RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Jhonatan Arias Martínez
FACULTAD	**Facultad de Ciencias Agrarias y del Medio Ambiente**
PLAN DE ESTUDIOS	**Ingeniería Ambiental**
DIRECTOR	Yeeny Lozano Lázaro
TÍTULO DE LA TESIS	**Seguimiento Y Monitoreo A Los Programas De Restauración Ecológica En Los Predios Peñas Blancas Y La Esmeralda De La Vereda Roblehueco En El Municipio De Bojacá, Cundinamarca Pertenecientes Al Programa De Compensación Convenio EPM- Fundación Natura**
TITULO EN INGLES	Follow-up and Monitoring of the Ecological Restoration Programs in the Peñas Blancas and La Esmeralda properties of the Roblehueco village in the Municipality of Bojacá, Cundinamarca belonging to the EPM-Fundación Natura Agreement Compensation Program

RESUMEN
(70 palabras)

El trabajo desarrollado durante esta etapa práctica en el municipio de Bojacá, Cundinamarca, en el marco de un proyecto de compensación ambiental teniendo como enfoque el seguimiento y monitoreo a las acciones de restauración ecológica que se desarrollan en áreas definidas, que involucran un levantamiento de información en campo, partiendo desde el conocimiento de las actividades, determinar el avance de los procesos y la efectividad en la consecución de metas propuestas.

RESUMEN EN INGLES

The work developed during this practical stage in the municipality of Bojacá, Cundinamarca, within the framework of an environmental compensation project focusing on follow-up and monitoring of ecological restoration actions that are developed in defined areas, which involve a survey of information In the field, starting from the knowledge of the activities, determine the progress of the processes and the effectiveness in achieving the proposed goals.

PALABRAS CLAVES	Seguimiento, monitoreo, restauración ecológica.
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Follow-up, monitoring, ecological restoration

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 62	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:

Seguimiento Y Monitoreo A Los Programas De Restauración Ecológica En Los Predios Peñas Blancas Y La Esmeralda De La Vereda Roblehueco En El Municipio De Bojacá, Cundinamarca Pertenecientes Al Programa De Compensación Convenio EPM- Fundación Natura

Jhonatan Arias Martínez

Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula de Santander Ocaña

Ingeniería Ambiental

MSC Yeeny Lozano Lázaro

28 de agosto del 2023

Índice

Introducción 8

Capítulo 1. Seguimiento y monitoreo a los programas de restauración ecológica en los predios peñas blancas y la esmeralda de la vereda Roblehueco en el municipio de Bojacá, Cundinamarca pertenecientes al programa de compensación convenio EPM- Fundación Natura 10

1.1 Descripción breve de la empresa 10

1.1.1 Misión 11

1.1.2 Visión 11

1.1.3 Objetivos de la empresa.....11

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional 12

1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado.....12

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada 14

1.2.1 Planteamiento del problema.....16

1.3 Objetivos de la pasantía 17

1.3.1 General 17

1.3.2 Específicos 17

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la misma..... 18

Capítulo 2. Enfoques referenciales.....19

2.1 Enfoque conceptual..... 19

2.2 Enfoque legal 23

Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo 27

3.1 Presentación de resultados 27

3.1.1 Monitoreos de vegetación:.....28

3.1.2 Monitoreo de avifauna de interés ecosistémico: 29

3.1.3 Mantenimiento de siembra.....33

3.1.4 Monitoreo de epifitas. 34

3.1.5 Monitoreo de siembras especies vedadas. *36*
3.1.6 Seguimiento de predios. *37*
3.1.7 Mantenimiento y monitoreo de vivero satélite *38*
3.1.8 Propagación de material vegetal. *39*
3.1.9 Monitoreo climático. *40*
3.1.10 Erradicación y control de especies exóticas e invasoras. *41*
3.1.11 Revisión cámaras trampa. *43*
3.1.12 Recolección e identificación de bancos de semillas. *46*
Capítulo 4. Diagnóstico final **51**
Conclusiones **54**
Recomendaciones **56**
Referencias **57**
Apéndices **59**

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz DOFA y estrategias FO –DO- FA- DA 15

Tabla 2. Actividades a desarrollar en la pasantía 18

Lista de apéndices

Apéndice A. Formato de monitoreo de avifauna 60

Apéndice B. Formato de seguimiento de predios 61

Lista de figuras

Figura 1. Equipo de trabajo, organigrama fundación natura Colombia.....12

Figura 2. Diseño de siembras.....28

Figura 3.Toma de datos monitoreo de vegetación.....29

Figura 4. Penelope montagnii y Patagioenas fasciata, respectivamente.....31

Figura 5. Avistamiento y toma de datos.....32

Figura 6. Transectos monitoreo de aves predio Esmeralda.....32

Figura 7.Transectos monitoreo de aves predio Peñas Blancas.....33

Figura 8. Guadañado de núcleos aplicación de buffer.....34

Figura 9. Parcelas epífitas en los predios.....35

Figura 10. Monitoreo de epífitas, colecta de especímenes.....36

Figura 11. Toma de datos en veda 230 Esmeralda.....37

Figura 12. Sendero de predio Peñas Blancas y turistas.....38

Figura 13. Monitoreo de vivero, mantenimiento material vegetal.....39

Figura 14. Bandejas de germinación.....40

Figura 15. Toma de temperatura y humedad, registro de lluvias.....41

Figura 16. Identificación y erradicación de ojo de poeta (Thunbergia alata).....43

Figura 17. Revisión tarjetas SD y organización de registros.....45

Figura 18. Registros cámaras trampa.....46

Figura 19. Recolección de semillas de Quercus humboldtii y Verbesina crassiramea, respectivamente.....47

Figura 20. Especies de colibríes y su relación con Bomarea sp.....52

Resumen

El presente informe final de la modalidad de grado pasantías se realiza con el objetivo de dar a conocer todo el trabajo desarrollado durante esta etapa práctica en el municipio de Bojacá, Cundinamarca, en el marco de un proyecto de compensación ambiental teniendo como enfoque el seguimiento y monitoreo a las acciones de restauración ecológica que se desarrollan en áreas definidas, que involucran un levantamiento de información en campo, partiendo desde el conocimiento de las actividades, determinar el avance de los procesos y la efectividad en la consecución de metas propuestas como la reintroducción de especies nativas. El desarrollo de esta pasantía ha brindado la oportunidad de ahondar en el ámbito de la restauración ecológica que es uno de los campos de acción más importantes en la actualidad a nivel mundial desde el perfil de la ingeniería ambiental, conociendo de primera mano el desarrollo de estos proyectos en nuestro país.

Introducción

El convenio EPM-FN (Fundacion Natura) nace desde la necesidad de la empresa de energía de realizar una compensación ambiental por la sustracción de área protegida en el distrito de manejo integrado Cerro de Manjuí- Salto del Tequendama, área que era necesaria para la instalación de infraestructura del proyecto Nueva Esperanza que llevará energía a varios municipios de Cundinamarca. Para EPM llevar a cabo el proyecto de compensación ambiental se le exigió la adquisición de 366 hectáreas en los distritos de Manejo Integrado o en zonas de páramo ubicadas en la cuenca alta del rio Bogotá, por lo que EPM adquirió predios en los municipios de Bojacá, Sibaté y Guatavita en los cuales se deberán adelantar acciones de conservación, restauración, y mantenimiento a 3 años.

Para el desarrollo de esta modalidad de grado pasantía me encuentro en los predios Peñas Blancas y La Esmeralda del municipio de Bojacá, Cundinamarca, que comprende un ecosistema de bosque de niebla andino y áreas perturbadas por antecedentes agropecuarios donde se ha venido realizando las actividades de restauración con métodos de siembras, monitoreos, y levantamiento de especies vedadas. Actualmente el proyecto de compensación lleva alrededor de 2 años y medio de haber implementado por lo que corresponde hacer un seguimiento y monitoreo, que permita determinar los avances y consecución de objetivos en los ecosistemas y las condiciones de los mismos. En este seguimiento y monitoreo se hace un estudio del estado de las siembras donde se recopila información de interés tales como crecimiento de los individuos, cobertura, formación de suelo, erradicación de pastizales, producción de hojarasca entre otros datos, también se realizan monitoreos de avifauna de especies de interés para el proyecto como indicador biológico de la calidad del ecosistema y su área de influencia, y se hace un control a los focos de especies exóticas e invasoras que perjudican las dinámicas naturales del ecosistema,

el conjunto de estas actividades entre otras, dentro del seguimiento y monitoreo del proyecto permite un conocimiento pleno del mismo y la proyección a futuro para cumplir los objetivos propuestos.

Capítulo 1. Seguimiento y monitoreo a los programas de restauración ecológica en los predios peñas blancas y la esmeralda de la vereda Roblehueco en el municipio de Bojacá, Cundinamarca pertenecientes al programa de compensación convenio EPM- Fundación Natura

1.1 Descripción breve de la empresa

La Fundación Natura es una organización no gubernamental (ONG) que se dedica a la protección y preservación de la biodiversidad en Colombia, así como a la búsqueda de enfoques sostenibles para el uso de los recursos naturales. Según la información proporcionada por la Fundación Natura, sus servicios abarcan una amplia gama de actividades, como la planificación de áreas ecorregionales y el ordenamiento territorial, la implementación de proyectos relacionados con el cambio climático y la mitigación de emisiones de carbono mediante el manejo del suelo, el desarrollo de herramientas e incentivos para la conservación en tierras privadas, el establecimiento de esquemas de reconocimiento y compensación por servicios ambientales, la gestión de bancos de mitigación de carbono y biodiversidad, la provisión de asistencia técnica para promover prácticas productivas sostenibles, la colaboración en la formulación de políticas públicas ambientales, la capacitación y educación ambiental, la elaboración de planes maestros para áreas protegidas tanto públicas como privadas, el diseño de estrategias para la creación de corredores biológicos y el manejo integral de cuencas y ecosistemas, entre otros (Fundación Natura, s.f.).

1.1.1 Misión

Conservar y recuperar la biodiversidad y los beneficios que esta presta a la sociedad en paisajes naturales e intervenidos, para promover territorios, social y ecológicamente resilientes a los cambios ambientales, a través de soluciones a los retos del desarrollo humano basadas en la naturaleza. (Fundación Natura, S.f.).

1.1.2 Visión

A 2030, la Fundación Natura será un aliado estratégico para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, y un referente técnico en la toma de decisiones para responder a los retos del desarrollo que enfrentan las comunidades locales, empresa privada, entidades gubernamentales, academia y el tercer sector (Fundación Natura, S.f.).

1.1.3 Objetivos de la empresa

De manera integral, los objetivos del Plan Estratégico 2020-2025 de la Fundación Natura buscan apoyar las iniciativas locales, nacionales e internacionales ambientales y del desarrollo. Estos objetivos son:

i) Conservar y restaurar la biodiversidad y sus beneficios a la sociedad para mantener la resiliencia de los sistemas socioecológicos frente a los cambios ambientales

ii) Promover y fortalecer sistemas de gobernanza inclusiva, participativa e informada para la toma de decisiones sobre los territorios.

iii) Promover el desarrollo humano y sectorial con enfoque de sostenibilidad a fin de garantizar el bienestar humano, la integridad ecológica y la conservación de la biodiversidad y sus beneficios para la sociedad.

