

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA ZONA NORTE DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGUÍES

Comité Editorial:

Claudia Céspedes Prada

Clara Solano Gutiérrez

Irwin Duarte Sánchez

Angélica Cogollo Calderón

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA ZONA NORTE DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGUÍES

Comité Editorial:

Claudia Céspedes Prada¹ / Clara Solano Gutiérrez² / Irwin Duarte Sánchez³ / Angélica Cogollo Calderón³

Publicación realizada por:



Con la colaboración de:



2020

1. Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino.
2. Fundación Natura.
3. Parques Nacionales Naturales de Colombia.



Fundación Natura Colombia
Cr. 21 # 39-43, Bogotá
www.natura.org.co

Clara Ligia Solano
Directora Ejecutiva

Elsa Matilde Escobar
Directora Ejecutiva 1997-2019

Nancy Vargas
Subdirectora Técnica

Lorena Franco
Subdirectora Técnica

Sandra Galán
Oficial de Proyectos

Mauricio Rosas
Jefe Financiero y Contable

Andrea Gutiérrez de Piñeres
Jefe Administrativa y de Talento Humano

Eliana Garzón
Jefe de Comunicaciones



Fundación Estación Biológica Guayacanal
Calle 94a # 64-22, Bogotá
www.guayacanal.org

German Camargo Ponce de León
Director Ejecutivo



Corporación de Desarrollo y Paz del Magdalena Medio
Calle 49 # 6-93, apto 702, Barrancabemeja
www.pdpmm.org.co
Ubencil Duque Rojas
Director

José Alberto Santos
Gerente Administrativo y Financiero



Parques Nacionales Naturales de Colombia
Calle 74 No 11-81, Bogotá D.C.
www.parquesnacionales.gov.co

Julia Miranda Londoño
Directora General

Carolina Jarro Fajardo
Subdirectora de Gestión y Manejo

Fabio Villamizar Durán
Director Territorial Andes Nororientales

Harold Moreno Valderrama
Jefe del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes

Editores

Claudia Céspedes Prada
Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino.

Clara Solano Gutiérrez
Fundación Natura.

Irwin Duarte Sánchez
Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Angélica Cogollo Calderón
Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Equipo técnico y administrativo de la Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino

German Camargo Ponce De León
Javier Enrique López Gómez
Sandra Patricia González Peña
Wilson Fernando Gómez Anaya
Claudia Cecilia Céspedes Prada
Nardy Amarilis Torres Rodríguez
Fabio Ortiz Ochoa
Jorge Alberto Posada García
Jhon Fredy Cárdenas Aguilera
Omar Pompilio Reyes Bueno
Deiby Ramírez Quintero
Mónica Rubio Torgler
Laura Melisa Ayala Joya
Willson Fernando Castro Rodríguez
Javier Díaz Cediel
Benito Duran Rodríguez
Alberto Duarte Ramírez
José Luis Carreño Acevedo
Silverio Gómez Cadena
Yamid Rodríguez Infante
Fabio Aquileo Cárdenas Hernández
Carlos Julio Castro Nieto
Agustín Becerra Guadrón
Alexander Delgado Castro
Juan Fernando Chinchilla Blanco
Julio Cesar Castro Rodríguez
Carlos Eduardo Arguello Luna
Edgar Martínez Martínez
Fernerdy Arzila Losada
Jesús Daniel Ariza Calderón
Rene Ardila Parra
Romario Rodríguez Pedrozo
Edinson Fernández Manrique
Ángel Miguel Díaz Zabala
Luis Jesús Ariza
Nini Johanna Perea Guadrón
Graciela León Gómez
María Alejandra Rueda Rodríguez
Laura Sofía Figueroa Torres
Félix Antonio Castillo Rincón
Diana Yanaly Sánchez Muñoz
Honorio Álvarez Rueda
Alexes Martínez González
German González Rodríguez
German Mauricio Acevedo Sepúlveda

Profesionales Sistema de Información Cartográfica-SIG Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino
Wilson Fernando Gómez Anaya
Jimmy Fernando Rodríguez Siza

Profesionales de apoyo Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino

Julieth Natali Ávila
Gabriel Alejandro Guaque Díaz
Jairo Andrés Moreno González
Julián Esteban Díaz Triana
Andrés Leonardo Malagón Forero
Andrés Julián Lozano Flórez
Juliana Zuluaga Carreño
Sidney Adriano Pérez
Silvia Juliana Serrano Sánchez
Luis Augusto Cano Moreno
Sandra Milena Flórez Suarez
Alexandra Quintero Gómez
Raúl Fernando Bossa
Jaime Andrés Cuellar
Jimmy Fernando Rodríguez Siza
Mayerly Díaz Delgadillo
Alexis Martínez Suarez
Jeeferson Guiseepee Acevedo Roa
Andrés Avella Muñoz
Néstor Raúl Espejo Delgado
Luis Mario Cárdenas Camacho
Luis Carlos Morales Dotor
Olga Carolina Morales Dotor
Javier Antonio González Arenas
Andrea León Parra
Cesar Eduardo Barbosa
Jorge Mario Vélez
Favio Alonso Serrano Plata

Equipo técnico de Parques Nacionales Naturales

Fabio Villamizar Durán
Harold Moreno Valderrama
Nancy Rivera Vega
Bibiana Pérez Suarez
Johanna Puentes Aguilar
Juan F. García Romero
Angélica Cogollo Calderón
Manuel Rodríguez Rocha
Fabio Jaramillo Puentes
Sandra Mayerly Ojeda
Irwin Duarte Sánchez
Lubin Santamaría Rojas
Daniel Rincón Puerta
Natalia Ortiz Mantilla
Jasmilly Benavides Céspedes
Suleidy Grandas Mejía
Laura Ortiz Murcia
Camila Thomas Castiblanco
Nelson J. Contreras Porras
Diego Gutiérrez Gómez
Sebastián Martínez Gutiérrez
Armando Santamaría Rojas
Jessica Delgado Jaimes
Claudia Rincón Rueda
Gerardo Torres Toloza
Jorge Zárate Mejía
Leopoldo Ardila Losada
Adolfo Cortés Sánchez
Eunice Sandoval Escuderos
Oscar Villarreal Rueda
José M. Velasco Cordero
Clodomiro Murcia Nieves
Florilber Saavedra Camacho

Expertos locales:

Fabio Alonso Parra Rueda
José Manuel Riaño Moyano
Cristian Julián Cortez Gómez
Pablo Vicente Ortega Becerra
Leonardo Ortega Quintero
Miguel Avellaneda Centeno
Joaquín Blanco Calderón
Fernando Ortega Quintero
Fredy Martínez Martínez
Sergio Armando Bautista Avellaneda
Diego Armando Díaz Sandoval
Fredy Alexander Camargo Celis
Jhon Jairo Martínez Martínez
Mauricio Centeno Torres
Elkin Javier Ardila Centeno
Oscar Fernando Chinchilla Díaz
Luis Alfonso Suarez Gutiérrez
William Avellaneda Centeno
Cristóbal Gutiérrez Quintero
Carlos Alberto Uribe Caballero
José Agustín León Patiño
Jesús Mantilla Plata
Nancy Adarme
Alfredo Rodríguez Solano
Edgar Uribe León
Fabio Alexander Sarmiento Velasco
Genner Fabián Rueda Bravo
Isnardo Celis
Jeison Albeiro Cuervo Zarate
Jhon Freddy Ariza Calderón
Jhon Stiven Duarte Ramírez
José Alfredo Gómez Mayorga
José Armando Quintero Gaona
Juan Carlos Fernández Manrique
Juan Carlos Ortega Jiménez
Julián Andrés Fernández Manrique
Mauricio Ortega Quintero
Wilberto Barraza Ramos
William Yesel Hernández Gómez
Elson Javier León Orejarena
Gilberto Zabala Torres
Gonzalo Congotá Becerra
Heriberto Díaz Delgadillo
Hugo Alfonso Fuentes Parra
Jaime García Delgado
Jimmy Alexander Pico Chaparro
Pablo Elías Ortega Berdugo
Robinson Adrián Rincón Rueda
Camilo Jaimes González
Crisanto Martínez Torres
Eliano Jaimes Quintero
Florentino Pérez Ramírez
Luis Alejandro León Bernal
Víctor Julio Gómez Layton
William Apóstol Valero Castellanos
Cesar Ferney Gómez Atuesta
Raúl Bermúdez Osorio
Leonilde Rueda Tavera
Leidy Paola Meza Blanco
Oscar Ferney López Rodríguez
Jeferson Stiven Rodríguez
Rodrigo Pérez Rondón
Alfonso Hurtado Murillo
Álvaro Moreno Martínez
Erwin Armando Rojas Delgado
Javier Delgado Angarita

Enid Suarez Quintanilla
Gabby Roxana Riveros Goyeneche
Henry Salazar
María De Jesús Rueda Moreno
Mariela García Chinoma
Martha Cecilia Adarme Guerrero
Miriam García Chinoma
Shirlena Rodríguez Pedrozo

Equipo ISAGEN

Raúl Alberto Cáceres Cárdenas
Patricia Pelayo Villamil
Ciro Alfonso Peña
Luis Alberto Sánchez

Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y las Áreas Protegidas

Francisco Alberto Galán Sarmiento
Hernando Gómez Martínez
María Cristina Mejía Ayala
Sergio Vargas Troncoso
Julia Hernández

Equipo INGETEC

José Alejandro Segura
Leyda Lizeth Quintero
Pedro Sánchez
Sergio Andrés Villamil

Equipo Integral

Jorge Alberto Romero Contreras

ISBN: 978-958-8753-66-9
ISBN DIGITAL: 978-958-8753-67-6

© Fundación Natura

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este documento para fines comerciales.

Cítese el libro completo como:

Céspedes-Prada, C., Solano-Gutiérrez, C., Duarte-Sánchez, I. & Cogollo-Calderón, A.M. (Eds.), 2020. Restauración ecológica de la zona Norte del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes. Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino y Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá D.C. 130 pp.

Revisión de textos

Ella Suárez

Impresión, diseño y diagramación

La Imprenta Editores S. A.
William Cruz Corredor
www.laimprentaeditores.com
Impreso en Colombia, 2020

I AGRADECIMIENTOS

A la Gerencia General de ISAGEN S.A. y su equipo de apoyo, por el respaldo en la financiación del proyecto Restauración Ecológica de la zona Norte del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes y su permanente acompañamiento técnico.

A la Dirección General y la Dirección Territorial Andes Nororientales de Parques Nacionales Naturales de Colombia, por la confianza depositada en las tres organizaciones que conforman la Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, su liderazgo y gestión interinstitucional.

Al Jefe del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes y a todo su equipo de apoyo, por el permanente respaldo técnico, financiero y administrativo.

A la Dirección ejecutiva y las áreas de operaciones y jurídica de Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y las Áreas Protegidas, por el acompañamiento y orientación financiera y legal.

A cada una de las personas que hicieron parte del equipo de la Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, por su compromiso, perseverancia y fortaleza para cumplir las metas establecidas.

A las comunidades campesinas ubicadas al interior y en la zona de influencia del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, por sus conocimientos, experiencias compartidas y su invaluable trabajo.

PRESENTACIÓN PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA

Parques Nacionales Naturales de Colombia, desde su rol como autoridad ambiental, ha incidido recientemente de manera estratégica en la orientación de algunos planes de compensación ambiental e inversión forzosa del 1%, lo cual ha favorecido la gestión de las áreas protegidas en el país. Es así que, en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, ubicado en el departamento de Santander, se ha logrado orientar inversiones obligatorias a favor del saneamiento predial y la restauración ecológica, obteniendo una extensión considerable de hectáreas beneficiadas y una eficiente inversión de recursos. La ruta para el saneamiento predial, sumada a la definición de mecanismos financieros y el desarrollo constante de una gestión interinstitucional ha posibilitado la definición de un portafolio de proyectos viables técnica y jurídicamente, susceptibles de desarrollar por parte de operadores de licencias ambientales. La ejecución de mencionados proyectos ha logrado un impacto regional y una ejecución de acciones con un alcance mayor al que fue impuesto en las obligaciones de las licencias ambientales.

Estos instrumentos son una oportunidad para financiar alternativas que posibilitan el cumplimiento de las estrategias de conservación en las áreas naturales protegidas y una garantía en la prestación de sus servicios ecosistémicos. Un ejemplo claro es el efectivo desarrollo del Convenio de Cooperación Interinstitucional N° 46/4209, suscrito entre ISAGEN S.A., Parques Nacionales Naturales de Colombia y Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y las Áreas Protegidas, el cual representa los logros de un

esfuerzo mancomunado entre la empresa privada, en este caso ISAGEN S.A, la institucionalidad estatal representada por Parques Nacionales y una fiducia con amplia experiencia en la administración de recursos financieros ambientales como lo es Patrimonio Natural, quienes constituyeron una alianza sólida, encaminada a restaurar ecológicamente territorios que habían sido degradados por la implementación de actividades agropecuarias, tala selectiva y cacería; además de adquirir predios privados importantes para la regulación, abastecimiento hídrico y conectividad ecológica de la región, en un área natural protegida estratégica para conservar la biodiversidad del departamento de Santander y la provisión de servicios ecosistémicos, como lo es el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes.

Para llevar a feliz término el convenio en mención, cabe resaltar que previamente se hizo necesario identificar la oportunidad de aunar esfuerzos por parte de ISAGEN, Parques Nacionales y Patrimonio Natural, con el fin de adquirir 40 predios privados ubicados en los municipios de San Vicente de Chucurí y El Carmen de Chucurí a través del Convenio No 46/3364, como estrategia de saneamiento predial y tenencia de la tierra. Fue a través del mencionado convenio, además de la suscripción del comodato No 001 de 2010 entre Parques Nacionales y la Alcaldía Municipal de San Vicente de Chucurí, así como los acuerdos pactados con las Juntas de Acción Comunal y Asociaciones de Usuarios de Acueductos que se abastecen de los cauces provenientes del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, que se logró fortalecer la



governabilidad en estos territorios por parte de Parques Nacionales, controlar factores tensionantes a la regeneración natural como la agricultura y la ganadería, y proceder con la aplicación de técnicas de restauración ecológica. Tanto el Convenio No 46/4209 como el convenio No 46/3364 se enmarcaron dentro del plan de compensación forestal y la inversión de no menos del 1% a que se refiere la licencia ambiental del proyecto Hidroeléctrico Sogamoso.

Desde la Dirección General de Parques Nacionales Naturales de Colombia, la Dirección Territorial Andes Nororientales y el Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües, nos complace presentar los mayores resultados alcanzados a través de la realización del proyecto de restauración ecológica de bosques húmedos subandinos y altoandinos presentes en el sector Norte del municipio de San Vicente de Chucurí del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües, financiado y supervisado a través del Convenio No

46/4209 y ejecutado por la Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino.

Finalmente, es oportuno agradecer a ISAGEN S.A., pues sin sus recursos financieros y acompañamiento técnico no se hubiese podido recuperar el Parque Nacional, a las comunidades campesinas aledañas al área protegida quienes estuvieron dispuestos a colaborar con sus conocimientos tradicionales, su trabajo e interés, y a la Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, por haber aplicado durante el desarrollo del proyecto, el rigor científico y social establecido en el lineamiento institucional de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Hoy el área natural protegida ha mejorado su integridad ecológica y se entrega al país y a todos los colombianos un Parque Nacional que ha disminuido sustancialmente sus presiones y amenazas, y que fue el escenario de uno de los proyectos de restauración ecológica más grandes y exitosos que se ha desarrollado en Colombia.

Fabio Villamizar Durán

*Director Territorial Andes Nororientales
Parques Nacionales Naturales de Colombia*

PRESENTACION UNIÓN TEMPORAL JAGUAR CORREDOR NORANDINO

La restauración ecológica es un reto mayor para el país y la región. Solo lograremos cumplir las metas y compromisos de país que al 2020 se plantean en un millón de hectáreas, aunando esfuerzos técnicos, administrativos y financieros entre organizaciones de la sociedad civil, empresas, sector académico, sector productivo interesado o con obligaciones ambientales, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales de Colombia, entre otros; usando como guía no solo el Plan Nacional de Restauración Ecológica, sino cada una de las experiencias que año a año acumulamos, los que desarrollamos proyectos de manera seria y continuada, quienes publicamos nuestras experiencias para el debate público, quienes formamos profesionales y técnicos para generar mayor capacidad, los que estamos interesados en hacer alianzas para mejorar nuestro desempeño, los que participamos en redes de trabajo para compartir, los que vemos en la restauración una oportunidad de desarrollo local generando empleo de calidad y los que mostramos impacto de las acciones en territorios.

La Unión Temporal Corredor Jaguar Norandino la constituyen tres organizaciones de gran experiencia en temas ambientales y sociales; pero sobre todo con gran conocimiento de los territorios y sus habitantes: Fundación Natura, Fundación Guaya canal y Corporación Desarrollo y Paz del Magdalena Medio.

La Fundación Natura (FN) es una organización colombiana con 37 años de experiencia dedicada de lleno a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, y trabaja en el departamento de Santander hace más de 25 años. Impulsó la declaratoria del Santuario de Fauna y Flora Guanentá Alto Río Fonce, convirtién-

dose en la primera área protegida declarada tras un proceso de consulta con las comunidades aledañas. Este proceso fue un referente en la historia de la región y de Colombia por la consulta colectiva: hoy en sus límites existe una de las reservas naturales de la sociedad civil más antiguas y grandes por su tamaño (1.400 hectáreas) propiedad de FN, que protege bosques andinos de roble en los municipios de Charalá y Encino. Dicho espacio ha sido centro de formación e investigación de gran cantidad de personas de Santander y Boyacá, principalmente.

La FN también propuso a inicio del siglo XXI una de las experiencias pioneras en conservación de la biodiversidad con enfoque de conectividad el “Corredor de Conservación Guantiva-La Rusia-Iguaque”, experiencia que sigue siendo al día de hoy referente regional y adoptada por las diferentes organizaciones para la gestión de áreas protegidas regionales y locales. Fue de las primeras experiencias en desarrollar sistemas de silvopastoreo en ganaderías de altura enfocado en pequeño productor como una estrategia para mejorar la conectividad ambiental; posteriormente, se llevó a cabo el proyecto “REDD+ Corredor de Robles” validado por los estándares Verified Carbon Estándar (VCS) y el Climate Community and Biodiversity Standard (CCBS).

Siempre quisimos trabajar en las regiones de bosque seco tropical (BsT) del cañón del Chicamocha y lo logramos. Gracias al interés de promover la posibilidad de áreas protegidas regionales, realizamos los estudios base para declarar el uso sostenible y la conservación zonas con una riqueza única en la cuenca de Umpalá, municipio de Piedecuesta, Enciso, Carcasí y



San José de Miranda; posteriormente, analizamos la integridad ecológica de los enclaves secos del Chicamocha en una de las zonas de mayor interés por su estado de conservación, pero también por el fuerte impacto y transformación reciente, en Barichara.

La historia es muy larga en la región de Yariguíes. Desarrollamos uno de los primeros ejemplos de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en los municipios de San Vicente y Zapatoca, los dos con modelos diferentes de gobernanza territorial y aplicando métodos de mercadotecnia social, ambos con un impacto en el territorio y las personas que aún hoy se encuentran en desarrollo. Adicionalmente, en municipios de influencia directa del embalse de Tocoporo, nos encontramos llevando a cabo un estudio único en su género durante siete años de manera consecutiva: analizamos el microclima y su relación con sistemas productivos de cacao, café y tabaco, para conocer los posibles cambios e impactos en estos; igualmente estudiamos la fauna silvestre y su interacción con los sistemas productivos.

Esta larga historia se continúa con el PNN Serranía de los Yariguíes, la FN realizó estudios que fueron posteriormente base para la declaratoria del PNN, y luego implementamos la restauración ecológica en la zona norte.

La Fundación Guaya canal es una organización sin ánimo de lucro que se originó gracias a los proyectos que sus miembros fundadores adelantaban desde inicios de los años noventa, en áreas relacionadas con la restauración de ecosistemas nativos y el mejoramiento de la calidad de vida de los campesinos de las zonas desertizadas por la agricultura tradicional del tabaco en la cuenca baja del Chicamocha, en el departamento de Santander (Colombia).

Actualmente, nuestro enfoque está entrando en la restauración ecológica con planes, diseños y obras para cuencas, humedales, canteras, sistemas agrícolas y pecuarios, entre otros; y apoyamos principalmente proyectos que involucren restauración ecológica participativa, creando nuevos modelos en diversos ecosistemas que envuelven a comunidades locales urbanas, campesinas y pescadoras en San-

tander, Magdalena Medio, Bogotá y Medellín. También evaluamos valores de conservación y zonificación ambiental, aparte de que proponemos medidas compensatorias alternativas y manejo de áreas protegidas y ecosistemas estratégicos, principalmente, humedales y páramos. En Santander, los procesos en restauración más representativos que hemos desarrollado en el departamento son:

- Restauración ecológica participativa aguas abajo de la Central Hidroeléctrica Sogamoso (ISAGEN), en seis municipios del Magdalena Medio santandereano (Barrancabermeja, San Vicente, Sabana de Torres, Girón, Betulia y Puerto Wilches), de la mano con las comunidades y líderes locales, quienes se han involucrado y apropiado del proceso para lograr la restauración en 300 hectáreas sobre predios privados en los diferentes municipios ya mencionados.
- Caracterización biofísica de cuatro microcuencas representativas de los socioecosistemas de la mesa de Xéridas (Los Santos y Piedecuesta, Santander), para la generación de un modelo multiescalar de restauración de cañadas con miras a la recuperación del encadenamiento vertical que aportará a la conservación del bosque seco tropical interandino, con la implementación del piloto del modelo.
- Caracterización del bosque altoandino del páramo de Santurbán desde los componentes biofísico, socioeconómico y gobernanza, con propuestas de manejo a partir del potencial de restauración ecológica y la planificación, como instrumentos de diagnóstico y proyección local en defensa de los modos de vida y existencia territorial de la población.
- Seguimiento, monitoreo del enriquecimiento florístico y la restauración en la Central Hidroeléctrica Sogamoso (ISAGEN), con el propósito de evaluar la efectividad de las acciones en el avance sucesional de las coberturas vegetales presentes en el área buffer y la restauración participativa en ocho afluentes del río Sogamoso aguas abajo del muro de la presa.

- Siembras y mantenimiento de estas plantaciones, en diferentes zonas del municipio Los Santos Santander, desde hace más de dos años, en el marco del Plan de Manejo Ambiental de las minas de yeso de propiedad de la empresa CEMEX Colombia S. A.
- Formulación de un Plan de Compensaciones Ambientales, tanto por pérdida de biodiversidad como por la afectación de especies epífitas vasculares y no vasculares mediante convenio con EPM.

Por último, en Los Santos, Santander, de forma transversal, se desarrollan proyectos ambientales escolares, se brindan capacitaciones a estudiantes bachilleres y universitarios y, así mismo, capacitaciones y cursos relacionados con proyectos agroindustriales, para la organización y fortalecimiento de pequeñas entidades lideradas por mujeres; también se realizan capacitaciones y acompañamiento técnico para el fortalecimiento de las buenas prácticas de manejo de aguas residuales y residuos sólidos, así como la generación de biogás en las áreas rurales.

La **Corporación Desarrollo y Paz del Magdalena Medio (CDPMM)** es una organización sin ánimo de lucro, que actúa como entidad y matriz institucional del Programa Desarrollo y Paz del Magdalena Medio (PDPMM), proceso que surge en octubre de 1995, fruto de una iniciativa promovida por el Comité de Derechos Humanos de la Unión Sindical Obrera de la Industria del Petróleo (USO) y la Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol), con el apoyo de la Diócesis de Barrancabermeja y el Centro de Investigación y Educación Popular (Cinep), en el marco de una crisis humanitaria producto del conflicto armado, y con una misión de construcción siendo respuesta a dos preguntas centrales: ¿por qué en una región donde hay tanta riqueza existe tanta gente pobre? ¿Por qué en un territorio que ama tanto la vida hay tanta violencia?

En el momento inicial se realizó un diagnóstico regional participativo en 28 municipios, reflexión con los pobladores y pobladoras en torno a los problemas de los municipios y región, y las posibles soluciones,

donde los hombres y mujeres del Magdalena Medio dejaban plasmados los sueños, preocupaciones y expectativas en torno a la vida y el territorio que querían.

La apuesta y confianza en las comunidades para concretar sus iniciativas y aspiraciones recibió el respaldo del gobierno nacional con recursos del Banco Mundial, a través de una iniciativa denominada “Proyecto de aprendizaje e Innovación”, en la cual las comunidades maduraban sus iniciativas con el propósito de hacerlas sostenibles y que contribuyeran a generar transformaciones en la calidad de vida.

Hacia el año 2002, la Unión Europea brinda a Colombia, y en particular a la región del Magdalena Medio, un apoyo al proceso de Paz con la implementación del PDPMM orientado a establecer en el Magdalena Medio un laboratorio que mediante la defensa de los derechos humanos integrales de todos los habitantes y el impulso del desarrollo humano sostenible, contribuya significativamente a la convivencia ciudadana, fortalezca el diálogo de paz y muestre caminos eficaces y viables en la superación del conflicto que puedan aplicarse en otras regiones de Colombia.

Este proceso se caracterizó por: a) un enfoque orientado a la paz y la acción centrada en las comunidades vulnerables por la pobreza y la violencia; b) procesos en perspectiva de construcción de región; c) un proceso participativo e incidencia en instrumentos de planeación local y regional; d) el fortalecimiento de las organizaciones de base; e) incidencia en la construcción de política pública, de fortalecimiento institucional y la articulación en los proyectos de las administraciones locales, departamentales y nacionales; f) procesos sostenidos y sostenibles diseñados en un plan integral de desarrollo territorial; g) sistematización para la recuperación de los aprendizajes; y h) existencia de una estrategia pedagógica y de comunicación que promueva los derechos, la vida digna, la convivencia pacífica y el desarrollo sostenible.

En este sentido, el PDPMM es una apuesta social que promueve una estrategia de búsqueda de las diversas vocaciones del territorio y de las gentes de la región que favorezcan el desarrollo sostenible y el arraigo



territorial. Desde esta perspectiva, apoya la construcción de un modelo de desarrollo endógeno regional a partir de la dinámica económica popular y campesina que favorezca la inclusión de la población vulnerable, el fortalecimiento institucional, la defensa del territorio para los propios pobladores y pobladoras con la promoción del imaginario de región y la cultura. De manera paralela, el PDPMM despliega su experiencia acumulada, su credibilidad y su capacidad técnica y de gestión, en el acompañamiento, promoción de la participación, veeduría y acciones de protección a las comunidades en el marco de la implementación de los Acuerdos de Paz hacia la construcción de caminos de reconciliación, desde la memoria, la verdad, la participación social y política de los actores sociales excluidos del desarrollo.

Con el paso de los años, el PDPMM se ha consolidado como una dinámica sociopolítica orientada a crear un proceso que estimule conciencia ciudadana, realizando intervención orientada por tres líneas estratégicas: a) Derechos Humanos, Diálogo y Construcción de Paz; b) Procesos Sociales, Culturales y de Gobernabilidad Democrática; y c) Procesos Productivos y Ambientales para la Equidad y el Desarrollo Sostenible. Estas líneas están tejidas con principios éticos entre los que se destacan: la determinación de proteger y rodear de garantías la Vida en todas sus manifestaciones y diversidad: “primero la vida”; la dignidad absoluta de todas las mujeres y hombres que viven en este territorio, y el compromiso por cui-

dar la naturaleza y velar por su protección y la sostenibilidad de los recursos naturales para hombres y mujeres presentes y futuros.

Consecuentes con este último postulado ético, el PDPMM ha venido trascendiendo el marco de la apuesta productiva expresada en el concepto de finca campesina en el saber y el hacer, y atreverse a reconstruir, planear e integrar paisajes, buscando el diálogo entre ecosistemas culturales y naturales, como una manera, en la cual los pobladores y pobladoras se reencuentren con la identidad, construyan prácticas de reconciliación fraternas y con la “hermana nuestra madre tierra, la cual nos sostiene y gobierna y produce diversos frutos” (Francisco de Asís), esta experiencia nos lleve a sumar un nuevo saber y a enriquecer nuestra práctica social.

En esta nueva perspectiva de los derechos del ambiente y la producción amigable, se han realizado acciones en el territorio en alianza con el Fondo Acción, ISAGEN, Parques Nacionales Naturales y la Agencia Presidencial para la Cooperación Internacional. Estos esfuerzos comunes buscan acciones de protección, restauración y conectividad del paisaje para la promoción de las dinámicas naturales en la serranía de los Yarigües, sur de Bolívar-serranía de San Lucas, sur del Cesar-serranía del Perijá y en las zonas donde existen comunidades que avanzan en la implementación de acciones de reconversión productiva que reflejen siempre la relevancia del medio ambiente.

Clara Ligia Solano Gutiérrez

Directora Ejecutiva

Fundación Natura.

Catalina Camargo Ponce de León

Directora Ejecutiva Fundación Guayacanal

Ubencel Duque Rojas

Director Corporación de Desarrollo y Paz del Magdalena Medio



Plantines de gaque (Armando Santamaría)

I CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	25
APROXIMACIONES CONCEPTUALES	27
1. CONTEXTO GENERAL	33
1.1. INVERSIÓN POR COMPENSACIONES: CONVENIO No 46/4209, SUSCRITO ENTRE ISAGEN S.A., PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA Y PATRIMONIO NATURAL FONDO PARA LA BIODIVERSIDAD Y LAS ÁREAS PROTEGIDAS	33
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGÜES	37
1.3. ÁREA DE ESTUDIO	39
2. PROPUESTA METODOLÓGICA	43
2.1. RUTA METODOLÓGICA PARA LA RESTAURACIÓN DE LA ZONA NORTE DEL PNN YARIGÜES	43
2.2. RUTA OPERATIVA PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	44
2.2.1. ESTRATEGIA ADMINISTRATIVA, CONTABLE Y DE SOPORTE LOGÍSTICO	44
2.2.2. ESTRATEGIA PARA LA OPERACIÓN DEL PROYECTO	45
3. DIAGNÓSTICO	47
3.1. METODOLOGÍA Y RESULTADOS POR COMPONENTES	47
3.1.1. COMPONENTES BIOFÍSICOS	47
3.1.1.1. Diagnóstico edáfico	47
3.1.1.2. Diagnóstico hidrobiológico	48
3.1.2. COMPONENTES BIÓTICOS	49
3.1.2.1. Diagnóstico de las unidades de vegetación presentes en el sector norte de PNN Yariguíes- Leyenda Corine Land Cover (1:25.000)	49
3.1.2.2. Diagnóstico de la vegetación	51
3.1.2.3. Diagnóstico de fauna	52
3.1.2.3.1. Avifauna	52
3.1.2.3.2. Mastozoofauna	54
3.1.2.3.3. Aracnofauna y mirmecofauna	55



3.1.3.	COMPONENTE SOCIAL.....	57
3.1.3.1.	Historia de uso y ocupación en el territorio.....	57
3.2.	CONDICIONES BASE PARA LA FORMULACIÓN DE LOS DISEÑOS DE RESTAURACIÓN.....	58
3.1.3.2.	Presencia humana en la región	58
3.2.1.	IDENTIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS DE REFERENCIA PARA LA DEFINICIÓN DE LA TRAYECTORIA SUCESIONAL DE LAS COBERTURAS VEGETALES	58
3.2.2.	DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE MANEJO	60
3.2.2.1.	Pastos limpios y enmalezados	63
3.2.2.2.	Helechal dominado por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria</i> <i>quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i>	63
3.2.2.3.	Rastrojos bajos abiertos	64
3.2.2.4.	Rastrojos bajos cerrados.....	64
3.2.2.5.	Rastrojos bajos y altos dominados por especies de helechos arborescentes...	65
3.2.2.6.	Rastrojos altos.....	65
3.2.2.7.	Bosques intervenidos	66
3.2.3.	MODELO SUCESIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	66
3.2.4.	ESPECIES SELECCIONADAS PARA LOS TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN	67
3.2.4.1.	Criterios de selección de las especies	67
3.3.	DIAGNÓSTICO PARA LA REGENERACIÓN NATURAL ASISTIDA EN BOSQUES INTERVENIDOS	69
3.3.1.	METODOLOGÍA	69
3.3.1.1.	Etapa de planificación.....	70
3.3.1.1.1.	Selección de las áreas de interés.....	70
3.3.1.1.2.	Especies objeto de la estrategia de RNA	72
3.3.1.1.3.	Selección de variables a evaluar en la parcela	72
3.3.2.	RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO DE RNA.....	74
4.	PROPAGACIÓN DE MATERIAL VEGETAL	77
4.1.	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE VIVEROS	77
4.2.	PROTOCOLO DE PROPAGACIÓN DE MATERIAL VEGETAL.....	79
4.2.1.	Actividades desarrolladas para la propagación del material vegetal.....	81
4.3.	RESULTADOS GENERALES DEL PROCESO DE PROPAGACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.....	81
5.	PLAN DE RESTAURACIÓN	87
5.1.	OBJETIVOS Y METAS DEL PLAN DE RESTAURACIÓN.	87
5.2.	ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN PARA LA ZONA NORTE DEL PNN YARIGÜES	90
5.3.	DISEÑOS Y TRATAMIENTOS POR UNIDAD DE MANEJO	92

5.3.1.	TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN PARA LA UNIDAD DE MANEJO DE PASTOS LIMPIOS Y ENMALEZADOS HELECHALES DOMINADOS POR <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> Y/O <i>Sticherus bifidus</i> (H).....	92
5.3.1.1.	Diseño de pastizal (P) tipo 1 y Helechal (H) Tipo 1.....	92
5.3.1.2.	Diseño Pastizal (P) Tipo 2 y Helechal (H) Tipo 2	93
5.3.1.3.	Perchas artificiales para potencializar las funciones de la fauna silvestre en procesos de restauración de pastizales y helechal	94
5.3.2.	TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN PARA LA UNIDAD DE MANEJO RASTROJOS BAJOS ABIERTOS.....	96
5.3.3.	TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN PARA LA UNIDAD DE MANEJO RASTROJOS BAJOS CERRADOS.....	97
5.3.3.1.	Diseño Rastrojo Bajo Cerrado (RBC).....	98
5.3.4.	TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN PARA LA UNIDAD DE MANEJO RASTROJOS BAJOS Y ALTOS DE HELECHOS ARBORESCENTES	99
5.3.4.1.	Diseño Rastrojos bajos y altos dominados por helechos arborescentes (RBAHA) Tipo 1	100
5.3.4.2.	Diseño Rastrojos bajos y altos dominados por helechos arborescentes (RBAHA) Tipo 2	101
5.3.5.	TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN PARA LA UNIDAD DE MANEJO RASTROJOS ALTOS Y BOSQUES INTERVENIDOS.	101
6.	IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES DE RESTAURACIÓN	105
6.1.	ADECUACIÓN DE CAMINOS PARA LLEVAR A CABO LAS ACCIONES DE RESTAURACIÓN	105
6.2.	AISLAMIENTO DE LAS ÁREAS DE INTERÉS PARA LA RESTAURACIÓN	106
6.3.	IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LAS DIFERENTES UNIDADES DE MANEJO	108
6.4.	MANTENIMIENTO DE LAS PLANTACIONES	110
6.5.	RESIEMBRAS	112
6.6.	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	112
7.	PROGRAMA DE MONITOREO	115
7.1.	DISEÑO DEL PROGRAMA DE MONITOREO Y LÍNEA BASE DEL MONITOREO A LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	115
8.	CONCLUSIONES Y APRENDIZAJES	121
9.	BIBLIOGRAFÍA	123



RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL
SERRANÍA DE LOS YARIGÜES-ZONA NORTE

LSITA DE FIGURAS

Figura 1.	Núcleo con especímenes vegetales plantados en cobertura de pastizales.....	34
Figura 2.	Vivero transitorio del sector Delicias Alto (vivero La Roña), El Carmen de Chucurí.....	34
Figura 3.	Material vegetal en germinación.....	35
Figura 4.	Localización del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes.....	37
Figura 5.	Ecosistemas del PNN Yariguíes.	38
Figura 6.	Ubicación de los predios objeto de restauración ecológica en el sector Norte del PNN Yariguíes.....	40
Figura 7.	Estructura metodológica para la ejecución del proyecto.	44
Figura 8.	Muestreo de suelos PNN Yariguíes.....	48
Figura 9.	Grafica de resultado de perfiles de suelos PNN Yariguíes.	48
Figura 10.	Muestreo de Macroinvertebrados	49
Figura 11.	Resumen de la propuesta metodológica de caracterización de las unidades de manejo	52
Figura 12.	Tangara dorada (<i>Tangara arthus</i>)	53
Figura 13.	Número de especies de aves por familia en el PNN Yariguíes.....	53
Figura 14.	Riqueza de murciélagos por cobertura vegetal en la zona norte del PNN Yariguíes.....	54
Figura 15.	Análisis de conglomerados utilizando el índice de similaridad de Jaccard entre predios que representan sectores de intervención.	55
Figura 16.	Morfoespecies de arañas más abundantes en el sector Lenguerke.....	56
Figura 17.	Riqueza de hormigas en coberturas de tres de los siete sectores presentes en la zona Norte del PNN Yariguíes.	56
Figura 18.	Mapa unidades de vegetación de la zona Norte del PNN Yariguíes.	62
Figura 19.	Cobertura pastizal.....	63
Figura 20.	Cobertura helechal.	64
Figura 21.	Cobertura de rastrojos bajos abiertos.....	64
Figura 22.	Cobertura de rastrojos bajos cerrados.....	65
Figura 23.	Cobertura rastrojo bajo y alto de helechos arborescentes.....	65
Figura 24.	Cobertura rastrojo alto.	65
Figura 25.	Cobertura bosques intervenidos	66
Figura 26.	Modelo sucesional del área de estudio.....	66
Figura 27.	Etapas metodológicas para la fase diagnóstica de RNA.....	69
Figura 28.	Metodología seguida en la etapa de planificación.	70
Figura 29.	Implementación de cuadrícula 100x100 m para la definición de áreas efectivas para la implementación de parcelas diagnóstico y parcelas de implementación.	71
Figura 30.	Categorías de especies vegetales seleccionadas para RNA.	72
Figura 31.	Categorías de tamaño evaluadas.	72
Figura 32.	Porcentaje de individuos por categoría de especies y tamaño	75
Figura 33.	Porcentaje de individuos por familias y categorías de tamaño	75



Figura 34.	Mapa de ubicación general de los viveros establecidos durante la ejecución del proyecto	77
Figura 35.	Diseño estructural modelo de los viveros temporales temporales	78
Figura 36.	Proceso de explanación y adecuación de los viveros temporales para la propagación del material vegetal	78
Figura 37.	Modelo de elevación digital con la distribución de los viveros temporales	79
Figura 38.	Semilla de panela quemada (<i>Caryodaphnopsis</i> sp.).	80
Figura 39.	Desarrollo de material vegetal en viveros temporales.	80
Figura 40.	Actividades desarrolladas en el proceso de propagación del material vegetal.....	81
Figura 41.	Producción de material vegetal acumulado mensual, durante la ejecución del proyecto.	82
Figura 42.	Estrategias diferenciadas para las 641,7 hectáreas de intervención.....	91
Figura 43.	Tratamientos de restauración para la unidad de manejo Pastos limpios y enmalezados.	92
Figura 44.	Núcleo de baja densidad, diseño tipo 1 para la implementación en (P) y (H).	93
Figura 45.	Núcleo de alta densidad, diseño tipo 2 para la implementación en (P) y (H).	94
Figura 46.	Diseño de perchas artificiales para incrementar la lluvia de semillas.	95
Figura 47.	Tratamientos de restauración para la unidad rastrojos bajos abiertos	96
Figura 48.	Núcleos de enriquecimiento en rastrojos bajos abiertos (RBA).	97
Figura 49.	Tratamientos para los rastrojos bajos cerrados.	98
Figura 50.	Núcleo de baja densidad para la implementación en (RBC).....	99
Figura 51.	Tratamientos de restauración para los rastrojos bajos y altos de helechos arborescentes	100
Figura 52.	Núcleos de enriquecimientos, diseño tipo 1. Rastrojos bajos y altos dominados por especies de helechos arborescentes RBAHA.....	100
Figura 53.	Núcleos de enriquecimientos, diseño tipo 2. Rastrojos bajos y altos dominados por especies de helechos arborescentes RBAHA.....	101
Figura 54.	Tratamientos de restauración para los rastrojos altos y bosques intervenidos.	102
Figura 55.	Módulos de enriquecimiento en rastrojos altos y bosques intervenidos.	103
Figura 56.	Actividades relacionadas con la construcción de trinchos, ampliación y estabilización de bancas y taludes.	105
Figura 57.	Establecimiento del cercado perimetral para el control de factores tensionantes.....	107
Figura 58.	Realización de actividades de mantenimiento de los cercados perimetrales.	107
Figura 59.	Mapa de ubicación general de los núcleos de restauración establecidos en las diferentes unidades de vegetación.....	110
Figura 60.	Actividades de mantenimiento de los árboles establecidos en las unidades de vegetación de pastos y helechales.	111
Figura 61.	Modelo conceptual de la restauración ecológica y monitoreo de 641,7 hectáreas ubicadas en el sector norte del PNN Yarigués.....	115
Figura 62.	Esquema de jerarquía de metas, objetivos e indicadores de restauración y monitoreo.	116
Figura 63.	Mapa de ubicación de los núcleos o módulos objeto de monitoreo y seguimiento de los procesos de restauración ecológica.....	118
Figura 64.	Medición de la altura y el diámetro de las plántulas objeto de restauración ecológica.	119

LSITA DE TABLAS

Tabla 1.	Indicadores para medir la integridad ecológica en las áreas protegidas.....	29
Tabla 2.	Modelo jerárquico de coberturas encontrado en el área de estudio.....	50
Tabla 3.	Coberturas identificadas y áreas en hectáreas.	51
Tabla 4.	Homologación de las coberturas de la tierra a unidades de manejo.	61
Tabla 5.	Unidades de manejo de la zona norte del PNN Yariguíes.	62
Tabla 6.	Atributos para la selección de las especies vegetales.....	67
Tabla 7.	Tipologías de las especies seleccionadas para los tratamientos de restauración.	68
Tabla 8.	Especies diezgadas por la entresaca en la zona norte del PNN Yariguíes.	73
Tabla 9.	Cantidad de plántulas producidas en los viveros temporales.	83
Tabla 10.	Objetivos y metas del plan de restauración.	88
Tabla 11.	Estrategias y tratamientos de restauración de la zona norte del PNN Yariguíes.	90
Tabla 12.	Relación de longitud lineal total para cada actividad de bioingeniería ejecutada en el sector norte del PNN Yariguíes.	105
Tabla 13.	Metros de cerca establecidos por cada sector y predio objeto de restauración ecológica.	106
Tabla 14.	Consolidado general del establecimiento de las plantaciones en el sector norte del PNN Yariguíes.	108
Tabla 15.	Cantidad de mantenimientos ejecutados por sector de intervención.	111
Tabla 16.	Número de parcelas establecidas para monitoreo por predio y por unidad de manejo.	117

I INTRODUCCIÓN

En marco del plan de compensación forestal y la inversión forzosa de no menos del 1% a que se refiere la licencia ambiental aprobada para la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica Sogamoso; ISAGEN S.A., Parques Nacionales Naturales de Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) coincidieron en el propósito de contribuir con la conservación de la biodiversidad del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes (en adelante PNN Yariguíes).

