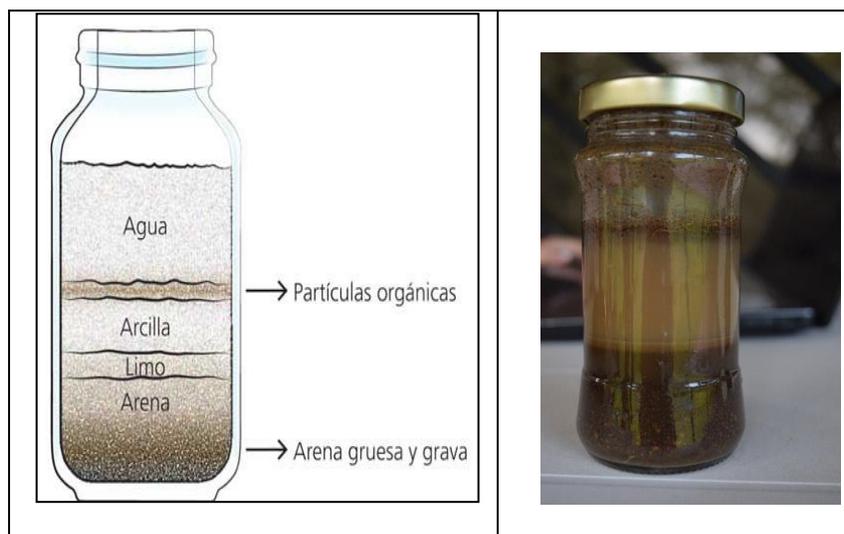


Figura 17. Prueba de botella

5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1 Actividades del reclutamiento

La zona priorizada de trabajo correspondió a la zona 2, localizada en mesa alta y zanjón de la mosca (**Figura 18.**). Las estrategias implementadas en la restauración Ecológica del Bosque seco tropical son 9, cada una se asocia a una unidad de manejo la cual depende de las condiciones físicas y bióticas del área. Se realizó la evaluación pertinente a la zona, la cual cuenta con 864 sub-parcelas ubicadas en las diferentes parcelas de monitoreo permanente; en las parcelas de multinodrizas se evaluaron 192 sub-parcelas, en nodrizas 240 y en parcelas de nucleación se evaluaron 432 sub-parcelas y 108 transectos. El proceso de toma de datos correspondiente a la evaluación en esta zona se desarrolló en su totalidad y tuvo un tiempo de 3 meses aproximadamente. (**Tabla 1**), en donde se encontró que 72 especies son las que están presente en la tapa inicial del proceso de sucesión vegetal de la restauración ecológica (**Ver anexo A**).

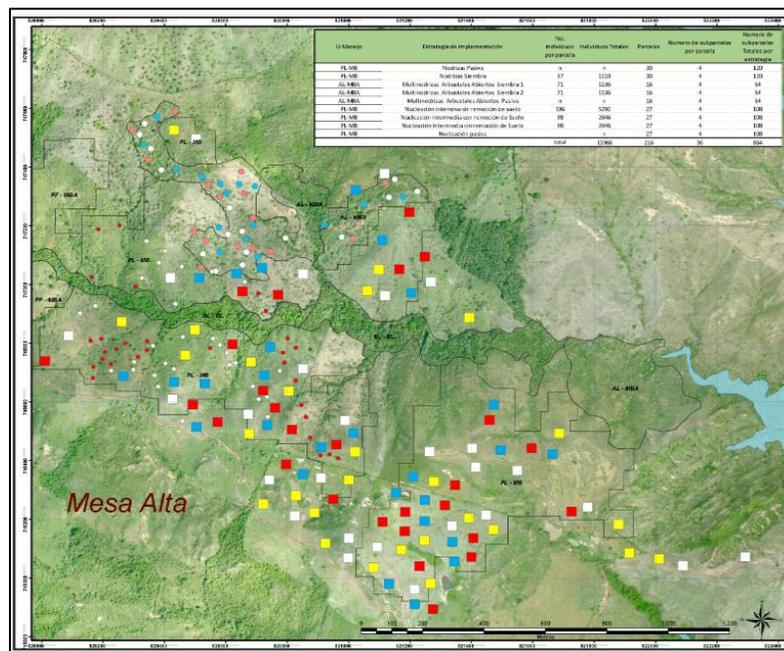


Figura 18. Ubicación sub-parcelas de reclutamiento zona 2.

Fuente: Fundación Natura

Tabla 1. Información monitoreo zona 2

Zona	UM	Estrategia	No. de individuo por parcela	Individuos totales	Transecto	Parcelas	Sub-parcelas totales
Zona 2	AL-MBA	Multinodrizas Modelo 1	71	1136	0	16	64
	AL-MBA	Multinodrizas Modelo 2	71	1136	0	16	64
	AL-MBA	Multinodrizas Pasivas	N	n	0	16	64
	PL-MBA	Nodrizas con siembra	37	1110	0	30	120
	PL-MBA	Nodrizas Pasivas	N	n	0	30	120
	PL-MBA	Nucleación Intensiva	196	5292	27	27	108
	PL-MBA	Nucleación inter. Con remoción	98	2646	27	27	108
	PL-MBA	Nucleación inter. sin remoción	98	2646	27	27	108
	PL-MBA	Nucleación Pasiva	N	n	27	27	108
					13966	108	216