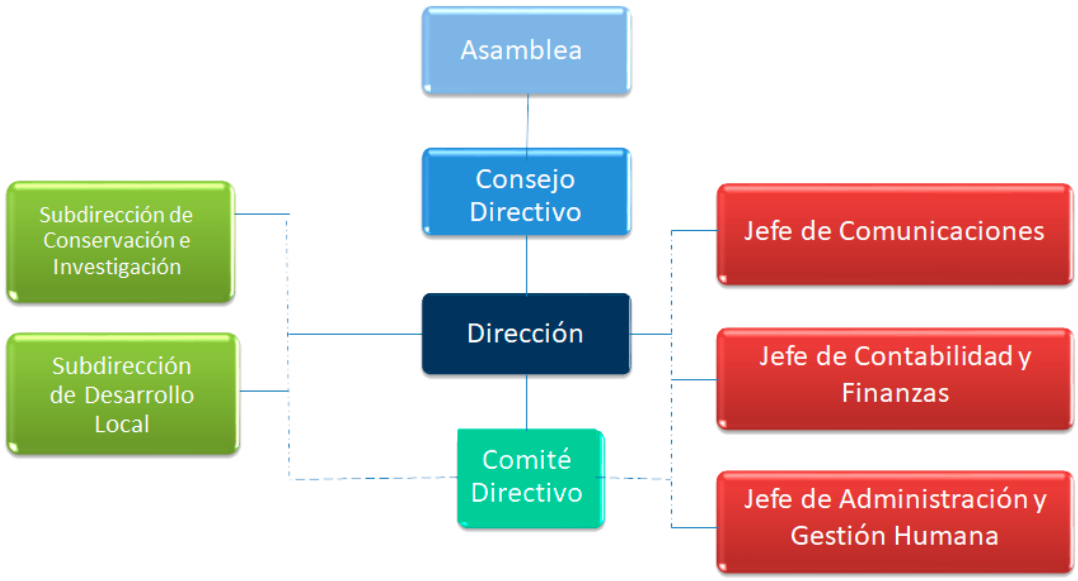
iv) Consolidar la comunicación ambiental como estrategia de apoyo a la gestión del conocimiento, la conciencia social sobre la biodiversidad y la apropiación social de las cuestiones ambientales.

v) Fortalecer a la institución para que pueda cumplir sus objetivos misionales de manera eficiente y eficaz.

(Fundación Natura, S.f.).

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional

Figura 1. *Equipo de trabajo, organigrama fundación natura Colombia*



Nota: tomado de: https://natura.org.co/la-fundacion/equipo-de-trabajo/organigrama-fundacion-natura-colombia/

1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado

Las labores se cumplen en dos (2) predios del convenio, La esmeralda y Peñas Blancas.

En los predios asignados se han realizado procesos de restauración con las especies nativas, conformando núcleos vegetativos característicos del ecosistema, los cuales tienen una proyección a corto plazo de 3 años para establecerse por lo que corresponde hacer seguimiento y monitoreo periódico de la efectividad de dichos procesos; en esta labor se colecta variedad de información en campo de individuo a individuo, o por núcleos vegetativos por la complejidad de la recolección de información. Algunos de los datos que se colectan en campo son: crecimiento, estado de los individuos, afectación fitosanitaria, altura, DAB, estrato, supervivencia, estado vegetativo, cobertura, entre otras variables.

Además de las actividades de monitoreo, se hace un seguimiento diario a los predios que consiste en un recorrido por la reserva, se realiza una inspección del estado de los mismos, factores externos o internos que afecten el estado de los núcleos y las siembras en general, el estado de los avisos, senderos, cercados y linderos, se tiene en cuenta calidad y cantidad de los recursos hídricos y presencia de posibles tensionantes al proyecto y los bancos de semillas disponibles para propagación en vivero, además del reporte de fauna que se observe en el recorrido. En estos seguimientos a predios también se tiene en cuenta los factores antrópicos que puedan perjudicar directa o indirectamente los procesos de restauración, se hace registro fotográfico y monitoreo climático de temperatura, humedad y pluviosidad, y monitoreo de presencia poblacional de 3 especies de aves en particular que representan una importancia ecosistémica por las funciones que cumplen dentro del mismo. Dentro de las estrategias para la efectividad de los procesos está mantenimiento de las siembras y control de especies exóticas e invasoras. Toda esta información diaria se reporta mensualmente como evidencia del trabajo de campo

En los procesos de restauración un punto clave es la implementación de viveros satélites en los que se hace propagación de especies nativas del ecosistema, que garantiza la idoneidad de las especies vegetales utilizadas y garantiza su adaptación a las condiciones del lugar cuando se llevan a campo, es por esta razón que en el predio La Esmeralda se encuentra un vivero satélite del proyecto, allí se desarrollan las actividades de propagación, germinación, crecimiento y rustificación del material vegetal para posteriormente transportarlo a las zonas de siembra.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

Actualmente, las labores de mantenimiento y cuidado que corresponden a la Fundación natura, se encuentran muy bien ejecutados cumpliendo a cabalidad con sus propios objetivos planteados haciendo visitas diarias con sus respectivos reportes y registro del estado de los individuos y predios en general, las actividades de monitoreos de vegetación periódicos, así también como el mantenimiento y funcionamiento del vivero satélite ubicado en La Esmeralda, lo que contribuye a la organización de la información y la proyección a futuro de las mejoras continuas a los procesos. El control de especies exóticas e invasoras se continúa trabajando y se hace seguimiento a poblaciones de especies de avifauna de importancia ecosistémica, al igual que los registros de fauna presentes en predios con ayuda de cámaras trampa.

Tabla 1. *Matriz DOFA y estrategias FO –DO- FA- DA*

	Fortalezas	**Debilidades**
Factores Externos	visitas diarias a los predios Monitoreos constantes y periódicos Disponibilidad de material vegetal (vivero)	Complejidad para acceder a tomas de datos
Factores internos	Informe mensual (Organización en la información)	
Oportunidades	**Estrategia FO**	**Estrategia DO**
Ampliación de registro de biodiversidad (fauna asociada)	Complementar los registros diarios en los predios con registros de fauna de dicho ecosistema	Implementar alternativas para métodos de muestreo
Amenazas	**Estrategia FA**	**Estrategia DA**
Lapsos de tiempo muy prolongados entre monitoreos No visitar los predios	Continuar con la rigurosidad del registro y seguimiento establecido hasta ahora en las labores de monitoreo.	Realizar monitoreos periódicos y detallados de las siembras y predios en general

Nota: Elaboración propia.

1.2.1 Planteamiento del problema

La restauración ecológica comprende procesos que buscan recuperar un ecosistema alterado o degradado a sus condiciones originales o al menos similares a las que poseía antes de su intervención. Dentro de las distintas etapas que tiene un plan de restauración, está la estrategia de monitoreo en la cual se realiza seguimiento y se evalúa el éxito del programa mediante una serie de indicadores que se corroboran con información recolectada en campo cada cierto tiempo según se haya definido en el programa.

Para el proyecto de restauración planteado en el convenio EPM- Fundación Natura se ha implementado un programa de seguimiento y monitoreo semestral durante el mantenimiento a 3 años siguientes a la puesta en marcha del proyecto, el cual tiene como objetivo la recopilación de información que permita demostrar de manera tangible los avances y resultados obtenidos con las actividades realizadas en los predios definidos para el proyecto, partiendo de unidades espaciales definidas como núcleos y parcelas donde se hace seguimiento de la vegetación, las coberturas, la formación de suelo, estructura, funciones ecosistémicas e interacciones, entre otros, comparando su desarrollo en el tiempo, creando así un análisis completo y robusto sobre el impacto de estas acciones de restauración en el marco del proyecto de compensaciones ambientales.

Las acciones de monitoreo también comprenden actividades complementarias como erradicación y control de especies exóticas y monitoreo de especies de avifauna de interés ecosistémico. Dichas acciones contribuyen a la conservación y conocimiento del ecosistema andino colombiano.

1.3 Objetivos de la pasantía

1.3.1 General

Seguimiento y monitoreo de los programas de restauración ecológica en los predios Peñas Blancas y la Esmeralda de la vereda Roblehueco en el municipio de Bojacá, Cundinamarca pertenecientes al programa de compensación convenio EPM-Fundación Natura.

1.3.2 Específicos

Identificar las actividades que se desarrollan en el programa de restauración ecológica del programa de compensación ambiental convenio EPM-Fundación Natura

Determinar el avance de los procesos de restauración implementados, a través del monitoreo de los núcleos vegetativos establecidos en el programa de compensación convenio EPM-Fundación Natura

Evaluar el nivel de efectividad del programa de restauración ecológica teniendo en cuenta indicadores establecidos como desarrollo vegetal de los núcleos, control de especies exóticas e invasoras y presencia poblacional de fauna de importancia ecosistémica.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la misma

Tabla 2. *Actividades a desarrollar en la pasantía*

Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades
Apoyar el seguimiento y monitoreo de los programas de restauración ecológica en los predios peñas blancas y la esmeralda de la vereda Roblehueco en el municipio de Bojacá, Cundinamarca pertenecientes al programa de compensación convenio EPM-Fundación Natura.	Identificar las actividades que se desarrollan en el programa de restauración ecológica del programa de compensación del convenio Determinar el avance de los procesos de restauración implementados, a través del monitoreo de las siembras y núcleos vegetativos establecidos en el programa de compensación convenio EPM-Fundación Natura Evaluar el nivel de efectividad del programa de restauración ecológica teniendo en cuenta indicadores establecidos como desarrollo vegetal de las siembras, control de especies exóticas e invasoras y presencia poblacional de aves de importancia ecosistémica.	*Apoyar los monitoreos de vegetación asociados a medir la efectividad de los procesos de restauración en los predios La Esmeralda y Peñas Blancas *Visitas de seguimiento a predios asignados para el convenio EPM-Fundación natura *Monitoreo de especies de avifauna de importancia ecosistémica (*P. montagnii, A. albivitta, P. fasciata)* * Identificación de especies y registro de las mismas que sean de interés para el proyecto *Control y seguimiento de especies exóticas e invasoras (*Thunbergia alata)* *Realizar registro fotográfico de las actividades de monitoreo *Apoyo a mantenimiento y propagación de material vegetal en el vivero satélite *Revisión registro cámaras trampa

Nota: Elaboración propia

Capítulo 2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual

La compensación ambiental se refiere a una serie de acciones y medidas implementadas con el propósito de contrarrestar los efectos negativos causados por proyectos o actividades humanas en el entorno natural. Estas acciones tienen como objetivo restaurar, conservar o mejorar los ecosistemas afectados, así como reducir los impactos adversos en la biodiversidad. La compensación ambiental se considera una herramienta esencial en la gestión ambiental, ya que busca equilibrar los impactos negativos mediante la implementación de acciones positivas, tales como la rehabilitación de áreas degradadas, la creación de zonas protegidas o la promoción de prácticas sostenibles. Además, se basa en el principio de "quien contamina, paga", donde los responsables de los impactos negativos asumen la responsabilidad financiera y operativa de llevar a cabo las medidas de compensación necesarias (Bull et al., 2016).