Por tal razón, Parques Nacionales Naturales de Colombia (en adelante Parques Nacionales) formuló un proyecto de restauración ecológica en búsqueda de contribuir con la recuperación de áreas estratégicas para la conservación dentro de bosques andinos y subandinos, los cuales son valores objeto de conservación del PNN Yariguíes. A raíz de esto, se suscribió el convenio de cooperación interinstitucional No 46/4209 entre ISAGEN S.A., Parques Nacionales y Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y las Áreas Protegidas (en adelante Patrimonio Natural), con el fin de poner en marcha estrategias de restauración ecológica a través del establecimiento de plantaciones con especies nativas, disposición de artilugios para el retorno de fauna en las coberturas dominadas por gramíneas invasoras, instalación de cercas perimetrales en áreas afectadas por la expansión de la frontera agrícola y ganadera, acercamiento social con las comunidades campesinas e implementación de acciones de educación ambiental y comunicación. De esta forma se buscó aportar al restablecimiento de servicios ecosistémicos que se habían visto afectados en la zona Norte y Centro-occidente del PNN Yariguíes.

Posteriormente, para ejecutar los procesos de restauración ecológica en el área protegida, se realizó un proceso licitatorio con el fin de encontrar empresas con experiencia y capacidades técnicas para

realizar las acciones en mención. Consecuentemente, se asignó la ejecución del plan de restauración ecológica del sector Norte del Parque Yariguíes, en jurisdicción del municipio de San Vicente de Chucurí, a la Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino (en adelante UT Jaguar), la cual está conformada por tres instituciones: Fundación Natura, Fundación Estación Biológica Guayacanal y Corporación Desarrollo y Paz del Magdalena Medio.

La UT Jaguar suscribió con Patrimonio Natural el contrato de asistencia técnica ISAGEN-V-CAT-001 de 2015 y durante tres años bajo la supervisión técnica de Parques Nacionales ejecutó las actividades necesarias para la restauración ecológica de ecosistemas degradados por medio del establecimiento de 165.000 plántulas de especies nativas en 641,7 hectáreas con presencia de gramíneas invasoras, cultivos transitorios y bosques sucesionales.

En congruencia con lo anterior, el presente documento intenta describir de forma sucinta el marco conceptual y metodológico, y los principales aprendizajes y resultados de la ejecución del proyecto de restauración ecológica en la zona Norte del PNN Yariguíes. Se destaca la realización de un diagnóstico de componentes físico-bióticos de las áreas degradadas, a través del cual se definieron los ecosistemas de referencia y los diferentes estados y trayectorias sucesionales, y se elaboraron los diseños de restauración ecológica incluyendo la priorización de especies vegetales que se incorporaron en las áreas.

Con los diseños y el plan de restauración ecológica se llevó a cabo la construcción y operación de nueve viveros temporales para producir aproximadamente 183.000 plántulas de diferentes especies vegetales, la apertura y adecuación de alrededor de 74 km de caminos los cuales permitieron desarrollar las actividades en los viveros transitorios y el establecimiento de los árboles en los sitios objeto de restauración, la



plantación de 165.000 individuos vegetales de al menos 86 especies de diferentes estados sucesionales, la instalación de 406 perchas o artilugios para fauna silvestre para acelerar el proceso de dispersión de semillas en zonas degradadas y finalmente la ejecución de la línea base de monitoreo a partir del seguimiento a 234 núcleos o módulos establecidos durante el proceso de restauración.

El presente documento define todas las acciones ejecutadas durante el proceso y presenta las principales conclusiones y aprendizajes obtenidos durante el desarrollo del proyecto, como un aporte para la planificación e implementación de proyectos futuros en los cuales se desee llevar a cabo la restauración ecológica de bosques subandinos y altoandinos.

APROXIMACIONES CONCEPTUALES

Restauración ecológica

De acuerdo con la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER, 2004), la restauración ecológica es el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MADS, 2015) en su Plan Nacional de Restauración Ecológica, propone tres enfoques conceptuales a aplicar en el país, los cuales dependen del tipo de intervención, del nivel de degradación del área y del objetivo de restauración. El primer enfoque, llamado *restauración ecológica*, intenta iniciar, direccionar o acelerar procesos de restablecimiento de un área degradada a una condición similar al ecosistema predisturbio, en relación a su funcionamiento, estructura y composición; además el ecosistema resultante debe ser autosostenible y debe garantizar la conservación de la diversidad biológica. El segundo enfoque, conocido como *rehabilitación*, intenta llevar al sistema degradado a un sistema similar y no al sistema predisturbio, el cual debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos. Finalmente, la *recuperación o reclamación*, intenta retornar la utilidad del ecosistema respecto a la prestación de servicios ambientales diferentes a los del ecosistema original, integrándolo ecológica y paisajísticamente a su entorno. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema predisturbio.

Para Parques Nacionales, la restauración es una respuesta de manejo encaminada a iniciar, orientar o acelerar la recuperación de la función (procesos), la estructura, la composición de especies y la sosteni-

bilidad (resistencia a las perturbaciones y resiliencia) de un ecosistema o valor objeto de conservación que ha sido degradado, dañado o destruido, con el fin de mantener o mejorar la integridad ecológica de un Área Protegida (Puentes & García, 2016).

Por su parte, la *restauración ecológica activa* se basa en la intervención directa con el fin de acelerar o influenciar las trayectorias sucesionales de recuperación (Holl & Aide, 2011). Implica la ejecución de técnicas como la regeneración natural asistida, la cual se enfoca en asistir a la regeneración natural en áreas degradadas que presentan alta resiliencia socioecológica (Chazdon & Guariguata, 2016). Le apunta a acelerar, en lugar de reemplazar, los procesos naturales de sucesión y se utiliza con mayor eficacia a escala del paisaje para restablecer las funciones de los bosques, proteger las cuencas y conservar el suelo (Shono *et al.*, 2007). Algunas acciones relacionadas con esta técnica son: redistribución de plántulas, manejo silvicultural, siembra directa de semillas, remoción de suelos y eliminación de invasoras (MADS, 2015). Otras técnicas de la restauración activa son la nucleación y el enriquecimiento. La primera tiene como objetivo facilitar y generar microhábitats para el arribo y establecimiento de especies silvestres (Yarranton & Morrison, 1974; Morrison *et al.*, 2010; Reis *et al.*, 2010; Corbin & Holl, 2010). La segunda se aplica preferiblemente en áreas con un estado intermedio o bajo de perturbación por tala selectiva para aumentar los elementos importantes en sucesiones tardías con mayor interacción con la fauna y/o originales de cada ecosistema (Paquette *et al.*, 2009).



La **restauración ecológica pasiva** se basa en remover los factores tensionantes o disturbios generados por los humanos para permitir que se dé la regeneración natural espontánea, la cual deberá ser evaluada periódicamente a través del monitoreo para confirmar si la trayectoria sucesional se dirige hacia los objetivos deseados (Dellasala *et al.*, 2003). Puede consistir en la instalación de cercados perimetrales de alambre de púas o acuerdos transitorios (liberaciones) ubicados entre las áreas de interés con el fin de impedir la entrada del ganado y evitar pisoteo, compactación de suelos, dispersión de semillas de pasturas exóticas y herbivoría de latizales y brinzales.

Ecosistema de referencia

En la restauración ecológica es importante identificar el ecosistema de referencia, el cual según la SER (2004) se define como un punto avanzado de desarrollo en la sucesión ecológica, que sirve como modelo para la planeación del proyecto; además, a partir del análisis y comparación entre las áreas restauradas y los ecosistemas de referencia, se puede evaluar el éxito de los esfuerzos de restauración (Jackson *et al.*, 1995; Moore *et al.*, 1999). El ecosistema de referencia para el proyecto de restauración del sector norte

del PNN Yarigües correspondió a bosques subandinos y andinos, los cuales son objeto de conservación del área protegida.

Integridad ecológica

Ha sido definida como el estado o la condición de un ecosistema que demuestra la biodiversidad característica de la referencia, tales como la composición de especies y la estructura de la comunidad, y tiene plena capacidad de sostener el funcionamiento normal del ecosistema (MAVDT, 2010), por tal razón Parques Nacionales analiza la efectividad en el manejo de las áreas protegidas a través de la evaluación de la integridad ecológica (Florez *et al.*, 2008).

De acuerdo con Keenleyside *et al.*, (2014), las áreas protegidas tienen dentro de sus objetivos la conservación y recuperación de la integridad ecológica, por lo tanto, para su evaluación se requiere un conjunto de indicadores medibles en diferentes escalas espaciales y temporales que proporcionen indicios acerca del efecto de las presiones sobre los objetos de conservación del Parque Natural, pues informan sobre el estado actual de los mismos (Tabla 1).

Tabla 1. Indicadores para medir la integridad ecológica en las áreas protegidas.

Biodiversidad	Funciones del ecosistema	Factores de estrés
-Riqueza de especies. -Cambio en la riqueza. -Número y dispersión de especies exóticas.	-Sucesión-regresión. -Frecuencia y tamaño de perturbaciones. -Distribución de las clases de edad de la vegetación.	-Patrones de uso de la tierra. -Mapas del uso de la tierra. -Incidencia de caza furtiva. -Presencia de especies invasoras.
-Dinámica poblacional. -Tasas de mortalidad /natalidad, inmigración /migración y viabilidad de especies indicadoras. -Densidad poblacional.	-Productividad remota o por sitio. -Biomasa. -Tasas de crecimiento.	-Fragmentación del hábitat. -Tamaño y distancia entre parches. -Presiones alrededor del agua.
-Estructura trófica. -Distribución de las clases de tamaño de la fauna. -Niveles de depredación. -Relaciones planta-animal.	-Descomposición. -Tasas de descomposición por sitio.	-Contaminantes. -Aguas residuales, petroquímicos, etc. -Transporte de productos tóxicos a larga distancia.
	-Retención de nutrientes: Calcio, Nitrógeno por sitio.	-Clima. -Tendencias climáticas.
		-Otros. -Turismo. -Procesos hidrológicos y sedimentarios.

Fuente: Keenleyside et al., 2014.

Análisis del paisaje como base para la restauración

El análisis del paisaje como estrategia para orientar las acciones de restauración busca disminuir la fragmentación de ecosistemas y del paisaje, reintegrando los fragmentos de áreas naturales a través de la incorporación de elementos de paisaje como corredores o puntos de paso que permitan generar conectividad estructural y, a futuro, conectividad funcional del paisaje. Aun si el objetivo de la restauración es planteado a escala ecosistémica, se debe proyectar a una escala de paisaje, puesto que las funciones ecosistémicas están directamente relacionadas con flujos de materia y energía entre las diferentes unidades de paisaje (Armenteras & Vargas, 2016).

Lo anterior permite comprender y analizar el comportamiento de los diferentes ecosistemas a una escala menor (comunidad, población), así como su dinámica de transformación, generando de esta manera estrategias de restauración integrales en las que se tome como punto de referencia para la definición de metas y objetivos la relación entre los diferentes

niveles de organización (paisaje, ecosistema, comunidad, población) y cómo estos limitan o influyen sobre las características y dinámicas a diferentes escalas de análisis (local y regional).

De acuerdo a MADVT (2003), debe considerarse también cuál es el impacto que tendría la implementación de los procesos de restauración en un determinado sitio con respecto a sus áreas adyacentes; en este sentido, la restauración ecológica puede dar solución a problemas de conservación de especies y ecosistemas a escala de paisaje.

Fragmentación del paisaje en las montañas tropicales

La fragmentación de un paisaje consiste en la pérdida de la cobertura vegetal natural, de manera que se crea un número determinado de parches o fragmentos aislados inmersos en una matriz de campos agrícolas y/o ganaderos que disminuyen y aíslan las plantas y animales y degradan el hábitat y los servicios ecosistémicos (Turner, 1996; Fahrig, 1997; Leimu et al., 2010; Bustamante & Grez, 1995; Fahrig, 2003;



Leimu *et al.*, 2010). Es muy frecuente que los cambios en la estructura de la vegetación y el efecto de borde modifiquen la estructura de la comunidad y faciliten la entrada de especies invasoras que alteran las relaciones antagónicas entre herbívoros, plantas y patógenos (Saunders *et al.*, 1991; Fahrig, 2003).

Como consecuencia de la fragmentación se pueden interrumpir diferentes procesos ecológicos como dispersión, desplazamiento y migración de individuos entre poblaciones, disminuyendo el intercambio genético en detrimento de la variabilidad genética de las poblaciones en los fragmentos remanentes (Leimu *et al.*, 2010).

Cambio climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992) lo define como *“un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”*. En este sentido, la restauración ecológica se convierte en una de las estrategias para la mitigación de los efectos del cambio climático, pues los bosques en buen estado de conservación actúan como sumideros de carbono, disminuyendo las concentraciones de carbono atmosférico y contribuyendo a incrementar la provisión de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, desempeñando un papel importante en el ciclo del carbono a nivel mundial (Rey *et al.*, 2009).

Reglas de ensamblaje y filtros ecológicos

El ensamblaje se define como un conjunto de especies relacionadas taxonómicamente que habitan un área particular y las reglas del ensamblaje son una serie de restricciones ecológicas que influyen sobre los patrones de comportamiento de las diferentes poblaciones de especies y que están determinadas por las condiciones bióticas y abióticas, las cuales actúan a manera de filtros permitiendo el establecimiento o no de una especie u otra (Suding & Hobbs, 2009).

De acuerdo con Temperton *et al.*, (2004), existen tres modelos de ensamblaje de comunidades: el determinístico, el estocástico y los estados alternativos estables. El primero plantea el desarrollo de las comunidades como una consecuencia inevitable de factores físicos y bióticos; el segundo considera que la estructura y composición de las comunidades son un proceso aleatorio que depende de la disponibilidad de nichos vacantes y el arribo de las especies; finalmente, el tercero es un modelo intermedio entre los anteriores donde las comunidades son estructuradas y restringidas en cierta medida pero pueden desarrollar numerosos estados estables debido a un elemento de aleatoriedad que es inherente a todos los ecosistemas.

Barreras de la restauración ecológica

Las barreras a la restauración ecológica son aquellos factores limitantes y tensionantes que impiden, limitan o desvían la sucesión natural en áreas alteradas por disturbios naturales y antrópicos (Vargas, 2007). Los factores limitantes son las condiciones propias del sistema que demoran o restringen el desarrollo del ecosistema. Es de vital importancia considerar estos factores en los proyectos de restauración, ya que pueden impedir el desarrollo de algunas especies que arriban a través de la lluvia de semillas, especies dispersadas por el viento y/o especies que se encuentran en el banco de semillas (Barrera & Valdés, 2007). Por lo tanto, la ausencia o escasez de nutrientes, la falta de agua, la temperatura, el viento, pendientes fuertes, suelos ácidos y compactados, la distancia entre los remanentes de bosques y la falta de dispersores, pueden actuar como agentes limitantes del proceso de sucesión que se esté dando en el lugar (Vargas *et al.*, 2012).

Por otro lado, los factores tensionantes son estímulos externos (pastoreo intensivo, incendios forestales, contaminación, etc.) que aparecen ocasionalmente y que pueden afectar la estabilidad del ecosistema (Grime, 1989). El daño que pueden generar los agentes tensionantes dependerá del estado del nivel de resiliencia de los ecosistemas, ya que si los tensio-

nantes son más fuertes que las fuerzas que permiten el desarrollo de las poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes, se debe buscar la manera de mitigarlos o neutralizarlos antes de iniciar las actividades de restauración ecológica (Brown & Lugo, 1994; Salamanca, 1999; Barrera & Valdés, 2007; Barrera *et al.*, 2010).

Monitoreo de la restauración ecológica y manejo adaptativo

Dado que, para Parques Nacionales, la restauración ecológica es una acción de manejo, el monitoreo busca detectar los cambios en el ecosistema intervenido a través del seguimiento de una serie de indicadores en el tiempo que permitan determinar el grado de recuperación o desviación del ecosistema frente a una trayectoria sucesional esperada (Hellawell, 1991; Kattan *et al.*, 2013; Puentes & García, 2014). De esta manera, un monitoreo ecológico efectivo se entiende como un proceso que acompaña al proceso de restauración desde el diagnóstico del estado actual del ecosistema, y continúa durante la implementación de los tratamientos y el desarrollo de los mismos, terminando en el momento en que se considera que

el ecosistema ha recuperado su integridad ecológica (Holl & Cairns, 2002).

Según Aguilar-Garavito & Ramírez (2015), la planeación del monitoreo debe relacionar de manera inicial los objetivos de restauración con las metas planteadas para cada escala temporal. De igual manera, es fundamental tener en cuenta la metodología para la toma de datos y análisis de los mismos, las escalas espaciotemporales y la línea base que establezca el estado inicial del ecosistema y la trayectoria sucesional esperada a partir de la intervención.

Por otro lado, la implementación del monitoreo aporta insumos para la toma de decisiones de manejo, por medio del uso del manejo adaptativo, el promueve el aprendizaje, la revisión periódica y el ajuste de objetivos que permitan tomar decisiones a tiempo para alcanzar las metas planteadas. La evaluación de la información obtenida a partir del monitoreo permitirá evaluar la efectividad de las estrategias de restauración y, por ende, tomar medidas como la implementación de acciones complementarias o correctivas (Puentes & García, 2014).



Microcuenca San Guillermo (Irwin Duarte)

1. | CONTEXTO GENERAL

1.1. INVERSIÓN POR COMPENSACIONES: CONVENIO No 46/4209, SUSCRITO ENTRE ISAGEN S.A., PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA Y PATRIMONIO NATURAL FONDO PARA LA BIODIVERSIDAD Y LAS ÁREAS PROTEGIDAS

En el marco del Plan de Compensación Forestal del Proyecto Hidroeléctrico del río Sogamoso, se desarrolló el convenio No. 46/4209, suscrito entre Parques Nacionales, ISAGEN S.A. y Patrimonio Natural, cuyo objeto fue *“aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para desarrollar un proyecto de restauración ecológica en la zona del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes que drena hacia la cuenca del río Sogamoso”*.

El convenio logró implementar la restauración ecológica y conservación de 4.913 hectáreas al interior del PNN Yariguíes y en territorios adyacentes, mediante procesos de restauración activa y/o rehabilitación, restauración pasiva y saneamiento predial. Parques Nacionales, como ente encargado de administrar las áreas naturales protegidas del país y conservar *in situ* la diversidad biológica y ecosistémica, estuvo al frente de la supervisión de todas y cada una de las actividades técnicas requeridas para dar cumplimiento a los alcances del convenio; ISAGEN S.A. aportó la mayor parte del presupuesto requerido y brindó acompañamiento técnico, y Patrimonio Natural se encargó de la administración de los recursos financieros.

El proyecto se dividió en los sectores Norte y Centro-occidente y una vez surtido el debido proceso, se suscribieron dos contratos: el contrato de asistencia técnica No. ISAGEN-V-CAT-001-2013, entre Patrimonio Natural y la Unión Temporal Fundación para el Desarrollo Agrícola, Social y Tecnológico (FUNDASET) - Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF) para desarrollar procesos de restauración ecológica en el sector Centro-occidente del PNN Yariguíes, en jurisdicción del municipio de El

Carmen de Chucurí, y el contrato de asistencia técnica No. ISAGEN-V-CAT-001-2015, entre Patrimonio Natural y la Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, para desarrollar procesos de restauración ecológica en el sector Norte del PNN Yariguíes, en jurisdicción del municipio de San Vicente de Chucurí.

Contrato de asistencia técnica No. ISAGEN-V-CAT-001-2013.

Con respecto al contrato suscrito con la Unión Temporal FUNDASET-CONIF, este se desarrolló entre los años 2013 y 2016 en las veredas Delicias Alto, El Vergel, Palo Blanco, Honduras Alto, La Bodega, La Victoria y La Belleza del municipio de El Carmen de Chucurí, las cuales se ubican en los ecosistemas de bosques húmedos altoandinos y bosques húmedos subandinos de la Serranía de los Yariguíes.

Allí se aplicaron los enfoques de restauración activa y restauración pasiva; el primero basado en la intervención directa a través de plantaciones de especies nativas con el fin de acelerar o influenciar las trayectorias sucesionales de recuperación en sitios afectados por sistemas de producción agropecuaria (Holl & Aide, 2011), y el segundo, basado en controlar factores de presión sobre bosques sucesionales degradados por la cacería, tala selectiva, ganadería y leñateo, con el fin de permitir la regeneración natural espontánea (Chazdon, 2014).

Allí inicialmente se realizó un diagnóstico donde se identificaron las condiciones biológicas, físicas y sociales de 323 hectáreas a restaurar activamente. Las condiciones físicas evaluadas incluyeron análisis



de suelos Q01, Q02, B01 y B05 en las coberturas de pastos, rastrojos y bosque de entresaca y para las características biológicas se estudió la composición de plantas, aves y mamíferos medianos y pequeños que permitieron identificar especies vegetales clave para la restauración ecológica basados en rasgos de historia de vida y especies de fauna dispersoras de semillas. Dentro del componente social se realizó una caracterización socio económica a través de la aplicación de entrevistas semiestructuradas a 70 núcleos familiares (259 personas, 115 mujeres y 144 hombres) ubicados en el área de influencia del proyecto, que permitió analizar la historia de uso del suelo y su incidencia en la salud de los ecosistemas del PNN Yarigües.

Además, se realizaron ejercicios de cartografía social y talleres comunitarios orientados a obtener información que permitiera fortalecer la selección de las especies vegetales a incluir en los diseños de restauración ecológica teniendo en cuenta criterios como especies amenazadas o en riesgo de extinción local, el patrón de distribución espacial de las especies, fuentes de propágulos, las condiciones de hábitat, la capacidad de rebrote, generación de cobertura, estrategias de dispersión y polinización, producción de hojarasca, entre otros.

La información del diagnóstico orientó la formulación de diseños de restauración ecológica basados en el principio de reintroducción de especies de estados sucesionales más avanzados dentro de ambientes de estados sucesionales tempranos que surgieron debido al cambio en el uso del suelo de bosque conservado para áreas productivas. Estos diseños contemplaron densidades de plantación de 2.840 individuos/hectárea en cobertura de pastizal, 400 individuos/hectárea en rastrojos bajos, 100 individuos/hectárea en rastrojos altos y bosques secundarios y 105 individuos/hectárea en los bosques de entresaca (Figura 1).

Figura 1. Núcleo con especímenes vegetales plantados en cobertura de pastizales.



Fuente: PNN Yarigües.

Para la producción del material vegetal se realizó el montaje de dos viveros temporales al interior del PNN Yarigües. El vivero La Roña, con un área de 1.067 m² (Figura 2), donde se propagaron 43.132 individuos vegetales, y el vivero Palo Blanco, de 2.058 m², donde se propagaron 80.287. En estos viveros se produjo 440 m³ de sustrato para propagación y plantación, en una proporción 1:2 (tierra: pasto), 52.500 kg de abono Bokashi y 8.720 Kg de micorriza producida *in situ* utilizando como cultivo trampa los pastos exóticos presentes en la zona.

Figura 2. Vivero transitorio del sector Delicias Alto (vivero La Roña), El Carmen de Chucurí.



Fuente: PNN Yarigües.

En el ejercicio de propagación se colectaron alrededor de 350.000 semillas de las cuales se estima el 50% germinaron, siendo las más colectadas aquellas de tamaño pequeño como *Heliocarpus americanus*, *Solanum aphyodendrom*, *Vismia baccifera* y *Miconia* sp. Además, uno de los principales problemas asociados con la excesiva humedad de la zona derivó en enfermedades por hongos *Pythium* sp., *Phytoph-*

thora sp., y *Rhizoctonia* sp., que atacan el sistema radicular de las plantas, lo cual incrementó la mortalidad en el proceso de producción de material vegetal y esto, sumado a la ausencia de semillas de algunas especies arbóreas como *Caryodaphnopsis* sp., *Nectandra* sp., *Handroanthus chrysanthus*, etc., requirió implementar estrategias complementarias como el rescate de brinzales (Figura 3).

Figura 3. Material vegetal en germinación



Fuente: PNN Yariguíes.

Los principales logros alcanzados en el marco de la restauración activa del proyecto comprenden la plantación de 102.865 individuos de 26 especies nativas en 323 hectáreas ubicadas en la franja de 1.100 a 1.300 m.s.n.m., la instalación de artilugios para fauna en 20 hectáreas de pastizales, la participación comunitaria a través de la firma de acuerdos y la contratación de mano de obra local, la construcción de obras de bioingeniería en zonas afectadas por procesos erosivos y la formulación de la estrategia de monitoreo a la restauración con metas verificables y cuantificables en el corto, mediano y largo plazo, que permitirán evaluar los resultados del proceso de recuperación de las áreas intervenidas.

La restauración pasiva se está desarrollando a través de la regeneración natural de 3.272 hectáreas de bosques degradados por tala selectiva, cacería, incursión esporádica de ganado bovino y leñateo, factores que han alterado las dinámicas naturales y, por ende, la integridad ecológica de mencionados bosques.

Para ello se llevó a cabo la concertación con los propietarios de predios que colindan con los bosques sucesionales donde se implementan sistemas de producción agropecuaria y de donde provenían los disturbios que afectaban negativamente la regenera-

ción de los bosques secundarios. Posteriormente, se instaló un cercado de alambre de púas de 12.107 m con el fin de impedir la incursión del ganado desde los predios privados hacia los bosques. Lo anterior estuvo acompañado de la implementación de una estrategia de prevención, vigilancia y control con la cual, a través de recorridos permanentes por parte del personal del Parque Nacional por las zonas de los proyectos, se asegura que dichos procesos mantengan su continuidad y recuperación, previniendo que las presiones afecten las acciones desarrolladas. Además, con la educación ambiental se construye un canal de comunicación directa entre las comunidades y el Parque Nacional con el fin de estimular un intercambio de saberes para la toma de decisiones frente al mismo. De igual forma, con esta estrategia se generaron los acuerdos de colindancia que posibilitaron la instalación de los cercados.

La verificación del impacto de los métodos de restauración ecológica activa y pasiva, fue evaluada en primera instancia a través del convenio No. 004-2017, suscrito entre Patrimonio Natural, Parques Nacionales y la Pontificia Universidad Javeriana, quienes determinaron que en dos (2) años posteriores al proceso de plantación, la supervivencia de las especies blanco fue alta o muy alta, los sitios control de



pastizales donde no se llevó a cabo la restauración presentaron diferencias significativas en la estructura y composición de la vegetación frente a los sitios plantados, y estos últimos mostraron semejanzas fisonómicas con los bosques de referencia.

Por otra parte, también a través del Convenio No 46/4209, en los municipios de Zapatoca, El Hato y Simacota se adquirieron los predios Los Rastrojos, La Argentina y Los Arrayanes, respectivamente. El primer predio denominado Los Rastrojos contiene aproximadamente 492,5 hectáreas ubicadas en el ecosistema de bosque húmedo altoandino al interior de la zona de recarga hídrica de la microcuenca El Ramo, la cual abastece a los acueductos urbanos de los municipios de Betulia y Zapatoca. El segundo predio denominado La Argentina con un área aproximada de 180 hectáreas, ubicado en los bosques húmedos altoandinos de la zona alta de la microcuenca Cincomil entre los municipios de El Hato y Simacota, la cual abastecerá al acueducto municipal del Socorro, importante también por los servicios ecosistémicos de abastecimiento hídrico que ofrece a las comunidades de las veredas Hoya Negra, Primavera, El Páramo y Santo Domingo del municipio de El Hato y hábitat de especies de fauna y flora representativas de la vertiente occidental de los Andes Nororientales. El tercer predio conocido como Los Arrayanes con un área aproximada de 360 hectáreas se ubica en los bosques húmedos altoandinos de la margen derecha del cauce principal de la microcuenca Cincomil en la vereda Alta Cruz del municipio de Simacota a una altura promedio de 2.370 m.s.n.m. cuenta con importantes nacimientos de agua dentro del predio como la Quebrada Cararita y la Corcovada, esta última abastecedora del acueducto de la montuosa que beneficia a más de 20 familias del sector, donde las dos afluentes tributan sus aguas al cauce principal de la microcuenca Cinco mil.

Contrato de asistencia técnica No. ISAGEN-V-CAT-001-2015.

Finalmente, con respecto al contrato desarrollado en el sector Norte del PNN Yarigües entre los años 2015 y 2018 por la Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino (en adelante Unión Temporal), proceso el cual constituye el eje central del presente libro, tuvo como escenario las microcuencas Los Medios y Las Cruces tributarios del

río Chucurí y subsecuentemente del río Sogamoso, se ubican en el municipio de San Vicente de Chucurí, y contienen bosques húmedos altoandinos y bosques húmedos subandinos, ubicados entre 1.100 y 2.400 m.s.n.m.

Allí se aplicó el enfoque de restauración activa en 641,7 hectáreas degradadas por diversas actividades productivas y extractivas. Inicialmente se implementó un diagnóstico de grupos biológicos como vegetación, aves, mamíferos terrestres y voladores, artrópodos terrestres indicadores, así como de las condiciones físicoquímicas de los suelos y de los cuerpos de aguas lólicas y su relación con la diversidad de macroinvertebrados, perifiton y finalmente la historia de uso del territorio a través del conocimiento ecológico tradicional. Con la información obtenida se establecieron las trayectorias sucesionales, las metas de restauración, y se diseñaron los arreglos vegetales en siete unidades de manejo identificadas, que van desde pastizales y helechales hasta bosques afectados por tala selectiva. Se plantaron 165.000 especímenes vegetales pertenecientes a 86 especies nativas propagadas en nueve viveros transitorios, varias de estas especies son reconocidas por la comunidad como productoras de maderas finas, motivo por el cual sus poblaciones locales fueron diezimadas por tala selectiva. Como son el caso del panelaquemada (*Caryodaphnopsis* sp.), chaparro (*Licaria cannella*) y comino crespo (*Aniba perutilis*).

De acuerdo con la línea base de monitoreo a las plantaciones realizada por la Unión Temporal y los registros realizados por Parques Nacionales, la supervivencia de las plantas después de diez (10) meses de la siembra oscila entre 74-87%, es decir, se encuentran dentro del rango esperado y algunas plantas han aumentado cerca de 8 veces su altura y diámetro de la base. Se espera que en los próximos años las plantas sembradas en pastizales y helechales por competencia hayan disminuido significativamente la presencia de las invasoras y tanto los rastrojos como los pastizales y helechales fisonómicamente se asemejen a los sistemas de referencia.

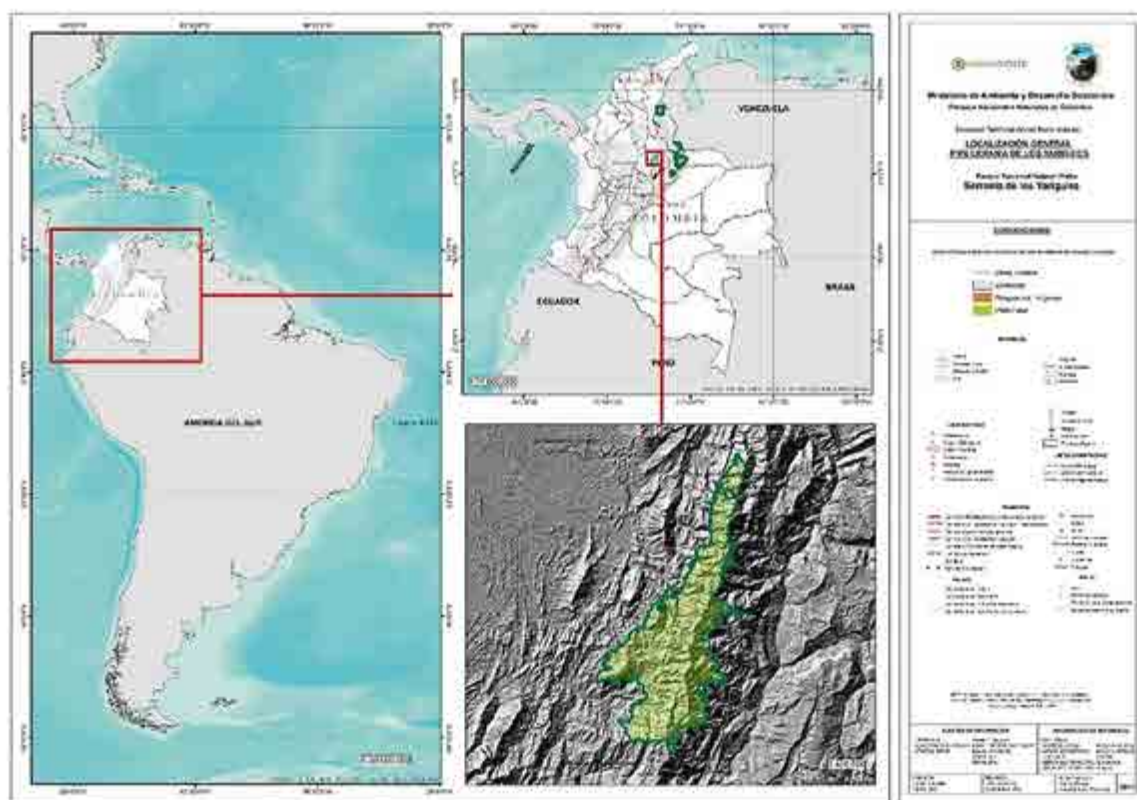
A continuación, el contenido del presente libro realiza un enfoque profundo de las acciones y resultados obtenidos a través del proyecto desarrollado en la zona norte del PNN Yarigües por la Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGÜES

El PNN Yariguíes está localizado en los Andes Nororientales de Colombia, hace parte de la estribación occidental de la Cordillera Oriental y se ubica en el centro-occidente del Departamento de Santander en

las Provincias de Mares y Comunera, con jurisdicción en siete municipios: El Carmen de Chucurí, El Hato, Simacota, Santa Helena del Opón, Galán, Chima y San Vicente de Chucurí (Figura 4).

Figura 4. Localización del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes



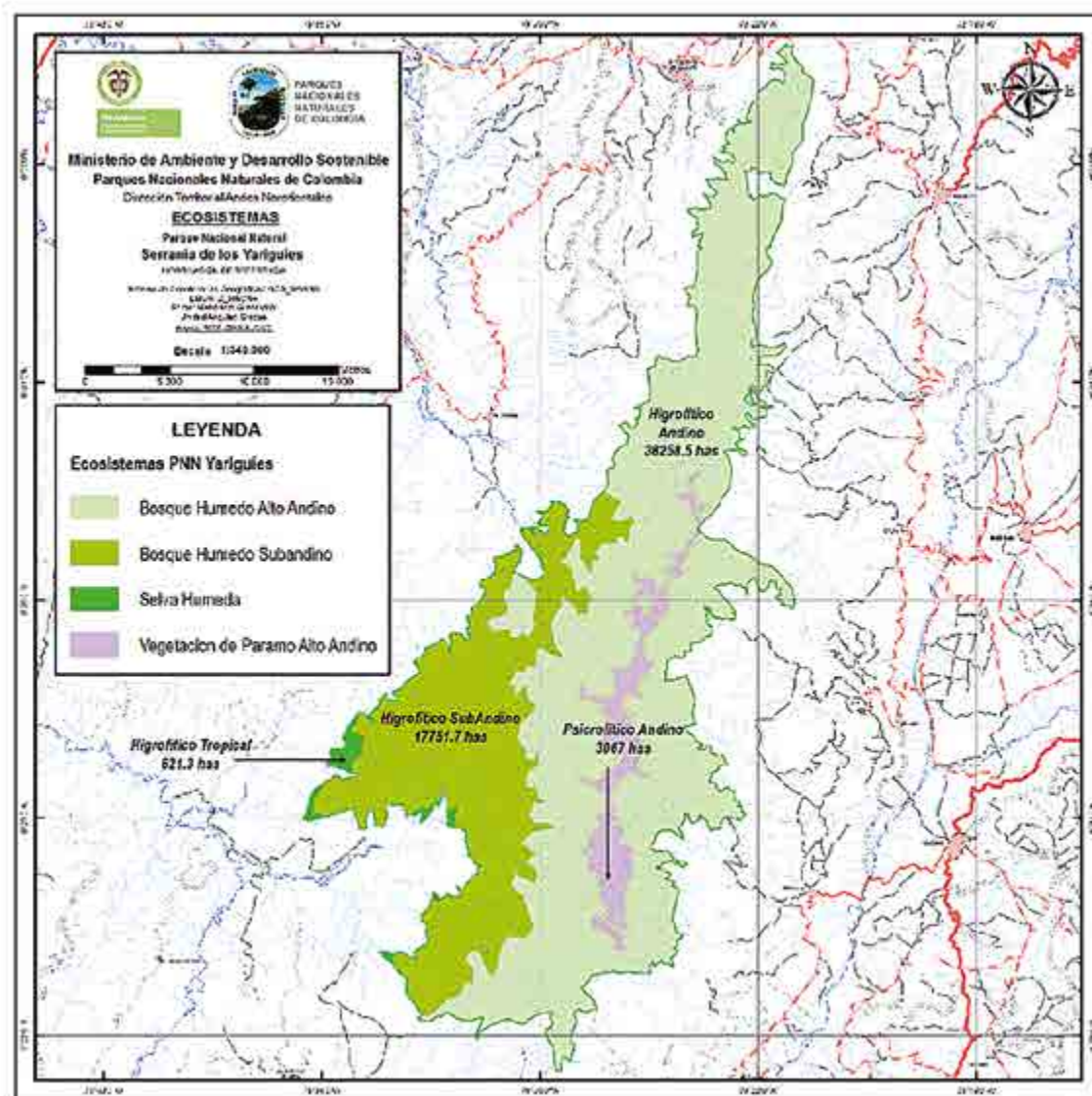
Fuente: Moreno y Tinjacá, 2018

El PNN Yariguíes fue declarado mediante resolución del Ministerio de Ambiente No. 0603 de 2005 y ajustado en sus límites mediante Resolución No 0637 de 2008. Comprende un sistema boscoso de 59.063 hectáreas con pisos térmicos que van desde 700 a 3.600 m.s.n.m., con dos cinturones de condensación, uno a 1.250 m.s.n.m. y otro a 2.200 m.s.n.m. Debido a que abarca diferentes pisos climáticos, el área protegida contiene una amplia variedad de ecosistemas como selvas húmedas tropicales, bosques húmedos subandinos y altoandinos y páramos altoandinos (Moreno & Tinjacá, 2018).