5.1.1 Evaluación de coberturas

Según los datos obtenidos en la primera fase del monitoreo del reclutamiento (**Tabla 2.**), se encontró que en las multinodrizas con implementación de siembra y en el componente testigo predomina la cobertura de plantas herbáceas y gramíneas, con una diferencia no muy amplia entre este tipo de coberturas para cada estrategia. Las multinodrizas con implementación de siembra presentan un mayor porcentaje de cobertura en herbáceas y enredaderas, a diferencia de las pasivas que presentan un mayor porcentaje de gramíneas (**Figura 19.**), lo cual se le puede atribuir a la limpia que se realizó en el momento de la siembra de árboles, con lo que se presume que se contribuyó a disminuir en cierto modo la matriz de pastos existente, pero, se observa en el

componente testigo un porcentaje de cobertura de árboles y arbustos priorizados mayor a las multinodrizas intervenidas, creyendo que esto se da por el mismo motivo.

Tabla 2. Cobertura promedio en estrategias de multinodrizas

Tipo de cobertura de suelo	% de cobertura		
	Mult. Mod.	Mult. Mod.	Mult.
	1	2	Pasivas
Gramíneas	31,4	32,5	35,2
Hojarasca	20,1	23,4	19,9
Pasto seco	6,5	7,8	6,5
Heb/Enr Nativas	42,4	41,0	30,0
Plantas Ar. Arb	6,5	7,8	10,3
Suelo desnudo	14	18,1	12,9
Roca expuesta	1,1	1,3	0,29

Datos de estudio preliminar obtenidos en campo fase 1

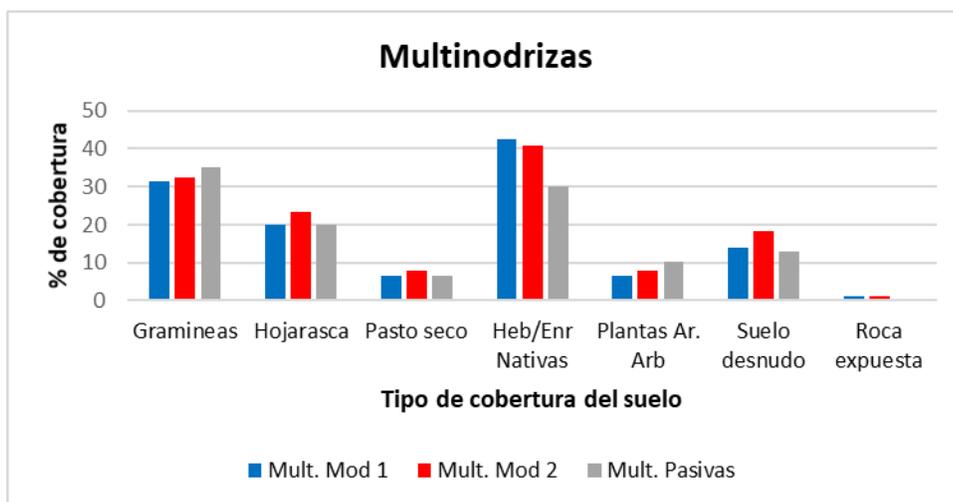


Figura 19. Cobertura promedio en estrategias de multinodrizas.

En las estrategias de nodrizas con implementación de siembra y el componente testigo, se observa que el tipo de cobertura que presenta mayor porcentaje promedio es herbáceas y enredaderas, seguida de las gramíneas; siendo mayor los porcentajes en los dos tipos de coberturas en las nodrizas con implementación de siembra. Seguido de este tipo de coberturas se observa la presencia de hojarasca con porcentaje mayor a los demás tipos de coberturas, deduciendo que se da por la defoliación del árbol nodriza (*Guazuma ulmifolia*), con la ventaja de enriquecer el suelo con materia orgánica, sin embargo, con la desventaja de perder sombrero de parte del árbol nodriza (Figura 20).

Tabla 3. Cobertura promedio en estrategias de nodrizas

Tipo de cobertura de suelo	% de cobertura	
	Nod. con siembra	Nod. Pasivas
Gramíneas	29,4	23,6
Hojarasca	25,0	19,1
Pasto seco	6,4	5,7
Heb/Enr Nativas	39,1	32,0
Plantas Ar. Arb	2,9	8,9
Suelo desnudo	16,7	12,9
Roca expuesta	0,2	0,2

