

RESTAURACIÓN EN PÁRAMOS

Una experiencia en la
Cordillera Central de Colombia



RESTAURACIÓN EN PÁRAMOS

Una experiencia en la
Cordillera Central de Colombia



RESTAURACIÓN EN PÁRAMOS

Una experiencia en la
Cordillera Central de Colombia

Coordinación

Erika Nadachowski, *Corporación Autónoma Regional de Risaralda*

Catalina Gutiérrez, *Directora WCS Colombia*

Germán Forero-Medina, *Director de Ciencia y Conservación WCS Colombia*

Jorge Parra, *WCS Colombia*

Lina María Caro, *WCS Colombia*

Efraim Rodríguez, *Parques Nacionales Naturales de Colombia*

Mónica Trujillo, *Instituto Humboldt*

Marcela Galvis, *Instituto Humboldt*

Equipo Técnico

Yadi Arley Toro, *WCS Colombia*

Leonor Valenzuela, *WCS Colombia*

Lina María Caro, *WCS Colombia*

Equipo en campo

Yadi Arley Toro, *WCS Colombia*

Juan Bernardo de La Cruz, *Parques Nacionales Naturales de Colombia*

Germán Ríos, *Corporación Autónoma Regional de Risaralda*

Mónica Bedoya, *Corporación Autónoma Regional de Risaralda*

Lina Marcela Camelo, *Consultor WCS Colombia*

Cristián Hincapié, *Consultor WCS Colombia*

Paola Villa, *Parques Nacionales Naturales de Colombia*

Cristina Aristizabal, *Parques Nacionales Naturales de Colombia*

SIG

Carlos Ríos, *WCS Colombia*

Andrey Valencia, *WCS Colombia*

Luis Fernando Gómez, *Parques Nacionales Naturales de Colombia*

Revisión técnica

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt

Mónica trujillo

César Marín

Proyecto realizado en el marco de:



Esta publicación cuenta con el apoyo de:



Fotografía



Diseño y Diagramación



María Rojas Muñoz

Andrés Álvarez

Julieta Cruz

Impresión

Zetta Comunicadores

Cítese como: Toro, Y. A., Valenzuela, L., Salcedo-Pato, M., Caro, L. M. 2020. Restauración en páramos: una experiencia en la Cordillera Central de Colombia. ISBN: 978-958-5461-72-7

*Documento realizado en el marco del proyecto “Páramos: Biodiversidad y Recursos Hídricos en los Andes de Norte” financiado por la Unión Europea y coordinado por el Instituto Humboldt.

1 **Presentación** ▶ 18

2 **Justificación del proyecto** ▶ 22

3 **Contexto** ▶ 40

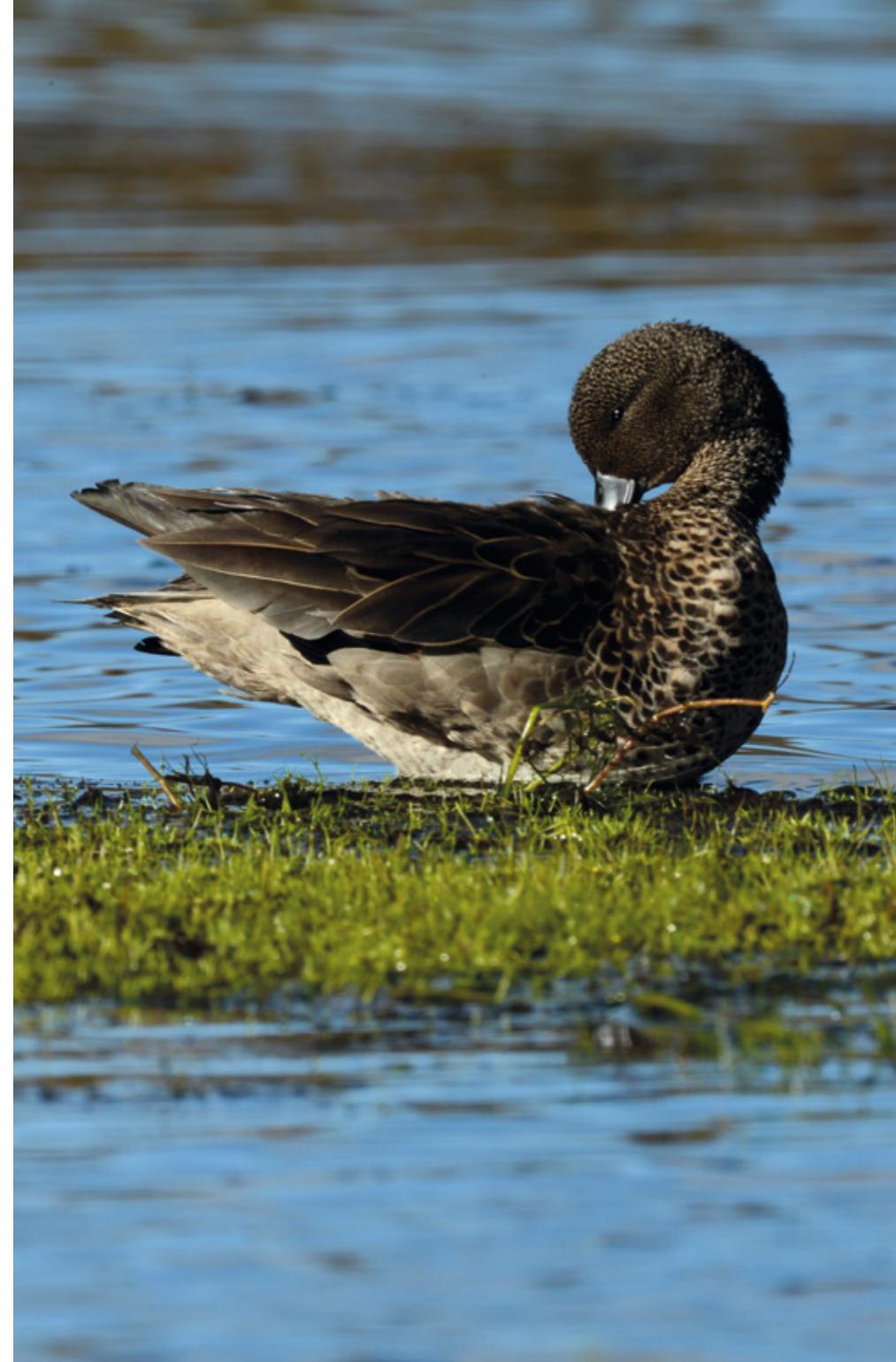
4 **Diseño de restauración** ▶ 44

5 **Especies seleccionadas para la restauración** ▶ 66

70	<i>Espeletia hartwegiana</i>	82	<i>Calamagrostis recta</i>
72	<i>Lupinus tolimensis</i>	84	<i>Diplostephium schultzii</i>
74	<i>Baccharis tricuneata</i>	86	<i>Hypericum juniperinum</i>
76	<i>Hypericum laricifolium</i>	88	<i>Polylepis sericea</i>
78	<i>Calamagrostis effusa</i>	90	<i>Diplostephium floribundum</i>
80	<i>Senecio rhizocephalus</i>		

6 **Logros y Recomendaciones** ▶ 96

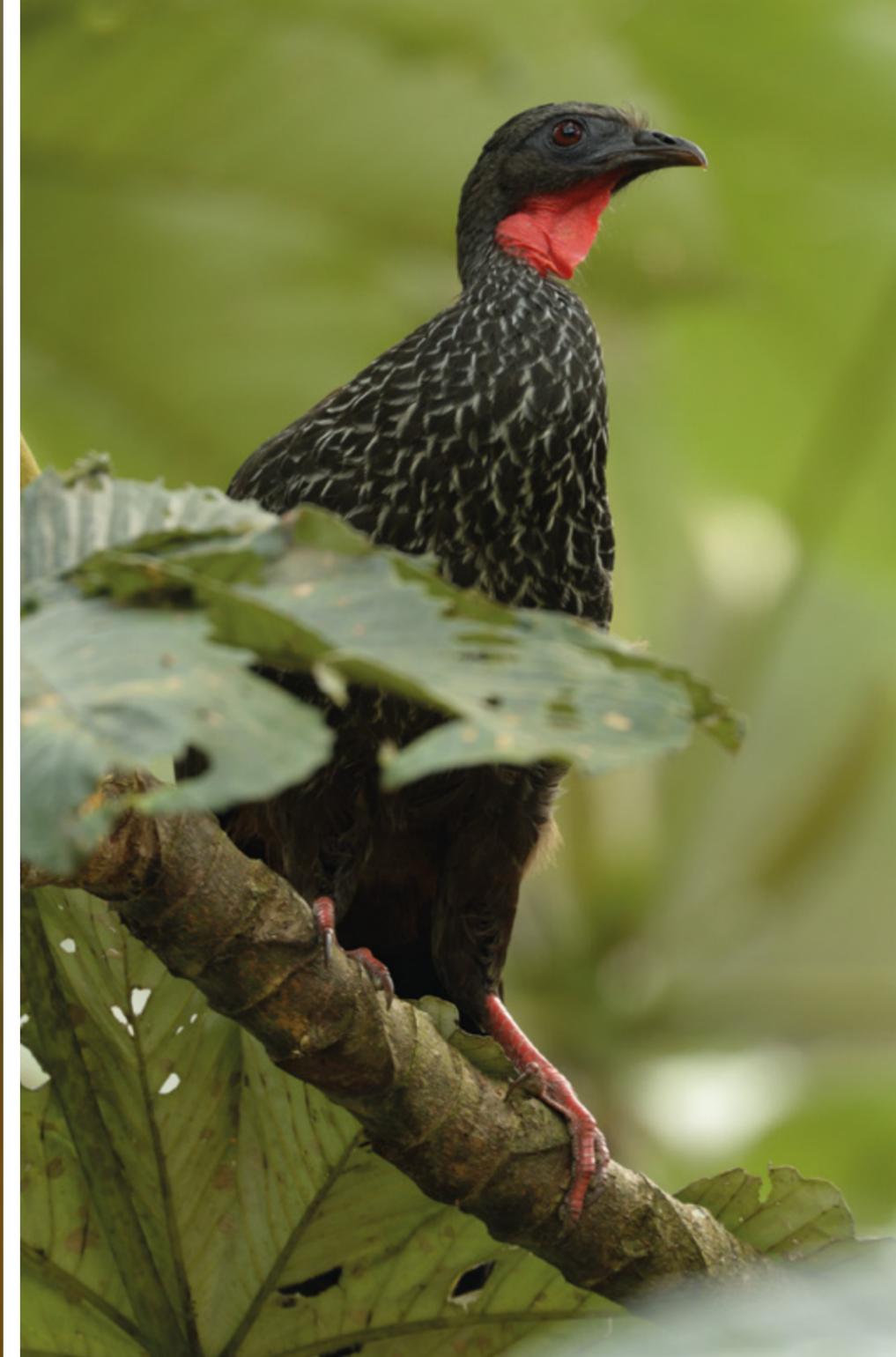
Literatura Citada ▶ 100













PÁRAMOS



Presentación



En las montañas de los Andes, muy cerca de esas nieves perpetuas que cada día se contraen más y más, existen los páramos, ecosistemas tan particulares y tan únicos como a la vez vulnerables. Sus distintos tipos de vegetación, especialmente representada en pajonales, arbustales, frailejonales y turberas, al igual que en sus diferentes combinaciones, albergan la flora de montaña más diversa del planeta, siendo ésta, además, hábitat de animales como el oso andino, la danta de montaña, el cóndor e innumerables anfibios, muchos de estos aún desconocidos por la ciencia. Somos, sin lugar a dudas, un país de páramos, áreas silvestres que, además, son vitales para nosotros. De acuerdo con el Instituto Humboldt, Colombia cuenta con cerca de la mitad de los páramos existentes en el mundo, coberturas andinas que son responsables, en gran medida, del abastecimiento de agua para el 70% de los colombianos.

El caso de los páramos del Parque Nacional Natural Los Nevados, no es la excepción. Son proveedores del recurso hídrico para un gran número de personas en el eje cafetero y para los extensos cultivos que visten las tierras del Tolima. Esta circunstancia expresa una innegable conexión que no es solo ecosistémica, sino, también, productiva, económica y humana. De ahí la relevancia ecológica y social de los páramos, y, por consiguiente, los reiterados llamados que se han venido haciendo para lograr su delimitación, zonificación y recuperación. En el Parque Nacional Natural Los Nevados existe el Complejo de Humedales Laguna del Otún, escenario que es objeto de la presente

publicación. Ese lugar cuenta con la denominación RAMSAR, “etiqueta” que destaca su importancia global y reconoce la necesidad de consolidar medidas de manejo que garanticen su conservación. En consonancia con lo anterior, el presente documento recoge una importante experiencia de restauración que fue cuidadosamente planificada e implementada en ese lugar de la Cordillera Central. Se constituye en una modesta propuesta que, si bien se llega así a considerar, podría servir como referente para continuar procesos similares de recuperación en otras áreas degradadas, ya sea en ese mismo complejo paramuno o en otros lugares de las encumbradas montañas de Colombia.

Lo que aquí les compartimos incluye recomendaciones sobre métodos de siembra y especies particulares, al igual que un conjunto de indicadores que permiten evaluar el éxito del proceso y el alcance de los objetivos trazados. Esperamos, entonces, que el contenido de esta publicación sea visto como un aporte más ante los sentidos llamados que diversas instituciones locales, regionales y nacionales hacen por la conservación y la recuperación de los páramos andinos.

Germán Forero-Medina
Director de Ciencia y Conservación
WCS Colombia



Justificación del proyecto

PÁRAMOS



Son numerosos **LOS BENEFICIOS** que los **PÁRAMOS ANDINOS** nos entregan.



1

RETIENEN
el carbono atmosférico



condición que ayuda a mitigar el calentamiento global



2

CAPTURAN
agua



3

ALMACENAN
agua



4

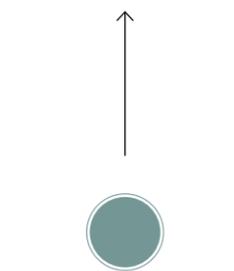
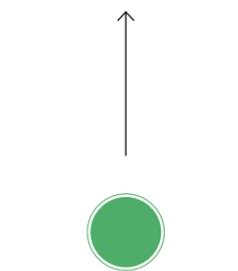
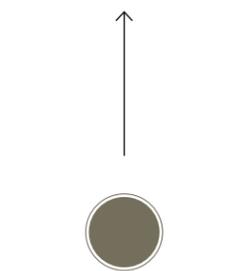
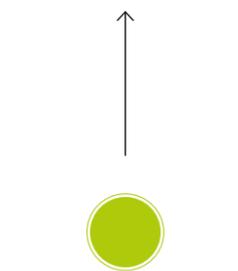
SUMINISTRAN
agua

Estos cuatro ejemplos son una mínima muestra de lo que significan y lo que le aportan estos ecosistemas para el bienestar de todos.





El agua que capta, almacena y entrega el páramo del Parque Nacional Natural Los Nevados, es vida para más de dos millones de personas que habitan en cuatro departamentos del centro de Colombia: Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima. Además, ese mismo recurso hídrico contribuye con el desarrollo agrícola de los cafetales, arrozales y algodones que subsisten en las bajas cercanías de la Cordillera Central.