Corresponde al remanente boscoso más conservado y de mayor proporción en el Departamento de Santander (Acuerdo CAS 007 de 2005), en este confluyen parte de las subzonas hidrográficas Sogamoso (10.972 ha), Suarez (14.634 ha) y Opón (33.398 ha), las cuales regulan la oferta hídrica para el consumo humano y producción agropecuaria en la subregión de los Yariguíes, siendo aportantes al caudal promedio efectivo del Proyecto Hidroeléctrico del Sogamoso y de vital importancia para el mantenimiento de los humedales del Magdalena Medio (Acuerdo CAS 007 de 2005; Acuerdo CAS 058 de 2006; ISAGEN S.A., 2008; Quintero-León, 2008) (Figura 5).



Figura 5. Ecosistemas del PNN Yarigües.



Fuente: Moreno y Tinjacá, 2018.

Entre los objetivos de conservación del PNN Yarigües se encuentra conservar los ecosistemas de Bosque Húmedo Alto Andino, Bosque Húmedo Subandino, Selva Húmeda y Páramo presentes en el área protegida, preservar poblaciones de flora y fauna en alguna categoría de amenaza con distribución en el área protegida, para contribuir a la conservación de la biodiversidad del país y proteger las microcuencas que se encuentran al interior del Parque Nacional, para contribuir con la oferta del recurso hídrico hacia la región.

De los sistemas montañosos ubicados en las estribaciones occidentales de la cordillera oriental, el PNN Yarigües es el que tiene mayor altura, lo que lo convierte orográficamente en un área de especiación por las particularidades de su aislamiento y del régimen principal de vientos que la rigen (Donegan & Huertas, 2005; Díaz *et al.*, 2008). Además, representa una gran importancia para la conservación de la fauna, pues sirve de transición entre el valle Medio del río Magdalena y los Andes Nororientales de Colombia, por lo que se ha propuesto como un Área Importan-

te para la Conservación de las Aves (AICA) (Boyla & Estrada, 2005) y sitio para la Alianza Zero Extinción (AZE) (Ricketts *et al.*, 2005). Allí se ha confirmado la presencia de 501 especies de aves, de las cuales 15 son endémicas, 14 se encuentran en alguna categoría de amenaza de la UICN y 5 más se encuentran casi amenazadas, además que arriban cerca de 33 especies migratorias (Donegan *et al.*, 2010; Stiles, 2011).

En el Parque Nacional se han encontrado más de 900 especies de plantas, distribuidas en 136 familias, siendo Melastomataceae, Rubiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Lauraceae y Euphorbiaceae las familias con el mayor número de especies (Marín-Corba *et al.*, 2010; UT Jaguar Corredor Norandino, 2016). Por otro lado, se han registrado 82 especies de mamíferos de las cuales 26 son murciélagos y 56 son de hábitos terrestres; se identificaron además dos especies endémicas para Colombia junto con el mono araña (*Ateles hybridus hybridus*), el mono nocturno (*Aotus cf. lemurinus*), el oso andino (*Tremarctos ornatus*), la nutria de río (*Lontra longicaudis*), el jaguar (*Panthera onca*), la guagua loba (*Dinomys branickii*), el zaino (*Tayassu pecari*) y el venado (*Mazama rufina*), que se encuentran en alguna categoría de amenaza de la UICN (Briceño, 2005; Villanueva, 2006; Fundación Panthera, 2010; Cáceres

et al., 2011; López, 2011). Se han confirmado cerca de 26 especies de reptiles y 31 especies de anfibios, de estos *Andinobates virolinensis*, endémica de los Andes Nororientales y en peligro de extinción (ISA, 2002; Montealegre, 2006; Calderón, 2011; Ramos & Meza-Joya, 2018). Se ha reportado la presencia de 23 especies de peces de las cuales 22 presentan hábitos superficiales y 1 de hábitos troglodíticos (Duarte & Mantilla, 2011), que corresponden el 19.8% del total de especies reportadas para el Departamento de Santander (Castellanos-Morales *et al.*, 2011). En el Parque se encuentran 253 especies de mariposas diurnas (Huertas & Donegan, 2006; Andrade, 2011), una de estas, *Idioneurela donegani*, es nueva para la ciencia (Huertas & Arias, 2007); igualmente 45 especies de escarabajos coprófagos (Rosado, 2006; Morales *et al.*, 2010) y 21 especies de libélulas y caballitos del diablo (Duarte & Garzón, 2011).

Por todo lo anterior, el PNN Yariguíes corresponde a un ícono muy importante para los santandereanos en materia de conservación de la biodiversidad y los recursos genéticos, así como en el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos y mitigación frente a la variabilidad climática.

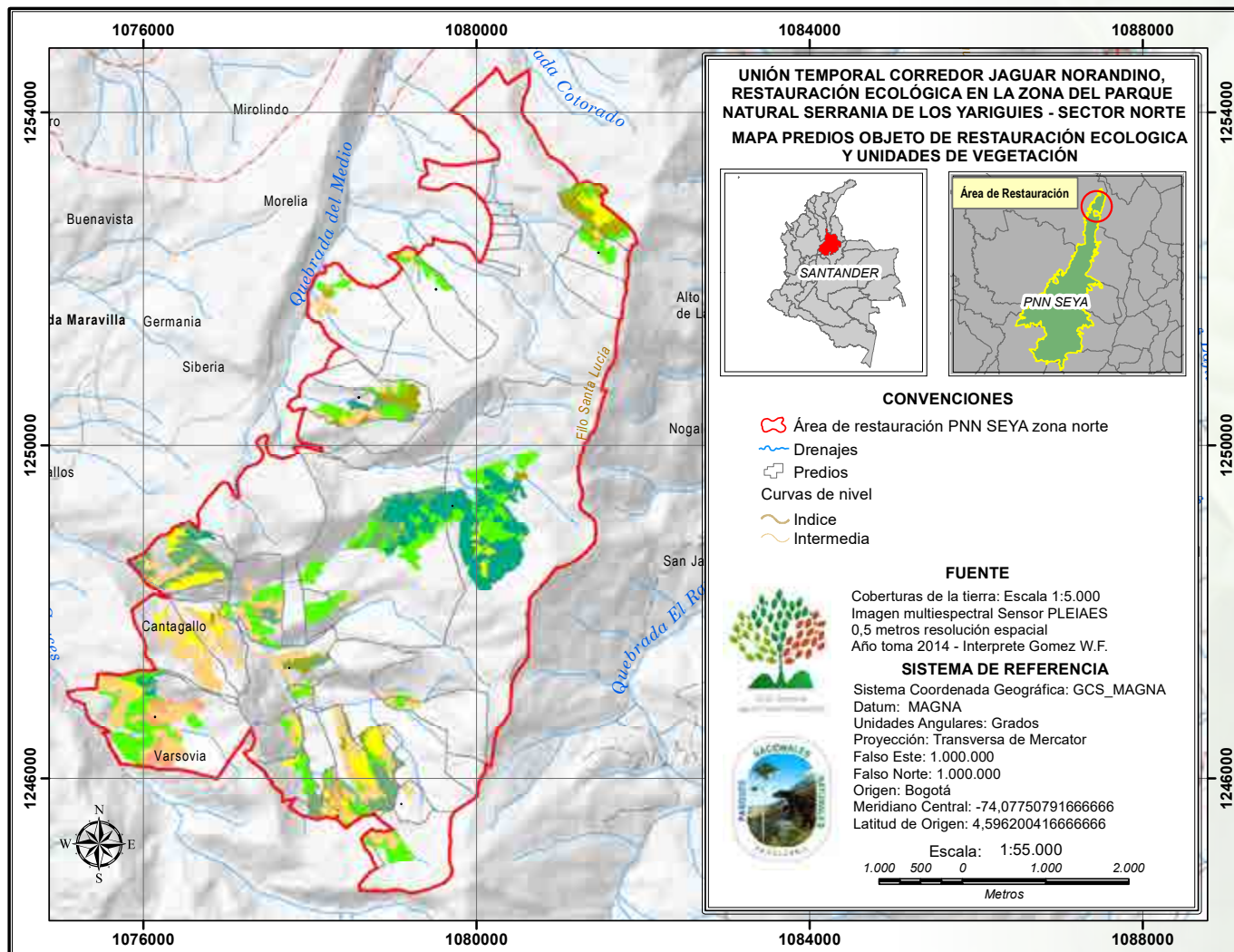
1.3. ÁREA DE ESTUDIO

Como se mencionó previamente en la presentación de este libro, antes de iniciar todas las acciones técnicas para llevar cabo la restauración ecológica, ISAGEN, Parques Nacionales y Patrimonio Natural adquirieron 40 predios privados ubicados en los municipios de San Vicente de Chucurí y El Carmen de Chucurí a través del Convenio No 46/3364, como estrategia de saneamiento predial y tenencia de la tierra. A través de mencionado convenio, además de la suscripción del comodato No 001 de 2010 entre Parques Nacionales y la Alcaldía Municipal de San Vicente de Chucurí, así como los acuerdos pactados con las Juntas de Acción Comunal y Asociaciones de Usuarios de Acueductos que se abastecen de los cauces provenientes del PNN Yariguíes, se definieron los sitios susceptibles para desarrollar los procesos de restauración.

La zona Norte del PNN Yariguíes, específicamente comprende alrededor de 2.994 hectáreas y está ubicada en el territorio del municipio de San Vicente de Chucurí, al interior de las microcuencas Los Medios y Las Cruces, pertenecientes a la subzona hidrográfica Sogamoso. Allí se encuentran ecosistemas de bosque húmedo subandino, y bosque húmedo altoandino, con rangos altitudinales aproximados entre 1.100 a 2.700 m.s.n.m. El área de intervención del proyecto se distribuyó en las veredas de Chanchón, Centro y Mérida, las cuales se distribuyen sociopolíticamente en siete sectores: Cantagallos Alto, Cantagallos Bajo, Varsovia, Lengerke, Los Medios, Chanchón Bajo y Chanchón Alto (Figura 6), abarcando diferentes condiciones fisiográficas, climáticas y socio económicas.



Figura 6. Ubicación de los predios objeto de restauración ecológica en el sector Norte del PNN Yarigués.



Fuente: Gomez & Siza, 2018

Basados en la caracterización a escala 1:25.000 realizada sobre las coberturas y su posterior validación en terreno, del área potencial de estudio de 2.994 hectáreas se priorizó una zona de 641,7 hectáreas para intervención asistida, en las cuales se encontraron diferentes coberturas representativas de estadios sucesionales iniciales, intermedios y tardíos, con suelos poco compac-

tados pero altamente acidificados, niveles bajos y medios de contaminación en los tributarios y cauces principales y representatividad de especies de vertebrados y artrópodos, relacionada con particularidades de los regímenes de disturbio que han degradado en menor o mayor grado todos los compartimentos de los ecosistemas (UT Jaguar Corredor Norandino, 2016).





2. | PROPUESTA METODOLÓGICA

2.1. RUTA METODOLÓGICA PARA LA RESTAURACIÓN DE LA ZONA NORTE DEL PNN YARIGÜES.

Parques Nacionales de Colombia adoptó los lineamientos del SER (2004) para implementar sus programas de restauración (Puentes *et al.* 2012), y teniendo en cuenta que la restauración en el PNN Serranía de los Yarigües tiene como objetivo la preservación y no el uso sostenible, la ruta general metodológica para llevar a cabo procesos de RE es la propuesta en el marco conceptual de la Estrategia Nacional de RE de áreas protegidas (Puentes *et al.* 2012). Esta fue adaptada según las particularidades de los sitios y se desarrolló así:

Desarrollo de cuatro fases, la fase 1 consta de una revisión exhaustiva de información secundaria, identificación de los actores sociales e institucionales en los sitios de intervención, (charlas con pobladores y familias que en años anteriores vivieron en la zona), levantamiento de línea base de las coberturas de la tierra, de unidades de vegetación y de las condiciones bióticas y físico-químicas de los lugares de intervención. Construcción de la historia de disturbio e identificación de los efectos de estos disturbios sobre los ecosistemas. La fase 2 tiene que ver con la planeación del proceso de restauración ecológica y su implementación, la cual parte de la definición de unas trayectorias sucesionales basadas en el levantamiento de línea base (coberturas de la tierra, condiciones ambientales de los sitios e historia de disturbio), posteriormente viene la proposición de los objetivos y las metas de restauración ecológica en el corto, mediano y largo plazo de acuerdo con unas unidades de manejo identificadas, la construcción de los diseños con las técnicas a aplicar y finalmente su implementación, la cual si incluye plantación de especies vegetales de vivero, debe estar acompañada desde un inicio con la búsqueda de germoplasma y propagación de material vegetal. La fase 3

corresponde al diseño y la implementación del monitoreo de la efectividad. La fase 4, que es permanente, corresponde al manejo adaptativo llevado a cabo gracias al monitoreo, el cual permite analizar los resultados y ajustar técnicas y métodos, así como comunicar los resultados a las diferentes audiencias de la región y analizar las lecciones aprendidas.

Adicionalmente la propuesta metodológica se enriqueció teniendo en cuenta los siguientes elementos:

1. El diseño se basó en gran medida en la interpretación de la sucesión vegetal, debido a que representa el remplazo de especies según su función ecológica a lo largo del tiempo, aportando mayor complejidad en los ecosistemas (Barrera *et al.* 2010).
2. No todos los ecosistemas responden a estrategias de restauración de la misma manera, no es un proceso de diseño estandarizado, es por esto que cada sitio debe ser analizado con sus especificidades y los diferentes tratamientos deben responder a cada caso.
3. Las comunidades campesinas locales son parte fundamental del análisis previo al diseño, pues conocen la historia de disturbio, degradación y daño, además conocen las fuentes semilleras, saben propagar especies del bosque, son los encargados en muchos casos de dar continuidad al monitoreo y son quienes se pueden beneficiar directamente a través de la ejecución directa de acciones.
4. Los tratamientos deben diseñarse relacionando aspectos funcionales de las especies y colocando objetivos de corto plazo que permitan ensamblar especies que cumplen las metas y preferiblemente permitiendo su medición en el corto plazo.
5. Cuándo se va a incorporar elementos vegetales



provenientes de viveros, la propagación de las especies es uno de los factores más importantes de la restauración ecológica, exige tener conocimiento de la vegetación de la región, así como conocer las fuentes de semillas y/o propágulos, planear la producción de tal forma que las especies de rápido crecimiento se planeen junto con las de mediano y

lento crecimiento. Los viveros deben ser un centro de conocimiento y quiénes sean sus responsables deben desarrollar protocolos de propagación a partir de procesos rápidos y observaciones de campo.

Con los elementos anteriormente mencionados se construyó el siguiente proceso metodológico (Figura 7):

Figura 7. Estructura metodológica para la ejecución del proyecto.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino (2015).

2.2. RUTA OPERATIVA PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Los retos de la restauración ecológica no solo son de tipo metodológico, de diseño y de capacidad de interpretación de un sistema ecológico de mayor naturalidad (ecosistema de referencia) y de los sistemas ecológicos disturbados, sino también un reto operativo y administrativo. Teniendo en cuenta la distribución espacial, dificultad de acceso, dispersión de los predios a restaurar, la diversidad altitudinal, geológica y topográfica de la zona de intervención del proyecto, la UT Jaguar Corredor Norandino decidió diseñar dos estrategias: en primer lugar, una estrategia administrativa, contable y de soporte logístico y en segundo, una estrategia para la operación del proyecto que le permitiera la ejecución exitosa de las metas del mismo en el tiempo acordado. Lo anterior estuvo acompañado por la orientación técnica y supervisión de Parques Nacionales, ISAGEN o las empresas de-

legadas Integral S.A. e INGETEC S.A. y la orientación financiera y legal por parte de Patrimonio Natural.

2.2.1. ESTRATEGIA ADMINISTRATIVA, CONTABLE Y DE SOPORTE LOGÍSTICO

La estrategia administrativa tuvo como eje central una estructura de funcionamiento radicada permanentemente en el municipio de San Vicente de Chururí, soportada por un grupo de trabajo que posibilitó respuestas eficientes y eficaces, administrativa y operativamente, como soporte a la ejecución de las variables técnicas del proyecto. Dicha estructura administrativa funcionó mancomunadamente con el equipo técnico y estuvo dirigida por el comité directivo de la Unión Temporal, compuesto por un representante de cada una de las tres organizaciones (Corporación

de Desarrollo y Paz del Magdalena Medio, Fundación Estación Biológica Guaya canal y Fundación Natura).

Durante la ejecución del proyecto se contó con espacios de seguimiento: un comité técnico local y un comité de seguimiento técnico, el cual estuvo conformado por representantes de Parques Nacionales, Patrimonio Natural, ISAGEN y la Unión Temporal, donde se demostraron los avances y dificultades del proyecto, se tomaron decisiones ágiles y se propusieron alternativas. Adicionalmente, en el comité del Convenio No 46/4209, denominado comité gerencial, se evaluaron y ratificaron por parte de las direcciones generales de las instituciones, las decisiones de orden máximo propuestas en los comités locales y de seguimiento técnico. Es importante resaltar que el buen desempeño del proceso inició desde la calidad y solidez del trabajo conjunto y la confianza entre las partes involucradas en su ejecución, así como en la calidad de la alianza entre las organizaciones que conformaron la Unión Temporal.

Otra instancia para la ejecución del proyecto estuvo presente al interior de la Unión Temporal, y fue denominada como el comité directivo, compuesto por un representante de cada una de las organizaciones. Su misión fue la alta dirección, gestión y gobierno de la Unión Temporal, cumpliendo la función de consejero y tomador de decisiones, orientando el desarrollo técnico y administrativo del proceso de restauración y realizando seguimiento para la correcta y pronta ejecución de las actividades; también fue el órgano que resolvió los conflictos que se presentaron.

Por otra parte, la estrategia administrativa, contable y de soporte logístico tuvo los siguientes lineamientos u objetivos:

- El domicilio de la Unión Temporal se estableció en el municipio de San Vicente de Chucurí, Santander.
- Se estableció un sistema contable totalmente independiente del que llevan las 3 organizaciones que conforman la Unión Temporal, de modo que en todo momento pudo ser conocida la situación económica y financiera.
- Se constituyó un equipo base administrativo (coordinador administrativo, contador, asistente administrativa y servicios generales) para mane-

jar el centro de costos del proyecto, dar soportes logísticos y operativos y resolver las dinámicas de contratación para que se ajustaran a las diversas necesidades que se presentaron.

- Se contó con un equipo de profesionales y tecnólogos en el área de seguridad industrial y salud en el trabajo, para la aplicación de ruta HSEQ.
- Se proporcionó todo lo requerido en elementos de seguridad y salud en el trabajo, así como apoyo logístico para la movilidad y pernoctación que permitió minimizar los riesgos y garantizar la seguridad del equipo.
- Se garantizó el relacionamiento con los actores locales sociales e institucionales y, en especial, las comunidades aledañas a la zona de intervención.

2.2.2. ESTRATEGIA PARA LA OPERACIÓN DEL PROYECTO

Tomando dos criterios esenciales para la definición de la estrategia operativa del proyecto, los cuales fueron la propagación del material vegetal y la ubicación de las plantaciones, se hizo necesario realizar un análisis de los requerimientos climatológicos, topográficos, edafológicos e hidrológicos, indispensables para el desarrollo del material vegetal y la optimización de recursos en el transporte de plantas hasta los sitios de siembra definitiva.

Teniendo en cuenta que de acuerdo con las rutas de acceso al área protegida definidas por Parques Nacionales, se seleccionaron 7 sectores de abordaje del proyecto (Cantagallo Alto, Cantagallo Bajo, Varsovia, Lengerke, Los Medios, Chanchón Bajo y Chanchón Alto), se procuró cubrir diferentes condiciones fisiográficas, climáticas y socio económicas. Cada uno de los sectores definidos exhibió rutas de acceso diferentes tanto en movilización vehicular como en acceso peatonal, factor trascendental para la estrategia operativa debido a la topografía agreste de la Serranía de los Yariguíes.

En cada uno de los sectores definidos se realizaron adecuaciones de caminos, de casas o campamentos que permitieron brindar condiciones favorables para pernoctar y preparar los alimentos para los equipos técnicos y operativos del proyecto. De igual manera, en cada sector se construyó y operó al menos un vivero temporal.



3. | DIAGNÓSTICO

Para realizar el diagnóstico se inició con una caracterización física, biótica y social en áreas disturbadas y referencias ecológicas para adelantar el proceso de restauración. Con esto se generó la línea base para el desarrollo de la propuesta de trayectorias ecológicas y estados alternativos estables posibles a ser evaluados mediante el programa de monitoreo, así como para la toma de decisiones respecto a la aplicación de nutrientes y/o enmiendas orgánicas para plantaciones y gestión de viveros, que incluyó la propagación de micorrizas nativas.

El diagnóstico desarrollado para los procesos de restauración ecológica permitió evidenciar el estado de los principales elementos que conformaban el ecosistema a restaurar, como son los aspectos físicos, bióticos, sociales y ecológicos de la zona norte del PNN Yariguíes. El diagnóstico representó el punto de referencia para determinar las escalas espacio-temporales requeridas para el diseño de los tratamientos de restauración ecológica, así como los indicadores para el programa de monitoreo a través del cual podría ser evaluada la efectividad de las estrategias implementadas en la zona.

3.1. METODOLOGÍA Y RESULTADOS POR COMPONENTES

3.1.1. COMPONENTES BIOFÍSICOS

3.1.1.1. Diagnóstico edáfico

Consistió en el levantamiento de suelos desde un enfoque científico, el cual permitió entender el suelo como cuerpo natural en el paisaje (Vargas, 2004). Se buscó ver las características del suelo frente a diferentes unidades de vegetación y en diferentes estados sucesionales. Se estableció un total de 36 puntos de muestreo, distribuidos en los siete sectores que conformaron la zona norte del PNN Yariguíes, ligado a los sitios de levantamientos de la vegetación. Se verificaron las áreas de estudio con respecto a la geomorfología, de acuerdo con la morfoestructura, morfogénesis (fluvial, estructural, denudacional,

agradacional, entre otros) y la descripción de los procesos morfodinámicos que imperan en la zona. Se empleó la metodología de levantamientos de suelos establecida por la Subdirección de Agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), adoptada del Departamento de Agricultura de Los Estados Unidos (USDA).

Las muestras de cada horizonte se enviaron al laboratorio para realizar análisis físicoquímicos y obtener información referente a textura, densidad aparente, capacidad de intercambio catiónico, calcio, magnesio, potasio, sodio, acidez de cambio, pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico, nitrógeno total, hierro, cobre, manganeso, zinc y boro (Figura 8).



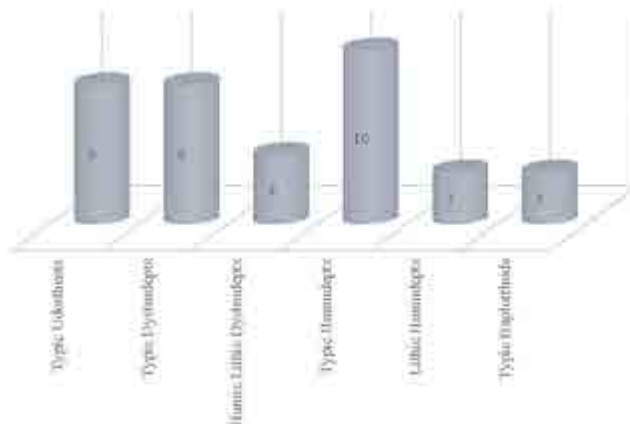
Figura 8. Muestreo de suelos PNN Yariguíes.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino.

Se encontró que desde el punto de vista geomorfológico, la zona Norte del PNN Yariguíes se distribuye en el paisaje de montaña en el anticlinal de los picachos entre los límites del flanco occidental de la Cordillera Oriental y el valle de río Magdalena; desde el aspecto climático se catalogaron dos unidades climáticas: templado húmedo y frío húmedo, perteneciente a la zona de vida bosque húmedo montano (bh-M). De los 36 perfiles de suelos analizados se encontraron tres órdenes de suelos: entisoles (8), inceptisoles (25) y espódosoles (3), los cuales fueron determinados por epipedones ócrico (21) o úmbrico (15) y por la presencia (21) o ausencia (15) de endopedones tales como cámbico (18), álbico (3) y espódico (3). A partir de los horizontes y características diagnósticas, se obtuvo la clasificación a nivel de subgrupo, en donde los suelos *typic humudepts* (10 perfiles = 27.78%), los *typic*

Figura 9. Grafica de resultado de perfiles de suelos PNN Yariguíes.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino.

dystrudepts (8 perfiles = 22.22%) y *typic udorthents* (8 perfiles = 22.22%) son los suelos que más se repiten en el área de estudio, por lo que se podrían entender como los perfiles modales de toda el área de estudio (Figura 9).

Los nutrientes de mayor interés son el nitrógeno, el fósforo, los cationes intercambiables (Ca, Mg y K) y la materia orgánica. Los problemas a causa de sales y del pH son también importantes, ya que la disponibilidad de los elementos está dada por las variaciones en el pH, y afecta a todos y cada uno de estos.

3.1.1.2. Diagnóstico hidrobiológico

Se evaluaron las condiciones fisicoquímicas de los cuerpos de aguas Lóticos y su relación con la diversidad de macroinvertebrados y perifiton presente en las microcuencas Las Cruces y Los Medios del PNN Yariguíes. Se realizó una descripción de los atributos físicos y estructurales de cada uno de los puntos de muestreo en tributarios y cauces principales de las microcuencas mencionadas, se tomaron muestras para análisis fisicoquímicos, teniendo en cuenta los procedimientos y formatos exigidos por laboratorio acreditado, se midió el caudal con el método de área/velocidad, siguiendo las recomendaciones de Barbour *et al.*, (1999) (EPA 841-B-99-002) en lo referente al tipo de sustrato, delimitación del tramo y tipo de hábitat para el muestreo de perifiton, y se utilizó téc-

Figura 10. Muestreo de Macroinvertebrados



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino.

nicas estandarizadas para la obtención de muestras (APHA, 2012), las cuales fueron envasadas, etiquetadas y trasladadas a un laboratorio certificado, donde fueron determinadas.

Con respecto al análisis de macroinvertebrados, a cada hábitat le fue asignado un frasco único debidamente rotulado y fue muestreado utilizando una red Surber, realizando diferentes arrastres con la red. Los especímenes colectados fueron envasados, etiquetados y trasladados a un laboratorio certificado donde fueron determinados (Figura 10).

Como resultado se pudo inferir que, teniendo en cuenta la concentración de nutrientes, cloruros y conductividad, los sectores ubicados en las zonas más altas como fueron Cantagallo Alto (excepto algunos caños de la parte más alta) y Lenguerke (parte alta de caños donde hubo ganadería) evidenciaron que aún hay efectos negativos de la ganadería extensiva que de desarrolló allí 25 años atrás. En las estaciones de menor altitud de los sectores Lenguerke, Cantagallo y Varsovia se registraron menores concentraciones de nutrientes y cloruros, pero altos valores en la densidad del perifiton, es decir, de materia orgánica autóctona.

Los sectores Chanchón alto y Los Medios se caracterizaron de manera general por valores bajos en caudal, oxígeno, pH y en diversidad de las comunidades acuáticas, por tanto fueron las estaciones con mayor intervención antrópica. La comunidad del perifiton respondió negativamente a la presencia de vegetación en las laderas de los cuerpos del agua, por tanto, es posible que la biomasa perifítica pueda ser usada para evaluar el avance de la restauración en áreas de potrero o carentes de vegetación riparia. Se reportaron géneros y familias de las comunidades del perifiton y macroinvertebrados indicadoras de las condiciones presentes en sus respectivos ambientes al momento de ser colectadas. Estas comunidades se complementaron y generaron resultados conforme al estado actual de su sistema acuático correspondiente. Es el caso de un caño de la parte alta, ubicado en una zona de baja intervención antrópica, donde se encontraron géneros de algas indicadores de buenas condiciones y valores altos en diversidad de macroinvertebrados.

3.1.2. COMPONENTES BIÓTICOS

3.1.2.1. Diagnóstico de las unidades de vegetación presentes en el sector norte de PNN Yariguíes- Leyenda Corine Land Cover (1:25.000)

Basados en el análisis de una imagen de satélite con resolución espacial de 50 cm, perteneciente a la constelación de satélites Pléiades, con fecha 29 de junio de 2014 y analizada bajo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000 elaborada por el IDEAM (2010), se obtuvo un examen de escala temática para la generación de coberturas a escala 1:25.000 (Tabla 2), en el cual se definieron las diferentes coberturas de la tierra presentes en la zona norte del PNN Yariguíes. Para el área de estudio se utilizó una jerarquía temática que contempló territorios agrícolas caracterizados por las categorías de pastos enmalezados y limpios; además de bosques y áreas seminaturales, representadas principalmente por bosques, áreas de vegetación herbácea o arbustiva y áreas con poca vegetación o sin vegetación, dicha estructura jerárquica se observa en la Tabla 2.



Tabla 2. Modelo jerárquico de coberturas encontrado en el área de estudio.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Bosques y áreas seminaturales.	Bosques.	Bosque denso.	Bosque denso alto.	Bosque denso alto de tierra firme.
			Bosque denso bajo.	Bosque denso bajo de tierra firme.
		Bosque abierto.	Bosque abierto alto.	Bosque abierto alto de tierra firme.
			Bosque abierto bajo.	Bosque abierto bajo de tierra firme.
		Plantación forestal.		
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva.	Vegetación secundaria o en transición.	Vegetación secundaria alta.	
			Vegetación secundaria baja.	
		Herbazal.	Herbazal denso.	Herbazal denso de tierra firme.
	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación.	Tierras desnudas y degradadas.		
Territorios agrícolas.	Pastos.	Pastos limpios.	Pastos limpios.	
		Pastos enmalezados.	Pastos enmalezados.	

Fuente: Leyenda temática adaptada de IDEAM (2010), Identificación de coberturas: imagen de satélite Pléiades (2014), Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2015.

A continuación, se listan las coberturas identificadas de manera preliminar y sus zonas en el área de es-

tudio de acuerdo con la leyenda temática de Corine Land Cover que se identifica en la Tabla 3.

Tabla 3. Coberturas identificadas y áreas en hectáreas. |

Coberturas de la tierra	Hectáreas	Porcentaje
Arbustal denso alto.	31,9	1,06%
Arbustal denso bajo.	6,9	0,23%
Bosque denso alto de tierra firme.	1763,0	58,89%
Bosque denso bajo de tierra firme.	228,7	7,64%
Bosque fragmentado alto con pastos y cultivos.	4,4	0,15%
Bosque fragmentado alto con vegetación secundaria.	258,3	8,63%
Bosque fragmentado bajo con vegetación secundaria.	1,4	0,05%
Cultivos permanentes arbustivos.	12,5	0,42%
Nubes.	100,3	3,35%
Pastos arbolados.	10,9	0,37%
Pastos enmalezados.	123,8	4,13%
Pastos limpios.	29,0	0,97%
Remoción en masa.	10,5	0,35%
Ríos.	0,3	0,01%
Tejido urbano discontinuo.	0,3	0,01%
Vegetación secundaria alta.	188,3	6,29%
Vegetación secundaria baja abierta.	155,3	5,19%
Vegetación secundaria baja cerrada.	68,1	2,27%
Total general	2.994,0	100,00%

Fuente: Calculada por la Unión Temporal con base en leyenda temática adaptada de IDEAM (2010).

A pesar que la metodología CLC es ampliamente utilizada para la elaboración de cartografía temática de coberturas de la tierra, esta no se ajusta a muchos de los diversos ecosistemas encontrados a nivel nacional, limitando la descripción detallada de las unidades de vegetación encontradas en la zona. Por tanto, se sugirió el manejo de una clasificación de coberturas que defina específicamente las características encontradas en cada una de estas, desarrollada en detalle en el componente de vegetación.

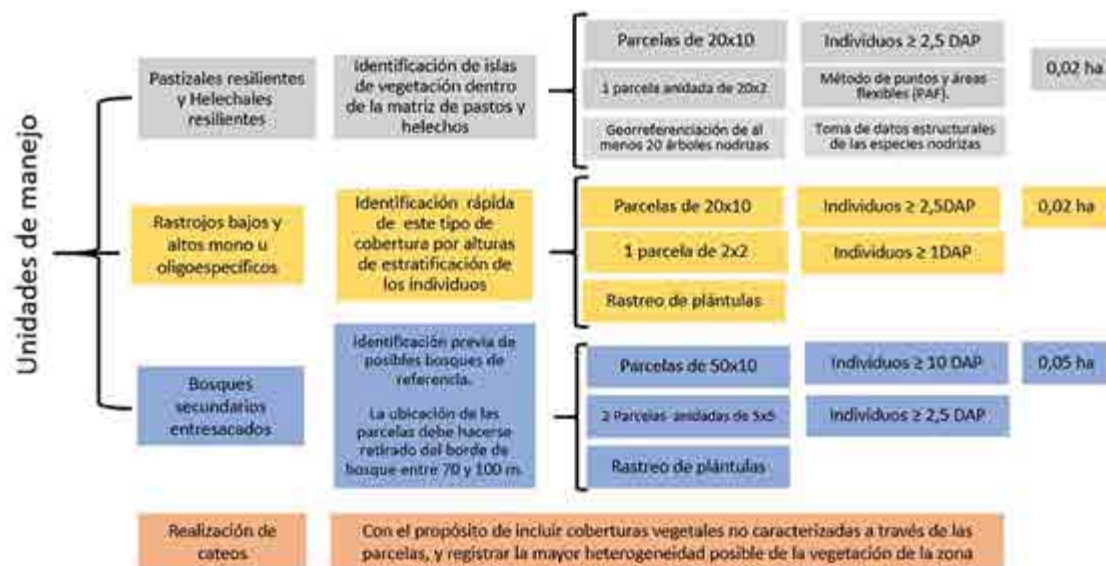
3.1.2.2. Diagnóstico de la vegetación

Se realizó una caracterización florística y estructural de la vegetación a través de la aplicación de métodos de inventarios de la biodiversidad (Villareal *et al.*, 2004) y, de manera complementaria, la aplicación de métodos de puntos y áreas flexibles (Halloy *et*

al., 2011) en unidades de vegetación herbácea en gradientes altitudinales y latitudinales distribuidos homogéneamente en la zona norte del PNN Yariquíes. Para ello se instalaron 36 parcelas de vegetación (28 parcelas de 20 x 10 m., y 8 de 50 x 10 m., de acuerdo al tipo de cobertura, para un total de 1.36 hectáreas), censando los individuos mayores a 1 cm de DAP en la vegetación en estado sucesional temprano, 2.5 cm. de DAP en las coberturas de sucesión intermedia y mayores a 10 cm de DAP en los bosques. De las 36 parcelas, 8 se instalaron en unidades de vegetación de bosque intervenido, 7 en rastrojo alto, 3 en rastrojo alto de helechos arborescentes, 2 en rastrojo bajo de helechos arborescentes, 4 en rastrojo bajo abierto, 1 en rastrojo bajo cerrado, 3 en helechal dominado por *Pteridium caudatum*, *Lophosoria quadripinnata* y/o *Sticherus bifidus*, 6 en pastos enmalezados y 2 en pastos limpios (Figura 11).



Figura 11. Resumen de la propuesta metodológica de caracterización de las unidades de manejo



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino.

El área de muestreo se distribuyó en los siete sectores definidos previamente en la zona Norte del PNN Yarigués. El material botánico se determinó hasta la categoría taxonómica más baja posible, y en el caso de especímenes pertenecientes a familias con rasgos taxonómicos complejos, se contó con el apoyo de especialistas para su determinación. Los ejemplares colectados fueron depositados en el herbario Federico Menden del Instituto Humboldt. Se obtuvo información dasométrica y estructural de la vegetación, ordenamiento vertical y horizontal de los individuos vegetales, así como interpretación del índice de valor de importancia (IVI), índice de importancia de familias (IVF), e índices de similitud de dominancia y de diversidad.

Como resultados, se evidenció una alta heterogeneidad estructural y de composición de especies entre los sectores evaluados y entre las unidades de vegetación. También se determinó las trayectorias sucesionales y la presencia de estados alternativos en pasturas abandonadas que fueron ocupadas por coberturas dominadas por helechos arborescentes (Cyatheaceae) desde hace más de 25 años, además otros parches casi monoespecíficos donde dominan *Piper* sp. y *Miconia* sp. También se detectaron bosques intervenidos que sufrieron alteraciones de for-

ma reiterativa (ganadería, cultivo de lulo y extracción maderera) con lapsos de regeneración variables, los cuales, en el análisis de sensores remotos, se identifican como bosques altos y bajos densos de tierra firme.

Se hallaron 521 especies vegetales organizadas en 83 familias, de las cuales tres especies se encuentran en alguna categoría de amenaza local como el panaquemada (*Caryodaphnopsis* sp.) y el chaparro (*Licaria cannella*), y a nivel nacional el comino crespo (*Aniba perutilis*). Finalmente, a través de la información del IVI, el conocimiento tradicional de las comunidades campesinas locales con respecto a la vegetación, y de los rasgos de historia de vida, se propuso un listado de aproximadamente 90 especies vegetales que debieron propagarse en los viveros y plantarse a través de arreglos florísticos.

3.1.2.3. Diagnóstico de fauna

3.1.2.3.1. Avifauna

Se aplicaron métodos estandarizados de puntos de conteo, grabación y detección de vocalizaciones y redes de niebla en tres rangos altitudinales sobre la microcuenca Las Cruces, la cual contiene un mosai-

co de unidades de vegetación, representativos de la zona Norte del PNN Yariquíes. Todos los especímenes detectados fueron determinados a nivel de especie, y a partir de los capturados se tomaron datos morfológicos relacionados con edad, sexo, apareamiento, incubación, crianza, muda de plumaje y recaptura. Se realizaron análisis a nivel de diversidad composicional de las aves y diversidad funcional.

Se registraron 196 especies y 2.376 individuos, los cuales en su mayoría pertenecen al orden paseriformes, siendo atrapamoscas, tangaras y colibrís los más abundantes (Figura 12 y Figura 13).