Datos de estudio preliminar obtenidos en campo fase 1

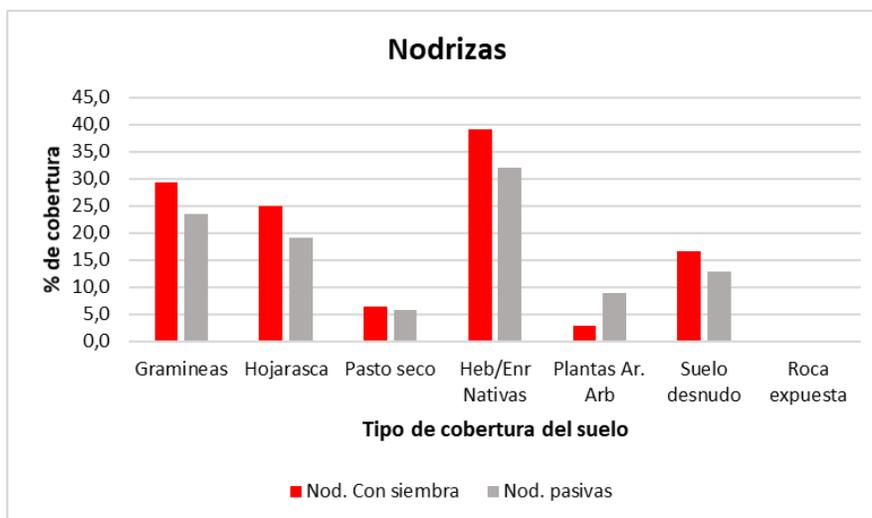


Figura 20. Cobertura promedio en estrategias de nodrizas

Se evidencia que en las parcelas de nucleación las coberturas que representan un mayor porcentaje promedio es la de gramíneas y herbáceas y enredaderas; de igual forma se mira que la estrategia de nucleación intermedia con remoción presenta un menor porcentaje de gramíneas y un porcentaje mayor en herbáceas y enredaderas, a diferencia de las parcelas de nucleación intensiva, intermedias sin remoción y el componente testigo en donde el porcentaje de gramíneas es mayor a la cobertura de plantas herbáceas y enredaderas (**Figura 21**).

Tabla 4. Cobertura promedio en estrategias de Nucleación

Tipo de cobertura de suelo	% de cobertura			
	Nucl. Intensiva	Nucl_ I.S.R	Nucl_ I.C.R	Nucl. Pasiva
Gramíneas	48,5	45,1	31,7	39,9
Hojarasca	2,2	5,1	6,2	6,0
Pasto seco	12,1	7,1	6,0	11,0
Heb/Enr Nativas	32,9	36,6	47,0	30,5

Plantas Ar. Arb	1,7	5,2	4,3	6,1
Suelo desnudo	7,1	7,7	8,5	10,8
Roca expuesta	0,4	0,0	0,5	0,3

Datos de estudio preliminar obtenidos en campo fase 1

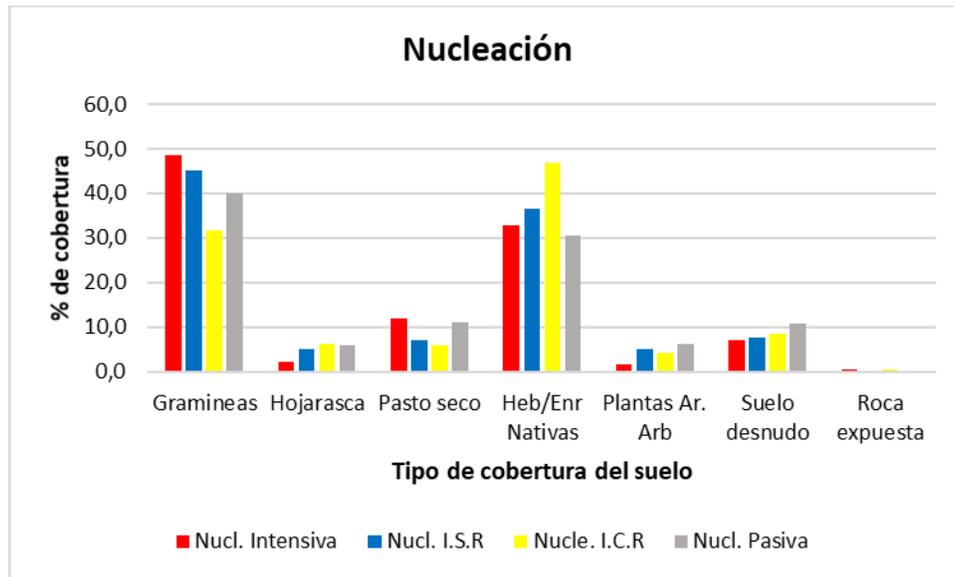


Figura 21. Cobertura promedio en estrategias de Nucleación.

Teniendo en cuenta los porcentajes de gramíneas en las tres estrategias de restauración se puede deducir que las parcelas de nucleación presentan un porcentaje de cobertura mayor, mientras que en las estrategias de multinodrizas y nodrizas es menor, la diferencia se le atribuye a que el ecosistema de multinodrizas y nodriza antes de ser intervenido presentaba una relación de árboles y pastos, a diferencia de nucleación cuyo ecosistema era únicamente de pastos. De lo anterior se puede deducir que la presencia de árboles en zonas cubiertas por pastizales ayuda al control de la matriz de pastos en procesos de restauración ecológica en pastizales, por lo que podemos esperar una respuesta favorable en la sucesión vegetal a través del tiempo a medida que aumente la población arbórea.