CALDAS

QUINDÍO

RISARALDA

TOLIMA

ES VIDA
para más de
DOS
MILLONES
de personas







TALA



PASTOREO



EROSIÓN



ESPECIES INVASORAS

Si afectamos
A LOS PÁRAMOS
 nos hacemos
DAÑO
 a nosotros mismos

La palabra páramo es sinónimo de fragilidad. Cualquier transformación sobre estos ecosistemas y sus coberturas naturales, afecta, directamente, muchos de los bienes y servicios que estos lugares nos entregan. Dicho de otra forma: si afectamos a los páramos, nos hacemos daño a nosotros mismos.







BAJAS
temperaturas



LLUVIAS
persistentes



ESPORÁDICOS
pasajes de sol



FLORA



FAUNA

HOGAR
de
ESPECIES SILVESTRES

Las extremas condiciones que caracterizan a los páramos andinos (sus bajas temperaturas, las lluvias persistentes y los esporádicos pasajes de sol), no han sido impedimento para que estos lugares sean y sigan siendo hogar de un diverso número de especies silvestres, tanto de flora como de fauna.







Contexto

PÁRAMOS

El proceso de restauración ecológica del Parque Nacional Natural Los Nevados se realiza en el marco del proyecto “Páramos: Biodiversidad y Recursos Hídricos de los Andes del Norte” (en adelante, Proyecto Páramos). Este se lleva a cabo en cinco páramos de Colombia, uno en el Perú y otro en el Ecuador. La coordinación de esta iniciativa, cuyos recursos económicos provienen principalmente de la Unión Europea, corre por cuenta del Instituto Humboldt.

En lo que refiere al páramo Los Nevados, que abarca 133.666 ha, fue la Corporación Autónoma Regional de Risaralda la entidad que coordinó técnicamente la ejecución de lo que allí se hizo. Por su parte, el espacio de gestión y planificación fue el Sistema Regional de Áreas Protegidas del Eje Cafetero (SIRAP EC). En este participan las Corporaciones Autónomas Regionales de Risaralda (CARDER), de Caldas (CORPOCALDAS), del Tolima (CORTOLIMA) y del Quindío (CRQ), Parques Nacionales Naturales Na-

cionales de Colombia, la Red de Reservas de la Sociedad Civil, otras organizaciones no gubernamentales del orden nacional e internacional, el Instituto Humboldt y representantes de los Sistemas Departamentales de Áreas Protegidas. Este espacio de planificación conjunta regional viene funcionando desde el año 2000.

Ahora bien. En el Parque Nacional Natural Los Nevados existe un conflicto de uso del suelo asociado con ganadería extensiva, actividad llevada a cabo por familias campesinas que habitan en esa área protegida, específicamente en las veredas El Bosque y Cortaderal. Como respuesta a esta situación, el Proyecto Páramos propuso establecer un proceso de restauración ecológica de un mínimo de 100 ha de áreas degradadas en la cuenca alta del río Otún. Esto, con miras a reducir las amenazas a la regulación hidrológica y a la biodiversidad. WCS Colombia construyó una propuesta metodológica que fue analizada y ajustada por la Mesa de Restauración Ecológica,

instancia que orientó esta intervención y en la que participaron CARDER, Instituto Humboldt, Parques Nacionales Naturales de Colombia y el propio WCS.

Derivado de lo anterior, y en el interés por lograr que con el tiempo las áreas intervenidas logren una estructura y composición similares a las coberturas utilizadas como referencia, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Disminuir los efectos de la ganadería sobre las áreas de restauración mediante la instalación de cercos en sitios estratégicos para favorecer la regeneración natural.
2. Implementar acciones que faciliten la supervivencia y establecimiento de aquellas especies nativas planteadas en el diseño de restauración.
3. Disminuir la cobertura de especies invasoras o especies nativas con comportamiento invasor.

4. Fortalecer las acciones de prevención, vigilancia y control.

Esta propuesta se enmarca en el plan de manejo (2017-2020) del Parque Nacional Natural Los Nevados, donde se destaca la necesidad de proteger sus páramos y sus humedales.

En su interés por cumplir con lo anterior, esa área protegida viene impulsando la restauración de aquellos lugares que han sido afectados, principalmente, por la ganadería. Adicionalmente, el Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia ha estado adelantando y consolidando un proceso de generación de acuerdos de conservación con las 12 familias que habitan en la vereda El Bosque y con dos familias más de la vereda Cortaderal, proceso que, en su momento, el Proyecto Páramos también comenzó a apoyar. Estas familias, que ocupan un territorio de aproximadas 2000 ha, usan cerca de 7000 ha. De esas 7000 ha, 5000 son de propiedad de instituciones del Es-

tado que las adquirieron para dedicarlas a la conservación.

Entonces, un primer acuerdo firmado con esas familias fue la voluntad de participar en este proyecto. Posteriormente, también fue posible que seis de esas familias firmaran otro acuerdo de respeto de límites. Al restringir la ganadería a sus propios predios, es posible que sean liberadas de esa presión las 5000 ha que son propiedad de las instituciones del Estado, área en la que se llevó a cabo el proceso de restauración ecológica que aquí se describirá.

Sumado a lo anterior, el Proyecto Páramos también trabajó en dos estrategias para reducir el área destinada a la actividad ganadera en el nodo Los Nevados. Por una parte, lo hizo diseñando incentivos económicos mediante el apoyo al municipio de Pereira para la construcción de un Esquema de Pago por Servicios Ambientales (EPSA) que facilite a los firmantes del

acuerdo el proceso de preservación, restauración ecológica y cambio de sus sistemas productivos (el documento de EPSA se encuentra en proceso de consolidación); y, de otro lado, se contrató a la Universidad Tecnológica de Pereira para dictar un diplomado en turismo comunitario con miras a fortalecer las capacidades técnicas de las familias en el ordenamiento de actividades turísticas, alternativa de ingreso que, por iniciativa propia y de forma intuitiva, realizan actualmente algunos de los habitantes de la vereda El Bosque.

Ambas acciones, tanto la intervención de restauración como el trabajo con la comunidad, buscan abordar la problemática asociada a las presiones sobre dicho ecosistema bajo una mirada holística y complementaria.

Por último, no sobra aclarar que el presente documento busca describir, específicamente, las acciones de restauración llevadas a cabo en el Nodo Los Nevados.

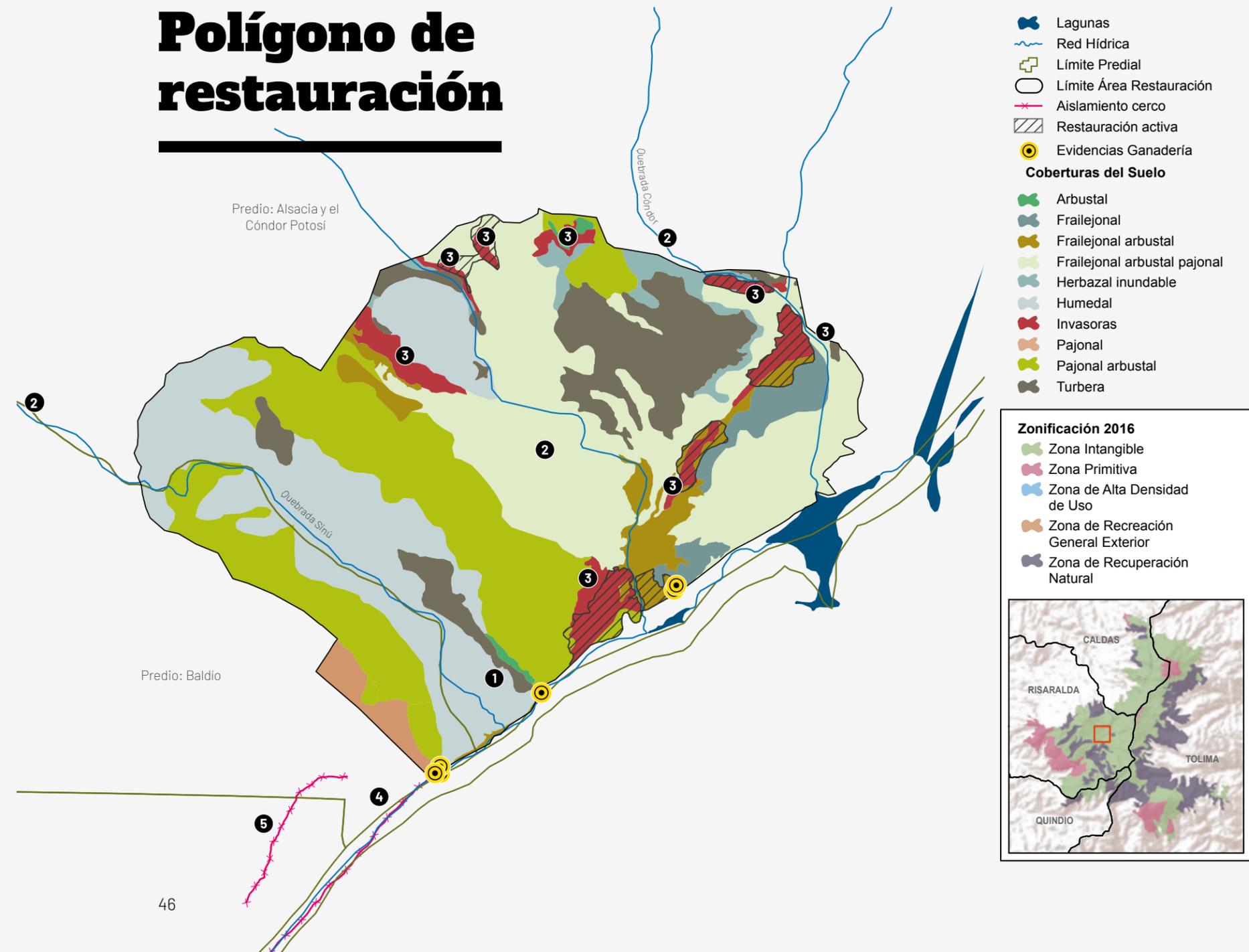




Diseño de restauración

PÁRAMOS

Polígono de restauración



Diseño de Restauración

La delimitación del polígono de restauración estuvo basada, como primera medida, en el análisis de presión/estado realizado por el Parque Nacional Natural Los Nevados, donde la ganadería sigue siendo un factor determinante que persiste en 7200 ha, aproximadamente. Luego, se realizaron recorridos de reconocimiento en campo para priorizar algunos de los sitios clave relacionados con el agua (ríos, lagunas, humedales o turberas).

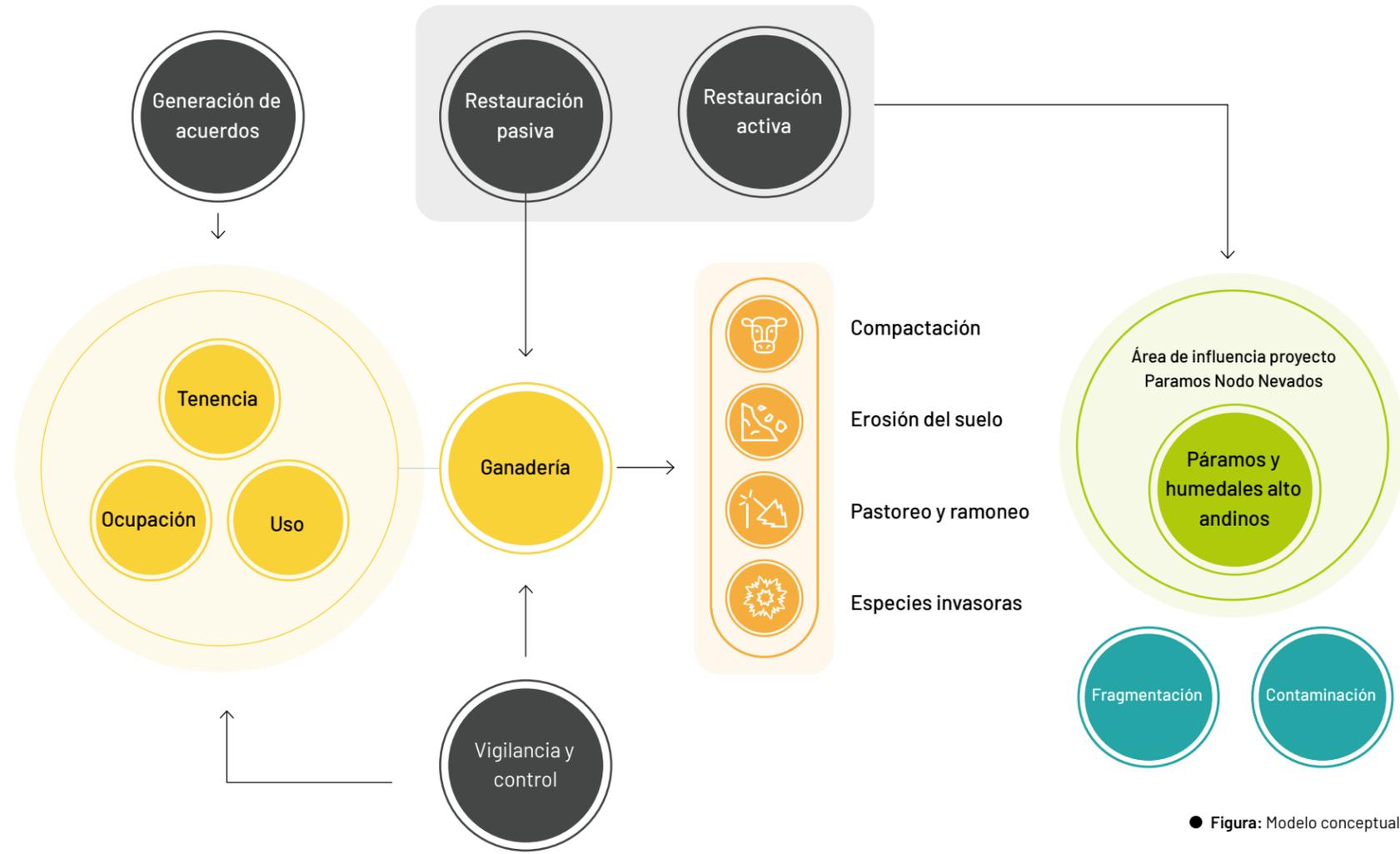
Posteriormente, fue definida la ubicación de un polígono de 258 ha alrededor de la laguna El Mosquito (un sector del bosque del edén) 1, lugar que, por su importancia y por las amenazas que actualmente enfrenta, es considerado objeto de conservación. De igual modo, al momento de delimitar el polígono de trabajo se tuvo en cuenta la divisoria de aguas de las microcuencas El Sinú y El Cóndor 2. La primera dreña directamente al Mosquito.

Cabe mencionar que El Mosquito y sus inmediaciones cuentan con una historia de disturbio asociado a la ganadería de aproximados 40 años (ver modelo conceptual), lo que ha favorecido el establecimiento de especies exóticas 3. Tal es el caso de *Rumex acetosella* y de algunas especies nativas

como *Lachemilla orbiculata* (ver páginas 32 y 33, respectivamente), que bajo tales condiciones pueden tener una dominancia permanente (Sánchez-Tapia, 2009) y alterar la composición natural del lugar.