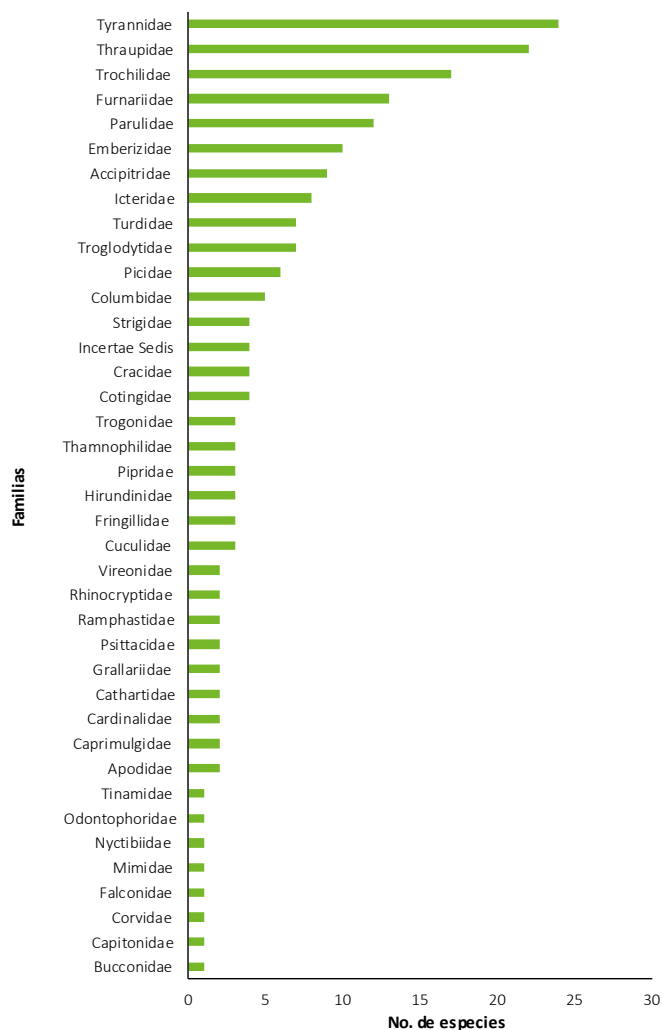
Figura 12. Tangara dorada (*Tangara arthus*)



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2015.

No se evidenció diferencias significativas entre la riqueza y abundancia de las especies de aves detectadas en las unidades de vegetación, a pesar que se observó un mayor número de individuos en la unidad de rastrojo bajo. La curva de acumulación de especies solo alcanzó la asíntota en la unidad de rastrojos altos y bajos dominados por helechos arborescentes. La diversidad de especies fue directamente proporcional a la altitud, y esto está relacionado probablemente con el estado de conservación de la matriz circundante. Para definir gremios tróficos y grupos funcionales se utilizaron 79 especies de las 196 detectadas, con las que se contaba con medidas morfométricas. A partir de esto se generaron nueve grupos diferenciados.

Figura 13. Número de especies de aves por familia en el PNN Yariquíes.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2015.

Los grupos 1 y 2 estuvieron conformados por frugívoros grandes como *Ortalis columbiana* y *Aulacorhynchus prasinus*; el grupo 3 lo conformaron aves de interior de bosque, de tamaño mediano, que se alimentan de invertebrados así como de algunos frutos y la mayoría suelen tener eventos de forrajeo en el suelo; el grupo 4 por aves de tamaños medianos principalmente de bosque y rastrojales que se mueven en el sotobosque y el suelo y se alimentan principalmente de invertebrados; el grupo 5 por especies que se alimentan principalmente de invertebrados, algunas de ellas con dietas especializadas en seguir hormigas; el grupo 6 principalmente por colibríes; el grupo 7 por tangaras y rastrojeros que se mueven en zonas



abiertas; el grupo 8 por especies abundantes de tamaño mediano que se alimentan de invertebrados, néctar, así como algunas de frutos y se mueven entre las diversas coberturas; y finalmente el grupo 9 por especies que se alimentan de frutos y semillas, así como también de invertebrados, se mueven tanto entre el sotobosque como en el suelo algunos capturan invertebrados en vuelo. Son especies de áreas abiertas principalmente con hábitos de dieta amplios y tolerantes a los cambios de cobertura.

Las tendencias observadas indican una fuerte asociación de algunos grupos funcionales con las coberturas analizadas, en donde las asociaciones de grupos funcionales presentes en zonas abiertas son menos complejos que los presentes en coberturas más avanzadas sucesionalmente como los rastrojos bajos.

3.1.2.3.2. Mastozoofauna

El área de muestreo ocupó los mismos rangos altitudinales y sectores que la caracterización de las aves, y sus métodos se basaron en la utilización de 60 trampas tipo Sherman en transectos, ramas y bejucos a una distancia de 10 m, para obtener información de mamíferos terrestres medianos y pequeños (Sensu Díaz *et al.*, 2011). También se instalaron seis trampas de golpe tipo Víctor en las zonas de quebradas y fuentes hídricas para capturar roedores de hábitos acuáticos. Con cada individuo capturado se registraron las medidas morfométricas estándar y la condición reproductiva (Hall, 1962), realizando la identificación taxonómica según Patton *et al.*, (2015).

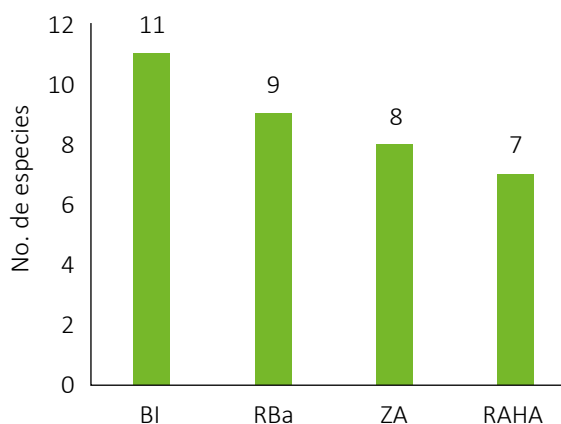
Para obtener información de murciélagos se instalaron seis redes de niebla (12 x 2.6 m) en las diferentes unidades de vegetación seleccionadas, las cuales se abrieron desde las 17:00 hasta las 23:00 horas y se revisaron cada 15 minutos. Además, se realizaron búsquedas de refugios en árboles, construcciones, tiendas, rocas, raíces, etc. Los murciélagos capturados fueron medidos, se registró su edad y la condición reproductiva de cada individuo (Hutson & Racey, 2004). La identificación taxonómica de los especímenes se realizó según Muñoz-Arango (2001), Gardner (2007) y Simmons y Voss (1998). Se definieron gremios funcionales teniendo en cuenta información

morfométrica y dieta. Por otra parte, se realizaron entrevistas con las comunidades campesinas y el personal del PNN Yariguíes, con el fin de identificar mediante fotografías e imágenes, la presencia de grandes mamíferos.

A pesar de que la información secundaria determinó la presencia de 85 especies de mamíferos presentes en el PNN Yariguíes, el presente diagnóstico registró 35 especies distribuidas en los órdenes *Chiroptera* (17 spp.), *Rodentia* (10 spp.), *Didelphimorphia* (2 spp.), *Carnivora* (4 spp.) y *Primates* (2 spp.), de las cuales dos especies, *Aotus lemurinus* y *Tremarctos ornatus*, se consideran amenazadas.

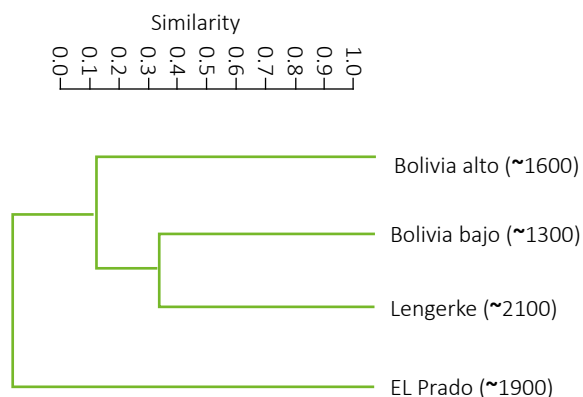
No se evidenció diferencias significativas en la composición y abundancia de los ensamblajes de mamíferos entre las diferentes localidades y coberturas evaluadas. Sin embargo, los ensamblajes de murciélagos presentaron una mayor ocurrencia de especies tolerantes a la alteración del hábitat y los roedores solo ocurrieron en coberturas cerradas como el bosque intervenido (Figura 14 y Figura 15).

Figura 14. Riqueza de murciélagos por cobertura vegetal en la zona norte del PNN Yariguíes



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2015.
Bosque intervenido (BI), Rastrojo bajo abierto (RBa), Zonas abiertas (ZA),
Rastrojos altos dominados por helechos arborescentes (RAHA).

Figura 15. Análisis de conglomerados utilizando el índice de similitud de Jaccard entre predios que representan sectores de intervención.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2015.

Se definieron ocho gremios funcionales de mamíferos en el sector norte del PNN Yariguíes. El grupo I corresponde a las especies de mamíferos voladores de movilidad alta (Phyllostomidae). El grupo II corresponde a murciélagos insectívoros de follaje y a murciélagos insectívoros aéreos. El grupo III corresponde a murciélagos nectarívoros. El grupo IV está compuesto por especies de mamíferos pequeños terrestres (roedores y marsupiales). El grupo V está compuesto por mamíferos arborícolas de tamaño mediano como ardillas y el olingo. El grupo VI está compuesto por especies de mamíferos de tamaños medianos y hábitos arborícolas como los primates y el marsupial *Didelphis marsupialis*. El grupo VII está compuesto por el mamífero de mayor tamaño y con un estatus de conservación amenazado, el oso andino *Tremarctos ornatus*, y finalmente, el grupo VIII está compuesto por una única especie: la comadreja *Mustela frenata*.

3.1.2.3.3. Aracnofauna y mirmecofauna

En los sectores Cantagallo alto (predio El Prado), Cantagallo bajo (predio Bolivia) y Lengerke (predio El Talismán), los cuales abarcaron un amplio gradiente

altitudinal y todas las unidades de vegetación de la zona Norte, se llevó a cabo la aplicación de búsqueda aérea de arañas (*looking up*) por encima de las rodillas, búsqueda baja (*looking down*) por debajo de las rodillas y agitación de follaje (*vegetation beating*) que consistió en ubicar un “paraguas japonés” bajo una unidad agitable de vegetación (árbol, arbusto etc.), para luego realizar golpeteos sucesivos (Coddington *et al.*, 1991; Coddington *et al.*, 1996). En los pastizales se realizó un barrido con red entomológica y donde había unidades agitables de vegetación se realizó agitación de follaje. También se efectuó un muestreo para arañas y hormigas con 10 trampas *pitfalls* generales para artrópodos (500 ml) en cada unidad muestral. Las trampas operaron por 48 horas, siendo luego recolectados los especímenes, separados, envasados y etiquetados para su posterior determinación en laboratorios de colecciones certificadas (Figura 16).

Además, en términos de las hormigas, se realizó una recolecta manual mediante la delimitación de cuadrantes de 2 m² durante una 1 hora, con ayuda de una sábana blanca, pincel, pinzas, un aspirador bucal y recipientes de plástico con alcohol etílico al 80%.

Como resultados, se registraron 833 arañas (32 familias y 131 morfoespecies) y 2.949 hormigas (24 familias y 35 morfoespecies). Las arañas presentaron mayor abundancia y riqueza en bosque intervenido (BI) y en rastrojos altos de helechos arborescentes (RAHA). Para hormigas el BI y las zonas abiertas (ZA) presentaron la mayor abundancia y riqueza. Se encontró que en arañas la diversidad disminuyó con la altura, mientras que en hormigas ocurrió lo contrario. Algunas morfoespecies del gremio arañas fueron: tejedoras orbiculares, tejedoras espaciales y otras cazadoras; del gremio hormigas se obtuvo: especies nómadas, oportunistas de suelo, cultivadoras de hongos y cazadoras, lo cual puede ser indicación (+/-) del estado de conservación de las coberturas (Figura 16 y Figura 17).



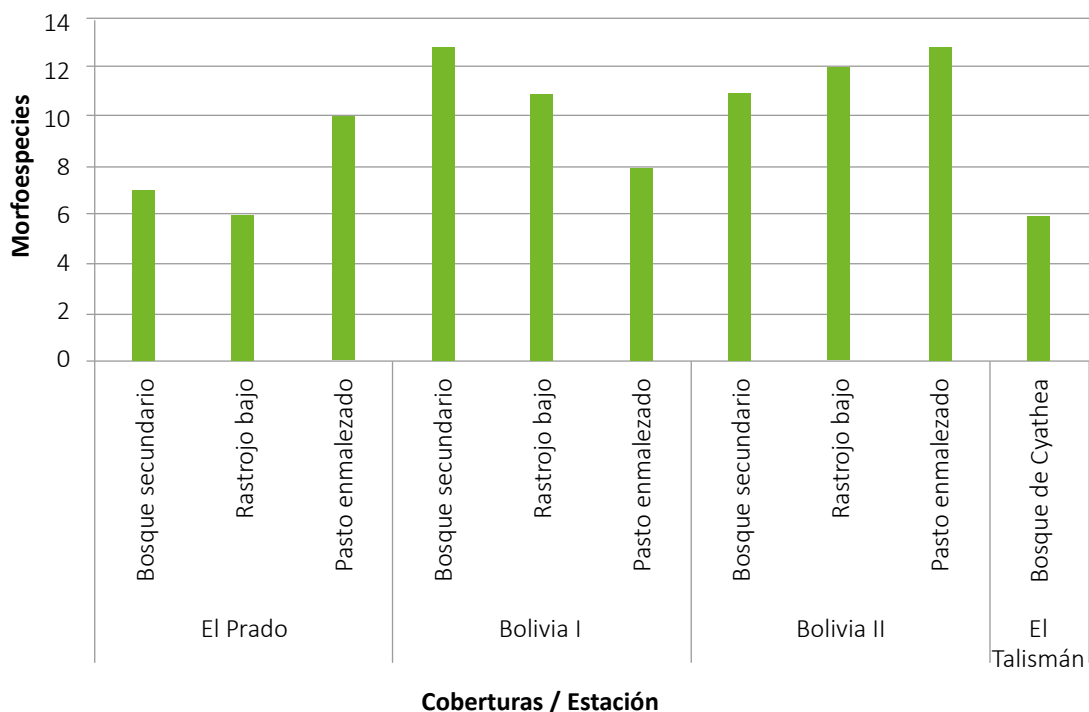
Figura 16. Morfoespecies de arañas más abundantes en el sector Lenguerke.

Izquierda derecha, fila superior y luego inferior: *Anyphaenidae* sp1 (M20), *Ocrepeira* sp2 (Araneidae) (M122), *Eustala scutigera* (Araneidae) (M21), *Caloctenus* sp1 (Ctenidae) (M120), *Dubiaranea vetusta* (Linyphiidae) (M107), y *Chrysometa* sp5 (Tetragnathidae) (M18).



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2015.

Figura 17. Riqueza de hormigas en coberturas de tres de los siete sectores presentes en la zona Norte del PNN Yarigües.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino.

3.1.3. COMPONENTE SOCIAL

El diagnóstico social se centró en el conocimiento de la comunidad campesina que estuvo asociada al área de estudio, referente a la naturaleza domesticada y silvestre de la zona norte del PNN Yariguíes. Inicialmente se reconocieron las unidades de vegetación: pastizales, helechales, rastrojos bajos, rastrojos altos y bosques secundarios. El trabajo social se enfocó en indagar desde dos enfoques metodológicos principales: 1) búsqueda de información histórica publicada, relacionada con las interacciones entre los humanos y la naturaleza en la Serranía de los Yariguíes, y 2) información primaria de observación directa y entrevistas con comunidades campesinas que habitaron y habitan el territorio, para indagar acerca de la historia reciente de uso y conservación de los ecosistemas en la zona Norte del PNN Yariguíes.

3.1.3.1. Historia de uso y ocupación en el territorio

Como resumen de la historia humana en la región, se resalta que ha estado ocupada y usada por múltiples grupos humanos, encontrándose cinco patrones de uso. Se partió de los datos encontrados en el territorio y se encontró que, desde tiempos precolombinos estuvo ocupada por grupos correspondientes a cazadores-recolectores y cacicazgos, y luego durante el periodo hispánico, el pueblo de etnia Caribe y nombre Yariguí habitó la región organizado en cacicazgos confederados con estrechas relaciones comerciales con Guanes y Muiscas.

A partir de 1860 la tierra se usó para la producción de ganado, caña de azúcar en pie de monte de serranía y café hacia la zona de restauración o más quebrada y escarpada; posteriormente, en tiempos republicanos se desarrollaron cultivos intensivos en el sector y se cambió el uso de zonas de pie de serranía de café a potrero y café a cacao, y en zonas medias donde se cultivaba café se hizo la transición hacia potreros. Los patrones culturales de uso del territorio e igualmente su ocupación y tenencia han estado a merced de múltiples conflictos y guerras: de Independencia, de los Mil Días, durante el así llamado *periodo de la violencia* entre los partidos políticos hegemónicos, y

finalmente entre los grupos armados de variada índole, legales e ilegales, hasta aproximadamente el año 2005. Desde tiempos de la *violencia* a mediados del siglo XX se encontraron testigos vivos y memorias de ocupación ininterrumpida del territorio, salvo por abandonos esporádicos debido a desórdenes públicos que se remontan a 1850, tiempo que coincide con la construcción del tramo del Camino al Magdalena “camino de Lenguerke” que conectaba a San Vicente de Chucurí con Zapatoca (1860).

La historia en contexto como herramienta para la restauración de ecosistemas, sustentó con claridad que la colonización del territorio, su transformación y uso, ha sido ininterrumpida por lo menos durante 150 años hasta el presente. El paso de las grandes haciendas a los predios actuales demostró que los predios presentaban mayor superficie de bosque y café en laderas y en pie de serranía, pastos y caña de azúcar en zonas onduladas y más planas, hacia lo que hoy son asentamientos menores, fincas pequeñas y el casco urbano de San Vicente de Chucurí. Para mediados de 1900 a 1950 ya la zona de tierras frías o alta había pasado por divisiones hasta que, aproximadamente desde 1970, se mantuvo la división actual siguiendo el modelo de pastos como principal componente de las fincas con algunos cultivos - variando por su localización en el predio-, los rastrojos y el momento histórico. Los predios igualmente han sido abandonados por partes o en su totalidad según las dinámicas productivas y, en especial, por desórdenes públicos; es así como en algunos sitios no ha habido presencia humana productiva agropecuaria desde hace cerca de 15 años, lo cual permitió que avanzara la regeneración natural generando rastrojos y vegetación leñosa.

Como parte del proceso de transformación del territorio, en los años 2009 y 2010 la Fundación Natura consolidó una propuesta de Pagos por Servicios Ambientales Hidrológicos en la zona media de una de las cuencas de la zona norte, la microcuenca Las Cruces, a través de una metodología de Acuerdos Recíprocos por el Agua (ARA). Dicha estrategia ha permitido impactos sociales, económicos y culturales de las condiciones de los servicios hidrológicos, de transformación de las dinámicas del territorio y de las familias



colindantes del PNN Yariguíes. La microcuenca de la quebrada Las Cruces vierte sus aguas al río Sogamoso y suministra el caudal efectivo del acueducto abastecedor de más de 15.000 personas ubicadas en el casco urbano de San Vicente de Chucurí.

Para finalizar, un aspecto relevante del proceso de investigación histórico y cultural, es el uso de las maderas como hito importante del proceso de transformación del territorio pues, dada la oferta de recursos maderables en la zona, la principal extracción de árboles maderables, de acuerdo con las entrevistas realizadas a aserradores y carpinteros, fue históricamente del panaquemada (*Caryodaphnopsis* sp.), chaparro (*Licaria canella*), punte churco o comino crespito (*Aniba perutilis*), anime (*Dacryodes* sp.), guacharaco (*Ocotea* sp.), algarrobo (*Ceratonia* sp.), sangretoro (*Croton* sp.), entre otros.

3.1.3.2. Presencia humana en la región

Dada la realidad que no se trata de una zona prístina sin humanos, sino que ha sido transitada, ocupada y moldeada desde hace por lo menos 6.000 años, es básico considerar que se trata de una zona “creada

por humanos” según sus patrones culturales y modelos de producción en uso, razón por la cual para llevar a cabo el proceso de restauración ecológica se incluyó a los expropietarios de los predios que fueron adquiridos por Parques Nacionales mediante saneamiento predial para su restauración ecológica, así como a la comunidad campesina que colinda con el área protegida, en el desarrollo de los componentes del proyecto, a través de su participación activa en el equipo técnico como expertos locales.

La participación de la comunidad de la zona en la ejecución del proyecto conllevó tres grandes impactos: a) aportar conocimiento histórico, geográfico y de dinámicas socio-culturales del territorio permitiendo avanzar con mayor agilidad en los procesos, así como disminuir riesgos en el desarrollo de las actividades; b) contribuir en la dinámica económica de la población en un momento coyuntural de escasas de oportunidades laborales en actividades relacionadas con sus prácticas culturales; y c) facilitar procesos de diálogo y negociación para el desarrollo de actividades relacionadas con el uso de predios privados para la ejecución de actividades.

3.2. CONDICIONES BASE PARA LA FORMULACIÓN DE LOS DISEÑOS DE RESTAURACIÓN

3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS DE REFERENCIA PARA LA DEFINICIÓN DE LA TRAYECTORIA SUCESIONAL DE LAS COBERTURAS VEGETALES

A partir del diagnóstico de las condiciones físicas, bióticas y sociales expuesto previamente, se pudo inferir que se presenta una variación entre la vegetación presente en las zonas bajas y altas, y una mezcla muy interesante en la franja media, en donde, por ejemplo, dominan las lauráceas con presencia de elementos andinos y de tierras bajas. En este orden de ideas, para el caso particular del sector norte del PNN Yariguíes, se tiene un agregado de múltiples sitios de referencia, puesto que el ecosistema de referencia puede ser la expresión de una amplia gama de posi-

bles estados e historia de variación de un ecosistema (SER, 2004).

Estos sistemas de referencia, de acuerdo con los expropietarios de los predios adquiridos por Parques Nacionales contenían bosques maduros, los cuales en algunos casos estuvieron sujetos a la extracción de especies maderables de alto porte para su aprovechamiento forestal. Adicionalmente Díaz (2008) en el primer plan de manejo del PNN Yariguíes, reportó que en el Parque Nacional a lo largo de la historia se realizó la tala de árboles con diferentes finalidades. La primera es la comercialización de la madera para lo cual se talaron especies maderables y se realizó la entresaca en bosques maduros. Un segundo fin de la tala fue suplir las necesidades de leña, pues cerca del

70% de la población rural de la región extrae madera para este fin.

Suna Hisca (2012) analizó la dinámica de cambio de las coberturas más densas y vigorosas y encontraron que en el año 1987 había 57.480 hectáreas de cobertura densa y vigorosa, pero disminuyeron a 46.417 hectáreas en el 2007, lo que se traduce en una tasa de pérdida de vegetación densa de 15.785,5 m²/día. En la parte norte del PNN Yariguíes se alcanzaban en 1.987 cerca de 10.442 hectáreas y para el 2.007 se reportaron 8.032 hectáreas, con una tasa de pérdida de 3.438,6 m²/día equivalente al 23.07%. Aunque no se puede asegurar que esta tasa de pérdida corresponde totalmente a tala, si es una tasa bastante alta.

De acuerdo con los levantamientos de vegetación y con la reconstrucción de la memoria histórica por parte de los pobladores de la zona, se pudo concluir que el sector norte del PNN Yariguíes estuvo cubierto por masas continuas de vegetación de gran porte que por estar ubicadas entre los 1.000 y 2.600 m.s.n.m., corresponden principalmente a bosques subandinos y en las zonas más altas a una mezcla de estos con elementos propios de bosques andinos (Cuatrecasas, 1989).

De acuerdo al sistema de clasificación de Espinal y Montenegro (1963), los bosques de este sector se encuentran dentro de la formación vegetal correspondiente al Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) y el Bosque húmedo montano bajo (bh-MB); por otra parte, según la clasificación propuesta por Cuatrecasas (1989), la vegetación localizada entre los 1000 a 2400 m.s.n.m., corresponde a bosques subandinos o selvas subandinas, y aquella ubicada en la franja superior de las montañas presenta una mezcla de individuos de bosques subandinos y andinos.

En términos generales la configuración actual de los bosques de la zona norte del PNN Yariguíes es el resultado del intenso uso agropecuario y maderero que desde hace varios siglos se venía realizando en este sector del área protegida. Los remanentes boscosos actuales corresponden a bosques moderadamente a altamente intervenidos debido a la extracción de maderas finas, la ganadería extensiva y los cultivos de lulo y mora.

A continuación, se hace la descripción de cada uno de los ecosistemas de referencia que se presentan en respuesta a unas franjas altitudinales que reúnen gran cantidad de variables como humedad, temperatura, brillo solar, tipo de suelos, geoformas y vientos. Estas condiciones limitan el establecimiento de ciertas especies o afectan la frecuencia y abundancia de las mismas, generando conformaciones florísticas diferenciales.

- Franja inferior: Bosque subandino con mezcla de elementos de tierras bajas.

Las familias predominantes son una mezcla entre bosques de tierras bajas y subandinos, como Euphorbiaceae (*Conceveiba* spp., *Alchornea* spp.), Fabaceae (*Macrolobium* sp., *Swartzia* sp.) Burseraceae (*Tetragastris* cf. *panamensis*, *Dacryodes* sp.), Lecythidaceae (*Gustavia* sp.), Moraceae, Myristicaceae (*Compsonera* sp., *Otoba* sp.), Apocynaceae (*Lacmellea abbreviata*), Rhizophoraceae (*Sterigmopetalum colombianum*), Violaceae (*Leonia* sp.), Rubiaceae y Erythroxylaceae (*Erythroxylum* cf. *amazonicum*), esta última que si bien no es usual que haga parte del dosel de los bosques maduros, está presente en coberturas vegetales bien conservadas. Esta franja presenta también especies típicas de los bosques montanos como *Ilex* spp., *Cyathea* spp., y *Billia rosea* que llega a ser localmente dominante (Gentry, 1993). Cabe destacar que las lauráceas no son abundantes en esta franja altitudinal, reportándose solo dos especies (*Ocotea* sp., *Persea* cf.) en los levantamientos de vegetación. Por otra parte, la presencia de *Chrysochlamys* cf. *dependens* como elemento abundante corresponde a una especie pionera longeva que hace parte de la dinámica sucesional dentro del bosque.

En estas zonas bajas la vegetación comparte elementos importantes de los bosques de tierras bajas, e incluso las especies de las familias Moraceae y Euphorbiaceae presentan una gran afinidad con la flora amazónica, razón por la cual los relictos boscosos encontrados en la zona por debajo de los 1.400 m.s.n.m. son muy importantes desde el punto de vista biogeográfico y de alto interés taxonómico. Por otra parte, el relativo aislamiento geográfico interrumpe la con-



tinuidad de las masas boscosas de la cordillera y favorece la mezcla de poblaciones andinas y subandinas con elementos de menor altitud (Marín *et al.*, 2010).

- Franja media: Bosque subandino con mezcla de elementos de tierras bajas y andinas.

Las familias dominantes corresponden a típicas familias de bosques subandino como las lauráceas, con la presencia de helechos arborescentes, Burseraceae, Annonaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Clusiaceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Araliaceae y Fagaceae de forma recurrente y abundante. Es importante hacer énfasis en la abundancia de los helechos arborescentes como elementos constituyentes de la matriz de los bosques de las partes más altas, al igual que la presencia de los robledales de *Quercus humboldtii*, ya que su presencia en áreas con diferentes estados sucesionales conduce a pensar que sobre esta franja se desarrollaban grandes extensiones de robledales mixtos.

- Franja superior: Bosque subandino con mezcla de elementos andinos.

Esta franja presenta típicamente familias dominantes de bosques subandinos como las lauráceas, abundancia de helechos arborescentes (*Alsophila engelii*, *Cyathea lindeniana*, *Cyathea squamipes*, *Dicksonia karsteniana*) y elementos recurrentes de bosques andinos como

Clethraceae, Cunoniaceae (*Weinmannia* spp.), Sapindaceae (*Billia rosea*), Staphyleaceae (*Turpinia occidentalis*), Theaceae (*Ternstroemia* cf. *meridionalis*), Burseraceae (*Dacryodes* aff. *occidentalis*, *Protium* cf. *tovarense*) y formaciones importantes de *Quercus humboldtii*.

Los robledales corresponden a una formación vegetal en donde *Quercus humboldtii* presenta los valores más altos del IVI, o en su defecto hace parte del grupo de especies dominantes. Los valores del IVI de esta especie varían en concordancia con lo reportado por Avella y Rangel (2014), lo cual está relacionado con las condiciones particulares de la zona, el estado sucesional y su historia de uso.

3.2.2. DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE MANEJO

De acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de diagnóstico, las coberturas vegetales fueron unificadas mediante las caracterizaciones de los componentes biótico, físico y social, además de la priorización de áreas a través de un análisis multicriterio, junto con un análisis por pendientes con uso de un modelo digital de elevación, definiéndolas de la manera más precisa posible como unidades de manejo así como su localización y extensión y las acciones de restauración a implementar en cada una de éstas. Por tanto, se presenta a continuación un resumen de la unificación de las unidades de manejo (Tabla 4) y su respectiva área en la zona de intervención (Figura 18).

Tabla 4. Homologación de las coberturas de la tierra a unidades de manejo.

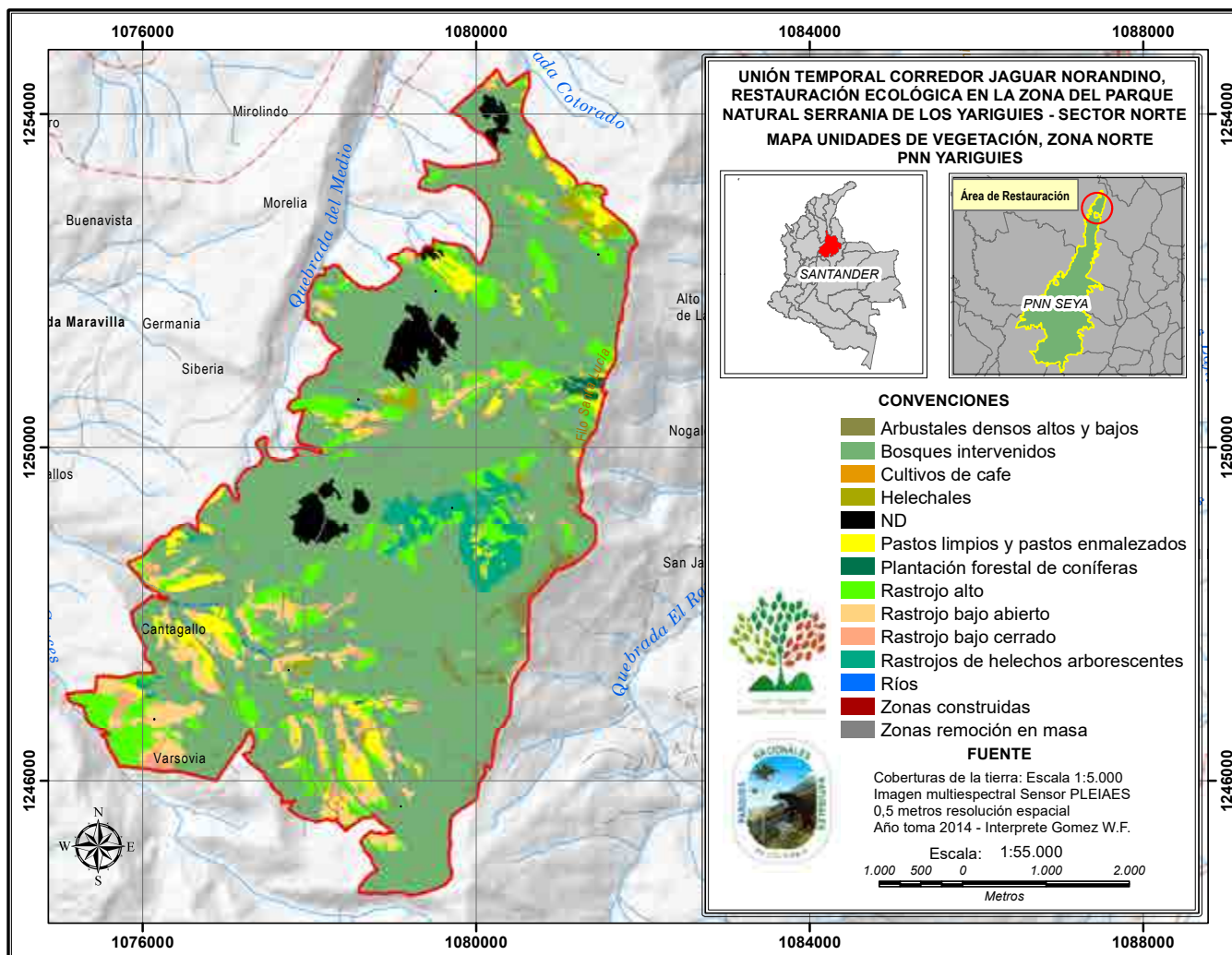
Coberturas de la tierra (CLC)	Unidades de vegetación	Unidades de manejo
Bosque denso alto de tierra firme*	Bosque intervenido	 Pastos limpios y enmalezados (P) Helechal dominado por <i>Pteridium caudatum</i>, <i>Lophosoria qudrispinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i> (H) Rastrojos bajos abiertos (RBA) Rastrojos bajos cerrados (RBC) Rastrojo bajo y alto dominados por especies de helechos arborecentes(RBAHA) Rastrojos altos (RA) Bosques intervenidos (BI)
Bosque denso bajo de tierra firme*		
Bosque fragmentado alto con pastos y cultivos*	Rastrojo alto	
Bosque fragmentado alto con vegetación secundaria*		
Bosque fragmentado bajo con vegetación secundaria*		
Cultivos permanentes arbustivos*	Rastrojo bajo abierto	
Pastos arbolados*	Rastrojo bajo abierto	
	Rastrojos altos y bajos de helechos arborecentes	
	Helechal dominado por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i>	
Pastos enmalezados*	Pastos limpios y enmalezados	
Pastos limpios*	Rastrojo alto	
Vegetación secundaria alta*	Rastrojos altos y bajos de helechos arborecentes	
	Rastrojo bajo abierto	
Vegetación secundaria baja abierta*	Rastrojo bajo cerrado	
Vegetación secundaria baja cerrada*	Rastrojos altos y bajos de helechos arborecentes	
	Arbustal denso alto y bajo	
Arbustal denso alto	Para estas caberturas por su condición ecológica no fue necesaria una intervención.	
Arbustal denso bajo		
Nubes		
Remoción en masa		
Ríos		
Tejiido urbano discontinuo		
Zonas construidas		

* En relación con las verificaciones en campo, los niveles de las coberturas de la tierra fueron interpretados a mayor detalle concluyendo en subdivisiones y/o agrupaciones de las principales unidades ecológicas, las cuales, por su condición ecológica y necesidad de restauración, demandaron algún tipo de intervención, tipificándolas como unidades de manejo.

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



Figura 18. Mapa unidades de vegetación de la zona Norte del PNN Yariguíes.



Fuente: Gomez & Siza, 2018

Como se observa en la Tabla 5. , el mayor porcentaje de intervención (27.2%) corresponde a la unidad de manejo de rastrojo alto con 174,5 hectáreas, lo cual se soporta en las caracterizaciones ecológicas rápidas realizadas a nivel biofísico (vegetación, agua

y suelo) y la fotointerpretación de los 36 predios que ocupan las 1.969 hectáreas del sector norte, donde se determinó que la principal cobertura presente en el área es el bosque, con un 60% de ocupación.

Tabla 5. Unidades de manejo de la zona norte del PNN Yariguíes.

Unidades de vegetación	Hectáreas	Porcentaje
Bosques intervenidos.	92,0	14,3%
Helechal dominado por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i> .	34,3	5,3%
Pastos limpios y pastos enmalezados.	56,8	8,9%
Rastrojo alto.	174,5	27,2%
Rastrojo bajo abierto.	161,8	25,2%
Rastrojo bajo cerrado.	25,9	4,0%
Rastrojos altos y bajos dominados por especies de helechos arborescentes.	96,3	15,0%
Zonas construidas.	0,2	0,03%
Zonas remoción en masa, vegetación herbácea y/o rastrojo bajo.	0,03	0,005%
Total	641,7	100,0%

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

A nivel de paisaje, las unidades de manejo de etapas sucesionales tempranas (pastos limpios y enmalezados, y helechales) ocupan áreas pequeñas (91,1 hectáreas) en comparación con las hectáreas totales a intervenir, y además se encuentran inmersas dentro de una matriz de bosque o vegetación en estado sucesional intermedio-avanzado, razón por la cual no se constituyen como una barrera para el desplazamiento y flujo genético de la fauna, a pesar de la baja oferta de recursos estructurales para ésta (sitios de apareamiento, refugio, percha y anidación). Esta misma condición facilita el proceso de restauración de estas coberturas en términos de una alta disponibilidad de propágulos (semillas y frutos), cercanía de las fuentes semilleras y alta abundancia de especies dispersoras.

La persistencia de actividades agropecuarias en predios vecinos que no fueron saneados representó un factor que pudo desviar o detener la regeneración en las áreas adquiridas. De acuerdo con Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino (2016), se evidenciaron algunas limitaciones que impidieron el óptimo desarrollo de las coberturas vegetales en términos de suelos, las cuales obedecieron principalmente a la alta acidez por niveles exagerados de aluminio intercambiable, textura y profundidad del horizonte superficial, seguidos por factores como alta pendiente, erosión y pedregosidad superficial. Contrario a lo que se esperaba debido a la extensa vocación pecuaria de la zona, los suelos no presentan problemas de compactación ocasionada por el pisoteo del ganado.

Se describen a continuación las unidades de manejo identificadas en el área de intervención, presentando sus principales características estructurales y de composición, así como los factores que evidenciaron las necesidades de restauración en cada una de éstas, basados en la información obtenida a partir del diagnóstico.

3.2.2.1. Pastos limpios y enmalezados

Correspondió a áreas dominadas por elementos de porte herbáceo; si éstos cubrían más del 70% se trataba de Pastos limpios, si por el contrario se evidenciaban elementos arbóreos y arbustivos dispersos, se refería a Pastos enmalezados o enrastrados. Se

destacaron especies pioneras compartidas entre los sectores como el cucharo (*Bocageopsis* sp.), almoraduz (*Asplundianthus pseudostuebelii*), manchador (*Vismia baccifera*), arrayán (*Calycolpus moritzianus*) y cordoncillo (*Piper* sp.), que corresponden a precursores leñosos, los cuales a pesar de la matriz densa de pastos lograron establecerse exitosamente. Es importante resaltar que esta cobertura se presentó como resultado de actividades antropogénicas como la ganadería extensiva, que se realizó en el área por varias décadas (Figura 19).

Figura 19. Cobertura pastizal.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

3.2.2.2. Helechal dominado por *Pteridium caudatum*, *Lophosoria quadripinnata* y/o *Sticherus bifidus*

Los helechales fueron coberturas dominadas por *Lophosoria quadripinnata*, *Sticherus bifidus* (helecho alambre), *Pteridium arachnoideum* y *P. caudatum* (helecho marranero), que al igual que los pastizales fueron producto de zonas dedicadas a la ganadería que sufrieron unos ciclos muy frecuentes de quemadas como estrategia de recambio y mejoramiento de praderas. Los helechales dominados por *Pteridium caudatum* y *Sticherus bifidus*, debido a su hábito de crecimiento extendido, cubrían el área muy rápidamente formando un entramado denso que se convirtió en una barrera difícilmente superable para el



establecimiento de precursores leñosos. Caso contrario es el de *Lophosoria quadripinnata* que, por presentar un crecimiento en forma de roseta y frondas amplias, permitió el establecimiento de elementos leñosos diversos (Figura 20).