5.1.1.2 Especies representativas de cada estrategia

Según el índice de valor de importancia (I.V.I) determinado de manera preliminar por el equipo de trabajo, se determina que las especies que presentan mayor frecuencia, abundancia y dominancia en las 9 estrategias son: *Triumfetta mollissima*, *Wedelia fruticosa*, *Waltheria indica* y *Cuphea sp.* La que mayor dominancia presentó en el área fue *Triumfetta mollissima* con mayor I.V.I en 4 estrategias de las 9, seguida de *Wedelia fruticosa* con mayor I.V.I en 3 de las 9, *Cuphea sp* en 2 y por último *Waltheria indica* quien presentó mayor I.V.I. en las parcelas de nucleación intermedia con remoción de suelo. **(Tabla 5).**

Tabla 5. Índice de importancia de especies vegetales

No.	Estrategia	Especies	I.V.I	Habito
1	Multinodrizas Mod. 1	<i>Triumfetta mollissima</i>	60,60	Arbusto
2	Multinodrizas Mod. 2	<i>Triumfetta mollissima</i>	44,64	Arbusto
3	Multinodrizas pasivas	<i>Triumfetta mollissima</i>	41,48	Arbusto
4	Nodrizas con siembra	<i>Triumfetta mollissima</i>	37,89	Arbusto
5	Nodrizas pasivas	<i>Wedelia fruticosa</i>	38,10	Hierba
6	Nucleación intensiva	<i>Wedelia fruticosa</i>	32,65	Hierba
7	Nucleación I.S.R	<i>Cuphea sp</i>	41,08	Suffruticosa
8	Nucleación I.C.R	<i>Waltheria indica</i>	63,76	Hierba
9	Nucleación pasiva	<i>Cuphea sp</i>	37,39	Hierba

Datos obtenidos de estudio preliminar de especies. Fuente: Fundación Natura

5.2 Estudio de la textura del suelo en el componente de zonificación

Se realizó un estudio de texturas del suelo en diferentes coberturas en la subregión ecológica 1, se tomaron 69 puntos de muestreo en un área total de 763,28 hectáreas (**Figura 22**), observando coberturas con suelos fértiles y también áridos, de pendientes leves, pendientes medianamente moderadas y de pendientes fuertes. Los resultados obtenidos son datos variables que nos permiten deducir que la textura del suelo puede variar aun teniendo la misma cobertura vegetal en distintos

escenarios. Se muestra el listado de todas las coberturas con el código de formulario y el tipo de textura de suelo que presenta cada una (**ver anexo B**).

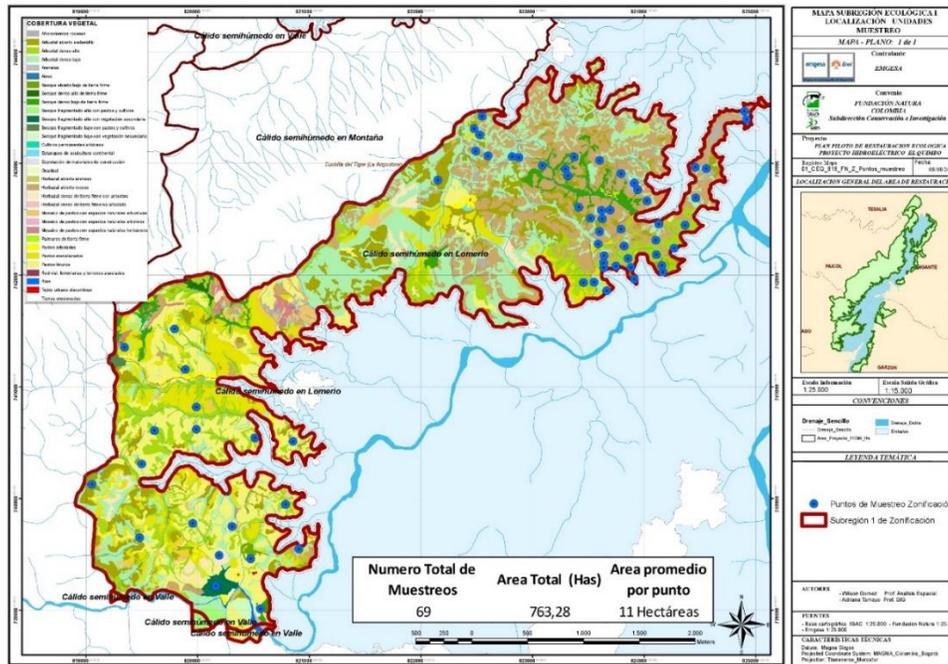


Figura 22. Mapa subregión ecológica 1 localización unidades de muestreo

Fuente: Fundación Natura

Se observa una descripción general de la textura del suelo según la cobertura vegetal estudiada, la cual señala que la mayoría de dichas coberturas presentan varios tipos de textura de suelo, lo que indica que definir un tipo de suelo por cobertura sería erróneo, por lo tanto, no hay limitantes entre los escenarios. Sin embargo, se observan cuatro coberturas vegetales que si presentan un solo tipo de textura de suelo, como: herbazal denso de tierra firme con arbustos, bosque fragmentado bajo con pastos y cultivos, Bosque fragmentado alto y Afloramiento rocoso (**Tabla 6**). Podemos aludir entonces que para estos tipos de coberturas existe según los datos obtenidos en campo un solo tipo de textura de suelo por escenario.