Otra presión identificada en áreas cercanas al polígono de trabajo, y que también está asociada a la ganadería, son las quemadas. De hecho, el Parque Nacional Natural Los Nevados, desde 2007, ha llevado a cabo procesos de restauración como respuesta a un incendio ocurrido en el año 2006 que afectó 2400 ha de páramo (Loterio et al. 2007; Bedoya, 2013). Sin embargo, debido a la falta de continuidad y de recursos suficientes para realizar un ejercicio completo, incluido el monitoreo, no se han tenido los resultados esperados. Asimismo, la falta de trabajo articulado con las comunidades de la zona, más allá de las acciones propias que debe ejercer la autoridad ambiental, han generado la ruptura en el diálogo constructivo. Esto es algo que el Proyecto Páramos ya tiene identificado y por lo que se ha hecho un gran esfuerzo en el marco de esta iniciativa para que en este nuevo proceso vayan de la mano lo técnico (restauración ecológica) y el trabajo social (acuerdos, generación de alternativas a la ganadería y los incentivos para minimizarla).





● Figura: Modelo conceptual.

Este modelo conceptual, que fue construido de forma concertada entre las instituciones aliadas del SIRAP Eje Cafetero, muestra la causalidad entre los objetos de conservación del área protegida, las presiones directas asociadas a la ganadería que los afectan y los diferentes factores que hacen que esa actividad pecuaria persista.

Adicionalmente, este mismo modelo recoge, para el contexto del polígono intervenido, la estrategia de restauración y las acciones complementarias (léanse, acuerdos voluntarios de conservación para el respeto de límites del predio, relacionamiento con la comunidad, así como el programa de prevención, vigilancia y control -PVC-), todo en cabeza de Parques Nacionales Naturales y apoyado por el Proyecto Páramos.





Delimitación de las áreas a intervenir con restauración pasiva.

La estrategia de restauración implicó, como primera medida, poner cercos para limitar la entrada del ganado al polígono y, al mismo tiempo, facilitar el restablecimiento y el desarrollo natural de las especies nativas. Esta decisión fue tomada con base en los recorridos de prevención, vigilancia y control (PVC) y en las presiones que, mediante la herramienta de monitoreo y reporte espacial (SMART), fueron registradas por parte de los funcionarios del Parque Nacional Natural Los Nevados. De esta forma se pudo detectar un sendero por el que las reses ingresaban al polígono de restauración. Dicho sendero conecta la Vereda El Bosque con El Cortaderal, pasando por El Mosquito.

De ahí que se levantara en ese espacio un cerco de 1 km de longitud **4**.

Posteriormente, en septiembre de 2018, el Parque Nacional Natural Los Nevados estableció otro cerco de 300 m de largo **5**, también para proteger del ganado al polígono de restauración. Cabe señalar que los cercos hoy instalados salvaguardan todo el polígono, excepto el paso de un camino real que usan las familias locales y los turistas en su trasegar entre la vereda El Bosque y Potosí. Los aislamientos con cercos, al igual que las siembras, comprenden las intervenciones técnicas en función de mejorar el ecosistema.



Tres criterios para delimitar e intervenir con restauración activa.

Se tuvo en cuenta tres criterios para seleccionar las áreas a restaurar con siembras: alto grado de degradación de las coberturas, mayor cercanía a los cuerpos de agua y menor pendiente (se hizo bajo el supuesto que en la medida que haya una menor pendiente, el ganado puede acceder más fácilmente). Los tres criterios se ponderaron de acuerdo con el nivel de importancia, y en el que a las coberturas se le dio un peso mayor con respecto a la pendiente y a la distancia al agua.

De acuerdo con el análisis realizado, fue determinada un área específica de siembra, no continua, que corresponde a 7.2 ha **3**, de las cuales el **36% (2.6 ha)** corresponde a la cobertura **Pajonal Arbustal**; el **33% (2.4 ha)**, a **Frailejonal Arbustal**; el **20% (1.4 ha)**, a **Frailejonal Arbustal Pajonal**; y el **11% (0.8 ha)**, a **Herbazal Inundable**.



2,6
(hectáreas)
corresponde a
Pajonal Arbustal



2,4
(hectáreas)
corresponde a
Frailejonal Arbustal



1,4
(hectáreas)
corresponde a
Frailejonal Arbustal Pajonal



0,8
(hectáreas)
corresponde a
Herbazal Inundable

G

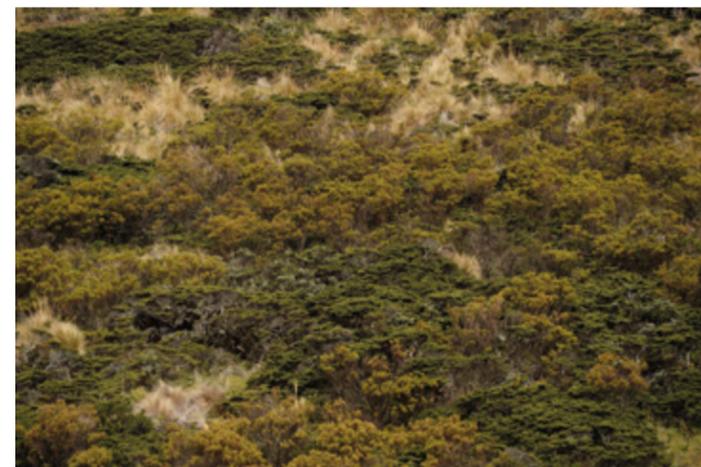
Descripción biofísica de las cuatro coberturas a intervenir con restauración activa.

Para estimar la descripción biofísica, es decir, las especies presentes, sus características (altura y hábito de crecimiento) y su porcentaje de cobertura, se establecieron 3 parcelas de referencia de 12.5 X 4 m en cada tipo de cobertura (para un total de 12 parcelas). Es necesario resaltar que aunque se buscaron áreas menos intervenidas, fueron halladas dentro de las parcelas (aunque en menor abundancia) especies invasoras o especies nativas con hábito invasor como *Rumex acetosella*.

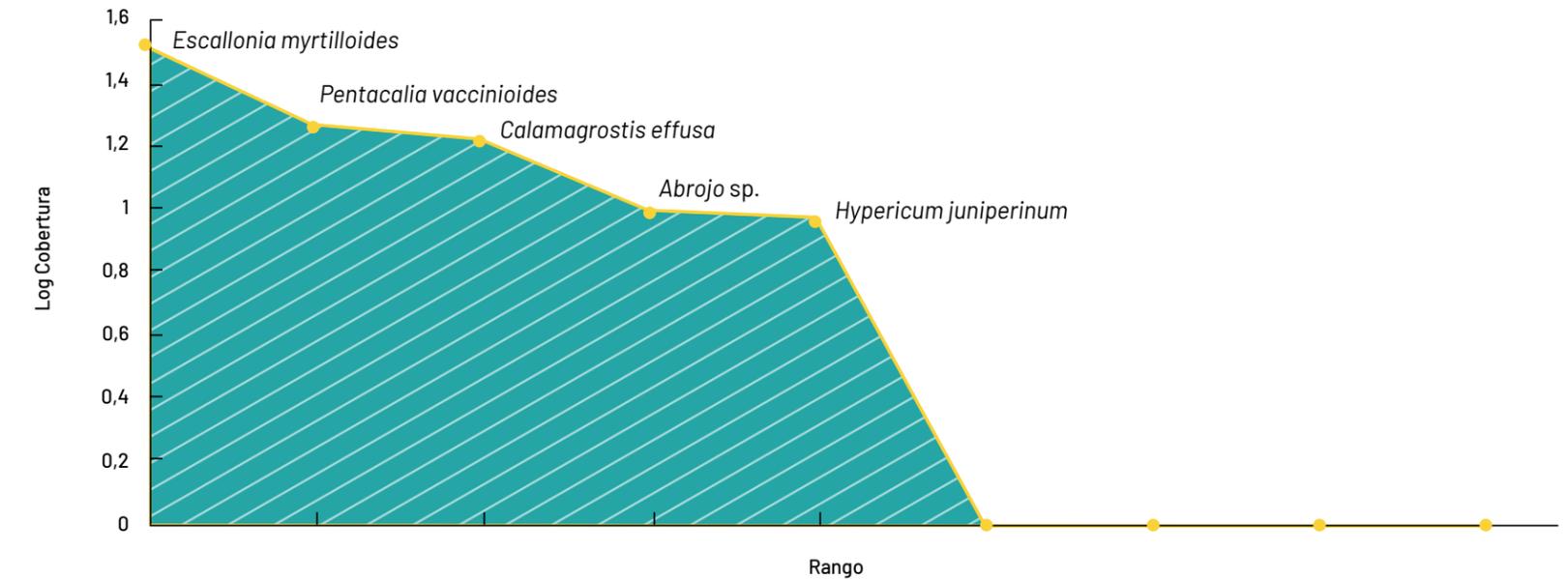
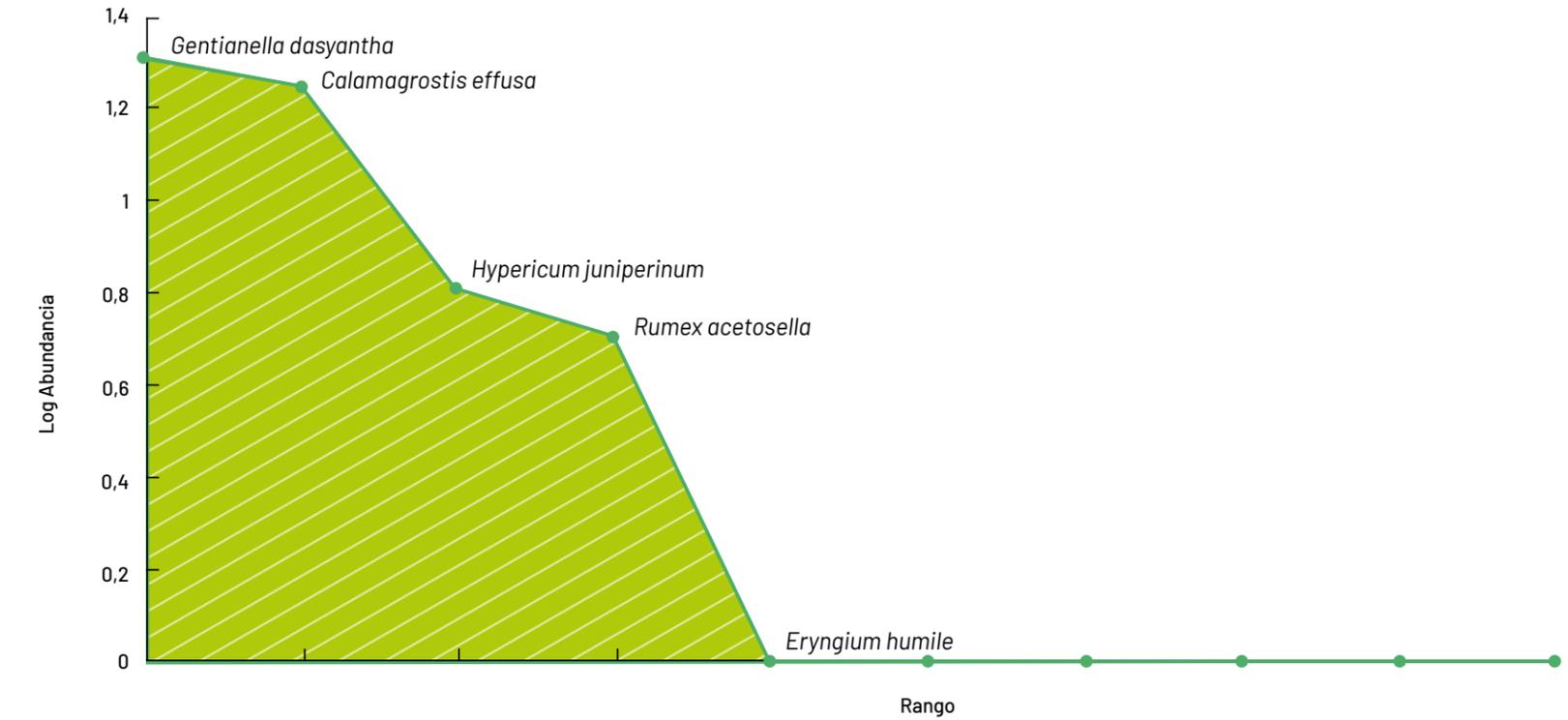


PA Pajonal Arbustal

En esta comunidad vegetal, encontrada entre los 3936-3957 m. s. n. m., predomina un estrato de vegetación arbustiva con abundancia de especies leñosas como *Hypericum juniperinum* y *Baccharis tricuneata*, y dispuesta con pastos de las especies *Calamagrostis effusa* y *Calamagrostis recta*, y con asociación de especies como *Gentianella dasyantha*, *Lachemilla nivalis*, *Rumex acetosella* y *Castilleja fissifolia*. Ocasionalmente, también hay algunos individuos de *Espeletia hartwegiana*. Las especies con mayor cobertura dentro de las parcelas de referencia fueron: *Escallonia myrtilloides*, *Pentacalia vaccinioides* y *Calamagrostis effusa*.



Diseño de Restauración



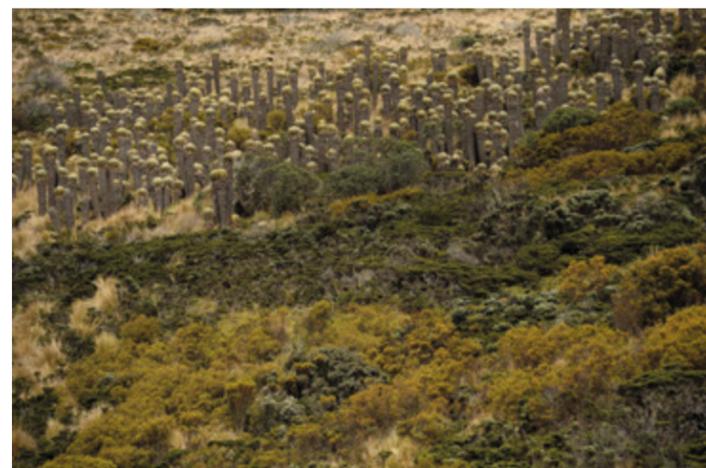
FAP Frailejonal Arbustal Pajonal

En el área de trabajo, esta es una de las coberturas que exhibe mayor complejidad y diversidad de plantas. Está asociada a terrenos con pendientes moderadas y fue encontrada entre los 4069-4090 m. s. n. m. Por lo general, este estrato tiene entre 50 y 100 cm de altura.