Figura 20. Cobertura helechal.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

3.2.2.3. Rastrojos bajos abiertos

Estas áreas de rastrojo se presentaron una vez las especies pioneras empezaron a colonizar y establecerse de manera exitosa dentro de los pastizales y helechales, con alturas no mayores a 5m. El arribo de estas especies modificó las condiciones fisicoquímicas del suelo, para aumentar la oferta de recursos y hábitat para la fauna nativa. Los rastrojos bajos abiertos fueron unidades de vegetación abierta en donde se presentó la formación de núcleos que promovían la ampliación de la vegetación por medio de la formación de parches, constituidos básicamente por especies pioneras de las familias Asteraceae, Cyatheaceae, Melastomataceae, Piperaceae y Solanaceae, las cuales dinamizaron la restauración en los pastizales y helechales. Esta unidad fue producto de actividad pecuaria y constante aplicación de agroquímicos para los cultivos intermitentes de lulo, mora y café durante cerca de 6 décadas (Figura 21).

Figura 21. Cobertura de rastrojos bajos abiertos



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

3.2.2.4. Rastrojos bajos cerrados

En esta unidad de manejo las especies colonizadoras tenían una dominancia inicial y limitaban el establecimiento de otras especies, y al mismo tiempo generaron una homogeneidad estructural, en donde el estrato arbustivo formó un dosel denso continuo, que redujo la entrada de la luz, produciendo como resultado una cobertura de rastrojo bajo cerrada. De igual manera, se identificó que las especies que podían llegar a generar estas configuraciones eran *Piper eriopodon*, *Miconia* sp, *Bellucia* sp1 y una Melastomataceae. De acuerdo con Joaquín Blanco, expropietario de un predio adquirido por Parques Nacionales, estas coberturas estaban presentes en zonas en donde la actividad pecuaria en el pasado fue muy intensa o hubo una constante aplicación de agroquímicos. Dada esta carencia de elementos tardíos y estados sucesionales más avanzados, se propuso la implementación de estrategias de adición de especies que aceleraran el proceso de sucesión natural (Figura 22).

Figura 22. Cobertura de rastrojos bajos cerrados.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

3.2.2.5. Rastrojos bajos y altos dominados por especies de helechos arborescentes

Estos rastrojos surgieron a partir del abandono entre 18 y 30 años de zonas dedicadas al cultivo de mora, lulo y ganadería. En toda el área de estudio donde se encontraba esta unidad de vegetación la estructura estaba dominada por los helechos arborescentes, siendo la familia Cyatheaceae la ecológicamente más importante, alcanzando valores de 77.3% del IVF total en el sector de Lengerke. La homogeneidad del paisaje en este último sector correspondió a una mezcla entre la relativa baja pendiente con respecto al resto del sector norte, la intensa actividad ganadera y la altitud, puesto que ecológicamente los helechos arborescentes prosperan mejor a mayor altura, lo cual se presentó en esta zona (Figura 23).

Figura 23. Cobertura rastrojo bajo y alto de helechos arborescentes.

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



3.2.2.6. Rastrojos altos

Esta unidad de vegetación correspondió a un estado intermedio avanzado en el proceso sucesional (10-30 años), factor clave a la hora de definir las trayectorias sucesionales del proceso de restauración ecológica. Es importante saber cuál fue el uso previo de estas zonas, dado que aquellas que fueron destinadas al cultivo de lulo y café presentaban una estructura vertical más compleja y una composición más heterogénea que aquellas dedicadas a la ganadería. En términos generales, los elementos leñosos presentes tenían en promedio un DAP entre 6.3 y 16.3 cm y alturas promedio entre los 6.2 y 10.7 m, con elementos emergentes de varios géneros de Lauraceae, *Cecropia* spp., *Sapium* sp., *Ficus glabrata*, *Turpinia occidentalis*, *Micropholis* sp., *Dendropanax* sp., *Alchornea* sp. y *Miconia* spp. (Figura 24).

Figura 24. Cobertura rastrojo alto.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



3.2.2.7. Bosques intervenidos

La cobertura de bosques en la zona norte del PNN Yariguíes correspondió a bosques subandinos distribuidos generalmente en las faldas de las cordilleras entre los 1.000 a 2.400 m.s.n.m., según Cuatrecasas (1989), y una zona ubicada en la parte alta con una mezcla de bosques subandino y andino, de gran interés para su restauración en el área protegida. A pesar de las múltiples actividades antropogénicas realizadas en la zona como extracción maderera y adecuación de terrenos para ganadería extensiva y cultivos, las coberturas boscosas aún mantenían muchas especies típicas de bosques subandinos y andinos como *Weinmannia* (Cunoniaceae), *Ternstroemia* (Theaceae), *Miconia*, *Meriania* (Melastomataceae), *Oreopanax* (Araliaceae), *Clethra* (Clethraceae), entre otros (Cuatrecasas, 1989).

Es importante tener en cuenta que esta cobertura ocupaba cerca del 50% del total del área de estudio, constituyendo la matriz principal del paisaje que en algunos sectores se había visto fuertemente fragmentada. Muchas de las especies de interior de bosque quedaron aisladas de los parches de bosque al encontrarse rodeadas por pastizales, disminuyendo así la viabilidad de sus poblaciones (Figura 25).

Figura 25. Cobertura bosques intervenidos

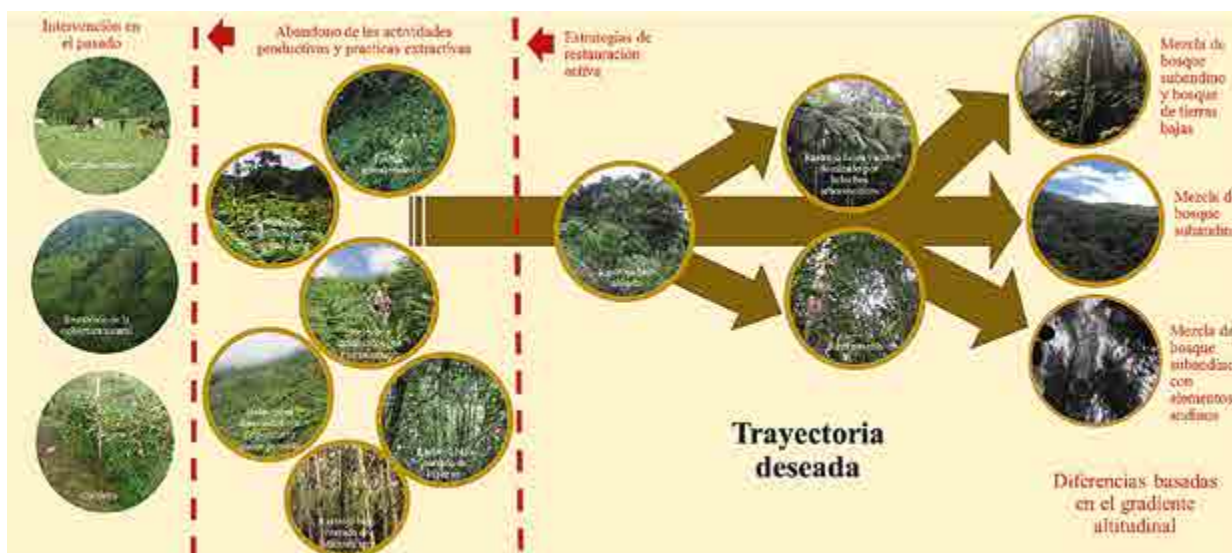


Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

3.2.3. MODELO SUCESIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

A partir de los levantamientos florísticos realizados en cada uno de los sectores y del conocimiento local, se pudo predecir una aproximación de la posible sucesión vegetal que se daría naturalmente, de ser controlados los factores limitantes y tensionantes del área de estudio. Así, se presentan aquí las trayectorias sucesionales de las unidades de manejo identificadas en la zona norte del PNN Yariguíes (Figura 26).

Figura 26. Modelo sucesional del área de estudio.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

3.2.4. ESPECIES SELECCIONADAS PARA LOS TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN

La selección de las especies para los tratamientos de restauración es una tarea muy importante y merece todo el cuidado, ya que gran parte del éxito del proyecto radica en qué tan acertadas sean las especies seleccionadas, por ejemplo, para formar estratos a corto plazo, dinamizar los procesos ecológicos y enriquecer las coberturas donde se presentó extracción selectiva de ciertas especies. En ecosistemas altamente diversos, esta tarea es aún más compleja, ya que existe una amplia gama de posibilidades para escoger, así que se deben establecer criterios que permitan reducir este alto número de especies en respuesta a las necesidades de restauración de cada una de las áreas de intervención.

Para el caso de la restauración ecológica del sector norte del PNN Yariguíes, la información de las espe-

cies vegetales utilizada se alimentó a partir de tres fuentes: 1) los levantamientos de vegetación realizados para generar el diagnóstico del estado de las coberturas vegetales, 2) el conocimiento ecológico local de las especies, en especial aquellos árboles maderables extraídos de forma intensiva de los bosques, y 3) las especies encontradas dentro del proceso de identificación de fuentes semilleras, no reportadas dentro de los ítems anteriores.

3.2.4.1. Criterios de selección de las especies

Como resultado de este cruce de información se obtuvieron más de quinientas (500) especies, cada una de las cuales fue revisada en función de su utilidad dentro del proceso de restauración. La selección de las especies más importantes se realizó bajo una escala de atributos o rasgos que se listan a continuación (Tabla 6).

Tabla 6. Atributos para la selección de las especies vegetales.

Morfológicos	Reproductivos	Ecológicos
- Hábito de crecimiento: arbustivo, subarbóreo, arbóreo inferior, arbóreo superior. - Amplitud de la copa (a partir de datos del diagnóstico o información ecológica local).	- Reproducción sexual. - Reproducción vegetativa. - Estrategia de dispersión de las semillas: - Zoocoria. - Anemocoria. - Barocoria.	- Especies encontradas dentro del área protegida o el área de amortiguamiento. - Altos Índices de Valor de Importancia (IVI). - Nivel poblacional: frecuencia y abundancia actual y en el pasado. - Estado sucesional a la que pertenece. - Especies presentes en distintos sectores (generalistas). - Especies propias de bosques subandinos y andinos. - Tolerancia a la luz. - Fijadora de nitrógeno. - Producción de hojarasca. - Oferta de recursos alimenticios para la fauna. - Tolerancia a zonas poco drenadas y protectoras de márgenes hídricos y nacederos. - Especies que no tengan tendencia al autoreemplazamiento. - Usos tradicionales (principalmente como madera fina para consumo doméstico o comercialización).

Fuente: Adaptado de Vargas et al, 2012.



La disponibilidad de fuentes semilleras, la tendencia al autoreemplazo y la facilidad de establecimiento de forma natural fueron los principales criterios para descartar especies. Luego del proceso de selección se generó un listado de noventa (90) especies. Los

atributos anteriormente mencionados se tradujeron en rasgos funcionales, los cuales fueron asignados a cada una de las especies. Estos rasgos funcionales así mismo se agruparon en tipologías, tal como se muestra a continuación (Tabla 7).

Tabla 7. Tipologías de las especies seleccionadas para los tratamientos de restauración.

Tipología	Rasgos funcionales
P (Pionera)	Especies de rápido crecimiento.
	Pioneras (colonizadoras).
	Heliófitas (tolerantes a la luz).
	Producen hojarasca.
F (Alimento fauna)	Zoócora.
I (Intermedia)	Intermedia.
	Hemiesciófilas.
T (Tardiseral)	Tardiseral.
	Esciófilas.
	Crecimiento lento.
	Especies copas amplias (efectos sobre la disponibilidad de luz).
	Especies con alta densidad de la madera (maderables diezmadas por la entresaca).
	Categoría de amenaza. Si bien no es un rasgo funcional, se tuvo en cuenta como un criterio importante en la selección de las especies.

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Luego de la asignación de las tipologías se evaluó la potencialidad de cada una de las especies para ser establecidas por cada unidad de manejo y así incrementar la supervivencia de los individuos plantados. Así, por ejemplo, unas especies Fauna pueden estar en todas las unidades de manejo, otras únicamente en etapas sucesionales avanzadas, o por el contrario, especies como *Cecropia* sp., se incorporarían en los arreglos florísticos únicamente para los pastos lim-

pios y enmalezados y los helechales, ya que incluirlos en etapas sucesionales más avanzadas no tendría mucho sentido en términos de la dinámica del desarrollo de la vegetación, puesto que naturalmente se encuentran en los primeros estados sucesionales. Los criterios de selección aplicados en este trabajo fueron utilizados previamente en otros proyectos de restauración (Blakesley *et al.*, 2002; Meli *et al.*, 2014).

3.3. DIAGNÓSTICO PARA LA REGENERACIÓN NATURAL ASISTIDA EN BOSQUES INTERVENIDOS

La Regeneración Natural Asistida (RNA) se sustenta principalmente en promover el desarrollo de los individuos presentes en la cobertura boscosa de especies objeto de interés que reúnen una serie de características tanto ecológicas como de importancia social, que fueron afectadas mediante tala selectiva en el pasado o que pueden facilitar dinámicas ecológicas en el bosque. El diagnóstico para la RNA se realizó para un área de 242 hectáreas de bosque intervenido de la zona norte del PNN Yariguíes, enfocándose únicamente en zonas de bosque que, dada su historia

de uso a través de la tala selectiva, presuntamente ameritaban una intervención a partir de estrategias alternativas que favorecieran a las especies típicas deseadas de bosques andinos y subandinos que no contaban con posibilidades de potencializarse por causa de la baja densidad de su población.

3.3.1. METODOLOGÍA

El desarrollo de la fase diagnóstica se abordó en tres etapas principales (Figura 27).

Figura 27. Etapas metodológicas para la fase diagnóstica de RNA



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

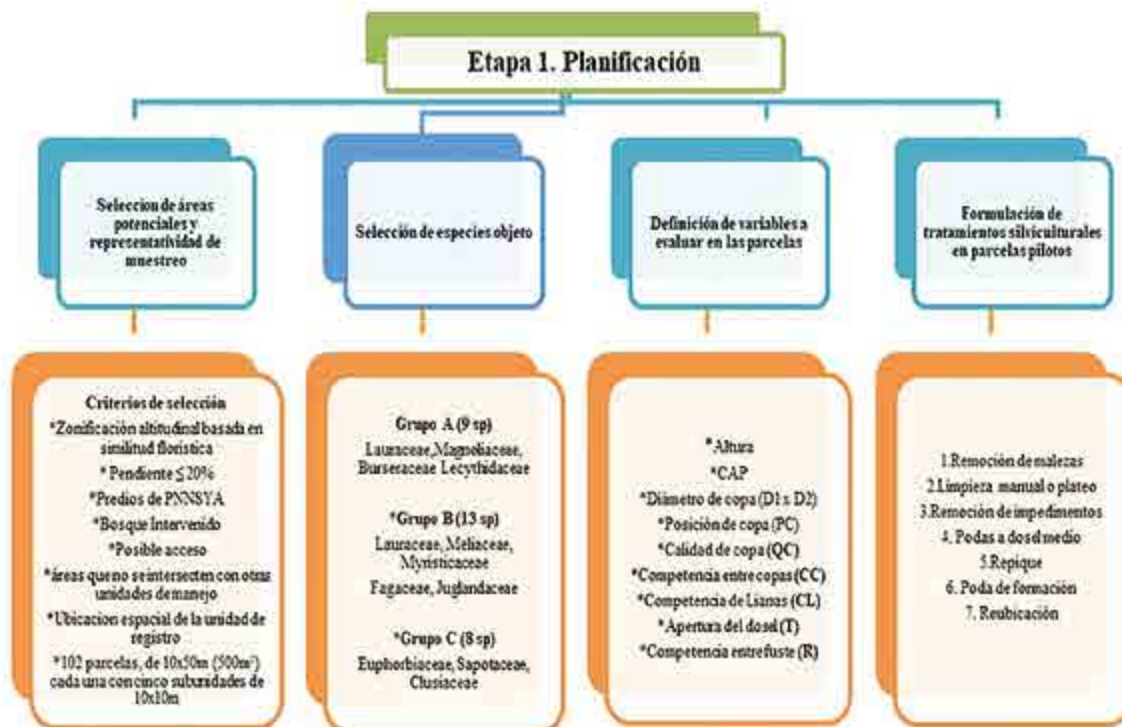


3.3.1.1. Etapa de planificación

En esta etapa se definieron las estrategias a implementar con el fin de garantizar la toma de decisiones

en torno al objetivo de la RNA en áreas categorizadas como bosques intervenidos. En la Figura 28 se presenta el diagrama de la metodología seguida en la etapa de planificación.

Figura 28. Metodología seguida en la etapa de planificación.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

3.3.1.1.1. Selección de las áreas de interés

La selección de las áreas tuvo como primer criterio la necesidad de restauración de los bosques identificados en la fase diagnóstica del proyecto, así mismo se consideraron factores técnicos y logísticos. Los criterios usados fueron la zonificación altitudinal, pendiente, nivel de degradación y acceso.

- Tamaño y área efectiva de muestreo para el diagnóstico de 242,1 hectáreas.

Una vez se obtuvo el área potencial para la implementación de la Regeneración Natural Asistida, fue necesario determinar el tamaño y área efectiva de muestreo para el diagnóstico de 242,1 hectáreas pre-seleccionadas. De acuerdo con Hutchinson (1993), el muestreo diagnóstico (MD) aplicado a la estrategia

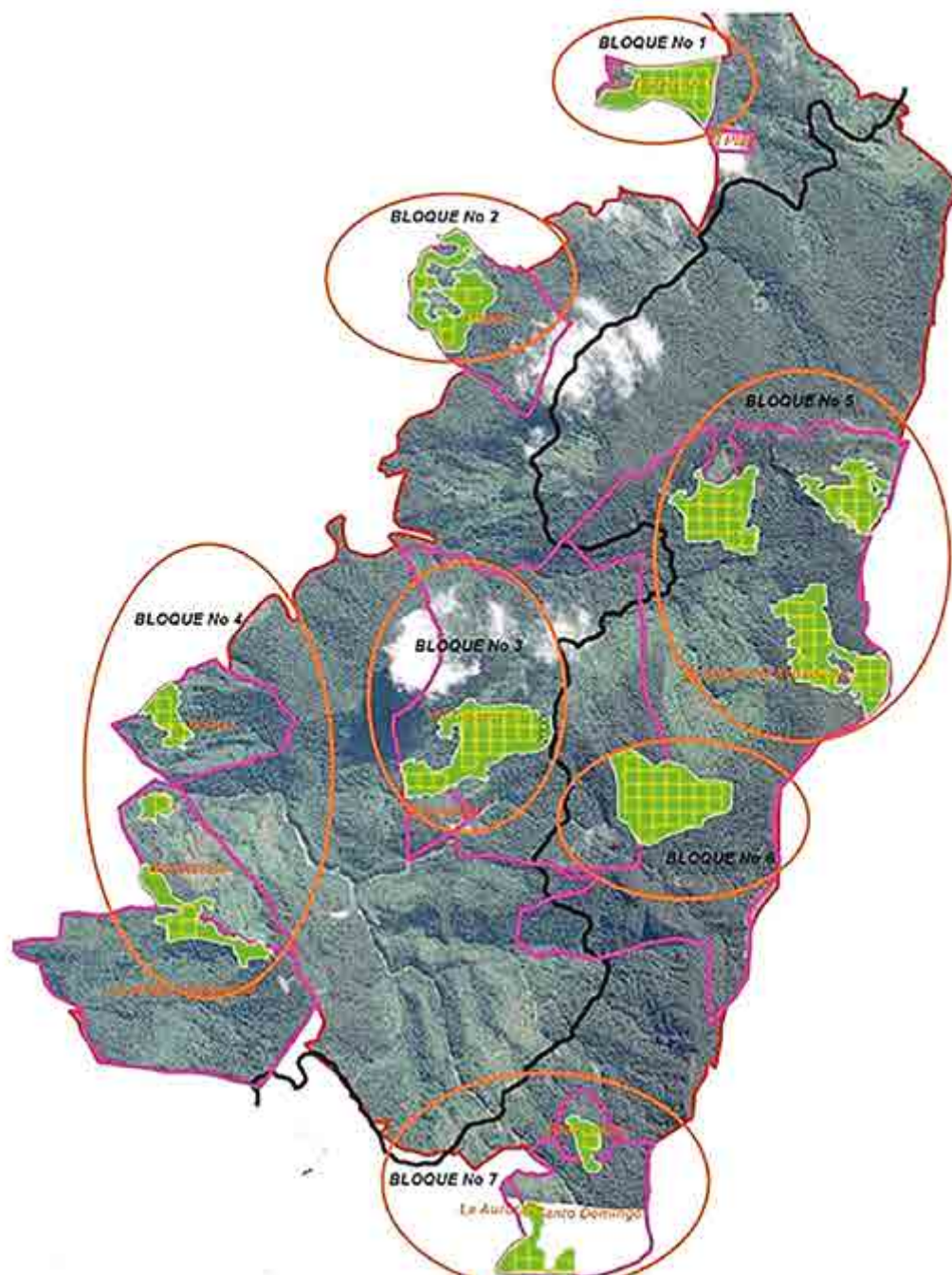
de RNA evalúa la regeneración natural de las especies de interés, buscando la manera de potencializar los estados de desarrollo brinzal y latizal para que puedan establecerse de manera exitosa en el bosque. Consiste en un muestreo lineal a lo largo del bosque o rodal, en unidades de registro de 10 x 10 m, donde se miden y evalúan los individuos líderes de interés. Para esto, el número de subunidades debe estar entre 100 a 500, dado que un número menor a 100 reduce la confiabilidad y representatividad de la muestra y un número mayor a 500 no aporta información adicional (Louman *et al.*, 2001). Por otra parte, Valerio y Salas (1997) sugieren que para proyectos piloto y de investigación en bosque, la intensidad de muestreo debe encontrarse en un rango entre 2 y 5 %.

Para lo anterior se diseñó una cuadrícula de 100 x 100 m (una hectárea), que fue ubicada sistemática-

mente dentro de las 242,1 hectáreas categorizadas como potenciales para la implementación de RNA; se eliminó todo cuadro que se traslapara con los límites de las áreas; se subdividió el área de estudio en siete

bloques que tienen similitudes en cuanto a cobertura, ubicación predial y rango altitudinal. En total se definieron 102 cuadros donde se realizó el diagnóstico de la estrategia de RNA (Figura 29).

Figura 29. Implementación de cuadrícula 100x100 m para la definición de áreas efectivas para la implementación de parcelas diagnóstico y parcelas de implementación.



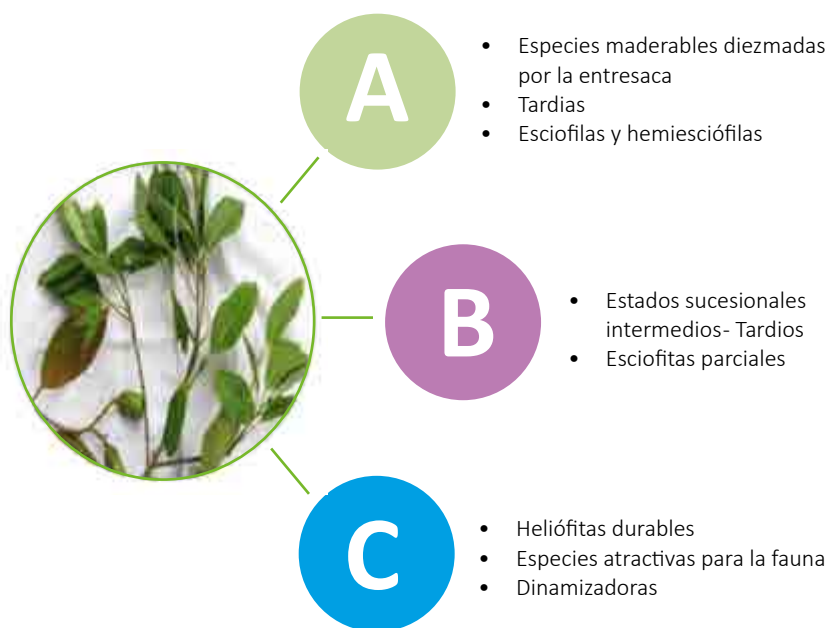
Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



3.3.1.1.2. Especies objeto de la estrategia de RNA

Se definieron tres categorías de ensamblajes vegetales que fueron el objeto de la estrategia (Figura 30).

Figura 30. Categorías de especies vegetales seleccionadas para RNA.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino 2016.

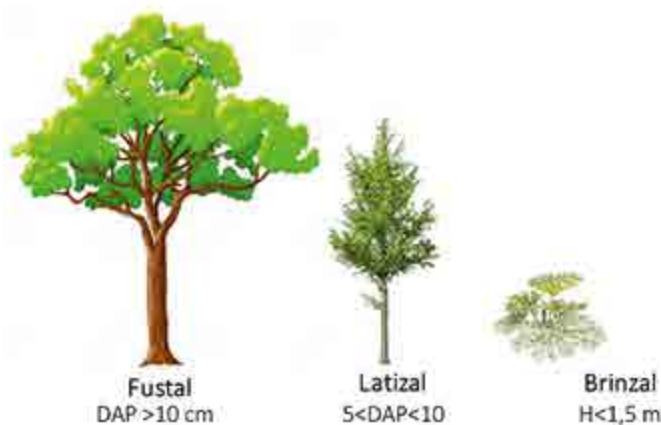
Según la información recopilada, se determinaron 52 especies de interés para la estrategia de RNA que fueron diezmadas por la entresaca o que poseían ca-

racterísticas dinamizadoras que complementarían el proceso de sucesión; en la Tabla 8 se presenta el listado de especies agrupadas por categorías.

3.3.1.1.3. Selección de variables a evaluar en la parcela

Una vez seleccionadas las especies objeto de interés, se establecieron las variables que fueron evaluadas en cada una de las parcelas a realizar, donde se seleccionaron individuos que presentaban una mayor probabilidad de establecerse, seleccionando según los criterios de Hutchinson (1993) aquellos deseables sobresalientes. Estos individuos se evaluaron en tres categorías de tamaño: fustal, latizal y brinzal (Figura 31).

Figura 31. Categorías de tamaño evaluadas.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Tabla 8. Especies diezmadas por la entresaca en la zona norte del PNN Yariguíes.

Categoría	Número	Familia	Especie	Nombre común
A	1	Burseraceae	<i>Dacryodes cf occidentalis</i>	Anime
	2	Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	Anime, Caraño
	3	Clusiaceae	<i>Calophyllum</i> sp.	Aceitemaría
	5	Lauraceae	<i>Aiouea aff. dubia</i>	Guacharaco amarillo
	6	Lauraceae	<i>Ocotea cf. aciphylla</i>	Punte churco, comino
	7	Lauraceae	<i>Aniba robusta</i>	Punte perfume
	8	Lauraceae	<i>Licaria cannella</i>	Chaparro
	9	Lauraceae	<i>Licaria</i> sp.	Chaparro negro
	10	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp2	Pepecuro
	11	Lauraceae	<i>Aniba</i> sp.	Punte perfume
	12	Lauraceae	<i>Aniba</i> sp2.	Punte guacharaco
	13	Lauraceae	cf <i>Aiouea</i> sp1	Uvo o Aguacatillo
	14	Lauraceae	<i>Persea aerolatocostae</i>	Aguacatillo 2
	15	Lauraceae	<i>Beilshmedia cf. towarensis</i>	Árbol galleta
	16	Lauraceae	Lauraceae morfo 1	Guacharaco baboso
	17	Lauraceae	<i>Persea cf. raimondii</i>	Guacharaco blanco
	18	Lauraceae	Lauraceae morfo 2	Guacharaco falso
	19	Lauraceae	Lauraceae morfo 3	Guacharaco mierdamarrano
	20	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp2	Guacharaco negro
	21	Lauraceae	<i>Ocotea cf. macropoda</i>	
	22	Lauraceae	Lauraceae morfo 5	
	23	Lauraceae	Lauraceae morfo 6	
	24	Lauraceae	Lauraceae morfo 7	
	25	Lauraceae	Lauraceae morfo 8	
	26	Lauraceae	Lauraceae morfo 9	
	27	Lauraceae	Lauraceae morfo 10	
	28	Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp.	Coco
	29	Magnoliaceae	<i>Magnolia</i> sp.	Molinillo

Continúa



Categoría	Número	Familia	Especie	Nombre común
B	30	Annonaceae	<i>Guatteria</i> cf. <i>crassipes</i>	Yaya
	31	Annonaceae	<i>Annonaceae</i> morfo 1	Verdecito
	32	Cunoniaceae	<i>Weinmannia</i> sp.	Encenillo
	33	Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble
	34	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Cedro nogal
	35	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Cedro cebollo
	36	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	Turma de perro
	37	Myristicaceae	<i>Virola macrocarpa</i>	Sangre toro
	38	Myristicaceae	<i>Compsonera</i>	
	39	Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i> cf. <i>oleifolius</i>	Pino colombiano
	40	Podocarpaceae	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	Pino romerón
	41	Sapindaceae	<i>Billia rosea</i>	Pepero, Cucaracho
C	42	Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.	
	43	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum</i> sp.	Granizo
	44	Clethraceae	<i>Clethra fagifolia</i>	
	45	Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp1	Gaque
	46	Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp2	Gaque
	47	Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp.	Algodoncillo
	48	Euphorbiaceae	<i>Conceveiba</i> sp.	Algodón
	49	Fabaceae	cf. <i>Cynometra</i>	
	50	Malvaceae	<i>Matisia</i> sp.	
	51	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	Tachuelo
	52	Sapotaceae	<i>Micropholis</i> sp.	

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

A cada uno de los individuos seleccionados como deseable sobresaliente se le evaluaron las siguientes variables como insumos para los tratamientos silviculturales:

- Altura en metros (m).
- Circunferencia a la altura de pecho en cm (CAP).
- Diámetro de copa (D1 x D2).
- Posición x, y dentro de la parcela.
- Posición de copa (PC).
- Calidad de copa (QC).
- Competencia entre copas (CC).
- Competencia de lianas (CL).
- Apertura dosel (T).
- Competencia entre fustes (R).

3.3.2. RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO DE RNA

En total se registraron 2.574 individuos distribuidos en las tres categorías de tamaño: brinzales (689), latizales (1.206) y fustales (679) representados en 23 familias. El promedio de individuos evaluados por parcela fue de 26, de esta manera se presentaron 5 individuos en promedio por cada subparcela.

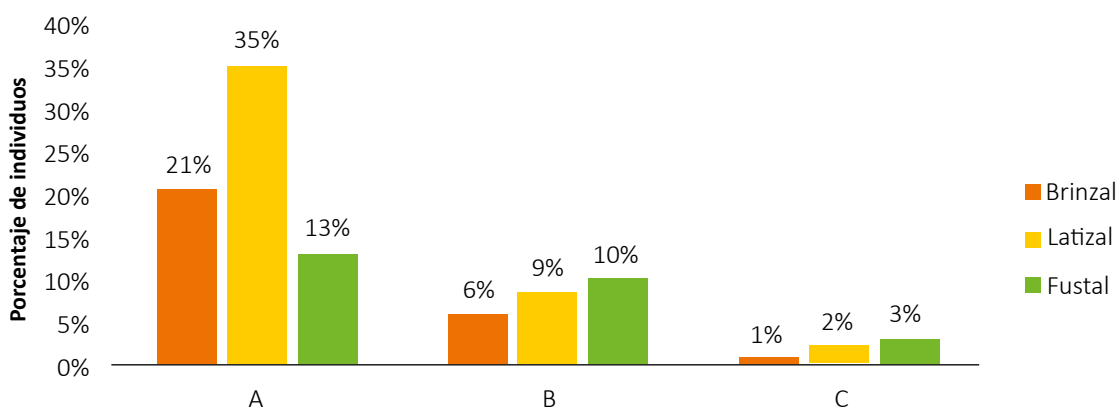
El 47% del total de los individuos evaluados se encontraban en la categoría de tamaño latizal, el 27% de los individuos se presentaron en la categoría de tamaño brinzal y, en menor proporción, la categoría de tamaño fustal presentó el 26% de los individuos. En cuanto a la distribución por categorías de especies, el

69% de los individuos evaluados se encontraron distribuidos en la categoría A, el 25% en la categoría B y el 6% en la categoría C.

La categoría A se encontró representada principalmente por individuos latizales, tendencia que se

repitió en las otras dos categorías de especies. Esto concordó con lo que se esperaba teniendo en cuenta que la estrategia de RNA se centró en la búsqueda de individuos de las categorías de tamaño brinzal y latizal de especies incluidas en la categoría A (Figura 32).

Figura 32. Porcentaje de individuos por categoría de especies y tamaño



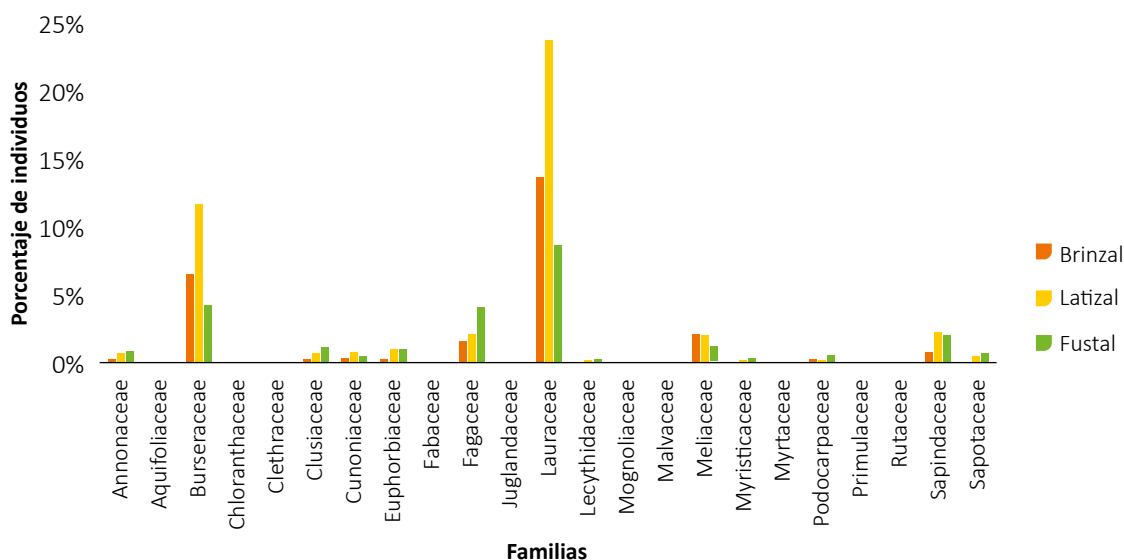
Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

- Distribución de familias

je de individuos (46%), seguida de la familia Burseraceae (23%) y Fagaceae (8%).

De las 23 familias evaluadas se observó (Figura 33) que la familia Lauraceae presentó el mayor porcenta-

Figura 33. Porcentaje de individuos por familias y categorías de tamaño



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



Tributario Chiribiti (Irwin Duarte)

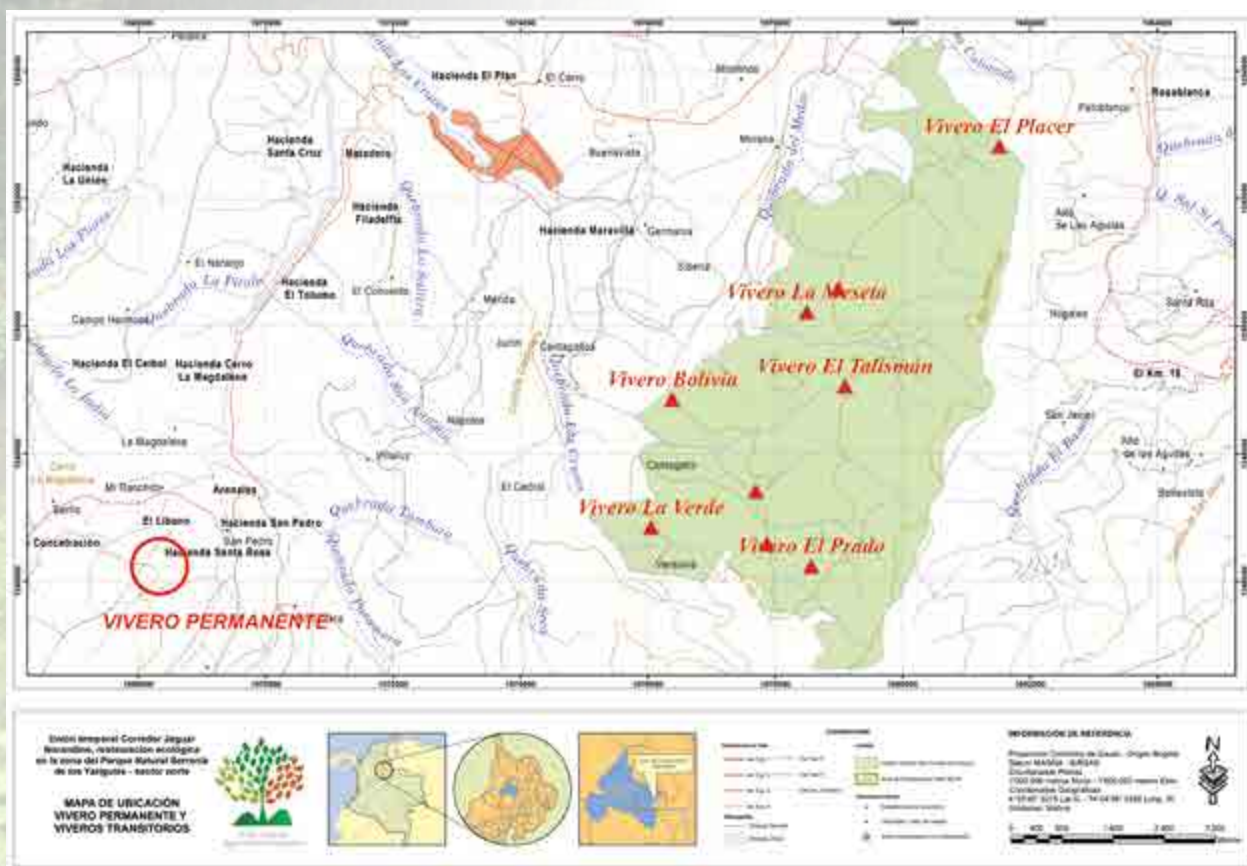
4. PROPAGACIÓN DE MATERIAL VEGETAL

4.1. CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE VIVEROS

Teniendo en cuenta las características del terreno así como la distribución dispersa de las áreas de intervención del sector norte del PNN Yariguíes, se realizó la construcción y operación de 9 viveros temporales (Figura 34), enfocados en la producción del material

vegetal requerido para la plantación de 165.000 especímenes vegetales pertenecientes a 86 especies nativas, además de los porcentajes de pérdidas proyectadas.

Figura 34. Mapa de ubicación general de los viveros establecidos durante la ejecución del proyecto



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

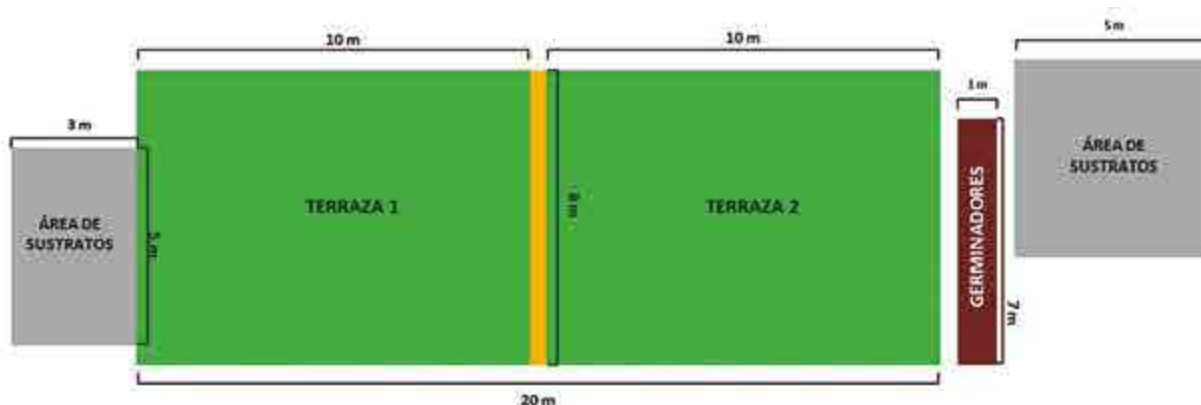


La selección de los sitios para la construcción de los viveros temporales se realizó teniendo en cuenta factores como luminosidad, disponibilidad de sustrato, disponibilidad de agua, ubicación geográfica relacionada con el sector de intervención, accesos, topografía del terreno, entre otros.