La restauración ecológica se refiere a un conjunto de acciones y prácticas dirigidas a la recuperación, rehabilitación o mejora de los ecosistemas degradados o perturbados. Estas acciones pueden incluir la reintroducción de especies nativas, la rehabilitación de hábitats, la remediación de suelos contaminados y la restauración de procesos ecológicos clave. El objetivo principal de la restauración ecológica es restablecer la estructura y función de los ecosistemas, así como mejorar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proporcionan. La restauración ecológica se basa en el conocimiento científico y la comprensión de los procesos ecológicos, y se lleva a cabo con la participación de diferentes actores, incluyendo científicos, gestores de tierras y comunidades locales, con el fin de lograr una gestión sostenible y resiliente de los paisajes naturales (Bull et al., 2016).

Según Aguilar-Garavito et al. (2015), el monitoreo aplicado a procesos de restauración ecológica en ecosistemas terrestres es una herramienta esencial para caracterizar el estado actual, documentar los cambios a lo largo del tiempo y comprender la relación entre estos cambios y las actividades de restauración.

El tema de la restauración ha adquirido gran relevancia en nuestro país en los últimos años, y se han logrado avances significativos. Sin embargo, al revisar en conjunto los proyectos de restauración ejecutados, se nota una falta de atención hacia la inclusión y los procedimientos de monitoreo posteriores a dichos proyectos. Este vacío es motivo de preocupación, ya que sin un monitoreo constante que utilice diversos indicadores y abarque varios grupos biológicos, es difícil afirmar con certeza si estamos teniendo éxito en la restauración (Aguilar-Garavito et al., 2015).

El monitoreo consiste en la recopilación sistemática y repetida de datos, observaciones y estudios sobre un área o fenómeno específico. Su objetivo es caracterizar el estado actual y documentar los cambios que ocurren a lo largo del tiempo. En el contexto de la restauración ecológica, el monitoreo se convierte en una herramienta fundamental para analizar la información que el ecosistema nos brinda como resultado de nuestras intervenciones. Además, permite verificar si se están cumpliendo los objetivos y metas establecidos en cada etapa del proyecto o programa, y en qué medida (Aguilar-Garavito et al., 2015).

Para que un monitoreo sea efectivo de razones de éxito se deben establecer metas y objetivos en plazos definidos, los cuales se traducen en indicadores cuantificadores medibles en campo que brinden información verídica.

Teniendo en cuenta lo anterior algunos de los objetivos aplicables al proyecto descrito son:

- Enriquecer estructura y composición del bosque andino
- Reintroducir especies nativas
- Recuperar coberturas vegetales nativas del bosque andino afectadas por un pasado agropecuario, (ganadería y agricultura)
- Controlar especies invasoras
- Aislar los predios

Como menciona Aguilar-Garavito et al. (2015), se deben tener en cuenta algunos aspectos para considerar que un proceso de restauración está siendo exitoso, tales como:

- El ecosistema tiene un funcionamiento adecuado para el presente y para el futuro
- El sistema en proceso de restauración es auto sostenible y resistente a invasiones o a especies indeseables.
- Posee una productividad primaria similar a la original o en una trayectoria parecida.
- Presenta retención de nutrientes.
- Incorpora interacciones bióticas.
- Presenta cierta composición y abundancia de especies, así como la estratificación vertical de la vegetación y del suelo.
- Evidencia una estratificación horizontal heterogénea.
- Desarrolla varios procesos funcionales como el flujo y transferencia de energía, el ciclado de nutrientes y la dinámica sucesión-resiliencia.

Para el desarrollo del seguimiento y monitoreo de este proyecto de restauración en el marco de una compensación ambiental se han tenido en cuenta algunos indicadores que orientan la efectividad de los procesos a nivel de individuo, en estos indicadores se tuvo en cuenta: estado fitosanitario de los individuos, altura, diámetro a la altura de la base (DAB), como lo expone Díaz-Triana, Torres-Rodríguez y Muñoz (2019), en su estudio sobre el monitoreo de la restauración ecológica en un bosque seco tropical interandino: "El estado fitosanitario se evaluó como la incidencia de cinco categorías basadas en porcentajes de afectación de las plántulas por factores bióticos y abióticos como el estrés hídrico y la herbivoría, y evidenciados en la apariencia de cada individuo. La altura se tomó como la distancia desde el suelo al punto de proyección más alto de la copa y el DAB a una altura de 5 cm sobre la superficie del suelo"

En este orden de ideas también se ha tenido en cuenta el monitoreo por unidad de arreglo florístico ya que para este proyecto de restauración se ha implementado la estrategia de nucleación que consiste en la formación de módulos vegetativos en los cuales se hace una composición florística de los distintos estratos configurando así una estructura diversa para su crecimiento y desarrollo, en estos núcleos se tienen en cuenta otros indicadores como área de coberturas, formación de suelo, producción de hojarasca, erradicación de pastizales, entre otros que abordaremos en los resultados de este informe.

Según Díaz-Páez y Polanía (2017), la restauración por nucleación se refiere a una estrategia de restauración ecológica que se basa en la creación de pequeñas áreas de vegetación densa y diversa, llamadas núcleos, dentro de paisajes degradados o perturbados. Estos núcleos actúan como centros de dispersión de semillas y facilitan la regeneración natural de las especies vegetales nativas en el entorno circundante. La restauración por nucleación busca acelerar los procesos de sucesión ecológica y promover la recuperación de la biodiversidad y la

funcionalidad de los ecosistemas afectados. Este enfoque se ha utilizado exitosamente en una zona degradada por la ganadería en el norte de Antioquia, Colombia, como se describe en el estudio de Díaz-Páez y Polanía (2017).

Una nueva corriente ha surgido en la conservación de la biodiversidad, enfocándose en los modelos que favorecen la preservación de la biofuncionalidad y la restauración de las interacciones entre los organismos del sistema. Esta visión contrasta con los enfoques deterministas y controlados utilizados en las plantaciones de árboles con grupos coetáneos. En su lugar, se busca recrear los procesos naturales de sucesión, promoviendo la resiliencia y orientando a la comunidad hacia su integración con el paisaje circundante. De esta manera, se consideran los procesos estocásticos y se tiene en cuenta la capacidad actual de la comunidad en el campo, lo que la hace más compatible con los objetivos de conservación ambiental.

La crítica que se plantea se fundamenta en la idea de que las plantaciones ordenadas de árboles, generalmente en un patrón de 3x2 metros, incluso si tienen una alta diversidad, no cumplen con los principios básicos para una restauración que pueda establecer comunidades estables y con la capacidad de influir en la permeabilidad de la matriz productiva del paisaje actual en el mediano y corto plazo, Reis, A., & Tres, D. R. (2007).

2.2 Enfoque legal

En el marco de la compensación ambiental por sustracción de áreas protegidas en Colombia, existen diferentes normas y regulaciones gubernamentales e institucionales que establecen los aspectos legales pertinentes. A continuación, se mencionan algunas de las normas clave:

1. Ley 99 de 1993: Establece el Sistema Nacional Ambiental (SINA) en Colombia y establece los principios y directrices generales para la gestión ambiental en el país. Esta ley establece la obligación de mitigar y compensar los impactos ambientales significativos, incluyendo la sustracción de áreas protegidas.

2. Decreto 2041 de 2014: Reglamenta el procedimiento para la compensación ambiental en proyectos de infraestructura y actividades que generen impactos ambientales significativos. Establece los criterios, requisitos y procedimientos para la compensación ambiental, incluyendo la sustracción de áreas protegidas.

3. Resolución 216 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Establece los lineamientos para la identificación, selección y adquisición de áreas destinadas a la compensación ambiental por sustracción de áreas protegidas. Establece los criterios para la selección de las áreas y los procedimientos para su adquisición.

4. Acuerdo 021 de 2016 de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA): Establece los lineamientos para la compensación ambiental por sustracción de áreas protegidas en el marco de los proyectos sometidos a licenciamiento ambiental. Define los criterios y procedimientos para la determinación de las áreas de compensación y su implementación.

A continuación, se mencionan la normatividad aplicada a cada acción a compensar en los predios propiamente dichos del proyecto:

1. Reintroducción de especies nativas:

La reintroducción de especies nativas se refiere a la acción de liberar individuos de especies autóctonas en un área determinada con el objetivo de restablecer o fortalecer las poblaciones nativas que hayan sido afectadas o disminuidas. La Resolución 1513 de 2018 del

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece los lineamientos para la reintroducción de especies nativas, definiendo los criterios y procedimientos a seguir, incluyendo aspectos relacionados con la selección de especies, sitios adecuados, protocolos de monitoreo, entre otros.

2. Control de especies invasoras:

El control de especies invasoras se refiere a la gestión y eliminación de especies exóticas que se han introducido en un ecosistema y que tienen un impacto negativo sobre las especies nativas y los procesos ecológicos. La Resolución 1288 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece los lineamientos para el control de especies invasoras, definiendo los criterios y acciones a seguir para prevenir, controlar y erradicar estas especies, con el fin de proteger la biodiversidad y los ecosistemas.

3. Enriquecimiento de coberturas vegetales:

El enriquecimiento de coberturas vegetales se refiere a la acción de aumentar o mejorar la presencia y calidad de la vegetación en un área determinada. Esto puede incluir la siembra o plantación de especies nativas, la restauración de áreas degradadas, la recuperación de bosques, entre otras acciones. La Resolución 1513 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece los lineamientos para el enriquecimiento de coberturas vegetales como parte de las compensaciones ambientales, definiendo los criterios y procedimientos a seguir, incluyendo la selección de especies, técnicas de siembra, monitoreo y mantenimiento.

4. Monitoreo de flora y fauna:

El monitoreo de flora y fauna se refiere a la evaluación sistemática y periódica de la composición, abundancia, distribución y estado de las especies vegetales y animales en un área determinada. Este monitoreo es esencial para comprender los cambios en los ecosistemas,

evaluar el éxito de las acciones de restauración y compensación, y tomar decisiones informadas sobre la conservación y manejo de la biodiversidad. La Resolución 1513 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece los lineamientos para el monitoreo de flora y fauna como parte de las compensaciones ambientales, definiendo los aspectos a considerar, los indicadores a evaluar y los informes requeridos.

5. Aislamiento de predios:

El aislamiento de predios se refiere a la delimitación y protección de áreas específicas con el fin de preservar y conservar los ecosistemas y sus elementos bióticos y abióticos. Esto implica evitar o restringir el acceso a personas o actividades que puedan tener un impacto negativo en la integridad y el funcionamiento de dichas áreas. La Resolución 1401 de 2007 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece los lineamientos para el aislamiento de predios en el marco de la compensación ambiental, definiendo los requisitos y condiciones para su implementación.