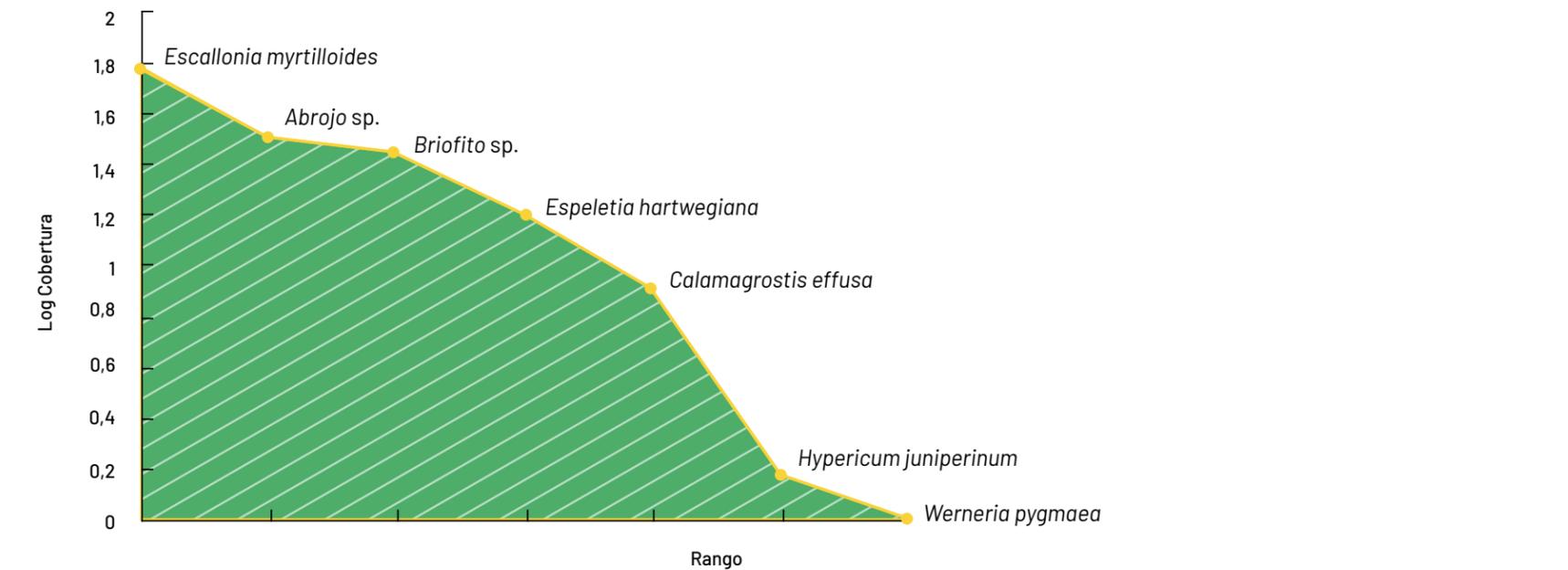
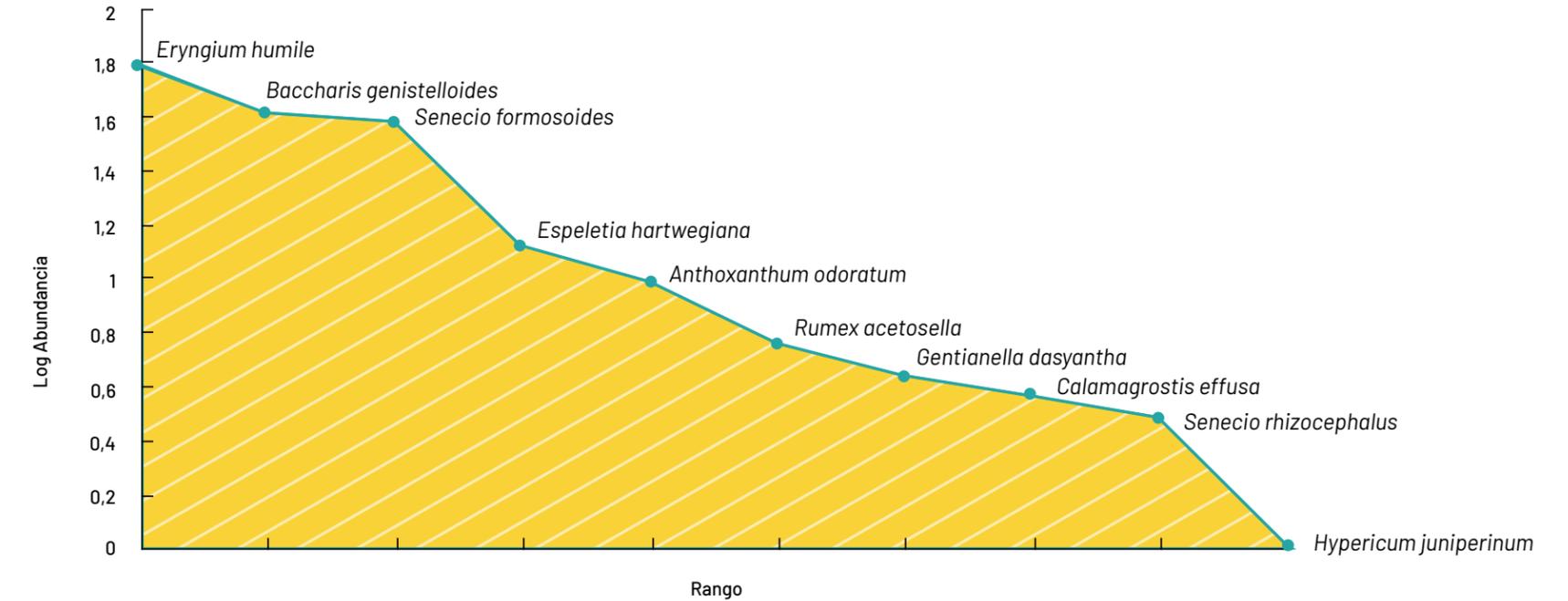
Predomina un estrato herbáceo con gramíneas, tipo macollas, como el *Calamagrostis effusa*. Entre dichas gramíneas se hallan dispersos grupos de arbustos. Allí abundan especies leñosas como *Hypericum juniperinum* y *Baccharis genistelloides*. Entre los arbustos y las macollas sobresalen rosetas de *Espeletia hartwegiana* de diferente tamaños (estas rosetas son típicas de sucesiones más avanzadas de este ecosistema).

Adicionalmente, sobre el suelo se encuentra un estrato rasante donde son abundantes algunas herbáceas (por ejemplo, *Eryngium humile*, *Satureja nubigena*, *Senecio formosoides* y *Senecio rhizocephalus*). Esta composición evidencia una estratificación de la cobertura con una diversidad considerable de micrositios favorable para el establecimiento de diferentes especies.

También encontramos que algunas de las especies identificadas con mayor cobertura dentro de esta parcela de referencia, son: *Escallonia myrtilloides*, *Espeletia hartwegiana*, *Hypericum juniperinum* y *Calamagrostis effusa*.



Diseño de Restauración



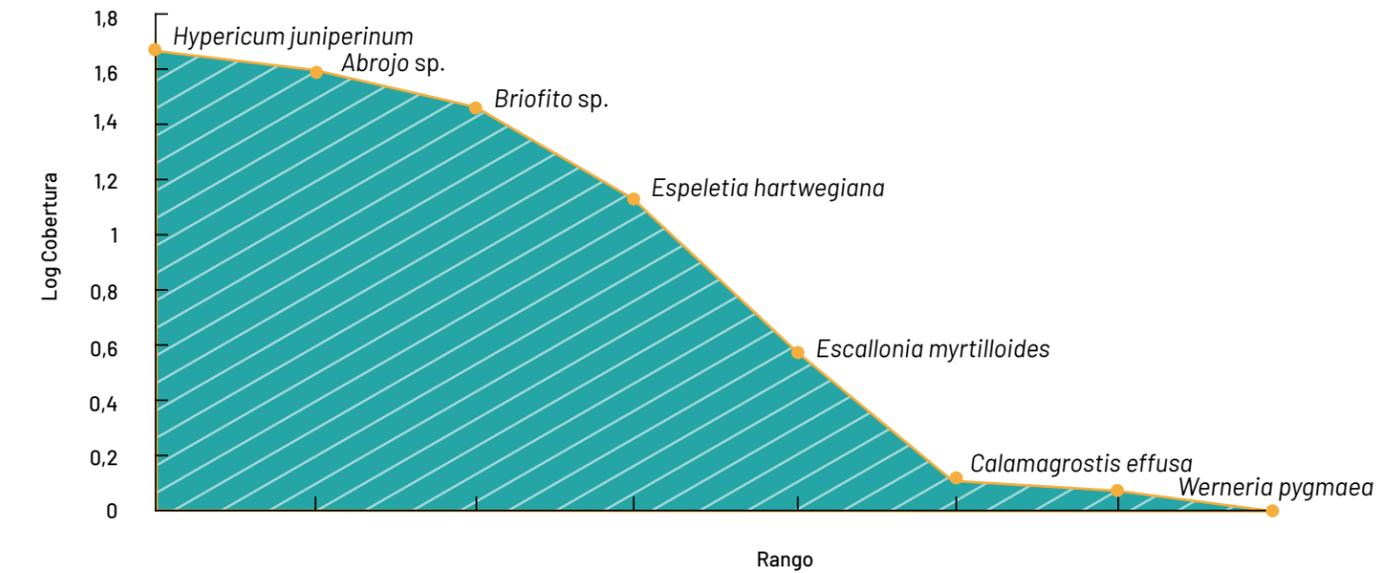
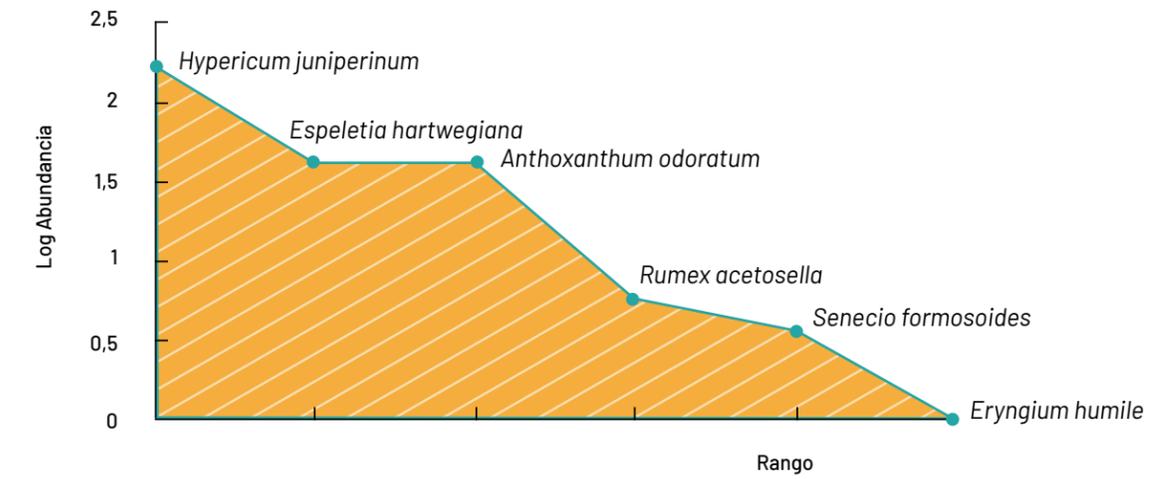


Frailejón Arbustal

El rango de altura encontrado para esta cobertura está entre los 3992-4006 m. s. n. m. Las especies dominantes para esta cobertura son *Espeletia hartwegiana*, *Escallonia myrtilloides*, *Hypericum juniperinum* e *Hypericum laricifolium*. Estas asociaciones vegetales están localizadas en sectores con pendientes moderadas.

En el estrato herbáceo observamos especies como *Anthoxanthum odoratum*, *Senecio formosoides* y *Eryngium humile*. También registramos numerosos parches de individuos juveniles de *Espeletia hartwegiana*.

Adicionalmente, encontramos que algunas de las especies identificadas con mayor cobertura dentro de las parcelas de referencia, son: *Hypericum juniperinum*, *Espeletia hartwegiana* y *Escallonia myrtilloides*.



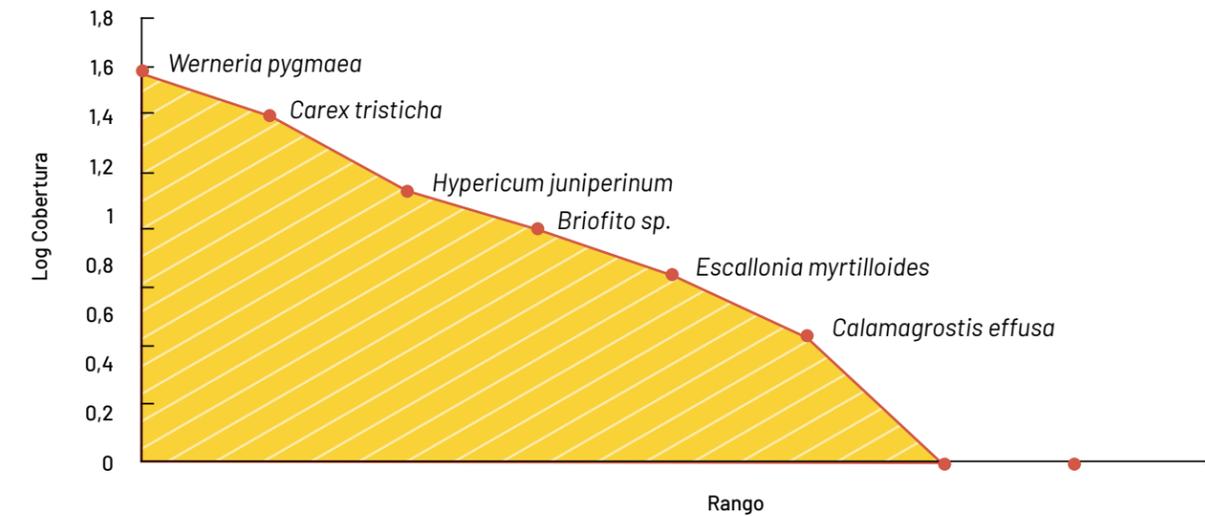
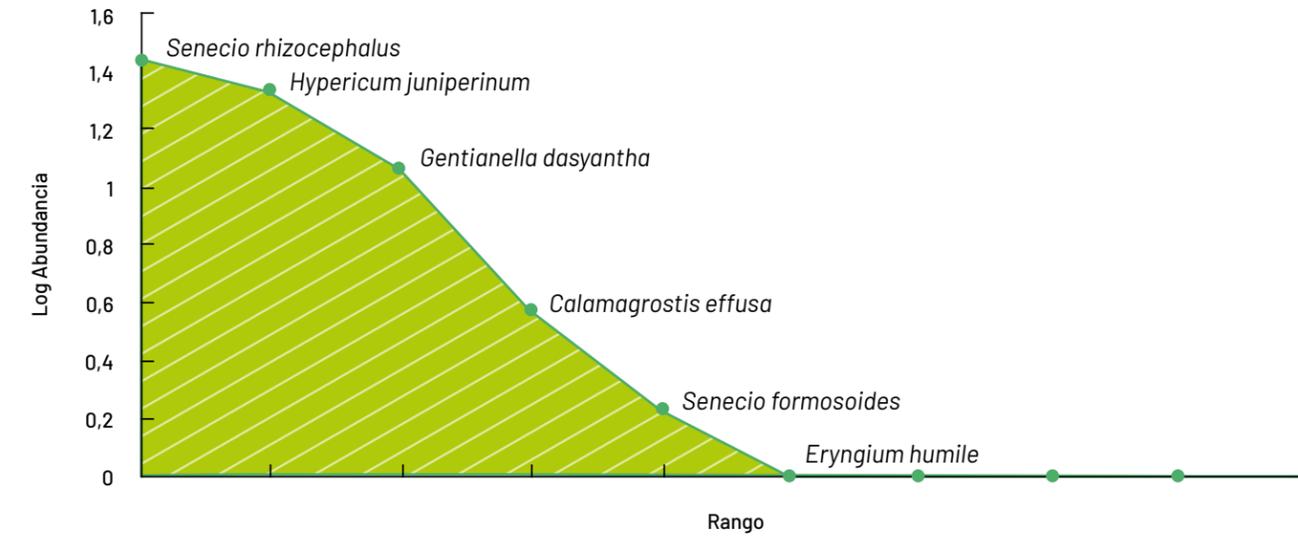


HI **Herbazal Inundable**

El rango de altura encontrado para esta cobertura está entre los 4006-4010 m. s. n. m. En el Herbazal Inundable predominan tipos de vegetación arbustiva y rasante. Entre las arbustivas se destacan *Hypericum juniperinum* y *Baccharis tricuneata*. Algunas macollas de *Calamagrostis effusa* colonizan el interior de los humedales en tiempos prolongados de sequía y retroceden en la época de lluvias, que es cuando su desarrollo en este tipo de ambientes es deficiente.