En el desarrollo de la construcción se realizó la adecuación general del terreno para cada vivero temporal, iniciando con la remoción de las pasturas en los

lotes, remoción superficial de los campos raizantes de las arvenses, descapote del terreno para la generación de sustratos para el llenado de bolsas, construcción y nivelación de las terrazas para ubicación del material vegetal, además de la adecuación de los sitios alternos de manejo como bodegas, zanjas de drenaje, replanteo, germinadores, eras de crecimiento, zanjas de infiltración, entre otros elementos dispuestos (Figura 35 y Figura 36).

Figura 35. Diseño estructural modelo de los viveros temporales



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Figura 36. Proceso de explanación y adecuación de los viveros temporales para la propagación del material vegetal



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

La estructura física de cada vivero se construyó en relación a las condiciones físicas propias del terreno, mediante el montaje de un empostado base, fijación de cubiertas en alambre con tendido de polisombra (50% de densidad), drenajes laterales e internos para el manejo de las aguas lluvias, con eras de crecimiento de 1 m de ancho por 10 m de longitud en promedio, conservando una calle de 1 m de ancho para permitir el movimiento de personal.

En términos generales los viveros temporales en relación a su infraestructura abarcaron 3.437 m², no obstante, las eras de crecimiento y rustificación abarcaron tentativamente unas 4 hectáreas diferenciadas de acuerdo con el tamaño y ubicación de los viveros.

4.2. PROTOCOLO DE PROPAGACIÓN DE MATERIAL VEGETAL

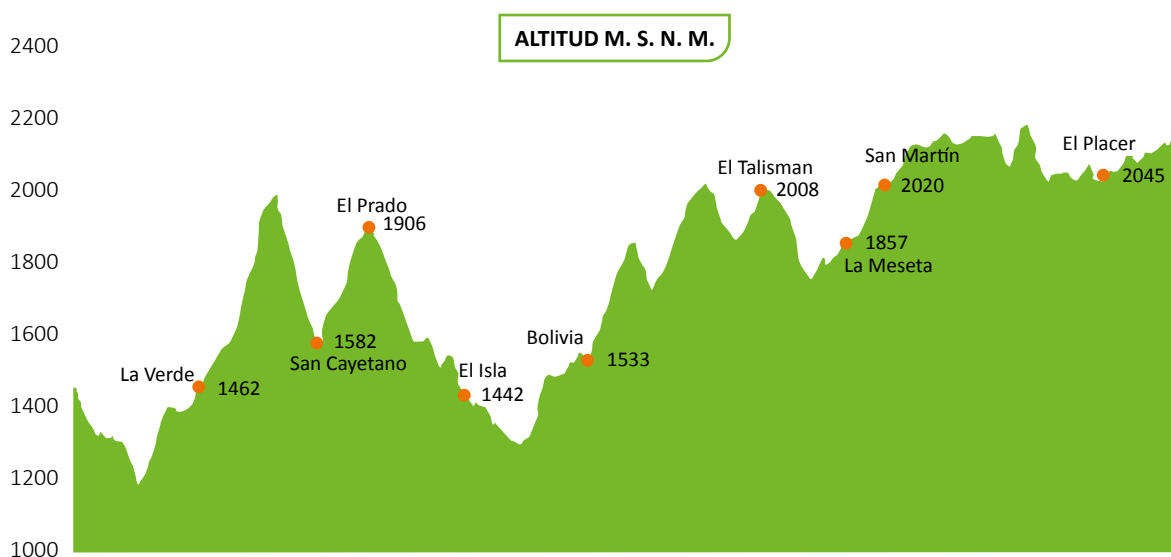
La selección y propagación de las especies para la restauración es un aspecto muy importante, puesto que la implementación de las estrategias depende en gran medida de la disposición de suficiente y adecuado material vegetal.

Teniendo en cuenta el proceso de selección de especies (86), la definición de los diseños y arreglos florísticos definidos en la etapa de diagnóstico, el proceso de propagación dio inicio a partir de la identificación de fuentes semilleras. La estrategia utilizada para la obtención de material vegetal requerido en el proyecto de restauración se enfocó mediante el empleo

y evaluación de diferentes técnicas de reproducción: a) reproducción sexual, propagando 109.847 plantas por semilla, y b) reproducción asexual (estacas, esquejes y otros), reproduciendo 73.231 plantas aproximadamente, obteniendo los mejores resultados a través de la reproducción a través de semillas.

Adicionalmente, debido a la diversidad de rangos altitudinales y de condiciones de humedad, topografía, disponibilidad de agua y niveles de brillo solar, se presentaron diferencias en la propagación de algunas especies entre los siete sectores del área de intervención (Figura 37).

Figura 37. Modelo de elevación digital con la distribución de los viveros temporales



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2017. De izquierda a derecha (Sur a Norte).



Durante el proceso de producción del material vegetal nativo se realizaron registros de seguimiento y crecimiento de las especies nativas, evidenciando las acciones requeridas para facilitar la propagación de especies con bajo o nulo conocimiento sobre su reproducción en vivero, por consiguiente se desarro-

llaron protocolos de propagación para siete especies forestales nativas, que hacen parte de otra publicación, las cuales corresponden con: *Caryodaphnopsis* sp. (Figura 38), *Nectandra* sp., *Aniba perutilis*, *Ocotea aciphylla*, *Chrysochlamys cf. dependens*, *Guatteria crassifolia* y *Carapa guianensis*.

Figura 38. Semilla de panela quemada (*Caryodaphnopsis* sp.).

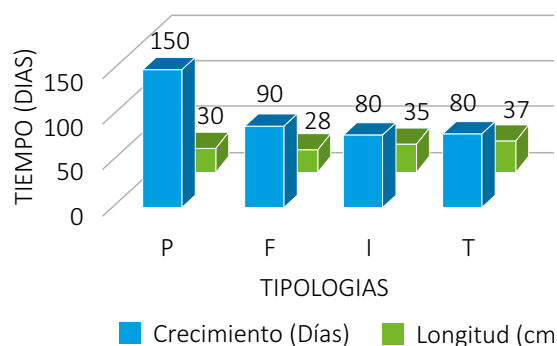


Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino 2016.

En el crecimiento por días, se llegó a concluir que bajo las condiciones de propagación en los diversos sectores de la restauración ecológica en el PNN Yari-gües, las especies de tipología Pionera presentaron

un crecimiento lento, en relación a las especies de tipologías Fauna, Intermedia, y Tardía, lo cual es poco usual en la regeneración natural (Figura 39).

Figura 39. Desarrollo de material vegetal en viveros temporales. (P- Pioneras, F- Fauna, I- Intermedias, T-Tardías)



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

4.2.1. Actividades desarrolladas para la propagación del material vegetal

En el proceso de propagación del material vegetal se desarrollaron actividades relacionadas con preparación de sustrato, colecta de semillas y/o rescate de

plantines, llenado de germinadores, llenado de bolsas, trasplante de plantines a bolsa, manejo fitosanitario, plan de fertilización, podas de formación y manejo y, finalmente, rustificación de material vegetal (Figura 40).

Figura 40. Actividades desarrolladas en el proceso de propagación del material vegetal.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino (2015-2018).

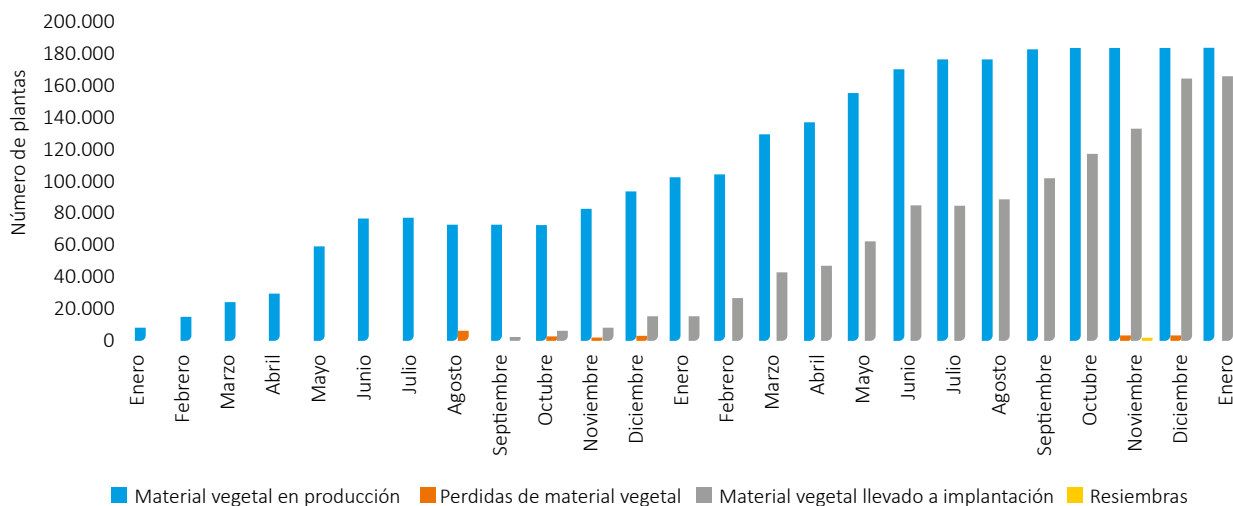
4.3. RESULTADOS GENERALES DEL PROCESO DE PROPAGACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

Durante la propagación del material vegetal se produjeron 183.000 plántulas pertenecientes a 86 especies nativas, las cuales se propagaron de acuerdo con las cantidades necesarias por cada sector de plantación y especies clave dentro de los arreglos florísticos de-

finidos. En consecuencia, el proceso de producción del material vegetal duró alrededor de un año y ocho meses teniendo en cuenta todas las actividades requeridas (Figura 41).



Figura 41. Producción de material vegetal acumulado mensual, durante la ejecución del proyecto.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Cuarenta especies fueron las propagadas en mayor cantidad, superando los 1.000 individuos (Tabla 9). Es importante mencionar que las especies

propagadas estuvieron en función de las tipologías o gremios ecológicos y el estado de degradación del ecosistema.

Tabla 9. Cantidad de plántulas producidas en los viveros temporales.

Especies Propagadas					
N.	Tipología	Familia	Especie	Nombre Común	Total Plantas Propagadas
1	P	Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Anaco	11804
2	P	Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> sp.	Algodoncillo	925
3	P	Malvaceae	<i>Heliocarpus</i> sp.	Balso Blanco	8746
4	P	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso Real	1520
5	P	Solanaceae	<i>Brugmansia</i> sp.	Borrachero de Monte	6924
6	P	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Bailador	6938
7	P	Euphorbiaceae	<i>Croton magdalenensis</i>	Croton	15647
8	P	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	Cordoncillo	2026
9	P	Fabaceae	<i>Ormosia</i> sp.	Chocho	121
10	P	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Manchador	1104
11	P	Araliaceae	<i>Dendropanax trifidus</i>	Mano de Oso	2300
12	P	Hypericaceae	<i>Vismia</i> sp.	Manchador	12
13	P	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	Pate Chulo	186
14	P	Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentales</i>	Pate Gallina	247
15	P	Asteraceae	<i>Montanoa quadrangularis</i>	Pauche	892
16	P	Solanaceae	<i>Solanum aphyodendron</i>	Tinto	12038
17	P	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	Tuno	181
18	P	Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Tachuelo	2634
19	P	Euphorbiaceae	<i>Sapium</i> sp.	Vara Blanca	1501
20	P	Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.	Yarumos	311
21	P	Araceae	<i>Xanthosoma</i> sp.	Rascadera	138
22	P	Malvaceae	<i>Hamphea</i> sp.	Hamphea	1020
23	P	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Látigo	1733
24	P	Myrtaceae	<i>Luma apiculata</i>	Arrayan	502
25	P	Rosaceae	<i>Prunus moritziana</i>	Uvos	452
26	P	Fabaceae	<i>Albizia carbonaria</i>	Galapo, Carbonero	852
27	F	Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guamo Santa fe	3010
28	F	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	Guamo de Montaña	12
29	F	Cucurbitaceae	<i>Passiflora</i> sp.	Gurapa	204
30	F	Marcgraviaceae	Por identificar	Gaque Roseta	740
31	F	Clusiaceae	Por identificar	Gaque Orejeperro	351
32	F	Clusiaceae	<i>Chrysoclamys cf. dependens</i>	Gaque	5801

Continúa



Especies Propagadas					
N.	Tipología	Familia	Especie	Nombre Común	Total Plantas Propagadas
33	F	Zapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Candelillo	2891
34	F	Primulaceae	<i>Myrsine</i> sp.	Cucharo blanco	730
35	F	Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo	2722
36	F	Moraceae	<i>Ficus dendrocidia</i>	Caucha sp1	1972
37	F	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Caucha sp2	1895
38	I	Fabaceae	<i>Pterocarpus</i> sp.	Carne gallina	3894
39	I	Dichapetalaceae	<i>Tapira cf. guianensis</i>	Cascarillo	295
40	I	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Cedro de altura, cedro cebollo	6289
41	I	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro común, Cedro rosado	8610
42	I	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	Cedro tagua	1593
43	I	Meliaceae	Por identificar	Cedro negro	46
44	I	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Cedro nogal	483
45	I	Burseraceae	<i>cf. Dacryodes</i> sp.	Cacaíto	7061
46	I	Juglandaceae	<i>Alfaroa</i> sp.	Cedrilla	172
47	I	Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp.	Cococuno	1029
48	I	Hippocastanaceae	<i>Billia rosea</i>	Bilia	2061
49	I	Rosaceae	<i>Prunus subcorymbosa</i>	Bálsamo	2299
50	I	Malvaceae	<i>Sloanea</i> sp.	Barba de mono	140
51	I	Annonaceae	<i>Guateria crassifolia</i>	Yaya	1171
52	I	Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> sp.	Oiti montañero	32
53	I	Lauraceae	<i>Ocotea antioquiensis</i>	Guacharaco, Hojarasco	874
54	I	Lauraceae	<i>Beilshmidia</i> sp.	Guacharaco negro	5669
55	I	Lauraceae	<i>Persea cf. raimondii</i>	Guacharaco blanco	484
56	I	Lauraceae	<i>Beilshmidia</i> sp.	Guacharaco manzano	371
57	I	Lauraceae	Por identificar	Guacharaco baboso	311
58	I	Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Guacharaco N3	1080
59	I	Lauraceae	Por identificar	Guacharaco blanco	325
60	I	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Guacharaco amarillo	1566
61	I	Chrysobalanaceae	<i>Licania aff. veneralensis</i>	Macanillo	88
62	I	Annonaceae	<i>Rollinia</i> sp.	Míspero, Níspero	985
63	I	Apocinaceae	<i>Lacmellea</i> sp.	Vaco	996
64	I	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Zapatón	684
65	I	Zapotaceae	Por identificar	Zapote de montaña	9
66	T	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	Punte canelo	7730

Especies Propagadas					
N.	Tipología	Familia	Especie	Nombre Común	Total Plantas Propagadas
67	T	Lauraceae	<i>Ocotea aciphylla</i>	Punte comino	3866
68	T	Lauraceae	<i>Aniba perutilis</i>	Punte churco	7961
69	T	Lauraceae	<i>Aniba robusta</i>	Punte perfume	179
70	T	Lauraceae	<i>Caryodaphnopsis</i> sp.	Panelaquemada	1202
71	T	Lauraceae	<i>Por identificar</i>	Pepe Curo	97
72	T	Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	Anime rojo	3518
73	T	Burseraceae	<i>Dacryodes cf. occidentalis</i>	Anime	2008
74	T	Burseraceae	<i>Dacryodes</i> sp.	Anime, Caraño	1003
75	T	Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Aceite María	724
76	T	Indeterminado	Indeterminado	Almanegra	589
77	T	Lauraceae	<i>Licaria canella</i>	Chaparro	39
78	T	Myristicaceae	<i>Compsoneura</i> sp.	Castaño	107
79	T	Lecythidaceae	<i>Por identificar</i>	Coco maraco	72
80	T	Indeterminado	Indeterminado	Falso roble	3978
81	T	Sapindaceae	<i>Melicoccus</i> sp.	Falso turme perro	32
82	T	Magnoliaceae	<i>Magnolia</i> sp.	Molinillo	8
83	T	Violaceae	<i>Leonia</i> sp.	Leonia	22
84	T	Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble	130
85	T	Phyllanthaceae	<i>Richeria grandis</i>	Palo de Ardita	45
86	T	Sapindaceae	<i>Por identificar</i>	Falso turma de perro	69
TOTAL					183.078

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

5. | PLAN DE RESTAURACIÓN

5.1. OBJETIVOS Y METAS DEL PLAN DE RESTAURACIÓN.

El objetivo de restauración es el estado o la condición final al que se quiere llevar el ecosistema dañado, degradado o destruido mediante la implementación de diversas técnicas de manejo. Debe ser planteado con claridad y puede contemplar la restauración ecológica estrictamente dicha o bien la rehabilitación, la recuperación del ecosistema o la restauración del capital natural (SER, 2004; Hobbs, 2003; Aronson *et al.*, 2007).

Por otra parte, la especificación de las metas en proyectos de restauración frecuentemente se describe como el más importante componente de un proyecto, debido a que regulan las expectativas, orientan los planes detallados por acciones, y determinan la clase y extensión de la evaluación y seguimiento post proyecto (Ehrenfeld, 2000). Las metas orientan el esfuerzo de restauración, optimizando tiempo y personal. En esta ocasión se han establecido objetivos para cada unidad de manejo. En la Tabla 10 se presentan los objetivos planteados y las metas asociadas a corto, mediano y largo plazo.





Tabla 10. Objetivos y metas del plan de restauración.

Unidad de Manejo	Objetivo	Metas	
Pastos limpios y enmalezados	Facilitar los procesos de sucesión ecológica en 56,8 ha que corresponden a la unidad de manejo mediante estrategias de nucleación, de manera que para el 2038 se haya facilitado la transición a estados sucesionales tempranos e intermedios en las áreas de intervención y los pastos ya no representen una barrera para la sucesión.	Finalización del proyecto.	Para el 2018 se implementarán 188 núcleos en 56,8 hectáreas para sombrear los pastos e incrementar el reclutamiento de especies nativas.
		Corto plazo (2 años).	Para 2020, en esta unidad de manejo representada por 56,8 hectáreas, al interior de los núcleos habrá disminuido la dominancia de gramíneas e invasoras en un 30%, se habrán establecido de manera exitosa el 80% de los individuos plantados y se evidenciará el reclutamiento de especies.
		Mediano plazo (10 años).	Para el 2028 esta unidad de manejo tendrá una cobertura de rastrojo alto en los núcleos y una reducción de un 30% en la cobertura de pastos en las zonas entre núcleos.
		Largo plazo (20 años).	Para el 2038 habrá un estrato arbóreo consolidado en los núcleos y una cobertura de rastrojos bajos en las zonas entre núcleos.
Helechales de <i>Pteridium arachnoideum</i>, <i>P. caudatum</i>, <i>Lophosoria quadripinnata</i> y <i>Sticherus bifidus</i>	Facilitar los procesos de sucesión ecológica en 34,3 hectáreas que corresponde a la unidad de helechales mediante estrategias de nucleación, de manera que para el 2038 se haya facilitado la transición a estados sucesionales tempranos e intermedios en las áreas de intervención y los helechos ya no sean una barrera para la sucesión.	Finalización del proyecto.	Para el 2018 se implementarán 108 núcleos en 34,3 hectáreas para sombrear los helechales e incrementar el reclutamiento de especies nativas.
		Corto plazo (2 años).	Para 2020, en la unidad de manejo de helechales representados por 34,3 hectáreas, al interior de los núcleos habrá disminuido la dominancia de gramíneas e invasoras en un 30%, se habrán establecido de manera exitosa el 80% de los individuos plantados y se evidenciará el reclutamiento de especies.
		Mediano plazo (10 años).	Para el 2028 la unidad de manejo de helechales tendrá una cobertura de rastrojo alto en los núcleos y una reducción la cobertura de helechos de un 30% en las zonas intermedias entre núcleos.
		Largo plazo (20 años).	Para el 2038 habrá un estrato arbóreo consolidado en los núcleos y una cobertura de rastrojos bajos en las zonas entre núcleos.
Rastrojos bajos cerrados	Aumentar la diversidad florística y estructural en 25,9 hectáreas de la unidad de manejo de rastrojos bajos cerrados a través de la incorporación de especies arbóreas representativas de bosques subandinos y andinos de estados sucesionales más avanzados.	Finalización del proyecto.	Para el 2018 se implementarán 167 núcleos en 25,9 hectáreas para aumentar la diversidad florística.
		Corto plazo (2 años).	Para 2020, en la unidad de manejo de rastrojos bajos cerrados representados por 25,9 hectáreas, se habrán establecido de manera exitosa el 90% de los individuos plantados y el 40% dentro de los núcleos alcanzará el estrato arbustivo.
		Mediano plazo (10 años).	Para el 2028, en la unidad de manejo de rastrojos bajos cerrados representados por 25,9 hectáreas, el 40% de los individuos plantados alcanzará el estrato subarbóreo y el 20% alcanzará el estrato arbóreo inferior.
		Largo plazo (20 años).	Para el 2038 habrá un estrato subarbóreo y arbóreo consolidado en las 25,9 hectáreas de rastrojos bajos cerrados.

Unidad de Manejo	Objetivo	Metas	
Rastrojos bajos y altos de helechos arborescentes	Aumentar la diversidad florística y estructural en 96,3 hectáreas de la unidad de manejo de rastrojos bajos y altos con helechos arborescentes a través de la incorporación de especies arbóreas representativas de bosques subandinos y andinos de estados sucesionales más avanzados.	Finalización del proyecto.	Para el 2018 se implementarán 111 núcleos en 96,3 hectáreas para aumentar la diversidad florística de la unidad de manejo.
		Corto plazo (2 años).	Para 2020, en la unidad de manejo de rastrojos altos y bajos de helechos arborescentes, el 80% del número inicial de individuos plantados se establecerán exitosamente y el 30% de los individuos plantados alcanzará el estrato arbustivo.
		Mediano plazo (10 años).	Para el 2028, en la unidad de manejo de rastrojos altos y bajos de helechos arborescentes, el 90% de los individuos que sobrevivieron dentro de los núcleos de enriquecimiento alcanzarán el estrato arbustivo y el 10% el estrato subarbóreo.
		Largo plazo (20 años).	Para el 2038, en la unidad de manejo de rastrojos altos y bajos de helechos arborescentes, el 90% de los individuos que sobrevivieron alcanzarán un estrato subarbóreo y el 10% un estrato arbóreo inferior.
Rastrojos altos	Aumentar la diversidad florística a través de la incorporación de especies arbóreas representativas de bosques subandinos y andinos diezmados por la tala selectiva.	Finalización del proyecto.	Para el 2018 se enriquecerán 174,5 hectáreas de rastrojos altos con la siembra de plántulas.
		Corto plazo (2 años).	Para 2020, en la unidad de manejo de rastrojos altos, se habrá establecido el 70% de los individuos plantados.
		Mediano plazo (10 años).	Para el 2028, en la unidad de manejo de rastrojos altos, habrán sobrevivido el 50% de los individuos plantados y habrán alcanzado el estrato subarbóreo.
		Largo plazo (20 años).	Para el 2038 habrán sobrevivido el 30% de los individuos plantados y habrán alcanzado un estrato arbóreo inferior.
Bosques intervenidos	Aumentar la diversidad florística a través de la incorporación de especies arbóreas representativas de bosques subandinos y andinos diezmados por la tala selectiva.	Finalización del proyecto.	Para el 2018 se enriquecerán 92 hectáreas de bosques intervenidos con la siembra de plántulas.
		Corto plazo (2 años).	Para 2020, en la unidad de manejo bosques intervenidos, se habrán establecido el 70% de los individuos plantados.
		Mediano plazo (10 años).	Para el 2028, en la unidad de manejo de bosques intervenidos, habrán sobrevivido el 50% de los individuos plantados y habrán alcanzado el estrato subarbóreo.
		Largo plazo (20 años).	Para el 2038 habrán sobrevivido el 30% de los individuos plantados y habrán alcanzado un estrato arbóreo inferior.

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



5.2. ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN PARA LA ZONA NORTE DEL PNN YARIGÜES

De acuerdo con la necesidad de restauración anteriormente descrita para cada uno de los sectores que componían el área de intervención, se plantea a continuación una serie de tratamientos implementados

en torno a las estrategias de manipulación del ambiente biótico, físico y químico por cada unidad de manejo (Tabla 11).

Tabla 11. Estrategias y tratamientos de restauración de la zona norte del PNN Yarigües.

Escenarios	Estrategias		Tratamientos	Barreras que intenta superar
Unidades de manejo	Adición de especies vegetales	Plantaciones	Núcleos de vegetación.	Poca presencia de plantas niñeras, nodrizas o plantas facilitadoras en pastizales y helechales. Matriz continua de pastos que impide la regeneración. Ausencia de materia orgánica.
			Enriquecimiento.	Ausencia de propágulos de especies nativas que han sido diezmadas por la tala.
		Remoción y control de tensionantes	Remoción manual de las plantas invasoras.	Presencia de plantas invasoras, etapas sucesionales detenidas.
		Manejo Silvicultural	Poda de rebrotes de individuos para incrementar porte y altura de los árboles.	Competencia intraespecífica e interespecífica, etapas sucesionales detenidas.
			Aclareo (frondas secas, ramas secas).	
		Dispersión de semillas	Perchas para avifauna.	Matriz de pastizales y helechales.
		Adecuación de suelo	Levantamiento y perturbación del suelo.	Banco de semillas de especies nativas reprimido por las especies invasoras.
			Aplicación de enmiendas (cal agrícola, roca fosfórica, cal dolomita).	Acidificación del suelo.

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Estas estrategias fueron desarrolladas teniendo en cuenta las particularidades de cada unidad de manejo, como se presentará más adelante. Sin embargo, es importante resaltar que, dados los resultados obtenidos a partir del diagnóstico en cuanto a las condiciones de acceso y potencialidad de intervención de cada zona, se aplicaron estrategias diferenciadas, principalmente en los bosques intervenidos, así:

De las 641,7 hectáreas que correspondió al área total restaurada de forma activa, 375,3 hectáreas se manejaron mediante la estrategia de nucleación basados en el establecimiento de arreglos florísticos que estén en función de los estados sucesionales de las unidades de vegetación determinadas en la caracte-

rización, y 266,5 hectáreas se abordaron mediante acciones de enriquecimiento con la adición de especies de poblaciones diezmadas. La primera estrategia se manejó a partir de densidades de siembra diferenciadas entre las unidades de manejo, de acuerdo a su necesidad de restauración. La segunda estuvo enfocada únicamente a zonas de bosques y rastrojos altos que por condiciones de acceso y topografía fueron descartadas en el proceso de priorización de áreas, pero que, dada su historia de uso a través de la tala selectiva, ameritaban una intervención a partir de estrategias alternativas. De ahí que a continuación se presentan en detalle las acciones de restauración por cada unidad de manejo enmarcadas en estas dos grandes estrategias (Figura 42).

Figura 42. Estrategias diferenciadas para las 641,7 hectáreas de intervención. |



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



5.3. DISEÑOS Y TRATAMIENTOS POR UNIDAD DE MANEJO

5.3.1. TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN PARA LA UNIDAD DE MANEJO DE PASTOS LIMPIOS Y ENMALEZADOS HELECHALES DOMINADOS POR *Pteridium caudatum*, *Lophosoria quadripinnata* Y/O *Sticherus bifidus* (H).

Antes de dar inicio a cualquier acción que implicara la adición de especies vegetales nativas, fue preciso

implementar algún tipo de tratamiento enfocado en la erradicación previa de las especies invasoras que tensionan el proceso de sucesión natural y la posterior recuperación de las condiciones fisicoquímicas del suelo, que fueron alteradas por las actividades antrópicas desarrolladas en esta unidad de manejo (Figura 43).

Figura 43. Tratamientos de restauración para la unidad de manejo Pastos limpios y enmalezados.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Como tratamiento de restauración para esta unidad de vegetación se diseñó la plantación de especies nativas a través de núcleos de alta densidad, intentando replicar los procesos de sucesión natural. Por otra parte, basados en las diferentes características y las variaciones de proporción de las áreas y las necesidades de adición de especies vegetales como estrategia para estas unidades de manejo, se establecieron dos tipos de diseño teniendo en cuenta una densidad de siembra de 900 plantas por hectárea, los cuales se describen a continuación.

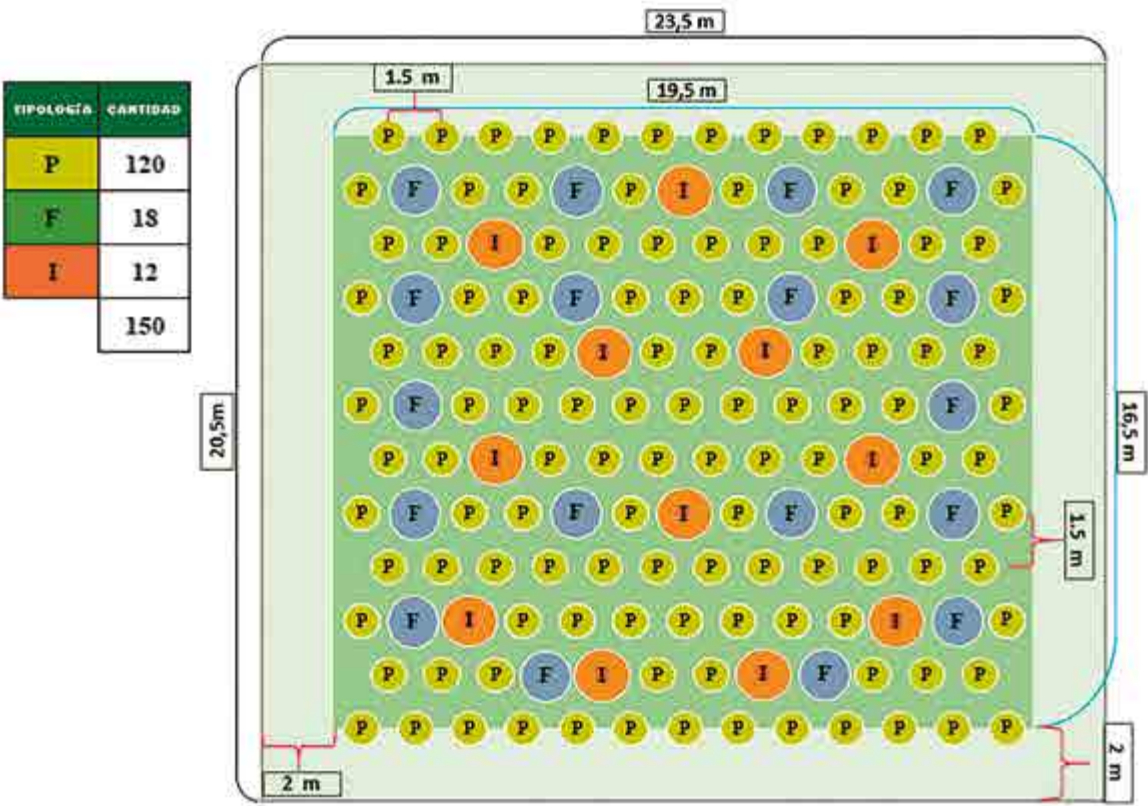
5.3.1.1. Diseño de pastizal (P) tipo 1 y Helechal (H) Tipo 1

Estos núcleos se diseñaron con dimensiones de 20,5m x 23,5m, que correspondían a un área aproximada de 481 m², sobre la cual se implementaron acciones para el control y erradicación de especies invasoras, así como la recuperación del suelo y la siembra en sitio definitivo.

Las especies sembradas en estos núcleos fueron distribuidas en arreglos florísticos conformados exclusivamente por especies nativas distribuidas espacialmente usando el sistema de siembra tresbolillos para disminuir el proceso de erosión causado por la escorrentía superficial, y establecidas con una distancia de 1,5 m entre individuos y 1,5 m entre líneas de

siembra. Cada uno de estos núcleos estuvo compuesto por 150 individuos distribuidos en tres tipologías de especies que respondieron a funciones ecológicas y posiciones sucesionales diferentes: 120 individuos correspondieron a especies pioneras (P), 18 a especies atractivas para la fauna (F) y 12 individuos fueron de tipología intermedia (I) (Figura 44).

Figura 44. Núcleo de baja densidad, diseño tipo 1 para la implementación en (P) y (H).



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

5.3.1.2. Diseño Pastizal (P) Tipo 2 y Helechal (H) Tipo 2

Con el fin de contrarrestar el efecto negativo del borde al interior de los núcleos, estos se diseñaron con dimensiones de 28m x 30m, que correspondió a un área aproximada de 840 m², sobre la cual se implementaron acciones para el control y erradicación de especies invasoras, así como la recuperación del suelo y la siembra en sitio definitivo.

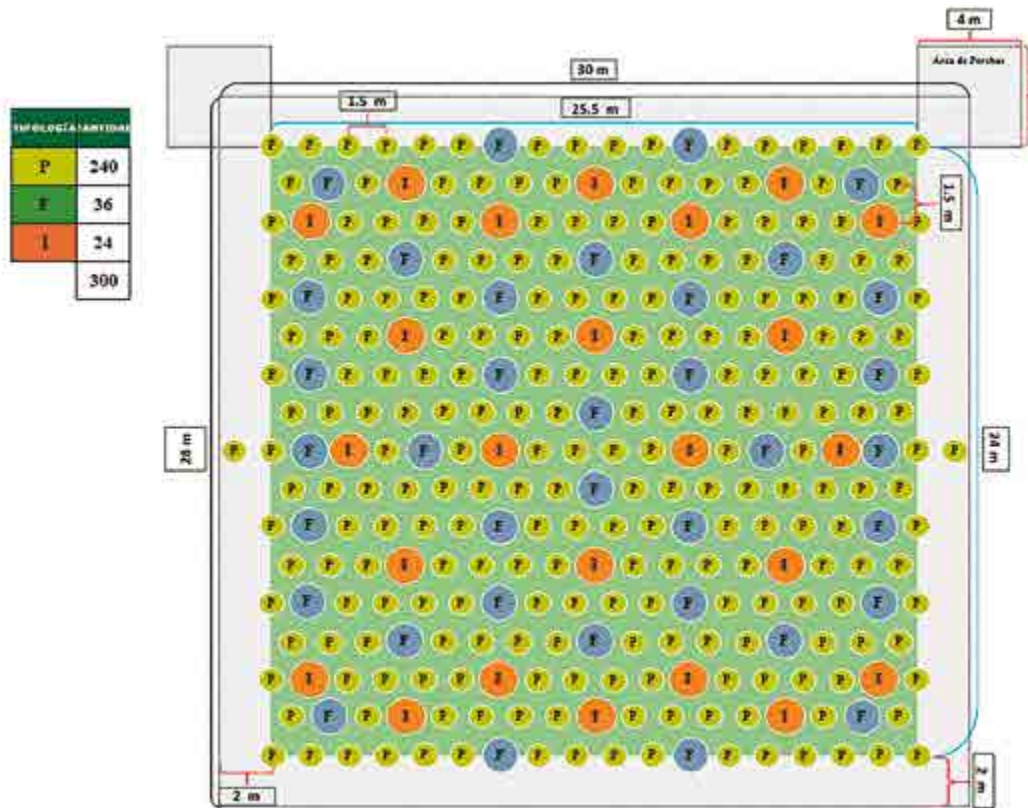
Las especies sembradas en estos núcleos fueron distribuidas en arreglos florísticos conformados exclusivamente por especies nativas distribuidas espacialmente usando el sistema de siembra tresbolillos para disminuir el proceso de erosión causado por la escorrentía superficial, y establecidas con una distancia de 1,5 m entre individuos y 1,5 m entre líneas de siembra. Cada uno de estos núcleos estuvo compuesto por 300 individuos distribuidos en tres tipologías



de especies que respondieron a funciones ecológicas y posiciones sucesionales diferentes: 240 individuos correspondieron a especies pioneras (P), 36 a espe-

cies atractivas para la fauna (F) y 24 individuos fueron de tipología intermedia (I) (Figura 45).

Figura 45. Núcleo de alta densidad, diseño tipo 2 para la implementación en (P) y (H).



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

5.3.1.3. Perchas artificiales para potencializar las funciones de la fauna silvestre en procesos de restauración de pastizales y helechal

Las estrategias por implementar para el componente de fauna están agrupadas con las técnicas de nucleación, las cuales pretenden generar un mecanismo de retroalimentación positiva, promover *gatillos ecológicos* y promover microhábitats que consigan dinamizar los procesos ecológicos al interior de las áreas degradadas (*Sensu* Bechara, 2006), generando un sistema menos determinístico que permita aumentar la resiliencia y mantener el equilibrio del ecosistema en el tiempo (Ceccon, 2013). Lo anterior conlleva que se pueda atraer especies de fauna que apoyen procesos

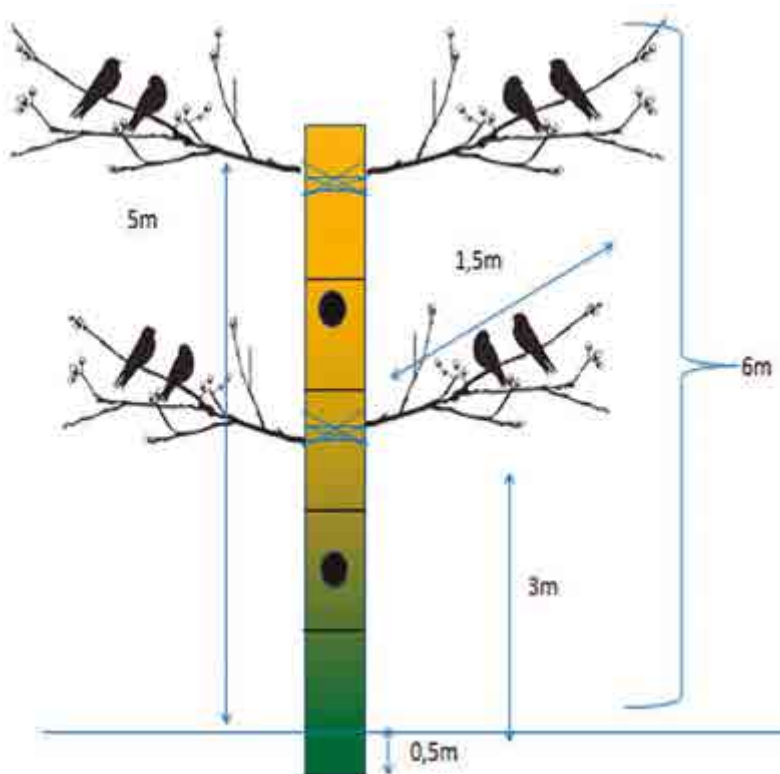
ecosistémicos importantes para acelerar la sucesión natural con la polinización y dispersión de semillas (Sekercioglu, 2006; Luck *et al.*, 2012, 2014).

Es así que se propuso usar perchas artificiales como único tipo de artilugio, ya que es la estrategia más efectiva para potencializar los procesos ecológicos de la fauna silvestre en función de la aceleración de la sucesión vegetal. Las perchas incrementan la lluvia de semillas (Guidetti *et al.*, 2016), pero frecuentemente no hay correlación con la tasa de reclutamiento (Reid & Holl, 2012; Vogel *et al.*, 2016) debido a que esta última es una función de la probabilidad de supervivencia de la semilla (Schupp *et al.*, 1989), la cual está influenciada por factores como la desecación, depredación y pudrición (Cole, 2009).