Tabla 6. Descripción general de texturas de suelo según la cobertura vegetal evaluada en campo

Cobertura vegetal	Textura de suelo	Descripción
Afloramiento rocoso	No aplica	En esta cobertura predominan los suelos rocosos, por lo tanto, la regeneración de especies vegetales como árboles y arbustos es nula.
Arbustal abierto esclerófilo	Franco arenosa, areno francosa, franco arcilloso arenosa, no aplica, arcillosa	Esta cobertura vegetal puede presentar varias texturas de suelo por lo que no se tienen limitantes
Arbustal denso alto	Franco arenosa, areno francosa, franca, arcillosa, Franco arcilloso arenosa	Esta cobertura vegetal puede presentar varias texturas de suelo por lo que no se tienen limitantes
Arbustal denso bajo	Areno francosa, franco arcilloso arenosa, franco arenosa, franco arcillosa, no aplica	Esta cobertura vegetal puede presentar varias texturas de suelo por lo que no se tienen limitantes.

Bosque fragmentado alto	Arcillo Limosa	Esta cobertura vegetal presenta una textura de suelo que se puede acondicionar para la siembra de forma fácil ya que son suelos medianamente profundos con contenido de M.O.
Bosque denso bajo	Franco arcillo arenosa, franco arenosa, franco arcillosa	Esta cobertura vegetal indica suelos francos, la cual tienen proporciones óptimas de arena limo y arcilla que permiten que el suelo sea productivo.
Bosque fragmentado bajo con pastos y cultivos	Franco arcillo arenosa	Esta cobertura vegetal presenta un suelo generalmente óptimo para la regeneración y la siembra.

Herbazal abierto rocoso	Areno francosa, franco arenosa, franca, franca arcillo arenosa, arcillosa, no aplica	Esta cobertura vegetal puede presentar varias texturas de suelo por lo que no se tienen limitantes.
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	franco arenosa	Esta cobertura vegetal representa una textura de suelo con buena aireación, porosidad y por lo tanto es un suelo apto para trabajar acondicionándolo adecuadamente.
Pastos enmalezados	Franco arenosa, areno francosa, no aplica	Esta cobertura vegetal puede presentar varias texturas de suelo por lo que no se tienen limitantes.
Pastos limpios	Franco arenosa, areno francosa, franco arcillo arenosa	Esta cobertura vegetal indica suelos francos, la cual tienen proporciones óptimas de arena limo y arcilla que permiten que el suelo sea productivo.

No se pudo teorizar específicamente la caracterización completa del suelo según la cobertura vegetal, puesto que los factores que condicionan la formación y evolución del suelo en zona 3 conducen a diferentes perfiles y tipos de suelo a la cual no se les realizó un estudio determinado.

Podemos mencionar entonces que dependiendo de la capacidad del suelo es decir de su idoneidad y de su sostenibilidad podríamos definir mejor su uso, por eso se considera la sostenibilidad como medida real para la planeación en el uso de los suelos dentro del marco de desarrollo sostenibles (FAO, 2001).

Las coberturas que se evaluaron en la subregión ecológica 1 evidencian que en los escenarios donde se encuentra una mayor vegetación como los bosques fragmentados altos, bosques densos bajos, bosques fragmentados con pastos y cultivos y los arbustales como los densos altos, densos bajos, arbustales abiertos esclerófilos y los herbazales densos de tierra firme con arbustos representan un promedio de profundidad de materia orgánica mayor a diferencia de las otras coberturas. Conociendo que la cobertura vegetal representa un factor importante sobre el suelo, puesto que ayuda a controlar la evaporación, la erosión e incorpora materia orgánica por medio de la defoliación y este proceso al mismo tiempo atrae microorganismos que enriquecen el suelo hasta su fertilidad; a diferencia de los suelos que contienen coberturas de pastos enmalezados, pastos limpios, herbazales abiertos rocosos y afloramientos rocosos, presentan problemas de fertilidad, erosión, y la profundidad promedio de materia orgánica es mínima o cero. Se puede observar el listado de especies de la profundidad de materia orgánica según la cobertura vegetal (**Ver anexo C**).

Tabla 7. Contenido de materia orgánica según la cobertura vegetal

Cob. Vegetal	Promedio prof. M.O (cm)
Afloramiento rocoso	0
Arbustal abierto esclerófilo	6,87
Arbustal denso alto	11,37
Arbustal denso bajo	13,28
Bosque fragmentado alto	40
Bosque denso bajo	30
Bosque fragmentado bajo con pastos y cultivos	10
Herbazal abierto rocoso	4,68
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	10
Pastos enmalezados	4,5
Pastos limpios	6,62

Datos obtenidos en campo de estudio preliminar para proporción de M.O según cobertura vegetal

6. CONCLUSIONES

El componente de monitoreo del reclutamiento permite conocer los cambios de vegetación en los diferentes escenarios de restauración según el tipo de estrategias implementadas, en donde se puede ver que uno de los cambios en la cobertura vegetal más representativo es la remoción de suelo mediante arado.

Las especies que presentan mayor índice de valor de importancia como *Truimfetta mollisima* la cual tiene un habito de crecimiento de tipo arbustivo, pero no corresponde a una especie priorizada para la restauración ecológica, por lo que se resalta la importancia de la implementación de estrategias de restauración con siembra de nuevas especies.

Los estudios preliminares de texturas de suelo obtenidos de los puntos de muestreo en la subregión ecológica 1, indicaron que la textura varía en gran proporción referente a coberturas iguales de puntos distintos, lo que permite concluir que no se tienen limitantes entre las coberturas y la textura del suelo. Por otro lado, se demostró que la cobertura vegetal presente interfiere en las características del suelo, mejorando el contenido de materia orgánica, la microporosidad del suelo, y la aireación del mismo, por esa razón, los suelos más óptimos para la siembra de árboles fueron hallados en coberturas como arbustos y bosques especialmente.