Las turberas se encuentran principalmente hacia la periferia de los humedales y están cubiertas, frecuentemente, por herbáceas de porte bajo de la familia *Asteraceae*, rosetas acaules y colchones densos de *Eryngium humile*. También hay presencia de *Senecio rhizocephalus* y *Senecio formosoides*, y otras herbáceas como *Gentianella dasyantha*.

Por otra parte, encontramos que aquellas especies con vegetación arbustiva como *Escallonia myrtilloides* e *Hypericum juniperinum*, tienen una mayor cobertura dentro de este tipo de parcelas de referencia, al igual que la macolla *Calamagrostis effusa* y herbáceas como *Werneria pygmaea* y *Carex tristicha*.





D

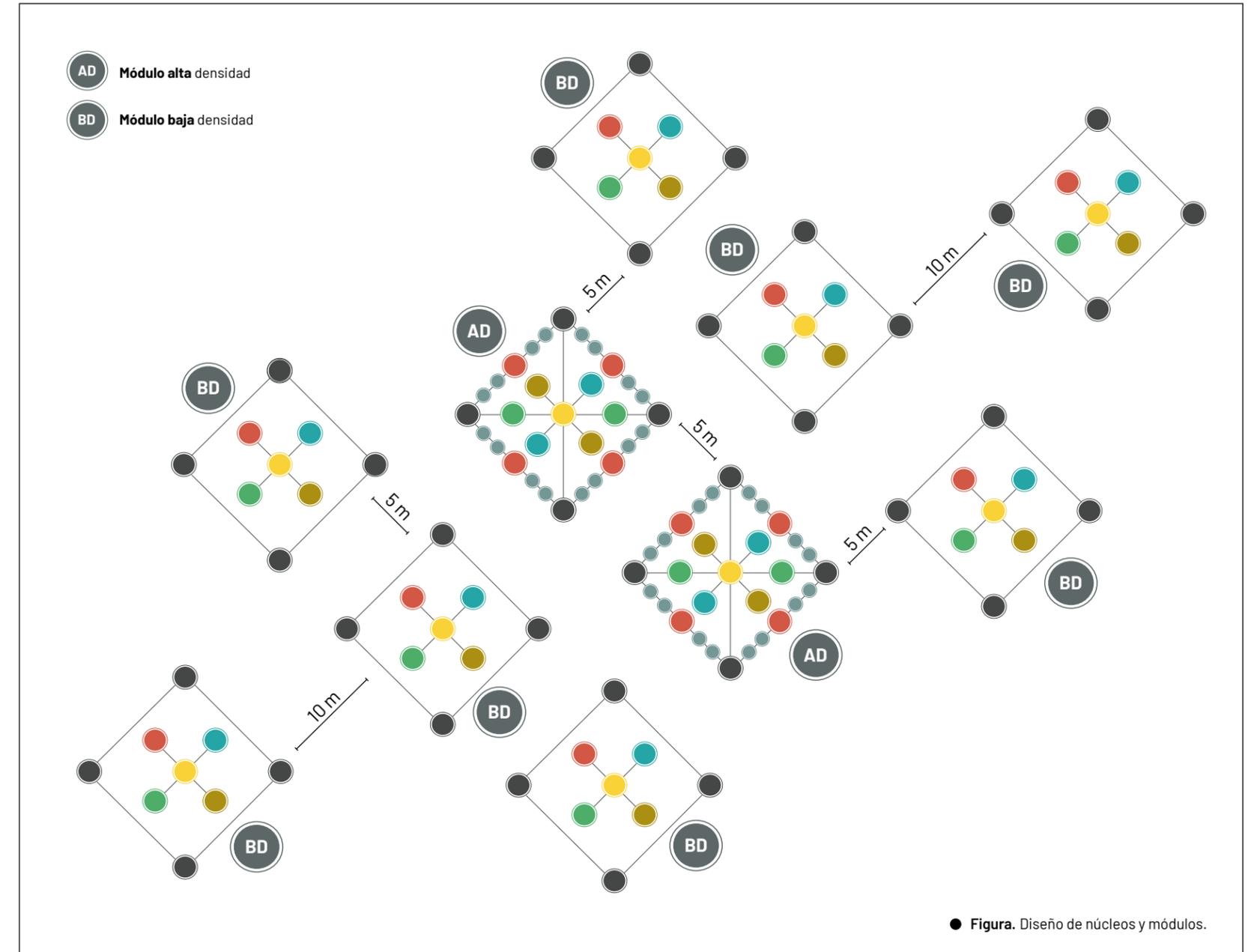
Diseño de núcleos, módulos y tratamientos (baja y alta densidad).

Los diseños en las áreas de restauración consisten en núcleos formados por 6 módulos de siembra de baja densidad y 2 módulos de siembra de alta densidad. Se establecieron los módulos a una distancia de 5 m entre sí y a 10 m entre núcleos, lo cual representa un total de 72 núcleos en un área de siembra de 7.2 ha (10 núcleos por ha).

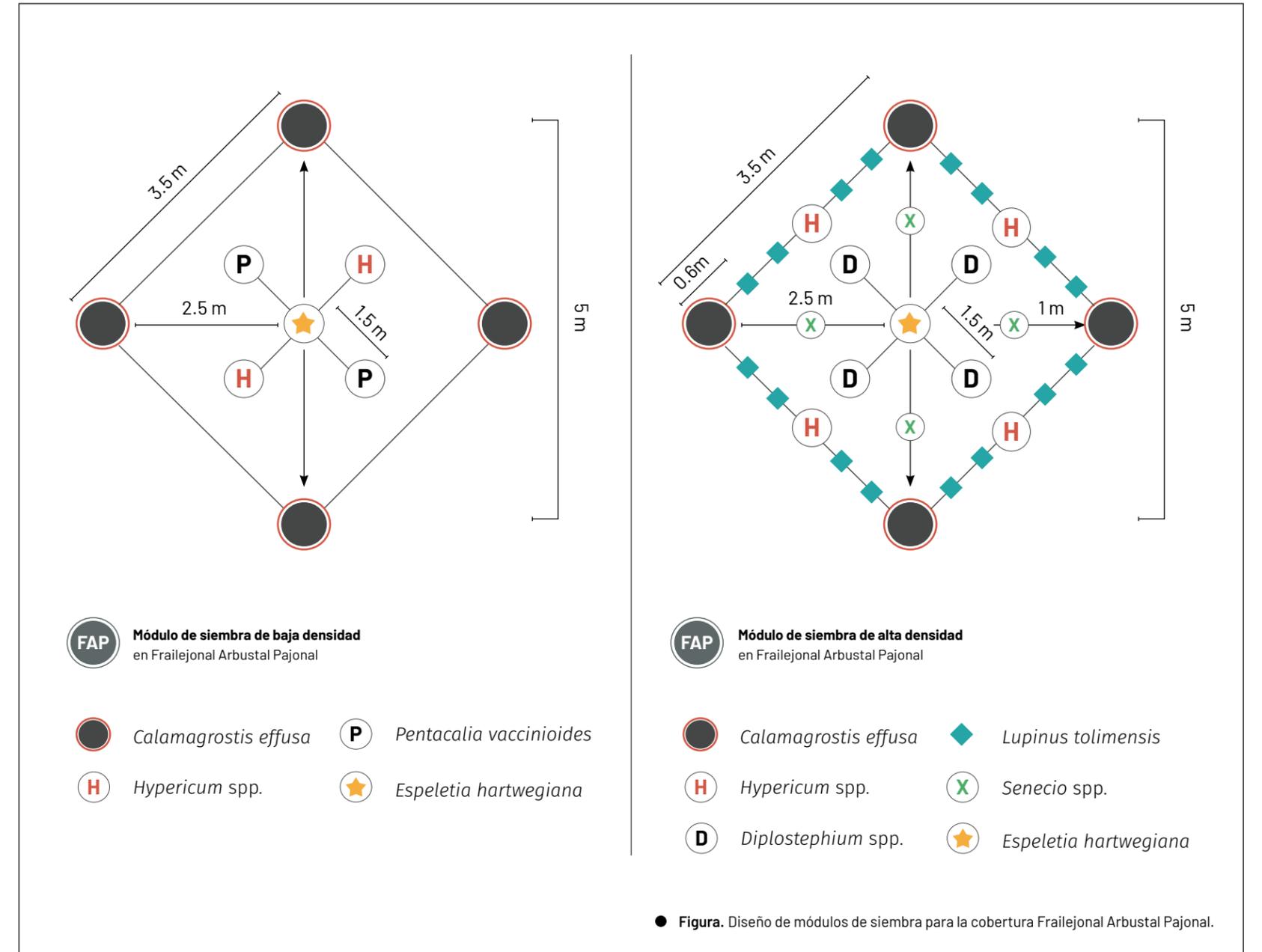
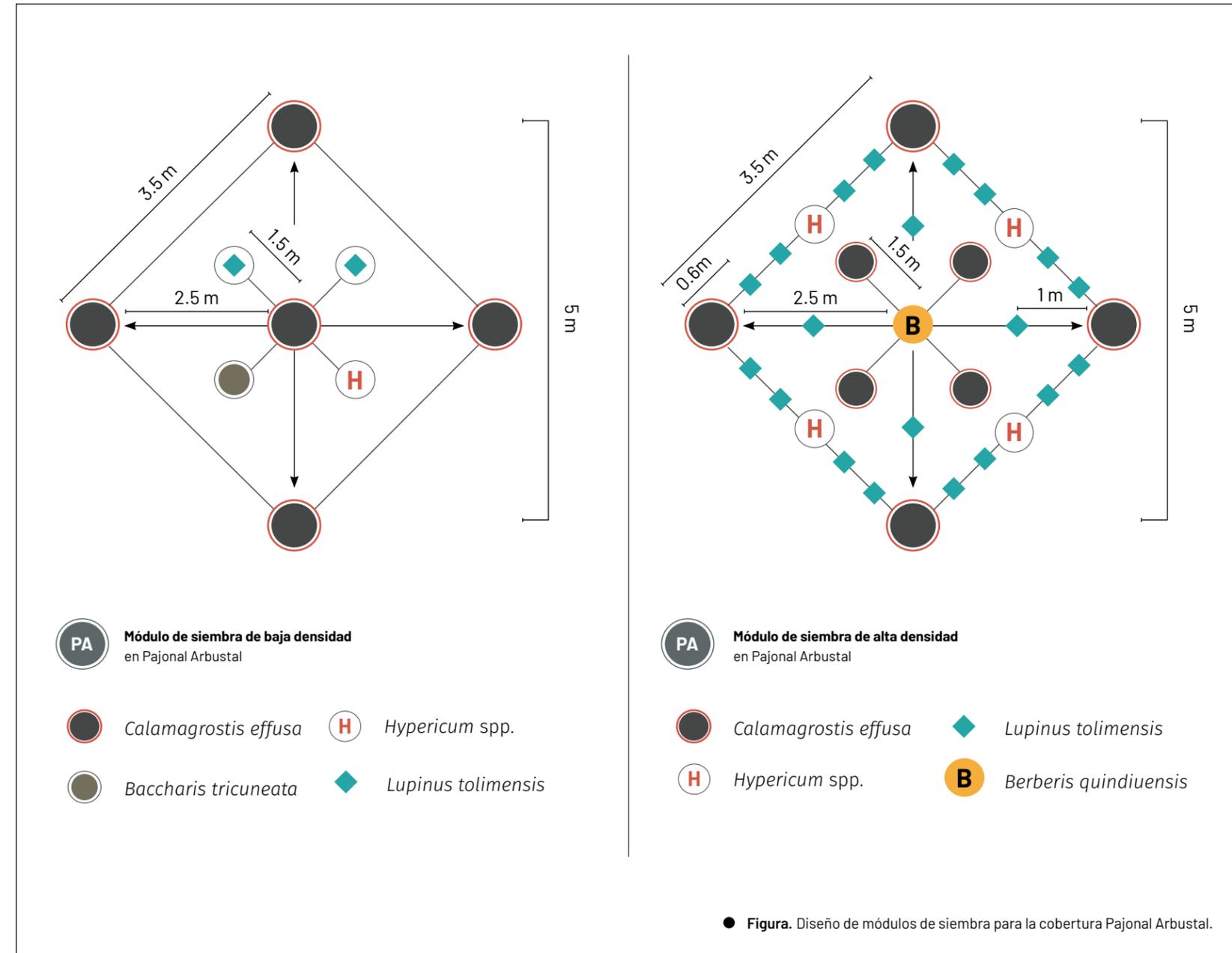
Cada módulo de siembra tiene 3.5 m de lado y ocupa un área de 12.5 m². Sin embargo, las distancias establecidas y la disposición espacial de los módulos fueron ajustadas en campo, a partir de las condiciones del terreno (forma del área de siembra, la ubicación de fac-