El diseño propuesto para las perchas consistió en una vara de guadua seca de 6,5 m, esta fue inmunizada y cortada adecuadamente con el fin de que su duración fuera superior a tres años. Se utilizó breá en la parte donde se enterró al suelo (profundidad 0,5 m) con el fin de incrementar su estabilidad y aumentar la durabilidad. Se ubicaron dos pares de ramas de bam-

bú de 1,5 m sujetadas con alambre, formando dos estratos verticales a 3 y 6 m. La estratificación en dos niveles permitiría una mayor oferta de hábitat (Mc Arthur, 1958), además que en los bosques montanos hay ensamblajes especializados para cada estrato vertical, dentro de los cuales hay potenciales dispersores (Letijo & Kattan, 2005) (Figura 46).

Figura 46. Diseño de perchas artificiales para incrementar la lluvia de semillas.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

La eficiencia de las perchas para incrementar la lluvia de semillas aumenta con su grado de agrupación (Guidetti *et al.*, 2016), por este motivo las perchas aisladas no son efectivas para tal fin, y en el presente

modelo se implementaron cuatro perchas separadas por poca distancia (28 m) bordeando todo el núcleo de intervención.



5.3.2. TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN PARA LA UNIDAD DE MANEJO RASTROJOS BAJOS ABIERTOS

De manera general, para esta unidad de manejo los tratamientos planteados estuvieron enfocados en impulsar los procesos de regeneración natural que

se estaban presentando, y en aumentar la diversidad florística con respecto al ecosistema de referencia.

Según la Figura 47, al igual que en las dos unidades de manejo anteriores, se propusieron acciones de adecuación del suelo, así como aplicación de enmiendas que pudieran contribuir al establecimiento y desarrollo de las plántulas de las especies de interés.

Figura 47. Tratamientos de restauración para la unidad rastrojos bajos abiertos

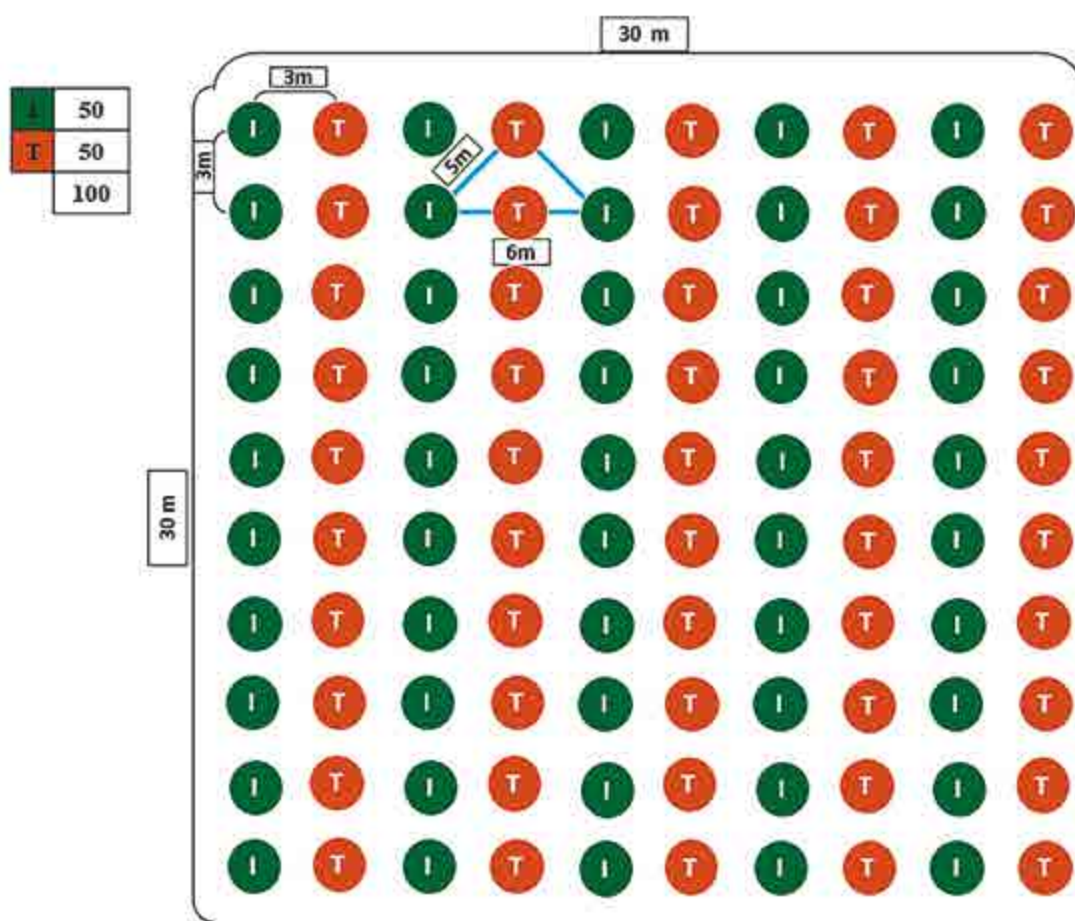


Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Como tratamiento de restauración para esta unidad de vegetación se realizó la implantación de especies nativas a través del enriquecimiento focalizado con núcleos de 30 x 30 m con una densidad de 100 individuos por núcleo (50 I y 50 T); la ubicación puntual del enriquecimiento se dio en función de las condiciones

que presentó el terreno durante el replanteo, para lo cual se ubicaron los parches que presentaron una mayor necesidad de adición de especies. Este modelo de intervención se desarrolló con una densidad de siembra de 300 individuos por hectárea distribuidos en 3 núcleos (Figura 48).

Figura 48. Núcleos de enriquecimiento en rastrojos bajos abiertos (RBA).



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

5.3.3. TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN PARA LA UNIDAD DE MANEJO RASTROJOS BAJOS CERRADOS

Como tratamiento de restauración para esta unidad de vegetación se realizó la plantación de especies nativas a través de núcleos de baja densidad, para lo cual se implementaron 8 núcleos de vegetación por

hectárea con 50 especímenes vegetales cada uno (36P, 6F, 4I y 4T), con el ánimo de permear la matriz dominante monoespecífica, en algunos casos de *Piper eriopodon* y en otros de *Miconia* sp., enfocados en reducir la influencia de las especies dominantes para generar un cambio en el patrón sucesional y con esto disminuir la competencia por el recurso (Figura 49).



Figura 49. Tratamientos para los rastrojos bajos cerrados.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

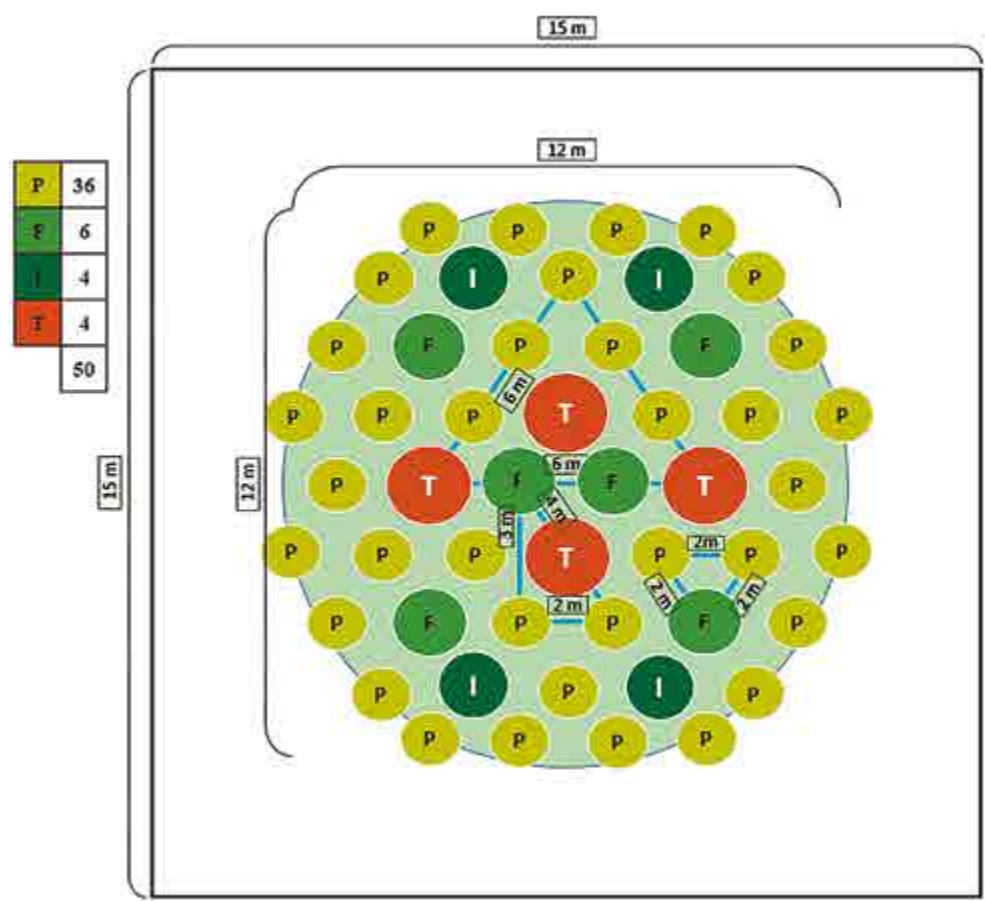
5.3.3.1. Diseño Rastrojo Bajo Cerrado (RBC)

Este núcleo se diseñó de manera circular con un diámetro de 12 m y 113 m² de área, sobre un cuadrante de 15 x 15 m que corresponde a un área total aproximada de 225 m², sobre la cual se implementaron acciones para el control y aclareo de especies dominantes, así como la recuperación del suelo y la siembra en sitio definitivo. Debido a que las especies dominantes eran nativas que venían imperando en

la cobertura por muchos años, se implementó una densidad de 50 individuos por núcleo, estableciendo 8 núcleos por hectárea.

En los arreglos florísticos conformados se sembraron especies nativas distribuidas espacialmente usando el sistema de siembra tresbolillos y con una distancia de 2 m entre individuos y 1,5 m entre líneas de siembra (Figura 50).

Figura 50. Núcleo de baja densidad para la implementación en (RBC). |



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

5.3.4. TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN PARA LA UNIDAD DE MANEJO RASTROJOS BAJOS Y ALTOS DE HELECHOS ARBORESCENTES

Como tratamiento de restauración para esta unidad de vegetación se diseñó la plantación de especies nativas a través de franjas de enriquecimiento, intentando replicar los procesos de sucesión natural interrumpidos por el desmonte de la vegetación. Por

otra parte, basados en las diferentes características y las variaciones de proporción de las áreas y necesidades de adición de especies vegetales con rasgos funcionales que benefician la oferta de recursos para la fauna silvestre como estrategia para estas unidades de manejo, se establecieron dos tipos de diseño teniendo en cuenta una densidad de siembra de 75 plantas por hectárea, los cuales se describen a continuación (Figura 51).



Figura 51. Tratamientos de restauración para los rastrojos bajos y altos de helechos arborescentes



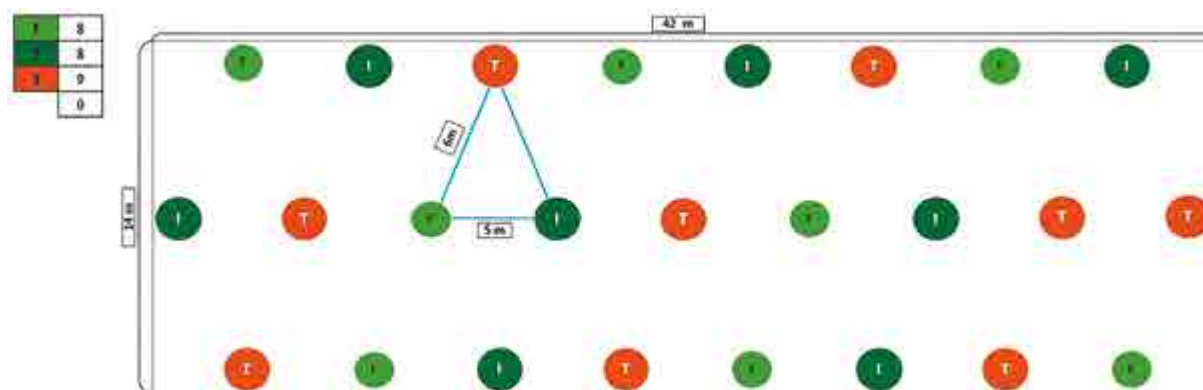
Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

5.3.4.1. Diseño Rastrojos bajos y altos dominados por helechos arborescentes (RBAHA) Tipo 1

Para este diseño se propuso la siembra de especies nativas con la implementación de líneas de enriquecimiento localizadas en un área de 14 x 42 m con una densidad de 25 individuos por núcleo, y distribuidas espacialmente usando el sistema de siembra tresbo-

lillos y con distancias de 5 m entre individuos y 6 m entre líneas de siembra. Cada uno de estos núcleos estuvo compuesto por 25 individuos distribuidos en tres tipologías de especies que respondieron a funciones ecológicas y estados sucesionales más avanzados: 8 individuos correspondieron a especies alimento para fauna (F), 8 intermedias (I) y 6 individuos de tipología tardía (T) (Figura 52). Dentro del modelo de intervención se establecieron 3 núcleos por hectárea.

Figura 52. Núcleos de enriquecimientos, diseño tipo 1. Rastrojos bajos y altos dominados por especies de helechos arborescentes RBAHA.



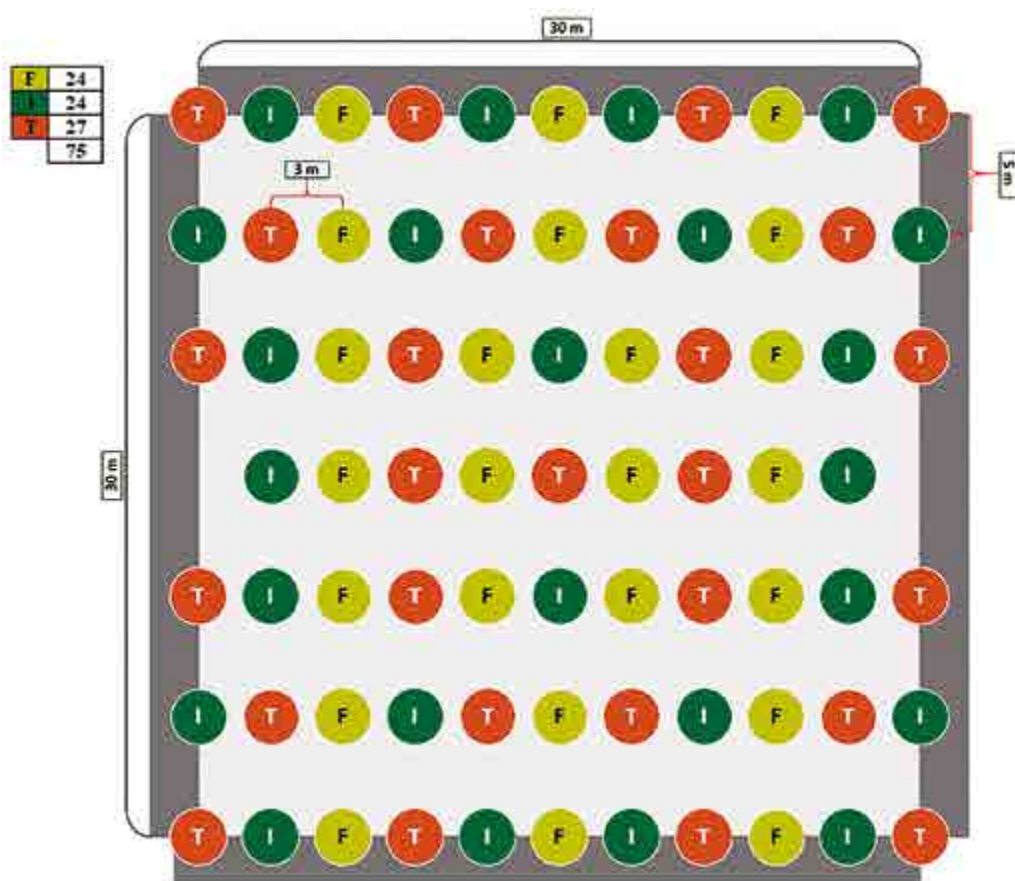
Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

5.3.4.2. Diseño Rastrojos bajos y altos dominados por helechos arborescentes (RBAHA) Tipo 2

En este diseño cada núcleo ocupó un área de 30m x 30m, con 75 individuos usando el sistema de siembra tresbolillos, con distancias de 3m entre individuos y

5m entre líneas de siembra, distribuidos en tres tipologías de especies que respondieron a funciones ecológicas y estados sucesionales más avanzados: 24 individuos correspondieron a especies alimento para fauna (F), 24 intermedias (I) y 18 individuos de tipología tardía (T) (Figura 53). Dentro del modelo de intervención se estableció 1 núcleo por hectárea.

Figura 53. Núcleos de enriquecimientos, diseño tipo 2. Rastrojos bajos y altos dominados por especies de helechos arborescentes RBAHA



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

5.3.5. TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN PARA LA UNIDAD DE MANEJO RASTROJOS ALTOS Y BOSQUES INTERVENIDOS.

De acuerdo con las necesidades de restauración presentadas por los rastrojos altos y bosques inter-

venidos, entre las cuales se encontraron la carencia de especies intermedias y tardías típicas de bosques andinos y subandinos resultado de la tala selectiva, se hizo necesario implementar una estrategia para facilitar el establecimiento de este tipo de especies (Figura 54).



Figura 54. Tratamientos de restauración para los rastrojos altos y bosques intervenidos.

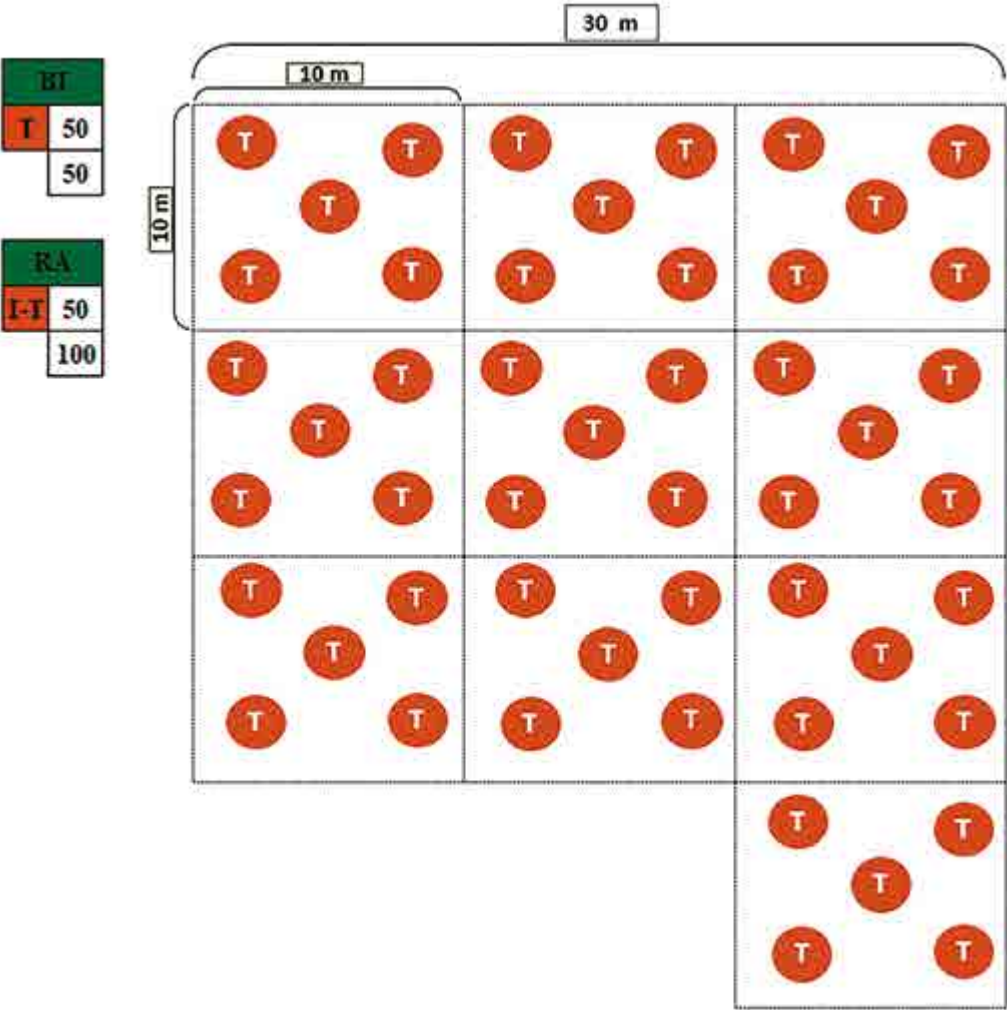


Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Como tratamiento de restauración para esta unidad de vegetación se propuso la implementación de módulos de enriquecimiento conformados en agregados por cuadrantes de 10 x 10 m, la densidad de siembra fue de 50 individuos por hectárea, aunque en algunos casos el tamaño del módulo varió en proporción al tamaño de la unidad de vegetación; por cuadrante se distribuyeron de 3 a 7 individuos, conformando en promedio módulos con 10 cuadrantes.

La distribución de las especies respondió a funciones ecológicas y estados sucesionales avanzados que incluyeron en promedio 50 individuos vegetales que compartían rasgos funcionales de intermedias (I) y tardías (T), y que se representaron con la tipología del estado más avanzado, es decir tardías (Figura 55).

Figura 55. Módulos de enriquecimiento en rastrojos altos y bosques intervenidos.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



Microcuenca Chucurí (Armando Santamaría)

6. IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES DE RESTAURACIÓN

6.1. ADECUACIÓN DE CAMINOS PARA LLEVAR A CABO LAS ACCIONES DE RESTAURACIÓN

Con el propósito de facilitar el acceso de personal y movimiento requerido para la intervención propuesta en las áreas de restauración ecológica, se mejoró y realizó la apertura de 74.083,86 m de caminos. Las actividades realizadas consistieron en apertura, rocería y limpieza general de caminos, construcción

y ampliación de la banca en los sitios requeridos, construcción de trinchos para estabilización de superficies y taludes, pontones de paso sobre drenajes naturales y empedrado para estabilización del suelo (Tabla 12.) (Figura 56).

Tabla 12. Relación de longitud lineal total para cada actividad de bioingeniería ejecutada en el sector norte del PNN Yariguíes.

Total metros realizados por actividad durante el proyecto			
Apertura, rocería y limpieza.	Construcción y ampliación de la banca.	Construcción de trinchos para estabilización de superficies y taludes.	Empedrado para estabilización del suelo.
74.083,86	25.352,74	1.649,68	7.700,662

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Figura 56. Actividades relacionadas con la construcción de trinchos, ampliación y estabilización de bancas y taludes.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



Las actividades realizadas fueron organizadas de acuerdo con las cantidades que se ejecutaron para cada sector que demandaron obras de bioingeniería.

6.2. AISLAMIENTO DE LAS ÁREAS DE INTERÉS PARA LA RESTAURACIÓN

Teniendo en cuenta que para el proyecto de restauración ecológica del sector norte del PNN Yarigües era necesario realizar el aislamiento de las áreas de interés para la restauración como estrategia de control de factores tensionantes (ganadería y tránsito de animales), se planteó realizar la instalación de 3968,9 m de cercas perimetrales para el aislamiento

de los diferentes factores tensionantes identificados y distribuidos en los distintos sectores del área de intervención. La relación de metros lineales realizados para los aislamientos se presenta en la Tabla 13, complementado con la distribución espacial de cada aislamiento.

Tabla 13. Metros de cerca establecidos por cada sector y predio objeto de restauración ecológica.

Sector/ Predio	Longitud en metros
Cantagallo Alto	
El Cairo	48,89
La Aurora	201,58
Porvenir	264,08
Porvenir- Miramar	63,19
Santo Domingo	394,58
Talismán	269,86
Cantagallo Bajo	
Bolivia	1055,57
Cantagallo Bajo	
La Isla	72,53
La Reforma	283,83
Las Delicias	100,17
Chanchón Alto	
El Placer	817,48
Chanchón Bajo	
Miramar- La Fortuna	252,80
Los Medios	
La Meseta	144,41
Total	3968,96

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Los aislamientos se instalaron de manera general sobre los linderos definidos, de esta manera se establecieron distancias de 3 m entre postes y se fijaron 4 líneas de alambre equidistantes a 40 cm entre ellas; los postes base se anclaron con pines de varilla y se

apoyaron con “pie de amigo” ubicados a 45 grados de inclinación; la línea de alambreado fue fijada al poste con alambre dulce y ajustada mediante tensores para mayor eficiencia (Figura 57).

Figura 57. Establecimiento del cercado perimetral para el control de factores tensionantes.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Dentro del plan de mantenimiento a los aislamientos, se inspeccionó cada sitio y se encontraron daños y deterioros en los cercados; por ello para recupe-

rarlos se retiró vegetación mediante la actividad de limpieza y rocería, se tensionaron algunas líneas de alambre y se repisaron los postes (Figura 58).

Figura 58. Realización de actividades de mantenimiento de los cercados perimetrales.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



6.3. IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LAS DIFERENTES UNIDADES DE MANEJO

En consideración a que los ecosistemas presentes exhibían características de temperatura, precipitación y edáficas, que determinan diferencias en la estructura y composición de sus especies, productividad y adaptaciones morfológicas y fisiológicas, en cada sector se realizaron ajustes en cuanto a la organización y distribución de las especies dentro de los arreglos florísticos con el fin de optimizar los procesos de restauración, basados también en el análisis de sus rasgos funcionales y dependiendo principalmente de las necesidades expuestas en campo durante el establecimiento y de la disposición de material vegetal propagado.

En el proceso de establecimiento de las plantaciones se plantaron 165.000 árboles en 641,7 hectáreas

de acuerdo con el diagnóstico para la restauración realizado (Tabla 14). Con base en lo anterior se establecieron plantaciones para pastos limpios y enmalezados (P) y helechos dominados por *Pteridium caudatum*, *Sticherus bifidus* y *Lophosoria quadripinnata* (H) con 900 individuos por hectárea; para rastrojos bajos abiertos (RBA) se establecieron 300 individuos por hectárea; en rastrojos bajos cerrados (RBC) 400 individuos por hectárea; para rastrojos bajos y altos dominados por especies de helechos arborescentes (RBAHA) se establecieron 75 individuos por hectárea y, por último, en los rastrojos altos (RA) y bosques intervenidos (BI) se establecieron 50 individuos por hectárea (Figura 59).

Tabla 14. Consolidado general del establecimiento de las plantaciones en el sector norte del PNN Yariquíes.

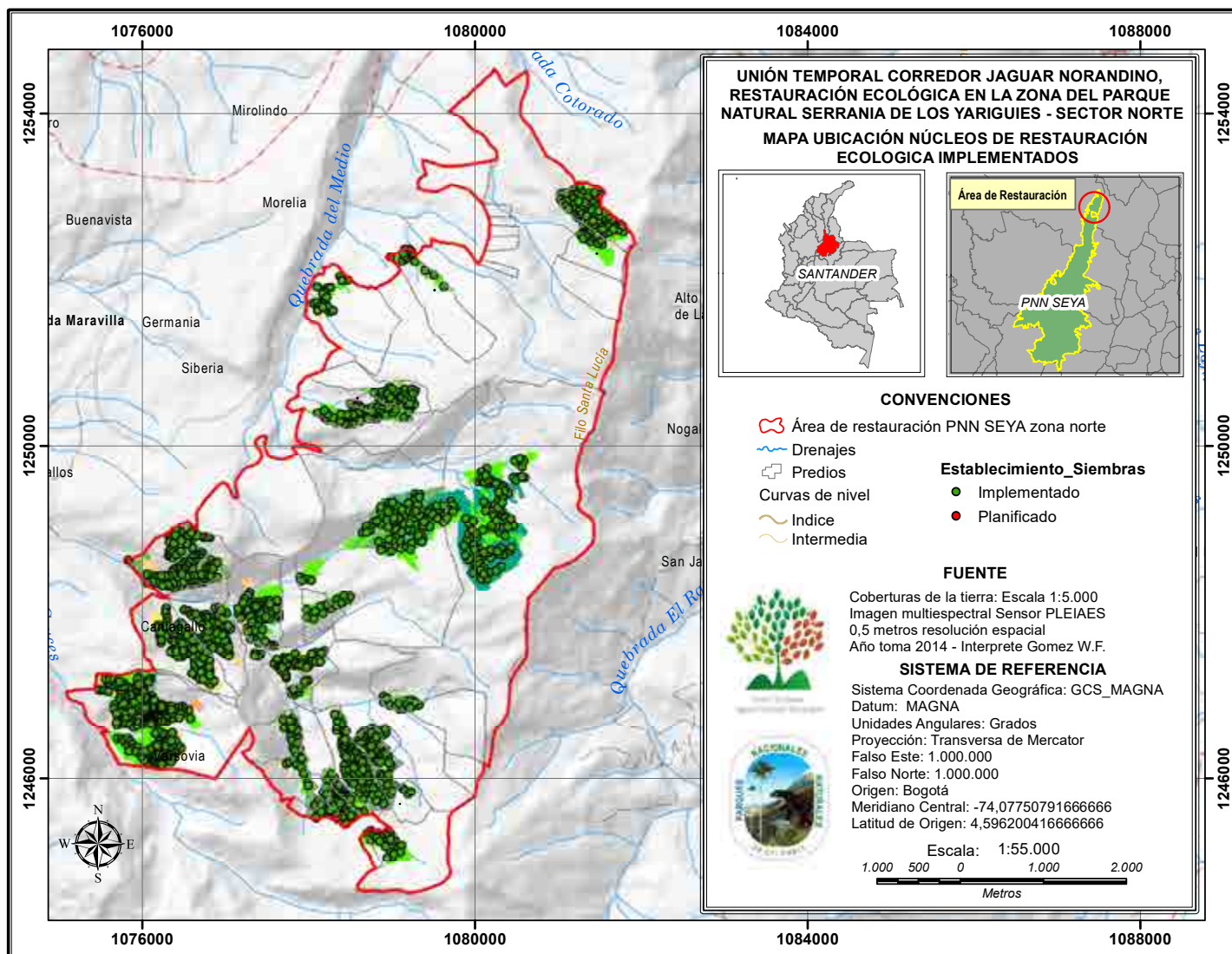
Sector	Unidad de Vegetación	Individuos sembrados	Hectáreas intervenidas
Sector Cantagallo Alto	Bosques intervenidos	972	19,42
	Helechal dominado por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i>	2264	2,17
	Pastos limpios y pastos enmalezados	17577	16,32
	Rastrojo alto	1104	22,03
	Rastrojo bajo abierto	11810	40,9
	Rastrojo bajo cerrado	2404	6,09
	Sub Total	36131	106,93
Sector Cantagallo Bajo - Bolivia	Bosques intervenidos	1337	26,35
	Helechal dominado por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i>	750	0,98
	Pastos limpios y pastos enmalezados	10794	12,04
	Rastrojo bajo abierto	2700	8,91
	Rastrojos bajos y altos dominados por especies de helechos arborescentes	175	2,48
	Sub Total	15756	50,77

Sector	Unidad de Vegetación	Individuos sembrados	Hectáreas intervenidas
Sector Cantagallo Bajo - La Isla	Bosques intervenidos	498	8,68
	Helechal dominado por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i>	3750	4,15
	Pastos limpios y pastos enmalezados	11242	12,73
	Rastrojo alto	2003	40,92
	Rastrojo bajo abierto	19209	64,04
	Rastrojo bajo cerrado	450	1,09
	Sub Total	37152	131,61
Sector Chanchon Alto	Helechal dominado por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i>	14088	15,39
	Pastos limpios y pastos enmalezados	6897	7,41
	Rastrojo alto	754	15,09
	Rastrojo bajo abierto	700	2,05
	Sub Total	22439	39,94
Sector Chanchon Bajo	Helechal dominado por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i>	907	0,98
	Rastrojo alto	515	10,01
	Rastrojo bajo abierto	2199	7,23
	Sub Total	3621	18,22
Sector Lengerke	Bosques intervenidos	951	18,99
	Helechal dominado por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i>	1343	1,43
	Pastos limpios y pastos enmalezados	4499	5,11
	Rastrojo alto	2464	49,34
	Rastrojos bajos y altos dominados por especies de helechos arborescentes	6750	90,56
	Sub Total	16007	165,44
Sector Los Medios	Bosques intervenidos	155	3,08
	Helechal dominado por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i>	8385	9,91
	Pastos limpios y pastos enmalezados	598	0,74
	Rastrojo alto	637	12,83
	Rastrojo bajo abierto	2785	9,33
	Rastrojos bajos y altos dominados por especies de helechos arborescentes	150	1,99
	Sub Total	12710	37,89
Sector Varsovia	Bosques intervenidos	83	1,76
	Pastos limpios y pastos enmalezados	3300	4,84
	Rastrojo alto	1708	33,77
	Rastrojo bajo abierto	10400	35,1
	Rastrojo bajo cerrado	5500	13,7
	Rastrojos bajos y altos dominados por especies de helechos arborescentes	200	2,84
	Sub Total	21191	92,02
TOTAL		165.007	641,7

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



Figura 59. Mapa de ubicación general de los núcleos de restauración establecidos en las diferentes unidades de vegetación.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Los métodos de siembra utilizados se dividieron en dos etapas: etapa 1 de adecuación, en la que se contempló actividades de marcado, trazado, adecuación y estaquillado del sitio; y etapa 2 de establecimiento,

en la que se contempló el ahoyado, abonado y siembra en sitio definitivo del material. Simultáneamente se realizaron las labores de traslado y distribución de material vegetal.

6.4. MANTENIMIENTO DE LAS PLANTACIONES

En relación al resultado del establecimiento y bajos índices de mortalidad evidenciados en las plantaciones realizadas en los primeros sectores intervenidos, así como el buen establecimiento de especies vege-

tales con hábitos arbóreos y subarbóreos implantadas en las unidades de vegetación con dominancia de elementos leñosos de rastrojos bajos cerrados (RBC), rastrojos bajos abiertos (BRA), rastrojos bajos y altos

dominados por especies de helechos arborescentes (RBAHA), rastrojos altos (RA) y bosques intervenidos (BI), se determinó no realizar mantenimientos con el fin de no interrumpir la regeneración natural que se presenta por sucesión natural.

Por otra parte, las unidades de vegetación pastos limpios y enmalezados (P), helechos dominados por *Pteridium caudatum*, *Sticherus bifidus* y *Lophosoria quadripinnata* (H), por presentar una etapa inicial de la sucesión con dominancia marcada de especies de carácter invasor que impiden el avance de la sucesión, se priorizaron para realizar mantenimientos en las zonas que exhibieron la presencia de *Pennisetum purpureum* (pasto elefante), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Bracharia* sp. (brecharia), *Pteridium caudatum* (helecho marranero), *Sticherus bifidus* (helecho alambre) y *Lophosoria quadripinnata* (aguaco).

Los mantenimientos ejecutados estuvieron en función de las fechas de establecimiento del material vegetal en las unidades de pastos y helechales, por consiguiente, se ejecutaron durante el segundo semestre del año 2017 (Tabla 15).

Tabla 15. Cantidad de mantenimientos ejecutados por sector de intervención.

Sector	Total Sector
Cantagallo Bajo- Bolivia	25800
Cantagallo Alto- Prado	9900
Cantagallo Bajo- La Isla	9900
Chanchón Alto- El Placer	9300
Chanchón Bajo	900
Lengerke	2850
Los Medios- La Meseta	9000
Varsovia	5400
Total Semestre	73050

Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Las acciones de mantenimientos consistieron en remover las especies invasoras consideradas como factores tensionantes al establecimiento y crecimiento de especies nativas en la totalidad del área del núcleo, realizando un plateo focalizado de 50 cm de diámetro para cada planta establecida, acompañado de una fertilización foliar para estimular su crecimiento (Figura 60).

Figura 60. Actividades de mantenimiento de los árboles establecidos en las unidades de vegetación de pastos y helechales.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



6.5. RESIEMBRAS

La ejecución de las actividades de resiembras estuvo en función de la mortalidad presentada en las unidades de vegetación de pastos limpios y helechales dominados por *Pteridium caudatum*, *Sticherus bifidus* y *Lophosoria quadripinnata*, donde el equipo técnico supervisor del PNN Yarigües identificó una mortalidad inferior al 3% en las unidades de vegetación

mencionadas y posterior a los tres meses de establecido el material vegetal en campo.

Basados en lo anterior se determinó la necesidad de realizar la resiembra de 1.944 árboles correspondientes a la mortalidad identificada durante la evaluación en campo de las siembras realizadas en las unidades de vegetación de pastos y helechales.

6.6. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

Debido a los exigentes retos técnicos y logísticos del proyecto, fue necesario construir un Sistema de Información Geográfico (SIG) para realizar una correcta planificación de las acciones de restauración ecológica y así mismo construir un sistema de información que garantice a Parques Nacionales e ISAGEN, la validación de las acciones de restauración ante las entidades competentes del estado.

Durante la planificación y la ejecución de las acciones de restauración, la información geográfica tomó una alta relevancia para lograr establecer las densidades de siembra por cada sitio y así mismo lograr realizar un seguimiento a los procesos de implementación y desarrollo de todos los componentes del proyecto.

Dentro de la construcción del SIG se desarrollaron dos bases de datos geográficas, una específica para la generación e información del proyecto y la segunda basada en los estándares de información definidos por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Es necesario mencionar que se generaron dos bases de datos diferentes ya que la planificación del proyecto y el seguimiento al mismo requirió de información cartográfica no solicitada ni estandarizada en las bases de datos solicitadas por las entidades del estado; así mismo, entidades como la ANLA solicita información relacionada con indicadores de área intervenida.