6. Mantenimiento a tres años:

El mantenimiento a tres años se refiere al período de seguimiento y cuidado continuo que se lleva a cabo durante tres años posteriores a la implementación de acciones de restauración o compensación ambiental. Durante este tiempo, se realizan actividades de monitoreo, mantenimiento y manejo para garantizar el éxito a largo plazo de las acciones implementadas y permitir que los ecosistemas restaurados se recuperen y funcionen adecuadamente. La Resolución 1513 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece la obligación de realizar el mantenimiento a tres años como parte de las compensaciones ambientales, definiendo los lineamientos y responsabilidades durante este periodo.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo

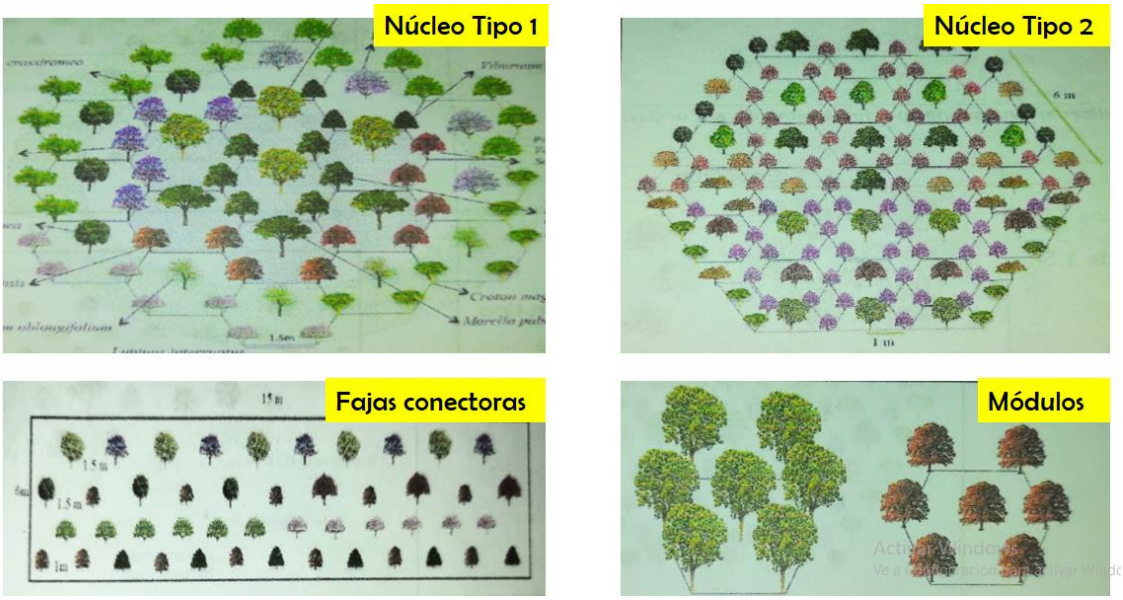
3.1 Presentación de resultados

El trabajo realizado durante el periodo de esta etapa práctica como modalidad de grado, se desarrolló en el municipio de Bojacá Cundinamarca en la vereda Roblehueco donde se encuentran dos predios pertenecientes a la compensación ambiental por sustracción de área protegida regional, adjudicada a la empresa de energía EPM quien en convenio con la fundación natura desarrollan las acciones de restauración ecológica para dar cumplimiento a las compensaciones impuestas por la autoridad ambiental. En este orden de ideas el proyecto ha implementado estrategias de restauración por método de nucleación en predios con antecedentes agropecuarios, suelos destinados a la ganadería y vocación agrícola, en las áreas adquiridas hay una configuración heterogenea de coberturas dentro de las cuales tenemos zonas de bosque de niebla andino conservado, bosque fragmentado, vegetación secundaria, pastizales y pastizal con arbustos, dentro de las acciones de restauración se implementaron siembras en módulos nucleares que se constituyen de un arreglo florístico heterogéneo teniendo en cuenta la cobertura trabajada, apuntando de esta manera a una relación entre coberturas y la sucesión ecológica de las especies que se implementaron integrando individuos de estratos arbóreos y arbustivos.

Para las coberturas de pastos limpios se dispone de núcleos tipo 1 (T1) y tipo 2 (T2), los T1 compuestos por 73 individuos con distancia de siembra de 1.5 metros, para los T2 hay una cantidad de individuos de 126 y distancia de siembra a 1 metro. Además de los núcleos, se han implementado fajas de ampliación que cumplen una función conectora entre los bordes de bosque y vegetación entre las zonas de siembra, estas tienen una densidad de 46 individuos. Y para las coberturas de bosque y vegetación secundaria se implementaron módulos de

enriquecimiento de coberturas los cuales están constituidos de 7 individuos entre especies arbóreas o arbustivas.

Figura 2. *Diseño de siembras*



Nota: Fundación Natura (2022)

Teniendo en cuenta la anterior descripción a groso modo de cómo está compuesta la estrategia de restauración y metodología de siembra podemos comenzar a hablar de cómo se ha desarrollado el monitoreo de vegetación que consiste en una recopilación de información a nivel de individuo o núcleo, según corresponda el caso.

3.1.1 Monitoreos de vegetación

Los monitoreos de vegetación se desarrollan en el proyecto periódicamente cada seis (6) meses con la intensión de conocer los avances de los individuos y los núcleos en los predios, teniendo en cuenta características y aspectos que dan luces de la efectividad de los procesos y métodos implementados en cada área. Para esto se han seleccionado núcleos, fajas y módulos de

enriquecimiento de los cuales se colecta información de individuo a individuo y por núcleo en general

La información de individuo a individuo tiene en cuenta el DAB (Diámetro a la Altura de la Base), altura, diámetro de coberturas en X y Y, estado fitosanitario y observaciones si las presenta. Para el caso de la información colectada por núcleo se tiene en cuenta la altura máxima del estrato arbustivo, herbáceo, altura mínima de cobertura, porcentajes de coberturas de pasto, cobertura de herbáceas, cobertura de hojarasca, largo y ancho del núcleo, especies dominantes en cada estrato, especies en estado reproductivo, y observaciones si las hay.

Figura 3. *Toma de datos monitoreo de vegetación*



3.1.2 Monitoreo de avifauna de interés ecosistémico

El monitoreo de aves en el proyecto se focalizó en tres especies nativas del ecosistema las cuales *Pennelope montagnii, patagioenas fasciata* y *Aulacorhynchus alvibitta*, pava andina,

paloma collareja y tucancito esmeralda respectivamente. La metodología de monitoreo de aves consistía en avistamiento por recorrido en transectos delimitados estratégicamente teniendo en cuenta la cobertura presente en cada uno, es decir, se tenían transectos en pastos limpios, vegetación secundaria y bosque para cada predio, con la finalidad de determinar la presencia y abundancia de las poblaciones de estas especies en las áreas de restauración recopilando en cada recorrido información como: la especie, distancia en el transecto, distancia al ave, número de individuos, estrato, tipo de registro (auditivo o visual) y la hora de avistamiento.

Este monitoreo se realizó durante 3 meses con una intensidad horaria semanal de 4 horas haciendo recorrido de 6:00 a 8:00 y de 14:00 a 16:00, correspondiéndome a mí el monitoreo de 2 transectos, los cuales eran el Transecto 2 de bosque Esmeralda (T2BE) y Transecto 1 Vegetación secundaria Peñas Blancas (T1VSPB)

El monitoreo de aves en el proyecto es un indicador biológico de la efectividad de los procesos de restauración ya que al determinar la presencia de las especies en estudio en los predios indica que de manera natural se está haciendo una reintroducción de especies nativas a las áreas degradadas, brindando con los procesos de restauración un hábitat con las condiciones necesarias e ideales para la supervivencia de esta especie, además de esto las aves son de importancia ecosistémica por las funciones que cumplen dentro del mismo, fundamentales como la dispersión de semillas y control de plagas e insectos, que fortalecen en gran medida las acciones de restauración que se ejecutan en los predios, complementando de esta manera la restauración pasiva con la inclusión variedad de material vegetal que transportan estas aves frugívoras a las zonas de restauración activa donde encuentran alimento, refugio y zonas de descanso.

Para el transecto T1 vegetación secundaria de Peñas Blancas, en la mayoría de los recorridos se tuvo registro de *Penelope montagnii*, y no hubo registro para las otras dos especies

Para el Transecto T2 bosque Esmeralda, se tuvo registro constante *Penelope montagni* y en unas pocas ocasiones registro de *Patagioenas fasciata*

En el apéndice A se presenta el formato que se diligencia en campo en cada recorrido de monitoreo