Se logró liderar las actividades de reclutamiento y zonificación de una forma responsable consiguiendo alcanzar las metas propuestas por la empresa.

7. SUGERENCIAS O RECOMENDACIONES

En los escenarios evaluados en la subregión ecológica 1, se determinó que en algunas coberturas vegetales hay cambios aproximadamente cada 5 metros en las propiedades del suelo, por esta razón, se recomienda realizar un acondicionamiento del suelo aprovechando el material orgánico de lenta descomposición que se encuentra disponible en la región, como por ejemplo las pilas de madera que se tienen en el área de influencia del proyecto, realizando franjas o terrazas para la incorporación de la materia orgánica, implementando las terrazas en pendientes moderadamente fuertes para evitar la erosión y la pérdida de los nutrientes incorporados.

Es preciso incorporar primero la materia orgánica de lenta descomposición en el fondo y la materia orgánica de rápida descomposición en la parte superior del suelo, para que las semillas encuentren un espacio poroso y un espacio húmedo, con esto las semillas inician su germinación rápidamente y cuando el sistema radicular comience a desarrollarse se encontrarán con la materia orgánica de lenta descomposición que tiene la capacidad de absorber los nutrientes que se han empezado a descomponer y a liberarlos al mismo tiempo, lo cual se conoce como sistema de dos tiempos.

El objetivo de colocar la materia orgánica en la parte superior del suelo es atraer la fauna disponible como los coleópteros, cucarachas, lombrices entre otras, formando entonces un stop biológico. Esta técnica favorecerá el suelo y permitirá mejorar las condiciones del mismo, ayudando a que el proyecto de restauración del Bosque seco tropical disminuya su mortalidad de especies vegetales en una gran dimensión.

8. APORTE INDIVIDUAL

Los aportes personales frente a las distintas situaciones presentadas durante el proceso de pasante, fueron aplicar los conocimientos adquiridos mediante la formación académica en la Universidad, la capacidad de aprendizaje y la sensatez consintieron un enfoque directo al apoyo del monitoreo de estrategias y zonificación de áreas en el proyecto de restauración ecológica del bosque seco tropical. Al momento de realizar cada una de las actividades, trabajo de campo, y los análisis estadísticos para obtener datos confiables frente al cambio de los ecosistemas fueron de gran compromiso.

Asimismo, el aporte en el estudio de análisis estadísticos a las diferentes coberturas del suelo de la fase 1 en los formatos de campo, fueron para la entidad una contribución importante ya que no se tenían datos preliminares de esta fase y generar datos adicionales que cooperaran con el proyecto permitieron que se pudiera culminar con lujo de detalles esta nueva etapa en la formación profesional como Ingeniera Agrícola.

BIBLIOGRAFÍA

- Emgesa. (2014). El Huila tendrá el Proyecto de Restauración Ecológica más grande del país: 11.079 hectáreas. *La buena energía del Quimbo*, pág. 13. Obtenido de http://www.proyectoelquimboemgesa.com.co/site/Portals/0/periodico_quimbo_ed10_web.pdf
- FAO. (2001). *Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural*. FAO.
- Funadación Natura. (2010). *PLAN PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL PROYECTO HIDROELECTRICO EL QUIMBO DEL BOSQUE SECO TROPICAL*.
- Fundación Natura. (2016). *Fundación Natura Colombia*. Obtenido de <http://www.natura.org.co/la-fundacion/historia-fundacion-natura/>
-

ANEXOS

Anexo A. Lista de especies vegetales de reclutamiento en zona 2

N.	Especie	Habito
1	<i>Acalypha macrostachya</i>	Arbusto
2	<i>Achyranthes aspera</i>	Hierba
3	<i>Bastardia viscosa</i>	Hierba
4	<i>Calliandra tolimensis</i>	Arbusto
5	<i>Centrosema pubescens</i>	Enredadera
6	<i>Centrosema virginianum</i>	Enredadera
7	<i>Chamaecrista nictitans</i>	Hierba
8	<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	Hierba
9	<i>Chamaecrista viscosa</i>	Sub-arbusto
10	<i>Commelina diffusa</i>	Hierba
11	<i>Commelina erecta</i>	Hierba
12	<i>Conocliniopsis prasiifolia</i>	Hierba
13	<i>Croton hondensis</i>	Arbusto
14	<i>Croton leptostachyus</i>	Arbolito
15	<i>Dalechampia scandens</i>	Enredadera
16	<i>Desmodium adscendens</i>	Hierba
17	<i>Desmodium incanum</i>	Hierba
18	<i>Dioclea sericea</i>	Enredadera
19	<i>Euphorbia heterophila</i>	Hierba
20	<i>Fridericia candicans</i>	Enredadera
21	<i>Heliotropium angiospermum</i>	Hierba
22	<i>Heteropterys macrostachya</i>	Liana
23	<i>Hibiscus brasiliensis</i>	Hierba
24	<i>Indigofera lespedozoides</i>	Hierba