Bosque húmedo altoandino (Irwin Duarte)

Árbol de *Juglans neotropica* (Jorge Zárate)



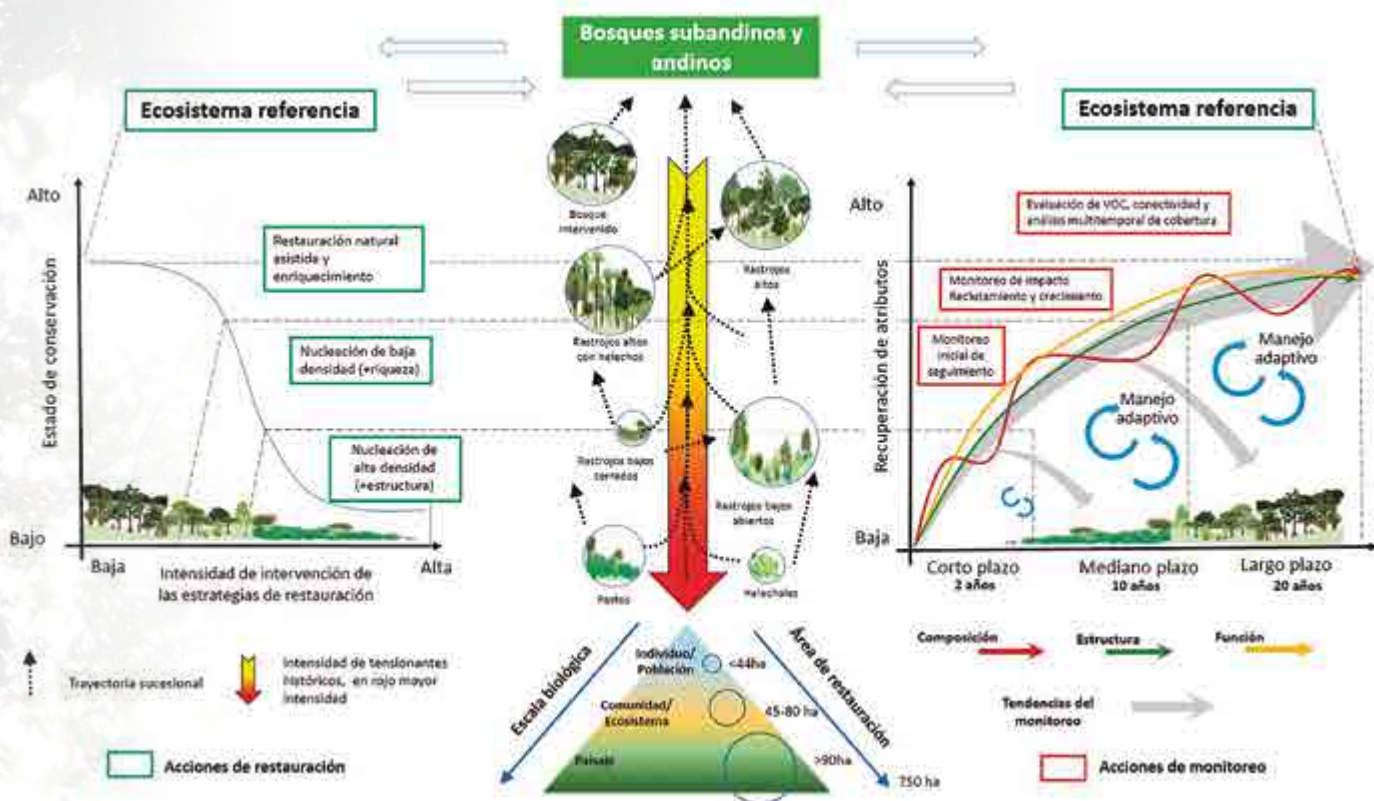
7. | PROGRAMA DE MONITOREO

7.1. DISEÑO DEL PROGRAMA DE MONITOREO Y LÍNEA BASE DEL MONITOREO A LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

El programa de monitoreo se formuló teniendo en cuenta el lineamiento institucional de Parques Nacionales y se articuló con los objetivos y tratamientos de restauración ecológica desarrollados en el proyecto, partiendo de los resultados obtenidos en la fase diagnóstica y midiendo el cambio en una o más variables de interés en el tiempo con respecto al punto

de referencia actual. Teniendo en cuenta las metas de restauración para cada unidad de vegetación se definieron los objetivos específicos para el monitoreo y de igual forma la escala ecológica en que aplicaría el monitoreo y seguimiento a las acciones de restauración (Figura 61).

Figura 61. Modelo conceptual de la restauración ecológica y monitoreo de 641,7 hectáreas ubicadas en el sector norte del PNN Yariguíes.



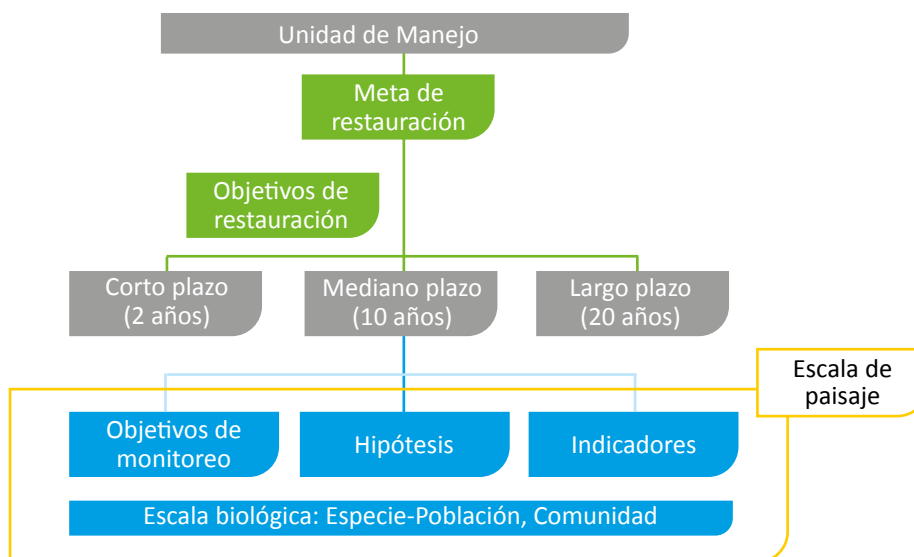
Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



Teniendo en cuenta las metas de restauración para cada unidad de vegetación, se definieron los objetivos específicos para el monitoreo de los procesos de

restauración ecológica y de igual forma en cuál escala ecológica aplicaría el monitoreo y seguimiento a las acciones de restauración (Figura 62).

Figura 62. Esquema de jerarquía de metas, objetivos e indicadores de restauración y monitoreo.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Posterior al diseño del programa de monitoreo se construyó el esquema del muestreo para la toma de los datos y se desarrolló el primer registro de información o línea base, la cual estuvo enfocada a evaluar las acciones de restauración ecológica en función de

las unidades de vegetación intervenidas, por consiguiente, se propuso un monitoreo de efectividad en una muestra representativa y procurando abarcar la mayor heterogeneidad de los sitios y unidades de vegetación (Tabla 16).

Tabla 16. Número de parcelas establecidas para monitoreo por predio y por unidad de manejo.

Predio	Unidad de vegetación	Parámetro de muestreo	No. unidades de muestreo	No. parcelas acumulada / cobertura
Bolivia	Pastos limpios y enmalezados.	Supervivencia y crecimiento.	20	23
		Proporción exóticas.	23	
	Bosques intervenidos.	Supervivencia y crecimiento.	17	17
La Isla	Helechales dominados por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i> .	Supervivencia y crecimiento.	10	13
		Proporción exóticas.	13	
La Verde-La Carolina	Rastrojos bajos abiertos.	Supervivencia y crecimiento.	33	81
	Rastrojos bajos cerrados.	Supervivencia y crecimiento.	32	
	Rastrojos altos.	Supervivencia y crecimiento.	16	
El Talismán	Rastrojos bajos y altos dominados por helechos arborescentes.	Supervivencia y crecimiento.	30	52
	Bosques intervenidos.	Supervivencia y crecimiento.	11	
	Rastrojos altos.	Supervivencia y crecimiento.	11	
El Placer	Pastos limpios y enmalezados.	Supervivencia y crecimiento.	17	20
		Proporción exóticas.	20	
	Helechales dominados por <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Lophosoria quadripinnata</i> y/o <i>Sticherus bifidus</i> .	Supervivencia y crecimiento.	25	28
		Proporción exóticas.	28	
		Total parcelas monitoreadas:		234

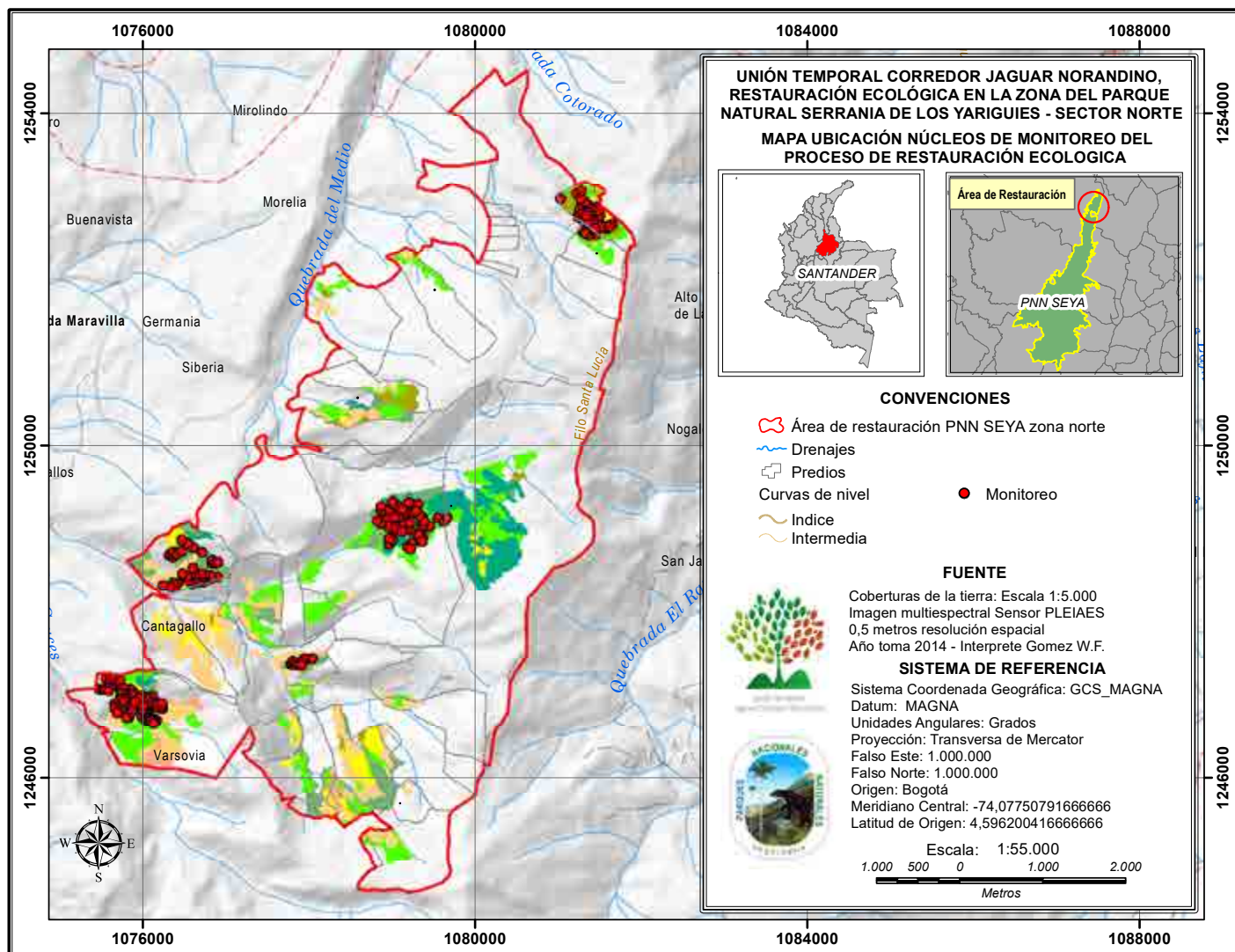
Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Durante el periodo comprendido entre los meses de agosto y diciembre del año 2017 se ubicaron especialmente las unidades de muestreo que consistieron en 234 núcleos y módulos de nucleación y enriquecimiento (222 núcleos plantados y 12 control), los cuales contenían 12.706 plantas sembradas, es decir un 7,7% de todas las plantas sembradas en el proyecto. Los núcleos de monitoreo se distribuyeron tanto en las zonas altas como en las zonas bajas y abarcando las siete unidades de vegetación (Figura 63). Las ac-

tividades de monitoreo para el evento tiempo 1, se llevaron a cabo específicamente en los sectores Cantagallo-Bolivia, Cantagallo-La Isla, Varsovia, Camino de Lenguerke y Chanchon alto, donde se evaluó la supervivencia de las plantas seleccionadas, la altura, el diámetro a la altura de la base (DAB) y estado fitosanitario, y al interior de los núcleos de las unidades de vegetación de pastizales y helechales, la proporción de plantas exóticas.



Figura 63. Mapa de ubicación de los núcleos o módulos objeto de monitoreo y seguimiento de los procesos de restauración ecológica



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.

Después de 6-10 meses de haberse sembrado las plantas, se detectó una supervivencia que oscila entre 74-87%, sólo 6% de los individuos vivos presentaron alta afectación fitosanitaria y se infirió que los

mantenimientos o control a especies exóticas invasoras son una medida eficiente para optimizar la supervivencia de los individuos plantados (Figura 64).

Figura 64. Medición de la altura y el diámetro de las plántulas objeto de restauración ecológica.



Fuente: Unión Temporal Jaguar Corredor Norandino, 2016.



8. | CONCLUSIONES Y APRENDIZAJES

La articulación entre los requerimientos de compensación por parte de la empresa privada y las necesidades de restauración o recuperación de las áreas protegidas, sin duda son un acierto, debido en gran medida a que los procesos tendrán una planificación a largo plazo y se podrá evidenciar la efectividad o falla de los métodos establecidos.

Los diseños para la restauración ecológica deben estar soportados en la información obtenida del diagnóstico, pero procurando desde el inicio de la ejecución del proyecto, la búsqueda de propágulos (semillas, brinzales, esquejes) y sus fuentes, así como su debido almacenamiento. Conocer la fenología de la vegetación es un factor que puede optimizar tiempo y costos financieros, y ser determinante en las decisiones de que elementos propagar, para el caso de las plantaciones nativas. Es importante tener en cuenta los rasgos funcionales que agrupan ensamblajes de especies vegetales a la hora de seleccionar las especies a incluir en los diseños, más allá de la riqueza de especies encontrada en el diagnóstico. Estos rasgos permiten ubicar estratégicamente los elementos y sus densidades en cada unidad de vegetación correspondiente, con la opción de contar con una mayor cantidad de especies a la hora de coleccionar y propagar el material vegetal.

La caracterización de las condiciones físicas y bióticas facilita orientar las acciones de restauración con relación a los escenarios objeto de restauración ecológica, así mismo facilita identificar las trayectorias sucesionales presentes en sitios degradados y determinar los ecosistemas de referencia.

Los viveros deben ser implementados respondiendo a una exploración en campo sobre las condiciones ambientales de los sitios propensos para su construcción con la participación de expertos locales. Allí la utilización de insumos de la zona (madera en descomposición, pasto exótico) para producción de

sustratos, micorriza y bioabono, optimizan tiempo y recursos financieros.

El programa de monitoreo planteado y el establecimiento de las parcelas de seguimiento son la herramienta fundamental para evaluar las acciones de restauración en función de los objetivos y metas planteadas para cada unidad de vegetación intervenida. Aquí se proyecta que el proceso de monitoreo se articule con los procesos misionales del PNN Yariguíes.

Si bien es cierto que la restauración ecológica implica un conjunto de mecanismos aplicables a atender la simplificación de un ecosistema por pérdida o deterioro de algunos de sus componentes, resulta indispensable incluir bajo una conciencia colectiva todo el entorno involucrado, el conocimiento tradicional y los saberes de las personas son una herramienta fundamental para identificar y determinar conceptos reales que integrados a la ciencia permiten construir una ruta de acción asertiva.

Uno de los principales retos para la restauración ecológica del sector norte de PNN Yariguíes, resultó ser las particularidades físicas que presentaron los sitios a intervenir, un complejo conjunto de sectores distribuidos de forma atomizada lo convirtieron en un desafío en términos logísticos y de planificación; sin embargo, parte de los aprendizajes coinciden en la seguridad de contar con un equipo capacitado, comprometido y sobre todo con conocimiento del territorio.

Cabe destacar que esta experiencia de restauración sustenta la necesidad de costos diferenciales y específicos de acuerdo a la diversidad de factores por regiones y de sus dinámicas geográficas, económicas, sociales y culturales.

Consecuentemente, un componente transversal al efectivo desarrollo de un proyecto de restauración



ecológica ejecutado bajo las condiciones ambientales del PNN Yariguíes, es el de bioingeniería o adecuación de accesos. La adecuación de las rutas de acceso tanto a los viveros como a los sitios definitivos de plantación es fundamental para garantizar el desplazamiento del personal y el transporte mular de los materiales, equipos e insumos en los tiempos proyectados. Es importante optimizar rutas preestablecidas por las comunidades locales en el manejo previo de las fincas que son sometidas a los procesos de restauración ecológica, ejecutar las obras con materiales y mano de obra local y de acuerdo a las necesidades y condiciones topográficas de la zona y aprovechando el conocimiento tradicional y experiencia del personal en la construcción de las mismas. Es importante realizar una evaluación general del estado de las rutas de acceso presentes en el área del proyecto y los requerimientos de adecuación, así como detectar puntos neurálgicos sobretudo en épocas de lluvias altas, lo anterior teniendo en cuenta que las obras de bioingeniería o adecuación de caminos pueden ser más costosas de lo que se proyecta.

Con respecto a la gestión y administración del proyecto, la buena interacción en las instancias de planificación y seguimiento, entre la supervisión, los financiadores y los operadores a cargo de las actividades del proyecto genera la pronta toma de decisiones que llevan a la resolución de dificultades con la premura que amerita. La confianza entre las partes es fundamental y la consolidación de equipos de trabajo institucional idóneos, pragmáticos, con capacidad de adaptación y el seguimiento articulado de las actividades, permiten afianzar esta confianza, lo que repercute en el cumplimiento de las metas.

La buena gestión de seguridad y salud en el trabajo y ambiental es muy importante para prevenir accidentes e incidentes, además de evitar la contaminación en sitios tan sensibles a estas presiones, como son las áreas naturales protegidas.

Los procesos previos de saneamiento predial, así como los acuerdos logrados con instituciones jurídicas y sociales, permiten liberar tensionantes asociados al uso del suelo y la disponibilidad de los sitios para llevar a cabo los procesos de restauración. Ade-

más de que aumenta la probabilidad de que las acciones realizadas se mantengan en el tiempo.

Es indispensable contar con un equipo de gestión administrativa desde el inicio del proyecto, ya que transversalmente es responsable de la estructuración de ejes claves como la estimación de costos, del cronograma del proyecto, de la definición de alcances técnicos de acuerdo con los recursos financieros disponibles, la coordinación de aspectos logísticos claves para el cumplimiento de metas y finalmente la gestión de riesgos.

Una estrategia clave en los trabajos de campo es la orientación y clarificación del rol de cada miembro del equipo, sus funciones, responsabilidades y relaciones entre el equipo de trabajo. De esta manera se asegura un cumplimiento técnico y una oportuna toma de decisiones. Se gestiona el autocontrol.

Los resultados alcanzados en la ejecución del presente proyecto, ratifican que sí son posibles los proyectos de compensaciones por programas de desarrollo al interior de las áreas protegidas del país, además de que puede ser una estrategia costo-eficiente para las entidades que requieren compensar y para los operadores de licencias ambientales, sin duda los Parques Nacionales están en las condiciones técnicas y de gestión para llevar a cabo ese tipo de proyectos, y es importante resaltar que los territorios de las áreas protegidas necesitan de mencionados rubros para optimizar su gestión y manejo.

Los procesos de restauración en el país son recientes y se desconoce su éxito en la mayoría de los casos, por consiguiente, el presente proyecto se abordó desde la teoría y experiencias a nivel mundial, derivado de ello se ha registrado a través del monitoreo, el alcance de las metas propuestas en el corto plazo y se espera que el mismo éxito sea alcanzado con las metas proyectadas en el mediano y largo plazo.

Finalmente, se concluye que el desarrollo del Convenio No 46/4209, permitió robustecer las capacidades de todas las instituciones y personas que participaron, cada uno aportando desde sus fortalezas y aprendiendo con la experiencia de las demás personas.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Arias, J. J., & Huertas, B., 2005. Dung Beetles methods. En T. M. Donegan & B. Huertas (Eds.), Threatened species of Serranía de los Yariguíes: Final Report. Colombian EBA Project Report Series (pp. 25-26 y 48-51.). Colombia: Publicado online por Fundación ProAves, Colombia. URL: www.proaves.org.
- Aguilar-Cano & Duarte-Sánchez, 2011. Informe final de caracterización florística de la microcuenca Las Cruces como aportante de servicios ecosistémicos y posible hábitat para la perdiz santandereana (*Odontophorus strophium*) (Gould, 1884). Fundación Natura. Informe técnico. San Vicente de Chucurí, 39pp.
- Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds.) 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.
- Aronson, J., S.J. Milton & J.N. Blignaut., 2007. Restoring Natural Capital: Definitions and Rationale. In: J. Aronson, S.J. Milton & J. N. Blignaut (eds.) Restoring Natural Capital: Science, Business and Practice. Island Press, Washington, D.C. Pp. 3-8.
- Avella A. & Rangel, O., 2014. Oak forests types of *Quercus humboldtii* in the Guantiva-La Rusia-iguaque corridor (Santander-Boyacá, Colombia): their conservation and sustainable use. Colombia Forestal Vol. 17(1) 100 – 116.
- Ayala, L.M., 2011. Caracterización estructural y estimación de biomasa aérea de las principales coberturas boscosas en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, Santander – Colombia. Tesis de grado (Bióloga). Universidad Industrial de Santander.
- Barbour, M. T., J. Gerritsen, B.D. Zinder, and J. B. Stribling., 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and Wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. Chapter 7: 7.2.2 Field Sampling Procedures for Multihabitat, 7.3 Laboratory Processing for Macroinvertebrate Samples. Second Edition. EPA 841-B-99-002. Environmental Protection Agency; Office of Water, Washington, D.C.
- Barrera, J.I. & Valdés L.C., 2007. «Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia.» Universitas Scientiarum 12: 11-24.
- Barrera-Cataño, J.I., S.M. Contreras-Rodríguez, N.V. Garzón-Yepes, A.C. Moreno Cárdenas y Montoya-Villarreal S.P., 2010. Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Bogotá, Colombia. 402 pp.
- Beier, P & Noss, R. 1998. Do habitat corridors provide connectivity?. Conservation Biology 12.
- Bowman, 2003. Is dispersal of birds proportional to territory size? Canadian Journal of Zoology, 81(2): 195-202.
- Díaz-Martín, R. 2007. El monitoreo en la restauración ecológica. En: Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Grupo de Restauración Ecológica- GREUNAL. Departamento de biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Bechara, F.C., 2006. Ecological restoration demonstrative units using nucleation techniques: seasonal semideciduous forest, Brazilian savanna and coastal plain vegetation. Ph.D. Thesis. University of São Paulo, Piracicaba, SP, 248p. .



- Boyla K. & Estrada A. (Eds.), 2005. Áreas Importantes Para La Conservación de Las Aves En Los Andes Tropicales. BirdLife Ecuador, Ecuador, 2005.
- Brown, S., & Lugo, A., 1994. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining development. *Restoration Ecology*, 2 (2), 97-111.
- Briceño, E., 2005. Mammals and community work. en Donegan T.M. y Huertas B. (Eds.). 2005. Threatened Species of Serranía de los Yarigües: Final Report. 81 pp. Colombian EBA Project Report Series 5. Published online by Fundación ProAves, Colombia. URL: www.proaves.org.
- Bustamante, R. & Grez A., 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo*, 11 58-63.
- Cáceres, L., Calderon, J., Celis, A., Celis, S., Colmenares, J., Jaimes, L., Rueda, J., Sua, M.F., y Vega S., 2011. Riqueza de Quiroptera en el PNN Serranía de los Yarigües, Vereda la Bodega, Sector Manchurrias. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 17 pp.
- Calderón-Espinosa, M.L., 2011. Informe de la “Práctica docente en la vertiente occidental del PNN Serranía de los Yarigües, municipio del Carmen de Chucuri, vereda la bodega, sector Manchurrias”, realizada entre el 13 y el 24 de marzo del 2011. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 77 pp.
- [CAS] Corporación Autónoma de Santander, 2005. Acuerdo 007 de 2005 DMI-Serranía de los Yarigües.
- [CAS] Corporación Autónoma de Santander, 2006. Acuerdo 0058 de 2006 DMI-Ciénaga San Silvestre.
- Castellanos-Morales, C. A., L. L. Marino-Z., L. Guerrero y J. Maldonado-O, 2011. Peces del departamento de Santander, Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 35 (135): 189-212.
- Castillo, L. P., 2012. Plan de restauración Ecológica del Patrimonio Natural de las áreas Protegidas adscritas a la Dirección Territorial Andes Nororientales. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Ceccon, E., 2013. Restauración de bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales.
- Chazdon, R. L., 2014. Second Growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation. University of Chicago Press. Chicago-USA. 473 pp.
- Chazdon, R. L. & Guariguata, M. R., 2016. Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration. Prospects and challenges. *Biotropica* 48: 716–730.
- Coddington, J. A., Griswold, C. E., Dávila, D. S., Penaranda, E., & Larcher, S. F., 1991. Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. Documento presentado en The unity of evolutionary biology: Proceedings of the Fourth International Congress of Systematic and Evolutionary Biology.
- Coddington, J. A., Young, L. H., & Coyle, F. A., 1996. Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. *Journal of Arachnology*, 111-128.
- Cole, R. J., 2009. Postdispersal seed fate of tropical montane trees in an agricultural landscape, southern Costa Rica. *Biotropica* 41: 319 – 32.
- DellaSala, D.A., Martin, A., Spivak, R., Schulke, T., Bird, B., Criley, M., Van Daalen, C., Kreilick, J., Brown, R., Aplet, G., 2003. A citizen’s call for ecological forest restoration: forest restoration principles and criteria. *Ecological Restoration* 21, 14–23.
- Díaz, C., Monsalve, D., & Rey, H., 2008. Propuesta Plan de Manejo Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigües. Dirección Territorial Norandina. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá D.C. 105 pp.

- Donegan T.M. & Huertas B. (eds.). 2005. Threatened Species of Serranía de los Yariguíes: Final Report. 81 pp. Colombian EBA Project Report Series 5. Published online by Fundación ProAves, Colombia. URL: www.proaves.org.
- Donegan, T.M., Avendaño, J.E., Briceño, E., Luna, J.C., Roa, C., Parra, R., Turner, C., Sharp, M., y Huertas, B., 2010. Aves de la Serranía de los Yariguíes y tierras bajas circundantes, Santander, Colombia. *Cotinga* (32) 72-89.
- Duarte-Sánchez, I. & Mantilla-Barbosa, E., 2011. Composición de peces del PNN Serranía de los Yariguíes. Informe Final. Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Dirección Territorial Andes Nororientales. Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes. San Vicente de Chucurí. 19 pp.
- Duarte-Sánchez, I., & Garzón-Sanabria, C., 2011. Composición de libélulas y caballitos del diablo (Odonata) del PNN Serranía de los Yariguíes. Informe Final. Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Dirección Territorial Andes Nororientales. Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes. San Vicente de Chucurí. 15 pp.
- Ehrenfeld, J. G., 2000. Defining the Limits of Restoration: The Need for Realistic Goals. *Restoration Ecology*, 8: 2–9.
- Espinal LS, Montenegro E., 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
- Fahrig, L., 1997. Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. *Journal of Wildlife Management* 61:603-610.
- Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34:487–515.
- Florez, N., Pardo, M., & Lopera, M., 2008. Estrategia Nacional de Monitoreo del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá D.C. 33 pp.
- Fundación Panthera, 2010. Evaluación Rápida de la Presencia de Jaguar (*Panthera onca*) en el Sector Suroccidental del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes y su Zona de Amortiguación. Bogotá. 6 pp.
- Gardner A (eds), 2007. Mammals of South America. Marsupials, Xenarthras, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press.
- Gentry, A. H., 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa. Washington, DC: Conservation International xxiii, 895p.-illus.
- Guidetti Y., Amico G., Dardanelli S. y Cabal A., 2016. Artificial perches promote vegetation restoration. *Plant Ecology*. Volume 217, Issue 7, pp 935–942
- Grime, J.P. «The stress debate: symptom of impending synthesis? » *Evolution, ecology and environmental stress*, 1989: 3-17.
- Halloy S., Ibañez M., y Yager K., 2011. Puntos y áreas flexibles (PAF) para inventarios rápidos del estado de la biodiversidad. *Ecología en Bolivia*. 46(1): 46-56.
- Hellawell, J., 1991. Development of a rationale for monitoring. *Monitoring for conservation and ecology*. 3: 1-14.
- Hobbs, T. Nettle, & S. Halle (Eds.), *Assembly Rules and Restoration Ecology: Bridging the Gap Between Theory and Practice* (pp. 1-8). Washington, D.C.: Island Press.
- Hobbs, R. J., 2003. Ecological management and restoration: Assessment, setting goals and measuring success. *Ecological Management & Restoration*, 4: S2–S3.
- Holl KD, Aide M., 2011. When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management*, 261:1558–1566
- Holl, K.D., & Aide, T.M., 2011. When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management*. 261: 1558-1563.



- Huertas B.C. & Donegan T.M. (eds.) 2006. Proyecto YARÉ: Investigación y Evaluación de las Especies Amenazadas de la Serranía de los Yarigués, Santander, Colombia. BP Conservation Programme. Informe Final. Colombian EBA Project Report Series 7: 164pp. www.proaves.org.
- Hutson AM & Racey P.A., 2004. Pp 49-56 En: Mitchell-Jones AJ y AP Mcleish (Eds). Bat workers' Manual. 3 edition. Join Nature Conservation Committee.
- Huertas, B., & Arias, J. J., 2005. Butterfly methods. In T. M. Donegan & B. Huertas (Eds.), Threatened species of Serranía de los Yarigués: Final Report. Colombian EBA Project Report Series (pp. 25-26 y 48-51.). Colombia: Publicado online por Fundación ProAves, Colombia. URL: www.proaves.org.
- IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D.C., 72 p.
- ISA, 2002. Prioridades de Conservación de la Biodiversidad de la Serranía de los Yarigués en Jurisdicción de la CAS. Plan de Manejo ambiental para la línea de Transmisión eléctrica Primavera-Guatiguará-Tasajero.
- ISAGEN S.A., 2008. Actualización de diseños para licitación y el estudio de impacto ambiental del proyecto Hidroeléctrico del Sogamoso. Gerencia de proyectos de generación. Medios Físico y Biótico.
- Jackson, L., Lopoukhine, N. & Hillard, D., 1995. Ecological Restoration: A Definition and Comments. Restoration Ecology. 3(2): 71-75.
- Kattan G.H., López-Victoria M. & Zabala G., 2013. Diagnóstico y sistematización de estrategias de monitoreo de la biodiversidad, servicios ecosistémicos y cambio climático, con énfasis en los Parques Nacionales Naturales de Colombia. Informe de Consultoría, Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia, 81 pp.
- Keenleyside, K., Laberge, M., Hall, C., Waithaka, J., Wanyony, E., Kanga, E., Udoto, P., Bellot, M., Cifuentes, C., Rhodes, J., Camacho, F., Faustro, J., Flores, D., Meza, A., Jarro, C., Sánchez, C., 2014. Realizing the potential of protected areas as natural solutions for climate change adaptation: insights from Kenya and the Americas. Parks, 20: 67-78.
- Leimu, R, Vergeer, P, Angeloni, F. y Ouborg, N.J., 2010. Habitat fragmentation, climate change, and inbreeding in plants. Annals of the New York Academy of Sciences. Eds. Ostfeld R.S. Schlesinger W.H. pp 84-98.
- Lentijo, G. & Kattan G., 2005. Estratificación vertical de las aves en una plantación monoespecífica y en bosque nativo en la cordillera Central de Colombia. Universidad de los Andes. Bogotá D.C.
- López, H., 2011. Los mamíferos vivientes del sector Manchurrias del PNN Serranía de los Yarigués. en Calderón-Espinosa, M.L., 2011. Informe de la "Práctica docente en la vertiente occidental del PNN Serranía de los Yarigués, municipio del Carmen de Chucuri, vereda la bodega, sector Manchurrias", realizada entre el 13 y el 24 de marzo del 2011. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 77 pp.
- Louman, B., Quirós, D., & Nilsson, M., 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica: CATIE
- Luck, G. W., S. Lavorel, S. McIntyre, y K. Lumb., 2012. Improving the application of vertebrate trait-based frameworks to the study of ecosystem services. Journal of Animal Ecology 81:1065-1076.
- [MADS] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015. Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá D.C. 98pp.
- Marín, C., Aguilar, J., Ayala, M., Meza, J.I., Angarita, R., 2010. Caracterización florística del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigués, Santander-Colombia y diagnóstico de la pérdida santandereana (*Odontophorus strophiurus*) para

- el plan de manejo. Núcleo de Estudios en Biología Vegetal (NUEBVE). Bucaramanga. 41 pp.
- Moore, M., Covington, W., Fulé, P., 1999. Reference conditions and ecological restoration: a southwestern ponderosa pine perspective. *Ecological applications*. 9(4):1266-1277.
- Montealegre, D., 2006. Estudio preliminar de los anfibios y reptiles de la Serranía de los Yarigués. Huertas B.C. y Donegan T.M. (eds.). 2006. Proyecto YARÉ: Investigación y Evaluación de las Especies Amenazadas de la Serranía de los Yarigués, Santander, Colombia. BP Conservation Programme. Informe Final. Colombian EBA Project Report Series 7: 164pp. www.proaves.org.
- Morales-Castaño, I., Delgado, M., Parada, J., Bustamante, G., Escandón, D., Mendieta, M., Díaz, D., Farfan, N., Gil, J. y Pineda, L., 2010. Entomofauna del PNN Serranía de los Yarigués, Santander, Colombia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Tunja. 30 pp.
- Moreno, H. & Tinjacá, Z., 2018. Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigués 2018-2023. Territorial Andes Nororientales. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Simacota. 152 pp.
- Morrison, E., Lindell, C., Holl, K., & Zahawi, R., 2010. Patch size effects on avian foraging behaviour: implications for tropical forest restoration design. *Journal of Applied Ecology*. 47, 130-138.
- Muñoz-Arango J. 2001. Murciélagos de Colombia: Sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología. Editorial Universidad de Antioquia.
- Paquette, A., Hawryshyn, J., Vyta Senikas, A., Potvin, K., 2009. Enrichment Planting in Secondary Forests: a Promising Clean Development Mechanism to Increase Terrestrial Carbon Sinks. *Ecology and Society*, 14(1): 31.
- Parrish, J. D. Braun y R. Unnasch, 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring Ecological Integrity within Protected Areas. *Bioscience* 53: 851-860.
- Patton J L., Pardiñas U F J., & D'Elía G., 2015. Mammals of South America Volume 2: Rodents. The University of Chicago Press, Ltd 1363 pp.
- Puentes, J. & García J.F., 2014. Guía de monitoreo a proyectos de restauración ecológica en áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá D.C. 56pp.
- Puentes, J. & García, J.F., 2016. Lineamiento institucional de restauración ecológica participativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá D.C. 97pp.
- Quintero-León, L., 2008. Informe Final Caracterización y Estrategia de Monitoreo del Recurso Hídrico del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigués. Dirección Territorial Norandina. UAESPNN. 84 pp.
- Ramos, E., Meza-Joya, F. L. & Hernández-Jaimes C. 2018. Distribution and Conservation Status of *Andinobates virolinensis* (Dendrobatidae), A threatened andean poison frog Endemic to Colombia. *Herpetological Conservation and Biology* 13(1):58–69.
- Reid J. L., Holste L. K., Zahawi R. A., 2013. Artificial bat roosts did not accelerate forest regeneration in abandoned pastures in southern Costa Rica. *Biological Conservation* 167:9–16
- Reid, J. L., K. D. Holl, and R. A. Zahawi. 2015. Seed dispersal limitations shift over time in tropical forest restoration. *Ecological Applications* 25:1072-1082.
- Reis, A., Campanha, F. & Tres, D., 2010. Nucleation in tropical ecological restoration. *Sci Agri*, 67(2): 244-250.



- Rey, J., Newton, A., Diaz, A. & Bullock, J. 2009. Enhancement of biodiversity and Ecosystem Services by Ecological Restoration: A Meta- Analysis. *Science*. Vol 235 (28). 1121-1124.
- Ricketts, T.H., Dinerstein, E., Boucher, T., Brooks, T.M., Butchart, S.H.B., Hoffmann, M., Lamoreux, J., Morrison, J., Parr, M., Pilgrim, J.D., Rodrigues, A.S.L., Sechrest, W., Wallace, G.E., Berlin, K., Bielby, J., Burgess, N.D., Church, D.R., Cox, N., Knox, D., Loucks, C., Luck, G.W., Master, L.L., Moore, R., Naidoo, R., Ridgely, R., Schatz, G.E., Shire, G., Strand, H., Wettengel, W., Wikramanayake, E. 2005. Pinpointing and preventing imminent extinctions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 51: 18497-18501.
- Rosado, L., y Arias, C., 2006. Estudio preliminar de los escarabajos coprófagos de la Serranía de los Yarigües. en Huertas B.C. y Donegan T.M. (eds.). 2006. Proyecto YARÉ: Investigación y Evaluación de las Especies Amenazadas de la Serranía de los Yarigües, Santander, Colombia. BP Conservation Programme. Informe Final. Colombian EBA Project Report Series 7: 164pp. www.proaves.org.
- Saunders DA, Hobbs RJ, Margules CR. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Cons. Biol.* 5: 18-32.
- Schupp, E. W., H. F. Howe, C. K. Augspurger, and D. J. Levey. 1989. Arrival and survival in tropical tree-fall gaps. *Ecology* 70: 562 – 564
- Shono, A., Cadaweing, E. y Durst, P.B., 2007. Application of assisted natural regeneration to restore degraded tropical forestlands. *Restoration Ecology*, 15 (4): 620-626 pp.
- Sekercioglu, C., 2012. Bird functional diversity and ecosystem services in tropical forest, agroforest and agricultural areas. *Journal of Ornithology*, 153 (Suppl I), 153-161.
- [SER] Society for Ecological Restoration International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas, 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Simmons N B y Voss R., 1998. The Mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rain-forest fauna. Part 1 Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 237:1-219.
- Shono, K., Cadaweng, E. & Durst, P., 2007. Application of assisted natural regeneration to restore degraded tropical forestlands. *Restoration Ecology*. 15 (4). 620-626.
- Stiles, G., 2011. Avifauna encontrada en el sector Manchurrias del PNN Serranía de los Yarigües (Santander-Colombia) en Calderón-Espinosa, M.L., 2011. Informe de la “Práctica docente en la vertiente occidental del PNN Serranía de los Yarigües, municipio del Carmen de Chucurí, vereda la bodega, sector Manchurrias”, realizada entre el 13 y el 24 de marzo del 2011. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 77 pp.
- Suna Hisca, 2012. Caracterización y diagnóstico de las áreas seleccionadas en los sectores norte y centro-occidente para la restauración ecológica del parque nacional natural serranía de los Yarigües. Informe final.
- Temperton, V. M., Hobbs, R. J., Nettle, T., Fattorini, M., & Halle, S., 2004. Introduction: Why assembly rules are important to the field of restoration ecology. In V. Temperton, R. J.
- Turner, I. M. 1996. Loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *The Journal of Applied Ecology* 33:200-209.
- UT Jaguar Corredor Norandino, 2016. Documentos no publicados. Documento Diagnóstico para la restauración de 750 Ha en la zona Norte del PNN SYA. San Vicente de Chucurí, Santander.
- UT Jaguar Corredor Norandino, 2016. Documentos no publicados. Plan de restauración de 750 Ha en la Zona Norte del PNN SYA. San Vicente de Chucurí, Santander.
- UT Jaguar Corredor Norandino, 2016. Documentos no publicados. Diagnóstico de la estrategia

- de regeneración natural asistida en 237 ha de bosque intervenido de la zona norte del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes. San Vicente de Chucurí, Santander.
- UT Jaguar Corredor Norandino, 2016. Documentos no publicados. Plan de monitoreo de las acciones de restauración ecológica de la zona Norte del PNNSYA. San Vicente de Chucurí, Santander.
- UT Jaguar Corredor Norandino, 2016. Documentos no publicados. Investigación histórico-cultural de la relación hombre-naturaleza y su efecto en los ecosistemas del PNN SYA. San Vicente de Chucurí, Santander.
- Valerio, J., & Salas, C., 1998. Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. Bolivia: Bolfor.
- Vargas, 2004. División Geoinformación suelos y tierras-CLAS-UMSS. 2da Versión revisada. Marzo 2000 – Traducción y adaptación Agosto del 2004.
- Vargas, O. 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Vargas et al 2012. Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia. Grupo de Restauración Ecológica GREUNAL. Departamento de Biología, facultad de ciencias Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A., 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia 236: 1981
- Vogel F.E, Campos J. & Campanhã F., 2015. Annual changes in a bird assembly on artificial perches: Implications for ecological restoration in a sub-tropical agroecosystem *Biota Neotropica* 16(1): e0069, 2016
- Yarranton A. G., & Morrison R.G., 1974. Spatial Dynamics of a Primary Succession: Nucleation. *Journal of Ecology* 62(2).
- Zahawi, R. A., K. D. Holl, R. J. Cole & J. L. Reid., 2013. Testing applied nucleation as a strategy to facilitate tropical forest recovery. *Journal of Applied Ecology* 50:88-96.