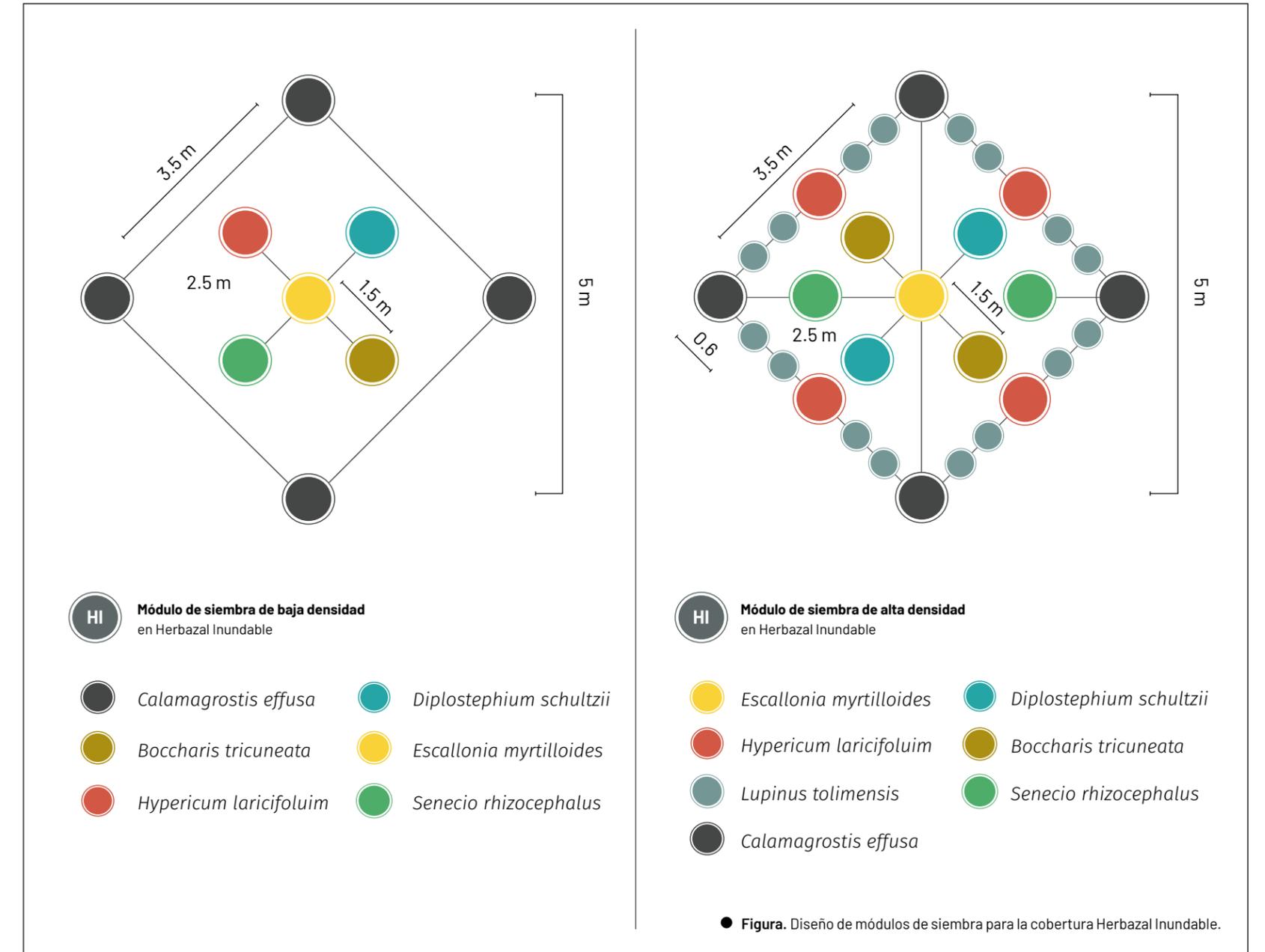
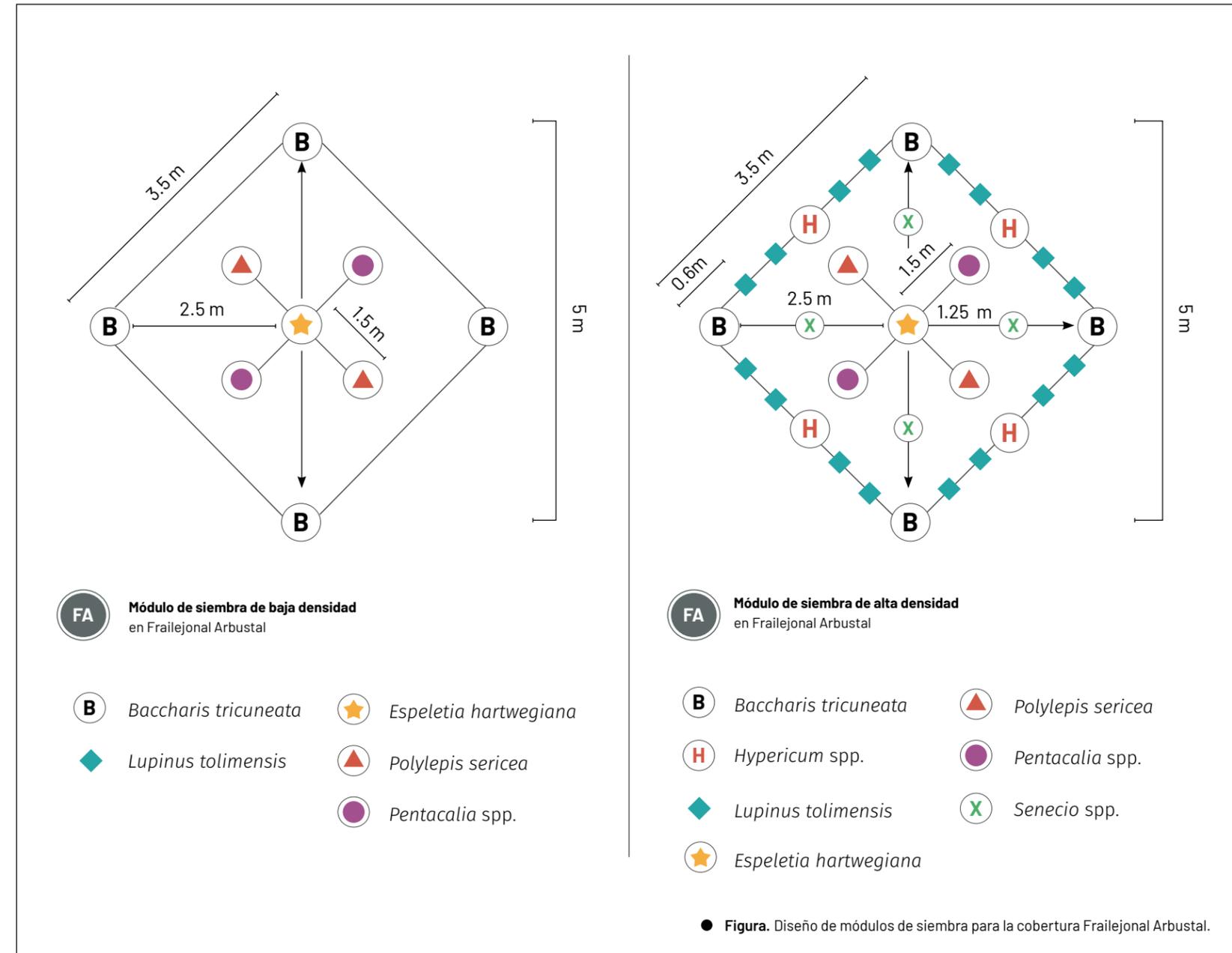
tores naturales como especies nativas ya establecidas, o barreras físicas como drenajes, rocas y caminos, entre otros).

Los módulos de siembra de alta densidad se ubicaron en sitios donde se evidenció mayor presencia de plantas invasoras. Por lo tanto, en el interior de estos módulos se retiró la cobertura vegetal con azadón, mientras que en los módulos de siembra de baja densidad solo se hizo ploteo de 50 cm alrededor de cada plántula. Importante destacar que los resultados de la línea base de monitoreo no reflejaron diferencias entre la supervivencia de las especies en los dos tipos de módulos (alta y baja densidad).



● Figura. Diseño de núcleos y módulos.







Especies seleccionadas

para la restauración

E

l diseño de siembra abarcó, en total, once especies de diferentes grupos funcionales, que fueron seleccionadas a partir de la información bibliográfica y la obtenida en las parcelas de referencia. Adicionalmente, se tuvo en cuenta las siguientes características:

- Que fueran nativas y con distribución natural en el rango altitudinal del área de trabajo.
- Que fueran prolíficas o con buena capacidad de recuperación.
- Que se regeneren fácilmente y sean poco exigentes en su establecimiento.
- Que en las etapas plántula y juvenil, cuenten con un sistema radicular superficial que favorezca su extracción con bloque de tierra sin afectar las raíces.
- Que naturalmente formen grupos y que tengan densidades medias o altas, o que sean especies comunes en el área de trabajo. Esto facilita las entresacas sin perjudicar el banco de plántulas de las poblaciones silvestres.
- Que tengan el potencial para colonizar áreas abiertas o intervenidas, o que sean tolerantes a estas condiciones.
- Que no fueran especies invasoras, especies nativas con comportamiento invasor, o parásitas.

En aras de lograr el suministro de plántulas necesarias, se establecieron en el parque dos viveros transitorios que sirvieron para propagar las especies que están incluidas en los arreglos de siembras. Si bien hubo algunas especies que tuvieron una fase de vivero, otras fueron trasladadas directamente desde bancos de plántulas previamente seleccionados.

En total se sembraron 6924 individuos de los cuales 887 fueron propagados en los viveros y 6037 se trasladaron desde bancos de plántulas a los sitios de siembra. También se sembraron directamente semillas de *Lupinus tolimensis* en 2070 sitios. Además de los 8894 sitios intervenidos con individuos y semillas, se registraron seis (6) individuos que se encontraban en los módulos de forma natural y que se marcaron como parte de los arreglos de siembra.

Tabla. Número de sitios donde la especie fue sembrada, o directamente (semilla), o por plántula, o la especie ya se encontraba de forma natural en los módulos por cobertura. Las siglas corresponden a: **FAP** (Frailejonal Arbustal Pajonal), **PA** (Pajonal Arbustal), **HI** (Herbazal Inundable) y **FA** (Frailejonal Arbustal).

- FAP** Frailejonal Arbustal Pajonal
- PA** Pajonal Arbustal con ganadería
- HI** Herbazal Inundable
- FA** Frailejonal Arbustal

Especie	FAP	PA	HI	FA
<i>Calamagrostis effusa</i>	576	1242	288	0
<i>Hypericum laricifolium</i>	360	378	126	168
<i>Espeletia hartwegiana</i>	360	0	0	504
<i>Senecio repens</i>	144	0	126	168
<i>Diplostephium floribundum</i>	144	0	90	0
<i>Lupinus tolimensis</i>	576	1404	288	672
<i>Baccharis tricuneata</i>	0	162	90	672
<i>Polylepis sericea</i>	0	54	0	336
<i>Diplostephium schultzii</i>	0	0	72	0
Total	2160	3240	1080	2520



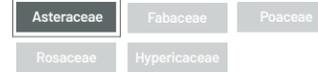
● Nombre científico

Espeletia hartwegiana

● Nombre común

Frailejón

Familia:



Forma de vida:



Duración del ciclo de vida:

adultos alcanzan más de 40 años.



Rangos máximos de altura:

5 a 6 metros.



Forma de crecimiento:

roseta caulescente (con tallo).

Forma de propagación sugerida:

Traslado desde bancos de plántulas ubicados cerca de las áreas de siembra y que presenten altas densidades.

Procedimiento sugerido de extracción para traslado:

Extracción de la plántula cuidando no afectar las raíces. En lo posible, retirar cada plántula con una porción de suelo alrededor de 20x20 cm, y 20 cm de profundidad. Evitar la siembra en época seca y que las yemas queden expuestas para prevenir daños por heladas (Rojas-Zamora et al. 2013).

Adaptaciones y beneficios en diseños de restauración:

Sus hojas secas y pubescentes, persisten en la planta, por lo que aíslan el tronco de bajas temperaturas y ayudan a retener nutrientes. La médula en el interior del tronco permite retener agua. Presentan alta resistencia a los rayos UV, y generan metabolitos que a bajas temperaturas inhiben la congelación del agua en el citoplasma.



En cuanto a los beneficios, los frailejones diversifican la estructura vegetal. También aportan materia orgánica y microclimas para el establecimiento de otras especies vegetales. Además, albergan diversidad de fauna y son importantes en la regulación hídrica.

Lecciones aprendidas:

Las plántulas tienen mayor probabilidad de supervivencia si se trasladan cuando tienen entre 5 y 15 cm de altura debido a la menor afectación del sistema radicular. Tener precaución de no trasladar plántulas desde sitios afectados por enfermedades.

El seguimiento a las siembras refleja que la supervivencia promedio de esta especie es en un 91,3%, y aunque tiene un mínimo de 87,1% en Frailejonal Arbustal y un máximo de 95,5% en Frailejonal Arbustal Pajonal, no presenta diferencias significativas entre coberturas y entre los módulos de alta y baja densidad.



● Nombre científico

Lupinus tolimensis

● Nombre común

Chocho

Familia:



Forma de vida:



Duración del ciclo de vida:

2 años.



Rangos máximos de altura:

180 - 200 cm.



Forma de crecimiento:

(Heliófila - Pionera) pionera exigente de luz.

● Forma de propagación sugerida:

Fácil propagación por semilla (alta viabilidad y germinación). Periodo de germinación de 15 días. Periodo apto de siembra: transcurrido un (1) mes, luego de emerger las hojas verdaderas.

● Procedimiento sugerido para la cosecha de las semillas:

Después de cosechar la vaina madura, se deben extraer las semillas y se deben secar en un lapso de 1 a 2 días. El almacenamiento se debe hacer en un sitio con ventilación bajo sombra y en periodos cortos de tiempo.

● Fase en vivero sugerida:

Remojar las semillas durante 1 día antes de pasarlas a bolsas de 1 kg con sustrato de tierra negra. Colocar tres (3) semillas a una profundidad de 1 cm y regar durante la germinación. Tener cuidado con las babosas o larvas de lepidópteros, ya que pueden afectar las semillas y las plántulas.

● Adaptaciones y beneficios en diseños de restauración:

Debido a su capacidad para fijar nitrógeno, ayuda a mejorar las condiciones del suelo. Derivado de su rápido crecimiento y su temprana fructificación, puede formar un banco de semillas considerable, permitiendo generar cohortes de plantas a corto y mediano plazo.

● Siembra sugerida:

Se debe cavar un hoyo de aproximadamente 30 cm en los lugares de siembra seleccionados. Este proceso hay que realizarlo una vez el individuo cuente con un mínimo de 3-4 hojas verdaderas visibles y con una altura de 20-25 cm.

● Lecciones aprendidas:

Esta especie presentó el porcentaje más bajo de supervivencia (3,3%), y aunque tiene un mínimo de 0,5% en Frailejonal Arbustal y un máximo de 5,9% en Frailejonal Arbustal Pajonal, no muestra diferencias significativas entre coberturas y entre módulos de alta y baja densidad. Debido a su alta mortalidad, tanto *Lupinus tolimensis* como *Polylepis sericea*, difieren notablemente ($F= 265.2$, $P<0.001$) de las otras especies.

La alta mortalidad está asociada a su difícil adaptación y a los daños mecánicos derivados del transporte y la siembra. También se registraron en viveros, individuos afectados por hongos. Además, se evidenciaron muchos casos de herbivoría de conejos. La abundancia de esta especie es mucho mayor en alturas más bajas y cercanas a la vereda El Bosque. Debido a su mortalidad, fue reemplazada por *Lupinus microphyllus*, especie que colonizó de manera natural algunos módulos, principalmente aquellos de alta densidad.