25	<i>Indigofera suffruticosa</i>	Sub-arbusto
26	<i>Iresine diffusa</i>	Hierba
27	<i>Lantana cámara</i>	Sufrútice
28	<i>Lantana fucata</i>	Sufrútice
29	<i>Lantana canescens</i>	Sufrútice
30	<i>Lasiacis ligulata</i>	Bambusoide
31	<i>Lasiacis sorghoidea</i>	Hierba
32	<i>Lepidaploa gracilis</i>	Hierba
34	<i>Lycianthes sp</i>	Sub-arbusto
35	<i>lycoseris mexicana</i>	Arbusto
36	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Enredadera
37	<i>Malvastrum americanum</i>	Sub-arbusto
38	<i>Melochia pendula</i>	Hierba
39	<i>Mimosa púdica</i>	Hierba
40	<i>Mimosa somnians</i>	Hierba
41	<i>Ocimum champechianum</i>	Hierba
42	<i>Paullinia pinnata</i>	Enredadera
43	<i>Portulaca pilosa</i>	Hierba
44	<i>Psidium guineense</i>	Arbolito
45	<i>Rhynchosia edulis</i>	Enredadera
46	<i>Rivina humilis</i>	hierba
47	<i>Senna occidentalis</i>	Arbuto
48	<i>Serjania deltoidea</i>	Enredadera
59	<i>Serjania mexicana</i>	Enredadera
60	<i>Sida acuta</i>	Hierba
61	<i>Sida glabra</i>	Hierba
62	<i>Sida rhombifolia</i>	Hierba
63	<i>Smilax spinosa</i>	Enredadera

64	<i>Solanum gardneri</i>	Hierba
65	<i>Spermacoce linearis</i>	Hierba
66	<i>Stylosanthes humilis</i>	Hierba
67	<i>Stylosanthes guianensis</i>	Sufrútice
68	<i>Syngonium sp</i>	Hierba
69	<i>Triumfetta mollisima</i>	Arbusto
70	<i>Turnera ulmifolia</i>	Hierba
71	<i>Wedelia fruticosa</i>	Hierba
72	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Arbusto

Anexo B. Textura del suelo de los puntos de muestreo en la subregión ecológica 1

Cod. de formulario	Cobertura vegetal	Textura de suelo
01-001	Herbazal abierto rocoso	Areno francosa
01-002	Herbazal abierto rocoso	Areno francosa
01-003	Herbazal abierto rocoso	Areno francosa
01-004	Arbustal denso bajo	No aplica
01-005	Pastos enmalezados	Areno francosa
01-006	Arbustal abierto esclerófilo	franco arenoso
01-007	Arbustal denso alto	franco arenoso
01-008	Herbazal abierto rocoso	franco arenoso
01-009	Arbustal denso alto	Areno francosa
01-010	Herbazal abierto rocoso	franco arenoso
01-011	Arbustal abierto esclerófilo	Areno francosa
01-012	Herbazal abierto rocoso	Areno francosa
01-013	Arbustal denso alto	Areno francosa
01-014	Herbazal abierto rocoso	Areno francosa
01-015	Arbustal denso bajo	Areno francosa
01-016	Arbustal denso alto	Franca
01-017	Herbazal abierto rocoso	franco arenosa
01-018	Arbustal denso alto	franco arenosa
01-019	Herbazal abierto rocoso	Franca
01-020	Arbustal abierto esclerófilo	Franco arcillo arenosa
01-021	Herbazal abierto rocoso	Areno francosa
01-022	Herbazal abierto rocoso	franco arenosa
01-023	B. fragmentado bajo con pastos y cultivos	Franco arcillo arenosa
01-024	Herbazal abierto rocoso	Areno francosa

01-025	Arbustal abierto esclerófilo	franco arenosa
01-026	Arbustal denso bajo	franco arenosa
01-027	Herbazal abierto rocoso	franco arenosa
01-028	Herbazal abierto rocoso	franco arenosa
01-029	Herbazal abierto rocoso	franco arenosa
01-030	Bosque denso bajo	franco arenosa
01-031	Herbazal abierto rocoso	franco arenosa
01-032	H. denso de tierra firme con arbustos	franco arenosa
01-033	Herbazal abierto rocoso	Arcillo arenosa
01-034	Afloramiento rocoso	No aplica
01-035	Arbustal abierto esclerófilo	No aplica
01-036	Arbustal denso bajo	Franco arcillo arenosa
01-037	Herbazal abierto rocoso	Franco arcilloso arenosa
01-038	Herbazal abierto rocoso	Franco arcillo arenosa
01-039	Herbazal abierto rocoso	Franco arcillo arenosa
01-040	Arbustal denso bajo	franco arenosa
01-041	Herbazal abierto rocoso	Franco arcilloso arenosa
01-042	Arbustal denso bajo	Franco arcillo arenosa
01-043	Herbazal abierto rocoso	Arcillosa
01-044	Herbazal abierto rocoso	Arcillo arenosa
01-045	Arbustal abierto esclerófilo	Arcillo arenosa
01-046	Afloramiento rocoso	No aplica
01-047	Herbazal abierto rocoso	No aplica
01-048	Pastos enmalezados	No aplica
01-049	Arbustal denso bajo	franco arenosa
01-050	Arbustal denso alto	Arcillosa
01-051	Arbustal denso alto	Franco arcillo arenosa