Figura 4. *Penelope montagnii y Patagioenas fasciata, respectivamente*



Figura 5. *Avistamiento y toma de datos*

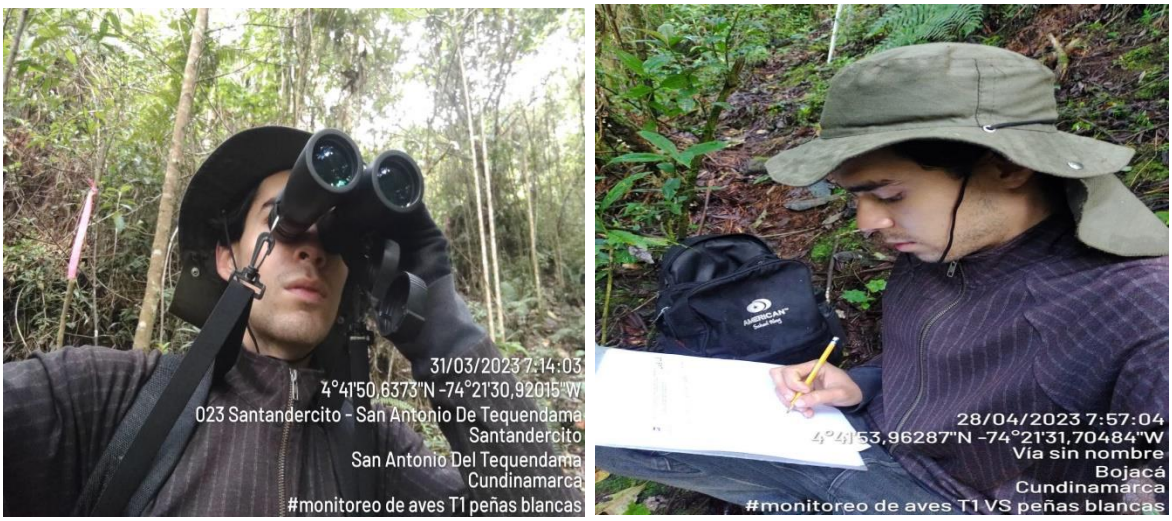
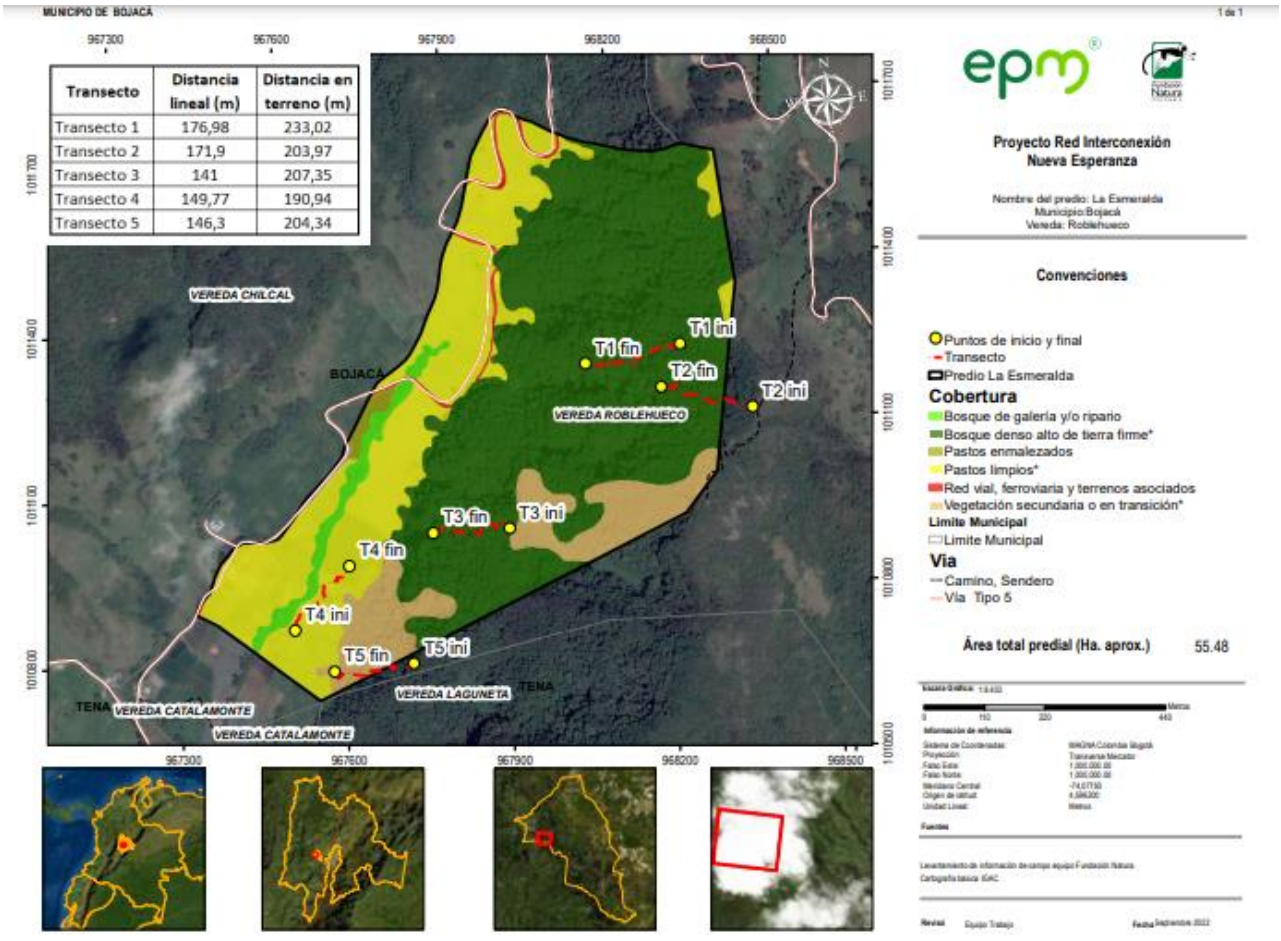
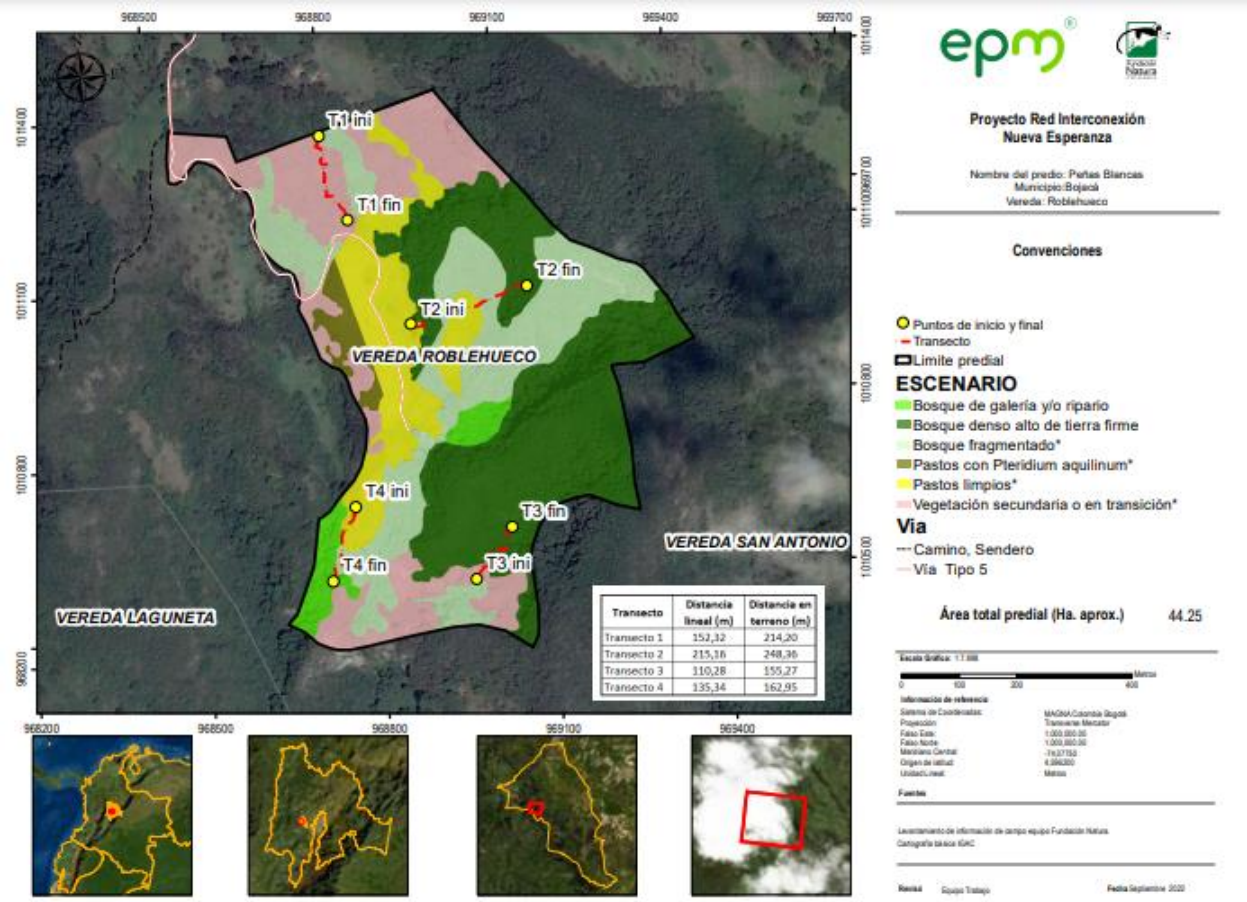


Figura 6. *Transectos monitoreo de aves predio Esmeralda*



Nota: Fundación Natura (2022)

Figura 7. *Transectos monitoreo de aves predio Peñas Blancas*



Nota: Fundación Natura (2022)

3.1.3 Mantenimiento de siembra.

El mantenimiento de siembras en un proceso de restauración es fundamental para asegurar el éxito y la supervivencia del material vegetal que se ha plantado. Como las siembras están en una etapa adelantada de crecimiento en este momento, los mantenimientos no son tan rigurosos como antes y tampoco se realiza a la totalidad de los núcleos, este mantenimiento consiste en acciones como despeje de copas, ubicación de tutores a individuos que lo necesiten y poda y despeje de malezas en los núcleos, dependiendo el nivel de colonización de las malezas así será la intensidad de la poda, por esta razón en algunos se realizaba una poda en buffer o en

todo el núcleo incluyendo el interior. Las malezas compiten con las plantas restauradas por los nutrientes, el agua y la luz solar. Es esencial realizar un control efectivo de las malezas para evitar su proliferación y asegurar que las plantas restauradas tengan suficiente espacio y recursos para crecer.

Figura 8. *Guadañado de núcleos aplicación de buffer*

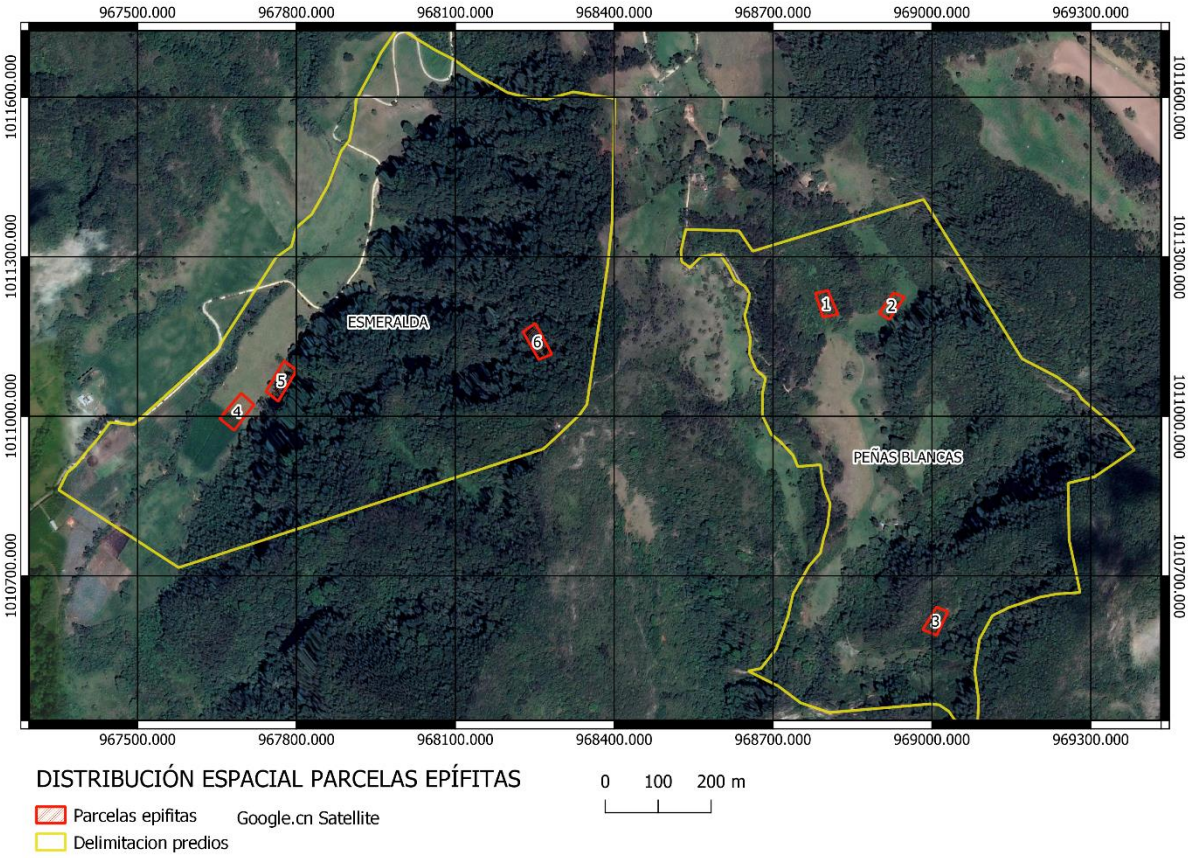


3.1.4 Monitoreo de epifitas.

El monitoreo de epífitas en un proyecto de restauración es importante para evaluar la presencia, abundancia y salud de estas plantas que crecen sobre otras plantas sin parasitarlas. En este monitoreo se tiene delimitadas parcelas y subparcelas en distintas zonas del predio basándonos en las coberturas presentes como bosque, vegetación secundaria, y pastos limpios. Ubicando parcelas de 100 x 10 metros, que a su vez se subdividen en 10 cuadrantes donde hay delimitadas subparcelas de 5x5 o 2x2. En estas parcelas se hace un reconocimiento y colecta de la variedad de musgos y líquenes presentes en las áreas para su posterior investigación y análisis en laboratorio, el monitoreo de epífitas permite el conocimiento sobre la presencia y abundancia de estas plantas que se traduce en un insumo importante para conocer el estado y condiciones

ambientales del ecosistema donde se encuentran, siendo los musgos y líquenes bioindicadores de la calidad del hábitat.