● Nombre científico

Baccharis tricuneata

● Nombre común

Sanalotodo

Familia:

Asteraceae
 Fabaceae
 Poaceae
 Rosaceae
 Hypericaceae

Forma de vida:

roseta
 hierba
 árbol
 arbusto
 arbusto pequeño
 hierba rasante

Duración del ciclo de vida:

puede alcanzar más de 10 años.

5
 10
 15
 20
 25
 30
 35
 40
 45
 50

Rangos máximos de altura:

1 a 2 metros.



Forma de crecimiento:

arbusto leñoso ramificado desde la base.

Forma de propagación sugerida:

Tiene una muy buena adaptación cuando se hacen directos los traslados de las plántulas hasta los sitios de siembra.

Adaptaciones y beneficios en diseños de restauración:

Se adapta bien a suelos degradados, y resiste vientos fuertes y heladas. Sus flores atraen polinizadores, su follaje es poco atractivo para la herbivoría. Ya a temprana edad se ramifica desde la base, lo que ayuda a diversificar la estructura vertical. Esta especie es frecuente en áreas perturbadas, bordes de caminos y tolera el impacto por ganadería.

Procedimiento sugerido de extracción para traslado:

Realizar la extracción de la plántula de los bancos de plántulas previamente identificados, cuidando no afectar las raíces. En lo posible, retirar cada plántula con una porción de suelo de 10 cm alrededor de la planta y de mínimo 20 cm de profundidad.

Siembra sugerida:

Al momento de la siembra se debe cavar un hueco de aproximadamente 20 cm, e introducir el individuo asegurándose de que la plántula quede firme.

Lecciones aprendidas:

Es tolerante a condiciones ambientales adversas. Las plantas trasladadas con altura mayor a 20 cm, tienen una mejor expectativa de supervivencia. La supervivencia por esqueje es muy baja y a largo plazo.

El seguimiento a las siembras refleja que la supervivencia promedio de la especie es de 77,4% con una diferencia significativa ($F=7.289$, $P= 0.0043$) entre la cobertura Herbazal Inundable (94,4%) y Frailejonal Arbustal (62,7%). Adicionalmente, no hay cambios en la supervivencia de la especie entre los módulos de alta y baja densidad.





● Nombre científico

Hypericum laricifolium

● Nombre común

Velillo, guarda rocío, pino de páramo

Familia:



Forma de vida:



Duración del ciclo de vida:

arbusto que puede alcanzar más de 20 años de vida.



Rangos máximos de altura:

0.5 cm. a 4 metros.



Forma de crecimiento:

arbusto de aproximadamente 1 m de altura con flores amarillas.

● Forma de propagación sugerida:

Esta especie se propaga bien por estaca, pero el traslado de plántulas es la mejor opción si se tiene disponibilidad de bancos de plántulas cercanos a las áreas de siembra.

● Adaptaciones y beneficios en diseños de restauración:

Tiene un establecimiento rápido. Se adapta bien a condiciones ambientales adversas como heladas y vientos fuertes. Ayuda a diversificar la estructura vertical. Sembrada en hileras, sirve como barrera para disminuir los efectos negativos de la escorrentía. Favorece el establecimiento de otras especies herbáceas.

● Procedimiento sugerido de extracción para traslado:

Realizar la extracción de la plántula cuidando no afectar las raíces. En lo posible, retirar cada plántula con una porción de suelo de 10 cm alrededor de la planta y de mínimo 20 cm de profundidad.

● Siembra sugerida:

Se debe cavar un hueco de aproximadamente 20 cm, en los lugares de siembra seleccionados. La plántula hay que sembrarla con el cespedón de tierra, y luego se debe adecuar hasta que quede firme en el lugar.

● Procedimiento sugerido para corte de estaca:

Se recomienda que la extracción de esquejes se realice en las ramas de la parte media de la copa. También se sugiere llevar a cabo el corte con tijeras podadoras, para así disminuir el estrés a la estaca. El tamaño del esqueje debe ser de 20 a 30 cm. La supervivencia por estaca es muy baja y puede tardar entre 4 a 6 meses para su traslado.

● Lecciones aprendidas:

Esta especie se puede señalar como una indicadora de condiciones de buen drenaje, ya que es poco tolerante a suelos húmedos. La probabilidad de supervivencia de las plantas es alta si se traslada con un cespedón en las raíces. Es recomendable que las bolsas en vivero queden bien apretadas para evitar malformación en las raíces de las plántulas.

El seguimiento a las siembras refleja que la supervivencia promedio de la especie es de 82,0% con una diferencia significativa ($F=3.127$, $P=0.04$) entre la cobertura Frailejónal Arbustal (65,2%) y Frailejónal Arbustal Pajonal (91,7%). Adicionalmente, no hay cambios en la supervivencia de la especie entre los módulos de alta y baja densidad.





● Nombre científico

Calamagrostis effusa

● Nombre común

Pajonal

Familia:



Forma de vida:



Duración del ciclo de vida:

cada macolla puede tener una alta longevidad (mayor a 20 años) debido a la constante renovación de su follaje.



Rangos máximos de altura:

180-200 cm. La altura usual es de 80 cm. a 1 metro.



Forma de crecimiento:

macolla.

● Forma de propagación sugerida:

Se puede propagar fácilmente de forma vegetativa mediante secciones, ramets o estolones.

● Procedimiento sugerido de extracción para traslado

Seleccionar macollas con diámetro mayor a 40 cm, dividirla en un plano imaginario de cuatro partes y con un palín extraer una de las secciones. También es importante extraer una porción de tierra que cubra las raíces alrededor de 25-30 cm y mínimo 10 cm de profundidad.

● Adaptaciones y beneficios en diseños de restauración:

Son tolerantes a condiciones ambientales extremas. Las especies del género *Calamagrostis* crecen en macollas y son el elemento dominante en la matriz vegetal de muchas áreas de páramos con suelos bien drenados.

Ellas, además, producen abundante biomasa y facilitan las condiciones para el establecimiento de otras especies (generan microclimas favorables, retienen materia orgánica y humedad). Por otra parte, tienen gran capacidad para establecerse a partir de reproducción vegetativa.

● Siembra sugerida:

Se debe cavar un hueco de aproximadamente 40 cm e introducir el fragmento con el cespedón. Luego hay que adecuar hasta que quede firme en el lugar de siembra. Este proceso debe realizarse una vez la sección de macolla sea extraída de su parental sin necesidad de que el fragmento pase por una fase de vivero.

● Lecciones aprendidas:

Tiene muy baja tolerancia a suelos inundables. Las secciones sembradas deben quedar al nivel del suelo y al momento de la siembra se debe comprimir la tierra alrededor de la planta. Al principio, la mayor parte del follaje se muere, pero genera rebrotes rápidamente.

El seguimiento a las siembras refleja que la supervivencia promedio de esta especie es de un 96,7%, y aunque tiene un mínimo de 91,3% en Pajonal Arbustal y un máximo de 100% en Frailejonal Arbustal Pajonal, no presenta diferencias significativas entre coberturas y entre los módulos de alta y baja densidad.





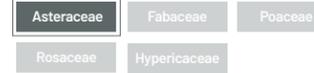
● Nombre científico

Senecio rhizocephalus

● Nombre común

Senecio

Familia:



Forma de vida:



Duración del ciclo de vida:

mayor a 2 años de vida.



Rangos máximos de altura:

2 a 5 cm.



Forma de crecimiento:

roseta acaule (sin tallo).

● **Forma de propagación sugerida:**

El traslado de plántulas es la mejor opción.

● **Adaptaciones y beneficios en diseños de restauración:**

Tolera la competencia con otras especies de porte bajo. Tiene un establecimiento rápido, y se adapta bien a condiciones ambientales adversas como heladas.

● **Procedimiento sugerido de extracción para traslado:**

Realizar la extracción de la plántula de los bancos de plántulas previamente identificados, cuidando no afectar las raíces. En lo posible, retirar cada plántula con una porción de suelo de 5 cm alrededor de la planta y de mínimo 10 cm de profundidad.

● **Siembra sugerida:**

En los lugares de siembra seleccionados, se debe cavar un hueco de aproximadamente 20 cm e introducir el individuo, asegurándose de que la plántula quede firme.



● **Lecciones aprendidas:**

Soporta la competencia de especies con comportamiento invasor como *Lachemilla orbiculata*. Al momento de la siembra, se debe verificar que la porción de suelo con que se sacó la plántula no lleve residuos de *Lachemilla orbiculata*. Debido al pequeño tamaño de la especie, hay que tener precaución de no pisar las plántulas durante las jornadas de siembra.

El seguimiento a las siembras refleja que la supervivencia promedio de esta especie es de un 84%, y aunque tiene un mínimo de 79,1% en Frailejonal Arbustal Pajonal y un máximo de 85,4% en Frailejonal Arbustal, no presenta diferencias significativas entre coberturas y entre los módulos de alta y baja densidad.



● Nombre científico

Calamagrostis recta

● Nombre común

Pajonal

Familia:



Forma de vida:



Duración del ciclo de vida:

cada macolla puede tener una alta longevidad (mayor a 20 años) debido a la constante renovación de su follaje.



Rangos máximos de altura:

180-200 cm. La altura usual es de 80 cm. a 1 metro.



Forma de crecimiento:

macolla.

● Forma de propagación sugerida:

Se propaga vegetativamente mediante secciones, ramets o estolones.

● Procedimiento sugerido de extracción para traslado:

Seleccionar macollas con diámetro mayor a 40 cm, dividirla en un plano imaginario de cuatro partes y con un palín extraer una de las secciones. También es importante extraer una porción de tierra que cubra las raíces alrededor de 25-30 cm y mínimo 10 cm de profundidad.

● Adaptaciones y beneficios en diseños de restauración:

Presentan una gran capacidad de establecerse a partir de reproducción vegetativa. Son tolerantes a condiciones extremas de crecimiento. Se regeneran rápidamente luego de incendios. Junto con *Calamagrostis effusa*, forman los pajonales que en muchas áreas de páramo son el principal elemento de la matriz vegetal.

Elas, además, producen abundante biomasa y facilitan las condiciones para el establecimiento de otras especies (generan microclimas favorables, retienen materia orgánica y humedad).



● Siembra sugerida:

Se debe cavar un hueco de aproximadamente 40 cm e introducir el fragmento con el cespedón. Luego hay que adecuar hasta que quede firme en el lugar de siembra. Este proceso debe realizarse una vez la sección de macolla sea extraída de su parental sin que el fragmento pase por una fase de vivero.

● Lecciones aprendidas:

Tiene muy baja tolerancia a suelos inundables. Las secciones sembradas deben quedar al nivel del suelo y al momento de la siembra se debe comprimir la tierra alrededor de la planta. Luego de ser sembrada, la mayor parte del follaje se muere, pero genera rebrotes rápidamente.



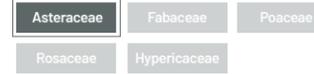
● Nombre científico

Diplostephium schultzii

● Nombre común

Romero blanco

Familia:



Forma de vida:



Duración del ciclo de vida:
puede alcanzar más de 20 años.



Rangos máximos de altura:
1 a 4 metros.



Forma de crecimiento:

arbusto leñoso ramificado desde la base.

● **Forma de propagación sugerida:**

Se obtienen buenos resultados haciendo directamente los traslados desde los bancos de plántulas hasta los sitios de siembra. También se puede propagar por estacas, lo que tarda entre 4 y 7 meses para obtener plántulas que estén aptas para la siembra.

● **Adaptaciones y beneficios en diseños de restauración:**

Se adapta bien a suelos degradados, y resiste vientos fuertes y heladas. Sus flores atraen polinizadores, y su follaje es poco atractivo para la herbivoría debido a sus ramas resinosas. Las plantas adultas tienen una copa ampliamente ramificada, ayudando a diversificar la estructura vertical. Favorece el establecimiento de otras especies herbáceas.

● **Procedimiento sugerido de extracción para traslado:**

Realizar la extracción de los bancos de plántulas previamente identificados, cuidando no afectar las raíces. En lo posible, retirar cada plántula con una porción de suelo de 10 cm alrededor de la planta y de mínimo 20 cm de profundidad.

● **Procedimiento sugerido para obtener plántulas a partir de estacas:**

Preferiblemente, se recomienda extraer los esquejes de ramas no muy viejas, que estén ubicadas en las partes media y baja de

la copa, y que presenten yemas. El tamaño recomendable de la estaca es de 20-30 cm de largo.

Para evitar la deshidratación de las estacas, estas se deben trasladar dentro de bolsas envueltas en papel, tela, costal o fibra húmeda. Luego, ya en el vivero, se sugiere untar las estacas con una mezcla batida de clara de huevo y sábila antes de realizar la siembra en las bolsas.

● **Siembra sugerida:**

Aproximadamente dos meses después de la siembra en las bolsas, las estacas empiezan a generar rebrotes y hojas, pero se debe esperar entre 4 y 7 meses más antes de realizar la siembra en las bolsas.

Al momento de la siembra, se debe cavar un hueco de aproximadamente 30 cm e introducir el individuo, asegurándose de que la plántula quede firme.

● **Lecciones aprendidas:**

Esta especie es poco tolerante a suelos con mal drenaje y al pisoteo del ganado. Es recomendable que las bolsas en vivero queden bien apretadas para evitar malformación en las raíces de las plántulas. El seguimiento a las siembras refleja que la supervivencia promedio de esta especie es de un 95,5% en la cobertura Herbazal Inundable y no presenta diferencias significativas entre los módulos de alta y baja densidad.





● Nombre científico

Hypericum juniperinum

● Nombre común

Velillo, guarda rocío

Familia:



Forma de vida:



Duración del ciclo de vida:
puede alcanzar más de 10 años de vida.



Rangos máximos de altura:
0.5 cm. a 1 m.



Forma de crecimiento:
arbusto leñoso ramificado desde la base.

Forma de propagación sugerida:

El traslado de plántulas es la mejor opción si se tiene disponibilidad de bancos de plántulas cercanos a las áreas de siembra.

Adaptaciones y beneficios en diseños de restauración:

Tiene un establecimiento rápido y es tolerante a la competencia de otras especies. Se adapta bien a suelos mal drenados (en bordes de humedales y turberas), y a condiciones ambientales adversas como heladas y vientos fuertes.

Procedimiento sugerido de extracción para traslado:

Realizar la extracción de los bancos de plántulas previamente identificados, cuidando no afectar las raíces. En lo posible, retirar cada plántula con una porción de suelo de 10 cm alrededor de la planta y de mínimo 10 cm de profundidad, asegurándose de retirar la planta con tierra suficiente para que rodee las raíces.

Siembra sugerida:

Al momento de la siembra, se debe cavar un hueco de aproximadamente 20 cm e introducir el individuo, asegurándose de que la plántula quede firme.

Lecciones aprendidas:

Esta especie se puede señalar como una indicadora de condiciones de mal drenaje en el suelo, ya que es tolerante a suelos húmedos. El seguimiento a las siembras refleja que su supervivencia promedio es de un 100% en la cobertura Herbazal Inundable. No presenta diferencias significativas entre los módulos de alta y baja densidad.