01-052	Pastos limpios	Arcillo arenosa
01-053	Bosque denso bajo	Franco arcillo arenosa
01-054	Arbustal abierto esclerófilo	Arcillosa
01-055	Pastos limpios	Arcillo arenosa
01-056	Pastos enmalezados	franco arenosa
01-057	Pastos enmalezados	No aplica
01-058	Herbazal abierto rocoso	No aplica
01-059	Pastos limpios	Franco arenosa
01-060	Arbustal abierto esclerófilo	Franco arcillo arenosa
01-061	Pastos limpios	Franco arcillo arenosa
01-062	Bosque fragmentado alto	Arcillo Limosa
01-063	Pastos limpios	Franco arcillo arenosa
01-064	Pastos limpios	franco arenosa
01-065	Arbustal denso alto	franco arenosa
01-066	Arbustal denso bajo	Franco arcillosa
01-067	Bosque denso bajo	Franco arcillosa
01-068	Pastos limpios	Franco arcillo arenosa
01-069	Pastos limpios	Areno francosa

Anexo C. Profundidad de materia orgánica de los puntos de muestreo en la subregión ecológica 1

Cod. de formulario	Cobertura vegetal	Prof. M.O
01-001	Herbazal abierto rocoso	3
01-002	Herbazal abierto rocoso	0
01-003	Herbazal abierto rocoso	0
01-004	Arbustal denso bajo	N.A
01-005	Pastos enmalezados	5
01-006	Arbustal abierto esclerófilo	7
01-007	Arbustal denso alto	5
01-008	Herbazal abierto rocoso	3
01-009	Arbustal denso alto	3
01-010	Herbazal abierto rocoso	3
01-011	Arbustal abierto esclerófilo	3
01-012	Herbazal abierto rocoso	3
01-013	Arbustal denso alto	7
01-014	Herbazal abierto rocoso	0
01-015	Arbustal denso bajo	8
01-016	Arbustal denso alto	10
01-017	Herbazal abierto rocoso	7
01-018	Arbustal denso alto	6
01-019	Herbazal abierto rocoso	6
01-020	Arbustal abierto esclerófilo	3
01-021	Herbazal abierto rocoso	10
01-022	Herbazal abierto rocoso	0
01-023	Bosque fragmentado bajo con pastos y cultivos	10
01-024	Herbazal abierto rocoso	20

01-025	Arbustal abierto esclerófilo	7
01-026	Arbustal denso bajo	10
01-027	Herbazal abierto rocoso	10
01-028	Herbazal abierto rocoso	7
01-029	Herbazal abierto rocoso	1
01-030	Bosque denso bajo	10
01-031	Herbazal abierto rocoso	7
01-032	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	10
01-033	Herbazal abierto rocoso	5
01-034	Afloramiento rocoso	0
01-035	Arbustal abierto esclerófilo	0
01-036	Arbustal denso bajo	10
01-037	Herbazal abierto rocoso	5
01-038	Herbazal abierto rocoso	10
01-039	Herbazal abierto rocoso	5
01-040	Arbustal denso bajo	5
01-041	Herbazal abierto rocoso	6
01-042	Arbustal denso bajo	10
01-043	Herbazal abierto rocoso	0
01-044	Herbazal abierto rocoso	1
01-045	Arbustal abierto esclerófilo	15
01-046	Afloramiento rocoso	0
01-047	Herbazal abierto rocoso	0
01-048	Pastos enmalezados	5
01-049	Arbustal denso bajo	10
01-050	Arbustal denso alto	40
01-051	Arbustal denso alto	15
01-052	Pastos limpios	7
01-053	Bosque denso bajo	40

01-054	Arbustal abierto esclerófilo	15
01-055	Pastos limpios	20
01-056	Pastos enmalezados	8
01-057	Pastos enmalezados	0
01-058	Herbazal abierto rocoso	5
01-059	Pastos limpios	5
01-060	Arbustal abierto esclerófilo	5
01-061	Pastos limpios	7
01-062	Bosque fragmentado alto	40
01-063	Pastos limpios	1
01-064	Pastos limpios	1
01-065	Arbustal denso alto	5
01-066	Arbustal denso bajo	40
01-067	Bosque denso bajo	40
01-068	Pastos limpios	75
01-069	Pastos limpios	5

Afloramiento rocoso

No aplica

Arbustal abierto esclerófilo

Franco arenosa, areno francosa, franco arcilloso arenosa, no aplica, arcillosa

Arbustal denso alto

Franco arenosa, areno francosa, franca, arcillosa, Franco arcilloso arenosa

Arbustal denso bajo Areno francosa, franco arcilloso arenosa, franco arenosa, franco arcillosa, no aplica

Bosque fragmentado alto Arcillo Limosa

Bosque denso bajo Franco arcillo arenosa, franco arenosa, franco arcillosa

Bosque fragmentado bajo con
pastos y cultivos Franco arcillo arenosa

Herbazal abierto rocoso Areno francosa, franco arenosa, franca, franca arcillo arenosa, arcillosa, no aplica

Herbazal denso de tierra firme con
arbustos franco arenosa

Pastos enmalezados Franco arenosa, areno francosa, no aplica

Pastos limpios

Franco arenosa, areno francosa, franco arcillo arenosa