Figura 9. *Parcelas epífitas en los predios*



Nota: En la salida grafica se muestra la distribución de las parcelas por cobertura, 1 y 5 corresponden a vegetación secundaria, 2 y 4, pastos limpios, 3 y 6 cobertura de bosque.

Elaboración propia

Figura 10. *Monitoreo de epífitas, colecta de especímenes*



3.1.5 Monitoreo de siembras especies vedadas.

Las especies vedadas son aquellas plantas que están protegidas legalmente y tienen restricciones o prohibiciones para su extracción, uso o comercio. Estas medidas de protección se implementan para conservar especies en peligro de extinción, preservar ecosistemas frágiles o prevenir la sobreexplotación de recursos naturales.

Las especies vedadas vegetales pueden incluir plantas con características particulares, como endemismo (solo se encuentran en una región específica), rareza o fragilidad.

En el proyecto se cuenta con áreas de restauración destinadas a especies vedadas como el roble andino (*Quercus humboldtii)*, las palmas bobas (*Cyatheas sp.)* el cedro nogal *(Juglans neotropica)* y el pino colombiano *(Podocarpus oleifolius)*, en el monitoreos de estas especies se

tienen en cuenta aspectos similares a los del monitoreo de vegetación como son: supervivencia, crecimiento, DAB, diámetros de coberturas y estado fitosanitario. El desarrollo de estas especies vedadas en el proyecto ha sido muy prolífico notándose su pertinencia en el ecosistema, los individuos de nogal, roble y palmas bobas han tenido un crecimiento considerable en estos tres años desde su siembra y se han adaptado satisfactoriamente a las condiciones de las áreas donde se han dispuesto.

Figura 11. *Toma de datos en veda 230 Esmeralda*



3.1.6 Seguimiento de predios.

El seguimiento a los predios consiste en un recorrido que se hace continuamente por los predios para identificar distintas características del predio donde se tiene en cuenta la hora de llegada y salida, el clima, nombre del predio, sendero, recursos hídricos, fauna, flora y una evaluación de agentes antrópicos y tensionantes donde se reporta presencia de turistas, ganado,

basuras, extracción vegetal, estado de las cercas, inconvenientes, entre otros, esto se realiza llenando un formato que se adjunta en el Apéndice B de este informe.

Figura 12. *Sendero de predio Peñas Blancas y turistas*



3.1.7 Mantenimiento y monitoreo de vivero satélite

El vivero satélite que funciona en el predio Esmeralda periódicamente se le hace un mantenimiento que consiste en el despeje de zonas de acceso, mantenimiento del material vegetal en bolsa, riego del material, trasplantes y transporte a zonas de crecimiento y rustificación, descarte de material inservible, preparación de sustrato, podas y demás labores necesarias. En el monitoreo de vivero se hace un inventario de las especies presentes con la cantidad y el desarrollo que han tenido, brindando de esta manera información sobre la disponibilidad de individuos y especies del vivero.

Figura 13. *Monitoreo de vivero, mantenimiento material vegetal.*



3.1.8 Propagación de material vegetal.

En el vivero constantemente se están propagando especies vegetales de interés para el proyecto para mantener una oferta variada de material vegetal útil y hacer una renovación constante de material, cada vez que hay disponibilidad de semillas se prepara el sustrato para la germinación teniendo en cuenta las cantidades de semillas dispuestas en cada ensayo en medidas de peso, se rotulan con la fecha y especie propagada.

Figura 14. *Bandejas de germinación*



3.1.9 Monitoreo climático.

Se hace monitoreo climático con el termómetro ambiental que se encuentra el el predio Esmeralda en el vivero, se recopila los datos de máximas y mínimas de temperatura y humedad y en el pluviómetro la cantidad de milímetros de lluvia diario. El dato de temperatura y humedad se toma dos veces al día una por la mañana y por la tarde

l monitoreo climático permite obtener datos precisos y actualizados sobre las condiciones climáticas, como temperatura, precipitación, humedad y eventos extremos (sequías, inundaciones, tormentas). Estos datos son fundamentales para comprender cómo está cambiando el clima y cómo puede afectar la restauración de los ecosistemas. Ayuda a identificar las especies y prácticas de restauración más adecuadas en un contexto climático cambiante.

El monitoreo climático a largo plazo permite identificar patrones y tendencias en el clima local o regional. Esto es crucial para comprender los impactos del cambio climático a largo plazo y su relación con la restauración ecológica.

Permite identificar posibles amenazas climáticas, como sequías prolongadas, lluvias intensas o eventos climáticos extremos, que pueden afectar negativamente la restauración de los ecosistemas. Con esta información, se pueden tomar medidas preventivas o desarrollar estrategias de adaptación para minimizar los impactos adversos. Proporciona una base científica sólida para la toma de decisiones informadas en los proyectos de restauración. Los datos climáticos recopilados y analizados brindan información objetiva y cuantitativa sobre las condiciones ambientales.

Figura 15. *Toma de temperatura y humedad, registro de lluvias*



3.1.10 Erradicación y control de especies exóticas e invasoras.

En el proyecto de restauración hay algunos remanentes y brotes de especies exóticas que se han trabajado en el pasado desde el inicio del proyecto como el anillado de especies arbóreas maderables introducidas que no hacen parte del ecosistema como el pino ciprés y eucalipto. En este momento se continúa la erradicación y control de especies exóticas e invasoras más

agresivas y con una alta potencialidad dominante como el ojo de poeta (*Thunbergia alata)* una especie enredadera trepadora introducida desde África a Colombia en los años ‘50 que se caracteriza por la creación de extensos tapetes sobre dosel arbóreo y arbustivo impidiendo la entrada de luz solar y homogenización del paisaje teniendo un impacto negativo en las especies nativas y el equilibrio ecológico.

Actualmente se hace un seguimiento a los focos de propagación de esta especie áreas del predio donde se tiene presencia practicando la eliminación manual retirando su hábito, raíces y propágulos ya que esta planta como la mayoría de invasoras tiene un alto grado de resiliencia ante su erradicación, teniendo la capacidad de rebrotar donde ha sido retirada, por esta razón es necesario un control constante y periódico a estos puntos identificados.

En su erradicación se tiene en cuenta la precaución de dejarla suspendida sin contacto con el suelo y a exposición directa de la luz solar para acelerar su muerte.

Las labores de erradicación de especies exóticas e invasoras como la *Thunbergia alata* son un indicador fundamental de los avances del proyecto y la efectividad del mismo, es este proceso se tenían identificados 5 focos de propagación de los cuales al final de este proceso se tenía controlado en gran medida 3 de ellos lo cual aporta a consecución de estos objetivos representando así un logro del 75% de su erradicación teniendo en cuenta la densidad de propagación de cada foco.

Figura 16. *Identificación y erradicación de ojo de poeta (Thunbergia alata)*



3.1.11 Revisión cámaras trampa.

En los predios se encuentran ubicadas cámaras trampa que permiten hacer un registro de las especies de fauna del lugar, son útiles para monitorear la fauna y obtener información valiosa sobre la efectividad de los esfuerzos de restauración. Estas cámaras son dispositivos automáticos equipados con sensores de movimiento y una cámara que se activa cuando detectan movimiento en su rango de alcance. Las cámaras trampa capturan imágenes o videos de los animales que pasan frente a ellas. Estas imágenes pueden ser utilizadas para identificar especies y recopilar datos sobre la diversidad de la fauna presente en el área de restauración

Las cámaras trampa registran la actividad y los patrones de movimiento de los animales en el área de restauración. Esto puede proporcionar información valiosa sobre las rutas de migración, áreas de alimentación, territorios y patrones de actividad diurna/nocturna. Estos datos son esenciales para comprender las necesidades ecológicas de las especies y diseñar estrategias de restauración que las apoyen de manera efectiva. Al monitorear la presencia y el

comportamiento de la fauna a través de cámaras trampa, se puede evaluar la efectividad de los esfuerzos de restauración en la atracción y el apoyo de la fauna nativa. La presencia de animales y especies nativas en el área de restauración es un indicador clave de éxito y puede ser utilizado para medir los resultados de la restauración en términos de biodiversidad y conservación.

Las cámaras trampa han permitido hacer un registro de especies de fauna dando un acercamiento en cuanto a la composición faunística del ecosistema y las interacciones que ocurren dentro del mismo. En los predios se han observado más de 20 especies de fauna entre mamíferos y aves, a continuación, algunos de las especies registradas.

Aves:

Turdus fuscaster, mirlo común

Saltator striatipectus, Saltador rayado

Zentrygon linearis, Perdíz lineada

Penelope montagnii, Pava andina

Grallaria ruficapilla, Tororoi comprapan

Búho, NI

Atlapetes albofrenatus, Gorrión montes bigotudo

Aramides cajaneus, Chilacoa colinegra

Dryobates passerinus, Carpintero oliváceo

Mirla, NI

Mamíferos:

Nausa nausa, Coatí, cuzumbo

Didelphis marsupialis, Runcho, zorro chucha, zorro fara

Cuniculus paca, Borugo, guartinaja

Dasyprocta punctata, Ñeque

Sciurus granatensis, Ardilla cola roja

Leopardus wiedii , Tigrillo andino

Ratones de monte

Herpailurus yagouaroundi, Yaguarundí

Figura 17. *Revisión tarjetas SD y organización de registros.*



Figura 18. *Registros cámaras trampa*



Nota: Fundación Natura (Todos los derechos reservados)

3.1.12 Recolección e identificación de bancos de semillas.

En la necesidad de tener una amplia variedad y oferta de especies vegetales para la propagación en el vivero, se lleva a cabo una búsqueda constante de semillas y bancos semilleros de especies nativas en los predios de restauración. Cada visita de seguimiento a un predio es una valiosa oportunidad para encontrar semillas y reconocer los estados de maduración de los frutos de diferentes especies disponibles. Durante estas visitas, se realiza la recolección de semillas, asegurando una adecuada rotulación con información relevante, como la fecha de recolección, el lugar de origen y la especie y variedad específica, hora y lugar para hacer un seguimiento de los parentales y calidad de las plántulas germinadas. Entre las especies más buscadas y colectadas se pueden mencionar las bellotas del *Quercus humboldtii, Ageratina ampla, Tibouchina mollis, Clusia multiflora, Verbesina crassiramea, Baccharis latifolia.*

Además de las semillas, cuando se encuentra un banco con disponibilidad de material se hace rescate plántulas, que no superen los 5cm para continuar su desarrollo en vivero.

Figura 19. *Recolección de semillas de Quercus humboldtii y Verbesina crassiramea, respectivamente.*



Discusión de resultados

Teniendo en cuenta los objetivos de la pasantía, se dan a conocer las actividades que se desarrollan en el programa de restauración ecológica en el marco de la compensación ambiental del convenio EPM-FN de las cuales se pudo ser partícipe durante este periodo de tiempo en la etapa práctica de la modalidad de grado, pasantías. Las actividades que se mencionan en cada uno de los anteriores numerales se desarrollaron en distintos tiempos durante estos meses, sin haber una secuencialidad sino, más bien, teniendo en cuenta las necesidades de cada momento, realizando varias de éstas de manera simultánea.

Los procesos de restauración en este proyecto que están cercanos a cumplir 3 años de ejecución es posible apreciar el avance de la revegetalización de las coberturas donde antes predominaban pastizales, actualmente el crecimiento de los individuos de estrato arbóreo varía entre un rango entre los 4 y 7 metros de altura, con diámetros de coberturas entre 3,5 x 4 metros creando un área cubierta considerable, que da sombrío, aporte de hojarasca, y refugio a la fauna.

El estado fitosanitario de estas siembras es variable de individuo a individuo considerando 3 aspectos (herbivoría, patógenos, coloración) en cuanto a la supervivencia la mayoría de individuos se ha adaptado a las condiciones del predio al ser especies pioneras que ofrecen en una primera instancia condiciones para que especies de lento crecimiento y sucesión tardía de establezcan con el tiempo. La variable de supervivencia fluctúa entre área de siembra y especie, siendo las especies de lento crecimiento las que más decesos presentan sin ser una cantidad alarmante, se estima que no mayor a un 5% a nivel general de siembras. Para las especies del estrato arbustivo que se componen de especies de crecimiento y propagación rápida se evidencia que han tenido un excelente desarrollo en los núcleos, brindando condiciones de cobertura y conectividad al tener un mayor grado de propagación natural después de su establecimiento, lo mismo que ocurre con las especies del estrato herbáceo.

En cuanto a características generales a nivel de núcleo, se puede evidenciar como algunos de estos arreglos florísticos se han establecido satisfactoriamente basándonos en variables como la cobertura de pastos dentro del núcleo los cuales en la mayoría no supera un 20%, la densidad de claros 20%, la producción de hojarasca y formación de suelos superando un 40% a nivel general entre todos los núcleos visitados. Los diámetros de los núcleos también presentan un crecimiento destacable variando entre los 14 x18 metros, dimensiones muy superiores a las iniciales demostrando una expansión en el área cubierta.

Además de esto una característica que permite dimensionar la efectividad de estos procesos es la conexión de núcleo a núcleo que se presenta en algunos sectores cerrando esta brecha intermedia de pastizal, recreando una conectividad y una mayor área de cobertura diversa.

En las zonas donde se encuentran las fajas conectoras entre pastos y bordes de boque con vegetación secundaria se evidencia como la sucesión ecológica ha hecho su parte, dando las fajas

un impulso y dinamismo en la conexión de estas coberturas homogenizando de esta manera los contrastes visibles anteriormente entre coberturas.

Las siembras de enriquecimiento en coberturas de bosque y vegetación secundaria donde se han plantado especies de arbóreas de crecimiento lento presentan un desarrollo conforme a sus hábitos de crecimiento siendo especies como los robles andinos *(Quercus humboldtii)* nogales *(Juglans neotropica)* y cedros de altura *(Cedrella montana)* alturas de entre 80cm hasta 250cm, variando posiblemente por la competencia, nutrientes o condiciones climáticas.

El control de especies exóticas e invasoras como se mencionó anteriormente, se centró en la erradicación de los focos de propagación de la especie *Thunbergia alata*, conocida comúnmente como ojo de poeta, la cual se encuentra presente en el predio Esmeralda solamente donde se identificaron 5 focos de propagación que se trabajaron continuamente al ser una especie con alto nivel de resiliencia al tener la capacidad de rebrotar de raíces y tallos y demás partes de su hábito constantemente toca estar haciendo un seguimiento y control de sus propágulos, para este caso se logró controlar hasta este momento 3 focos importantes que constituyen aproximadamente un 75% de la cobertura de expansión total de esta enredadera invasora lo cual es un buen rango de efectividad teniendo en cuenta la dificultad de su erradicación permanente del predio.

Por otra parte en cuanto a el monitoreo de aves de especies objetivo, para los transectos designados a mi cargo se tuvo registro significativo de la especie *Penelope montagnii,* pava andina, estando presente en la mayoría de recorridos de avistamiento realizados demostrando una presencia poblacional significativa de esta especie en las áreas de restauración, lo que se traduce que los efectos de estos procesos están brindando las condiciones ideales para la supervivencia y presencia de estas especies nativas reintroduciéndolas a su hábitat. En cuanto a la paloma

collareja *Patagienas fasciata,* se informa de su presencia en los predios pero con una menor densidad de su población. No hay reporte de tucancito esmeralda para los transectos realizados en los predios, sin embargo, para el informe de otros transectos realizados por otro observador sí hay presencia a razón de la oferta alimenticia que hay en el área de estudio. Estos hallazgos permiten conocer la efectividad de los procesos realizados al proveer condiciones necesarias a esta fauna para sus interacciones.

Capítulo 4. Diagnóstico final

Durante este periodo comprendido en la pasantía realizada en los predios destinados a restauración ecológica en el marco de la compensación ambiental del convenio EPM-FN, se pudo conocer de primera mano la ejecución de las labores de restauración en proyectos de gran alcance en el país, siendo esta una gran oportunidad para expandir el conocimiento sobre estos campos de acción donde nos desempeñamos diversos profesionales, siendo la restauración ecológica un área interdisciplinar donde se comparten saberes y aprendizajes de las distintas temáticas abordadas,

En este orden de ideas pude ser un apoyo valioso a las actividades de monitoreo realizadas tanto de vegetación, avifauna, epifitas, en el seguimiento de predios dando diagnósticos de las condiciones de las áreas y las visitas a las siembras, pude hacer una reconocimiento de la fauna que compone el ecosistema andino en el que se encuentra este proyecto, también pude dar mi punto de vista en asuntos puntuales como las especies de enredaderas nativas que se han desarrollado de manera natural en las siembras y su interacción y dinamismo con la fauna asociada, dando a conocer los pros y contras de su propagación encaminado a la toma de decisiones responsables y aterrizadas a las situaciones del momento. En este periodo de tiempo pude diversificar mi enfoque y gusto por la observación de aves en esta región diversa, constituyendo así un importante registro de avifauna característica y la relación de algunas de estas especies con especies vegetales que predominan en las áreas de restauración lo cual aporta al conocimiento de las dinámicas del ecosistema como fue la investigación de las más de diez especies de colibríes que utilizan como dieta alimenticia las flores del género *Bomarea*, que en algún momento por sus características enredaderas y trepadora sobre los individuos de siembra se pudo ver como una amenaza; el conocimiento y observación de estas

interacciones permitió conocer que varias especies con un grado de importancia para la conservación por su vulnerabilidad necesitan de estas flores como es el caso del *Coeligena prunellei* o colibrí inca negro, endémico de los andes catalogado como vulnerable según los registros de la UICN.

Figura 20. *Especies de colibríes y su relación con Bomarea sp***.**



El vivero satélite de Esmeralda queda con una importante variedad de especies vegetales propagadas resultado de la colecta de semillas en campo en cada seguimiento a predio realizado, teniendo propagación y plántulas de las especies *Baccharis latifolia, Tibouchinia mollis, Verbesina crassiramea, Solanum oblongifolium, Clusia multiflora, Ageratina ampla, Ageratina boyacensis, Verbesina nudipes.* Queda también la organización del material vegetal en bolsa donde destacan las *Cyatheas,* las cuales se han trasplantado y reubicado, así también como gran parte del material que se trasladó a zonas de rustificación. Se cuenta con un buen relevo de material vegetal propagado que enriquece los inventarios y la oferta y disponibilidad de especies nativas para posteriores siembras cuando sean necesarias.

Los monitoreos de aves de especies de importancia ecosistémica son un valioso insumo para el conocimiento de la reintroducción de estas especies a las zonas de restauración conociendo la densidad de sus poblaciones en cada área monitoreada, lo que nos da un acercamiento a la efectividad de las acciones de restauración, quedando en los formatos de seguimiento estos registros.

Conclusiones

En el desarrollo de toda esta etapa práctica en la que se enmarca las pasantías se pudo conocer e identificar las distintas actividades que se desarrollan en el proyecto de restauración ecológica perteneciente al programa de compensación ambiental del convenio EPM-FN en el municipio de Bojacá en los predios dichos anteriormente, dentro de esta serie de actividades podemos mencionar el monitoreo de vegetación, de avifauna, de epífitas, monitoreo climático, erradicación de especies exóticas e invasoras, mantenimiento y seguimiento de predios, la importancia de la propagación de material vegetal y el establecimiento de un vivero satélite en el proyecto, la recolección semillas e identificación de bancos, la revisión de los registros de las cámaras trampa para enriquecer los registros de fauna y conocer la composición del ecosistema, entre otras, que en conjunto aportan a este gran conglomerado que apuntan a demostrar la efectividad de los procesos de restauración.

Los monitoreos de vegetación han sido una herramienta fundamental para conocer el avance de los procesos de restauración conociendo detalladamente el desarrollo vegetal de cada individuo o por agrupación a nivel de núcleo, donde es evidente como las especies se han adaptado y han logrado colonizar estas áreas degradadas por antecedentes agropecuarios. Los monitoreos nos brindan información sobre el rango de cobertura, altura, DAB, y el estado fitosanitario de las siembras, dando un diagnóstico del proceso, dejando ver la pertinencia de la configuración florística de estos núcleos al integrar especies de distintos estratos y desarrollos sucesionales, que dan la oportunidad al progreso y desarrollo de otras especies que necesitan estas condiciones iniciales para prosperar; otro indicativo del avance de estas acciones es la poca mortalidad que se presenta en las siembras ya que ha sido una acierto la selección de especies

nativas del ecosistema que es un pilar fundamental para el éxito de la restauración a nivel ecológico.

En la restauración ecológica todo está relacionado, funcionando como un sistema y es por esta razón que el éxito de la restauración y el establecimiento de las siembras se ve reflejado en los efectos que se generan de manera natural como es la reintroducción de especies de fauna y flora que retornan gracias a la disponibilidad de recursos que los espacios restaurados les ofrecen, como es el caso de las especies de avifauna nativa focalizadas en este proyecto por su importancia ecosistémica en las funciones que cumplen como la dispersión de semillas y que muestran la efectividad de los procesos, además de la fauna registrada en las cámara trampa, demostrando un dinamismo e interacción entre las acciones y recuperación del componente faunístico que se beneficia de este proceso. Para complementar estos avances que se han logrado se implementan estrategias para la erradicación y control de especies exóticas como el ojo de poeta que son una amenaza contra la biodiversidad al homogenizar las coberturas, entre otras desventajas que acarrean las especies invasoras, hasta el momento se continua en la labor de erradicación y control con resultados efectivos que mantienen a limite la propagación de estas especies. Con todos estos hallazgos es posible determinar la efectividad de los procesos desde un punto de vista ecológico, reestructurando las complejas dinámicas de los ecosistemas mencionadas anteriormente de manera paulatina, reconociendo que la restauración es un proceso que se visualiza a largo plazo.

Recomendaciones

Se sugiere continuar con el seguimiento a los focos de propagación de la especie invasora *Thunbergia alata*, ya que conociendo su potencialidad de invasión y propagación además de su resiliencia ante la erradicación, lo recomendable es mantener su desarrollo de manera controlada evitando su expansión masiva

Por otra parte en cuanto a las enredaderas nativas que se han desarrollado en las siembras hay que tener en cuenta sus bondades y ventajas a la fauna que frecuenta sus frutos y semillas, sin descuidar su crecimiento exacerbado

La estadía en el proyecto se realizó sin ningún contratiempo o inconveniente que dificultara las actividades y el desarrollo de esta etapa práctica profesional.

Referencias

Aguilar-Garavito, M., Ariza, A., Inge, A., Aronson, J., Avella, A., Bernal Castro, E., ... & Zabala, G. (2015). Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres.

Bull, J. W., Jobstvogt, N., Böhnke-Henrichs, A., Mascarenhas, A., Sitas, N., Baulcomb, C., ... & Burgess, N. D. (2016). Strengths, weaknesses, opportunities and threats: A SWOT analysis of the ecosystem services framework. Ecosystem Services, 17, 99-111.

Díaz-Páez, M., & Polanía, J. (2017). Experiencia piloto de nucleación con especies nativas para restaurar una zona degradada por ganadería en el norte de Antioquia, Colombia. *Biota Colombiana*, *18*(1 Sup), 60-69.

Díaz-Triana, J. E., Torres-Rodríguez, S., & Muñoz, L. (2019). Monitoreo de la restauración ecológica en un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia): programa y resultados preliminares. *caldasia*, *41*(1), 60-77.

Empresas Públicas de Medellín (EPM). (2013). Informe de evaluación de impacto ambiental: Proyecto transmisión eléctrica Nueva Esperanza.

Fundación Natura. (s.f.). Quiénes somos. Recuperado de https://natura.org.co/la-fundacion/quienes-somos/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Resolución 1513 de 2018.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Resolución 1288 de 2018

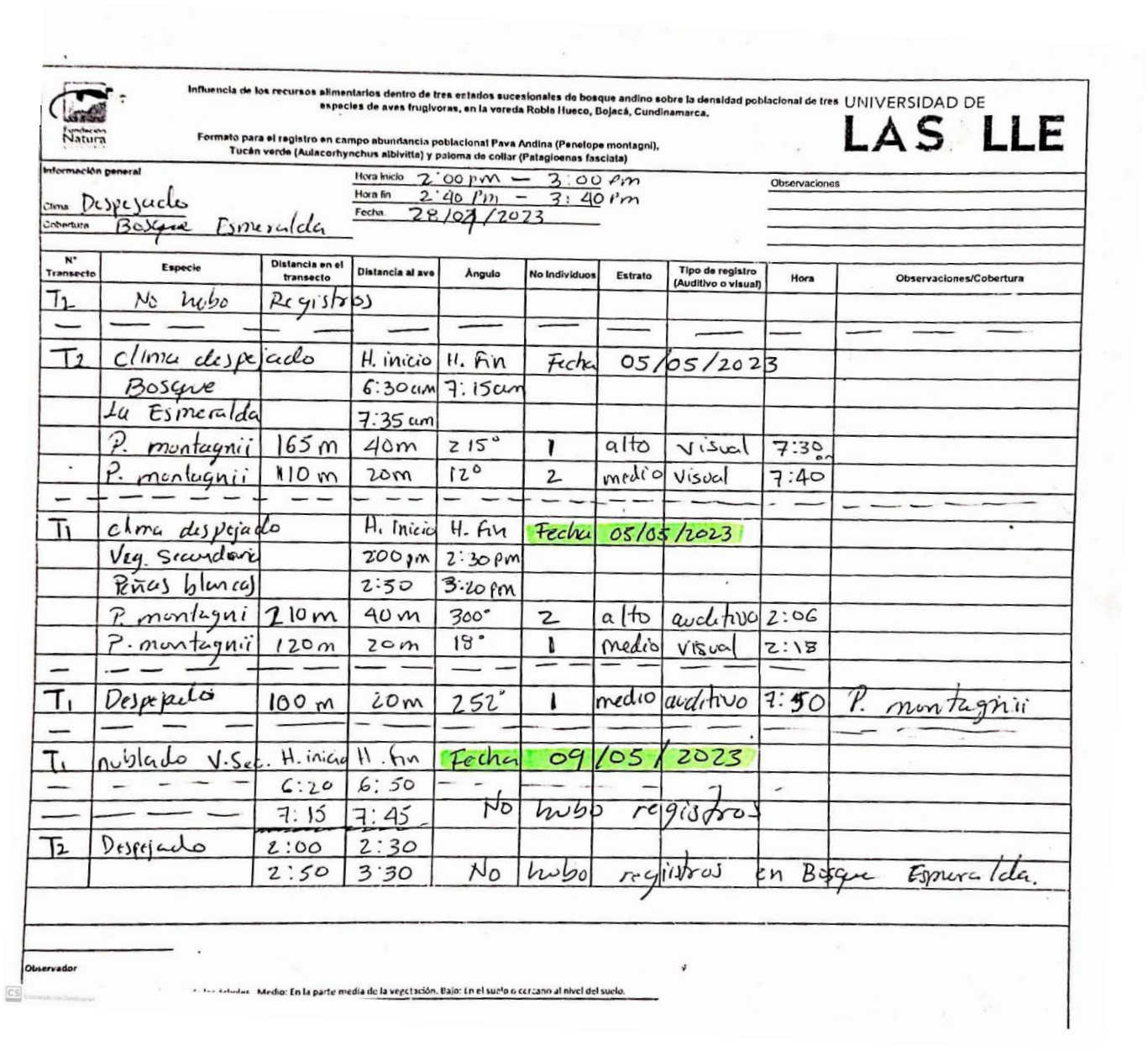
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2007). Resolución 1401 de 2007.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Plan Nacional de Restauración Ecológica.

Reis, A., & Tres, D. R. (2007). Recuperación de áreas degradadas: La función de la nucleación. *Seminário Internacional de Restauración Ecológica*, *2*.

Apéndices

Apéndice A. Formato de monitoreo de avifauna



Influencia de los recursos alimentarios dentro de tres estados sucesionales de bosque andino sobre la densidad poblacional de tres especies de aves frugívoras, en la vereda Roble Hueco, Bojacá, Cundinamarca.

UNIVERSIDAD DE LAS LLE

Fundación Natura

Formato para el registro en campo abundancia poblacional Pava Andina (Penelope montagni), Tucán verde (Aulacorhynchus albivitta) y paloma de collar (Patagioenas fasciata)

Información general

Hora inicio 2:00 pm – 3:00 Pm
Hora fin 2:40 Pm – 3:40 Pm
Fecha 28/04/2023

Clima Despejado
Cobertura Bosque Esmeralda

Observaciones

N° Transecto	Especie	Distancia en el transecto	Distancia al ave	Ángulo	No Individuos	Estrato	Tipo de registro (Auditivo o visual)	Hora	Observaciones/Cobertura
T2	No hubo	Registros							
T2	clima despejado		H. inicio	H. Fin	Fecha	05/05/2023			
	Bosque		6:30 am	7:15 am					
	La Esmeralda		7:35 am						
	P. montagnii	165 m	40m	215°	1	alto	visual	7:30	
	P. montagnii	110 m	20m	12°	2	medio	visual	7:40	
T1	clima despejado		H. Inicio	H. Fin	Fecha	05/05/2023			
	Veg. Secundaria		200 pm	2:30 pm					
	Peñas blancas		2:50	3:20 pm					
	P. montagni	210 m	40 m	300°	2	alto	auditivo	2:06	
	P. montagnii	120 m	20 m	18°	1	medio	visual	2:18	
T1	Despejado	100 m	20m	252°	1	medio	auditivo	7:50	P. montagnii
T1	nublado V.Sec.	H. inicio	H. fin	Fecha	09/05/2023				
		6:20	6:50						
		7:15	7:45	No	hubo	registros			
T2	Despejado	2:00	2:30						
		2:50	3:30	No	hubo	registros		en Bosque Esmeralda.	

Observador

Medio: En la parte media de la vegetación. Bajo: En el suelo o cercano al nivel del suelo.

Apéndice B. Formato de seguimiento de predios

FORMATO PARA LA VISITA DE LOS PREDIOS				
Propósito de la visita: Seguimiento a predios		FECHA: 28/04/2023	Hora llegada: 6:15 am	
Predio: Peñas blancas			Hora salida: 1:20 pm	
Nombre del sendero: T1 Vs Monitoreo de aves y S. agua dulce.				
EVALUACIÓN DE CONDICIONES NATURALES				
CLIMA: Despejado				
RECURSO HIDRICO: La fuente agua dulce presenta espuma.				
FAUNA: avifauna, Pavas				
FLORA: Tibouchina en flor y alguna semillas inmaduras				
EVALUACION DE AGENTES ANTRÓPICOS Y AGENTES TENSIONANTES				
PRESENCIA TURISTAS	Sí	Nó		
PRESENCIA DE CAMPISTAS	Sí	Nó		
PRESENCIA DE AUTOMÓVILES	Sí	Nó		
PRESENCIA DE PERROS	Sí	Nó		
PRESENCIA DE GANADO EN EL PREDIO	Sí	Nó		
PRESENCIA DE BASURAS	Sí	Nó		
PELIGRO O PRESENCIA DE INCENDIO	Sí	Nó		
PRESENCIA Y ESTADO DE MANGUERAS	Sí	Nó		
ACTIVIDAD TENSIONANTES ALEDAÑAS	Sí	Nó		
EXTRACCIÓN VEGETAL	No	Nó		
ESTADO DE LAS CERCAS	Se encuentra bien			
INCONVENIENTES EN EL RECORRIDO	Ninguno			
OBSERVACIONES Floración de Tibouchina m. (siete cueros), agua dulce presenta espuma, los robles esperando semillas. Monitoreo de aves en T1				
Firma:				