● Nombre científico

Polylepis sericea

● Nombre común

Siete cueros, siete cueros colorado

Familia:



Forma de vida:



Duración del ciclo de vida:

es una especie arbórea longeva.



Rangos máximos de altura:

2 a 7 metros.



Forma de crecimiento:

arbusto leñoso ramificado desde la base.

● Forma de propagación sugerida:

Se propaga bien por estacas o plántulas. Los bancos de plántulas se pueden aprovechar trasladando a aquellas que tengan una altura menor a 50 cm. Estas plántulas responden bien en vivero embolsadas. Sin embargo, si son trasladadas con un pilón de tierra, también es posible tener buenos resultados.

● Adaptaciones y beneficios en diseños de restauración:

Aporta abundante biomasa al suelo mejorando el contenido de materia orgánica. Cumple funciones hidrológicas de intercepción de neblina. Ayuda a diversificar la estructura vegetal y es hábitat de diversas especies de fauna.

● Procedimiento sugerido para corte de la estaca:

La recolección de esquejes se debe realizar poco después de iniciadas las lluvias. Se recomienda extraerlos de las ramas de la parte media y baja de la copa que no estén muy viejas. El tamaño recomendable de la estaca es de 20-30 cm de largo y 1,5-2 cm de diámetro. Las estacas deben trasladarse dentro de bolsas y envueltas en papel, tela, costal o fibra húmeda. Posteriormente, debe realizarse la siembra en bolsas y adecuarse en el vivero.

● Siembra sugerida:

Cerca de dos meses después de la siembra en bolsas, las estacas empiezan a generar rebrotes y hojas, pero se debe esperar entre 4 y 6 meses más antes de realizar la siembra en campo.

Al momento de sembrarlas, hay que hacer un hueco de aproximados 30 cm en los lugares de siembra seleccionados, e introducir el individuo, asegurándose de que la plántula quede firme.

● Lecciones aprendidas:

La supervivencia promedio de esta especie es de un 39,6% en la cobertura Frailejonal Arbustal y no presenta diferencias significativas entre los módulos de alta y baja densidad. Aludimos su mortalidad al daño mecánico durante el traslado.

Tiene lento crecimiento, por lo que el movimiento desde los bancos de plántulas es la mejor alternativa. Es susceptible a sequías y no tolera vientos fuertes y sol intenso en sus primeras etapas de desarrollo. Es recomendable que las bolsas en vivero queden apretadas para evitar malformación en las raíces.





● Nombre científico

Diplostephium floribundum

● Nombre común

Romero de páramo

Familia:



Forma de vida:



Duración del ciclo de vida:
puede alcanzar más de 20 años.



Rangos máximos de altura:
1 a 4 metros.



Forma de crecimiento:
arbusto leñoso ramificado desde la base.

● **Forma de propagación sugerida:**

Se obtiene buenos resultados haciendo directamente los traslados desde los bancos de plántulas. También se puede propagar por estacas, proceso que tarda entre 4-7 meses. La siembra directa por semillas es viable, pero toma más tiempo.

● **Adaptaciones y beneficios en diseños de restauración:**

Aporta biomasa y atrae polinizadores. Se adapta a suelos degradados y resiste vientos fuertes y heladas. Las plantas adultas tienen una copa ramificada, ayudando a diversificar la estructura vertical. Favorece el establecimiento de otras especies herbáceas.

● **Procedimiento sugerido de extracción para traslado:**

Realizar la extracción de los bancos de plántulas previamente identificados, cuidando no afectar las raíces. En lo posible, retirar cada plántula con una porción de suelo de 10 cm alrededor de la planta y de mínimo 20 cm de profundidad.

● **Procedimiento para obtener plántulas a partir de estacas:**

Se recomienda extraer los esquejes de ramas no muy viejas ubicadas en la parte media y baja de la copa, y que presenten yemas. El tamaño recomendable de la estaca es de 20-30 cm de largo. Para evitar la deshidratación, estas se deben trasladar en bolsas envueltas

en papel, tela, costal o fibra húmeda. Ya en vivero, es recomendable untarlas con una mezcla batida de clara de huevo y sábila, antes de realizar la siembra en bolsas. Esto estimula la generación de raíces.

● **Siembra sugerida:**

Aproximadamente dos meses después de la siembra en las bolsas, las estacas empiezan a generar rebrotes y hojas, pero se debe esperar entre 4 y 7 meses más antes de realizar la siembra en campo.

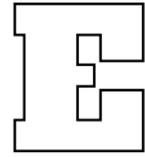
Al momento de la siembra, se debe cavar un hueco de aproximadamente 30 cm e introducir el individuo, asegurándose de que la plántula quede firme.

● **Lecciones aprendidas:**

Baja tolerancia a suelos mal drenados y al pisoteo del ganado. Su supervivencia promedio es de 70,6%, y aunque tiene un mínimo de 58% en Frailejón Arbustal Pajonal y un máximo de 76,8% en Herbazal Inundable, no hay diferencias significativas entre coberturas y módulos de alta y baja densidad.

Nota aclaratoria: otras especies proyectadas en el diseño de restauración, pero que no se propagaron en los tiempos programados, fueron *Pentacalia vaccinioides*, *Escallonia myrtilloides* y *Berberis quindiuensis*. Esta última tuvo dificultades por el desprendimiento de la corteza y no se logró plántula alguna por estacas.





Diseño seguimiento y monitoreo para la sostenibilidad y viabilidad de los procesos

Con el fin de evaluar el logro de los objetivos propuestos para este proyecto, y de acuerdo con un marco de referencia (coberturas en un mayor estado de conservación) y con las condiciones ideales (Murcia & Guariguata, 2014; Cabrera & Ramírez, 2014), se realizó un diseño de seguimiento a las siembras y monitoreo.

De acuerdo con el modelo conceptual, se elaboró la cadena de resultados esperados (ver diagrama), los cuales plantean, a manera de hipótesis, que las medidas de manejo lideradas por el parque y el proyecto de restauración aquí descrito, contribuyen a disminuir una presión y/o mejorar el estado de los objetos de conservación.

A partir de cada uno de estos resultados, fue posible identificar indicadores bajo el modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER), ya que este sigue el mismo pensamiento lógico de las cadenas de resultados (Niemeyer & Groot 2008) y responde a los lineamientos de Parques Nacionales Naturales (Rodríguez-Cabeza, 2018; Flórez-Zambrano et al. 2010).

En términos de indicadores de gestión y respuesta, los cuales reflejan el cumplimiento de las actividades pla-

nificadas y los esfuerzos que realiza la autoridad ambiental orientados a mitigar las presiones, se plantearon aquellos relacionados con:

- **La participación** activa de la comunidad local.
- **Las firmas** de los acuerdos voluntarios de conservación.
- **Los recorridos** de prevención vigilancia y control (PVC) realizados por el Parque Nacional Natural Los Nevados.
- **El establecimiento** y buen estado de los cercos y las especies e individuos sembrados, con base en los diseños preestablecidos.
- **Las áreas** en restauración activa y pasiva.

De otro lado, y en razón al comanejo que varias instituciones dan a esta área protegida (CARDER, Aguas y Aguas y Parques Nacionales Naturales), también se planteó un indicador relacionado con la articulación interinstitucional y los compromisos adquiridos. Sumado a ello, se propuso dos indicadores de presión: uno relacionado con la medición de las evidencias de ganadería y otro con la cobertura de especies invasoras. La expectativa en el tiempo de este proceso de restauración es

que habrá menor presencia de reses y de especies invasoras, logrando así incrementar la cobertura y la supervivencia de la flora nativa.

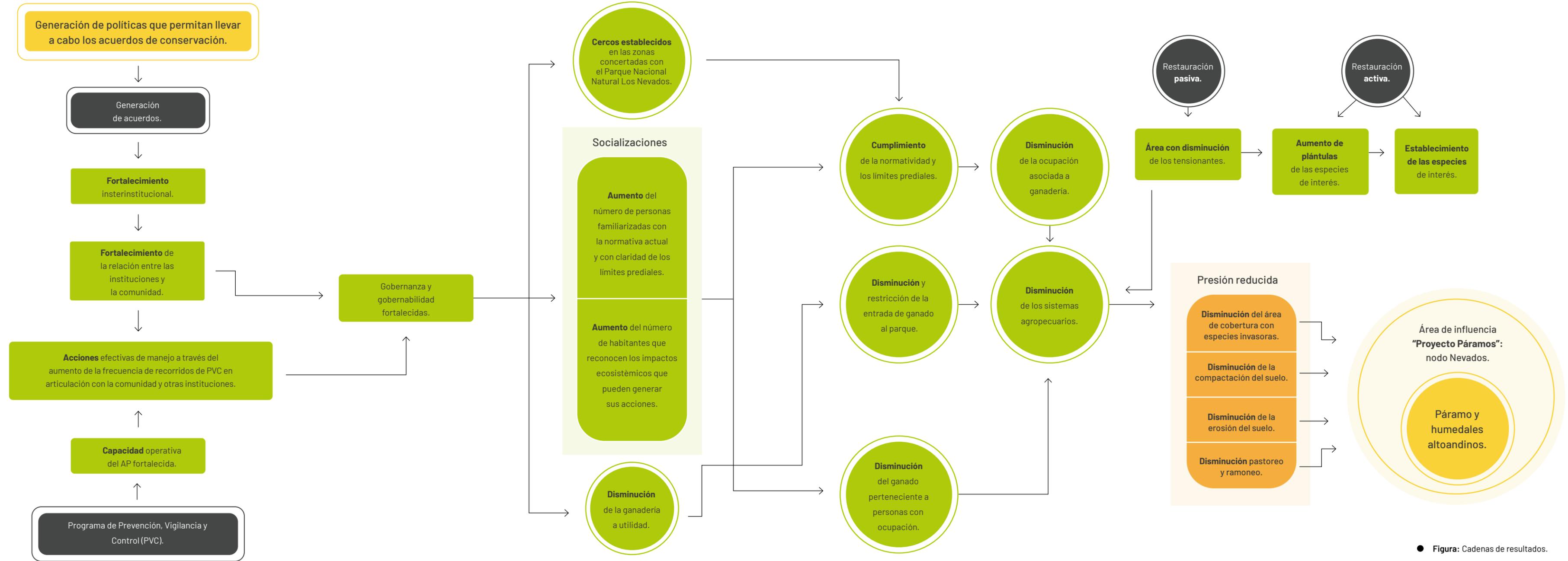
Los indicadores de gestión y respuesta se pueden estimar adecuadamente a partir de las actas e informes asociados a las medidas de manejo. En cuanto a los indicadores de respuesta (relacionados con PVC) y los de presión, estos deben estimarse a partir de la información de los recorridos que es registrada con la ayuda de SMART y el análisis espacial de las coberturas.

Finalmente, fueron propuestos los indicadores de estado que permiten evidenciar los cambios en estructura y composición en las áreas de restauración activa y pasiva. Además, dos de esos indicadores se encuentran relacionados directamente con las siembras activas: cambio en la supervivencia y cobertura de las especies sembradas.

Con el fin de poder medir el cambio en la supervivencia, fueron seleccionadas por cobertura, y al azar, 10 módulos de baja densidad y 10 de alta densidad para así cubrir, en total, 80 módulos de seguimiento. En estos módulos se marcaron, con placas de aluminio y alambre de cobre,

todos los individuos sembrados. Y para cada uno se registró la información de altura y diámetro. De acuerdo con el diseño de monitoreo, se propone realizar la toma de información con la mayor frecuencia posible (idealmente, cada tres meses. Una primera toma de información se hizo a finales del 2018).

Para estimar los indicadores de estado asociados a cambios en estructura y composición, al igual que para medir el cambio en la cobertura de especies invasoras (indicador de presión), se realizó un diseño ortogonal teniendo en cuenta el tipo de cobertura y su estado, el cual corresponde con el tipo de restauración a implementar. Es decir: se establecieron seis parcelas de 12.5 X 4 m en cada tipo de cobertura (para un total de 24 parcelas permanentes), tres ubicadas en áreas muy afectadas (restauración activa) y tres en áreas menos afectadas (restauración pasiva), y que presentan evidencias de especies invasoras en menor escala. En cada parcela se identificaron las especies presentes y su altura, cobertura y tipo de hábito de crecimiento. Idealmente, se sugiere realizar estas parcelas de monitoreo anualmente. De hecho, ya fue tomada información de la restauración pasiva en el año 2017 y 2019, y de restauración activa en el año 2017 y 2018.



● Figura: Cadenas de resultados.



Para poder entender y saber si los individuos sembrados lograron establecerse, es necesario monitorear permanentemente la restauración llevado a cabo. A largo plazo, es así, y sólo así, como se podrá determinar si ocurrieron cambios en la cobertura, y si hubo, o no, un aumento en las especies nativas y una disminución de las invasoras o de aquellas nativas con comportamiento invasor.

Derivado de lo anterior, ha sido posible observar algunas diferencias entre los dos tiempos iniciales de monitoreo, lapso en el que se encontró una disminución (aunque no significativa) en el valor medio de la cobertura de la especie con comportamiento invasor *Lachemilla orbiculata* (16.6 vs 7.7 en áreas de restauración pasiva y 67.2 vs 57.6 en áreas de restauración activa), con excepción de las áreas de restauración pasiva en el Herbazal Inundable.

También fue posible comprobar que la cobertura de la especie invasora *Rumex acetosella* tiende a disminuir tanto en áreas de restauración activa como pasiva. La reducción de las especies invasoras (o nativas con hábito invasor), reflejan también los esfuerzos que realizan la autoridad ambiental y las instituciones aliadas, mostrando un progreso hacia las metas plan-

teadas. Por ejemplo, mediante la evaluación de los indicadores de gestión y respuesta, se encontraron los siguientes resultados.

A partir de los datos registrados con la herramienta SMART, se halló una disminución significativa en las evidencias promedio de ganadería del año 2019 con respecto al 2017 ($t = -3.7$, $P = 0.0006$) y 2018 ($t = -2.6$, $P = 0.01$). Esto demuestra la importancia que, si bien ya existen las líneas de cercos instaladas, continúen los respectivos controles para así detectar cualquier presión existente y tomar oportunas acciones que favorezcan la protección de la zona intervenida. De hacerlo, esto incrementará las probabilidades de supervivencia de los individuos sembrados y la conservación de las áreas en restauración pasiva y activa.

En esa misma línea fue posible firmar un acuerdo de voluntades que selló el compromiso entre la comunidad y las instituciones para que trabajen conjuntamente en pro de la conservación del ecosistema. A dicho acuerdo se sumó otro de respeto a los límites de predios, firmado por 6 de las 14 familias que tienen presencia o injerencia sobre el área del proyecto. Se espera que con las acciones que continuará realizando el Parque Nacional Natural Los Nevados, las 8 familias restantes se

unan a ese acuerdo, y de esa forma sea posible liberar totalmente de la ganadería las 5000 ha que son propiedad de las instituciones del Estado. En este punto cabe mencionar que estos acuerdos de conservación en ningún momento le restan fuerza al ejercicio de la autoridad ambiental, y que mucho del trabajo previo en la construcción del relacionamiento con la comunidad está basado, precisamente, en entender las dos opciones: autoridad - acuerdos.

Otro logro alcanzado es el alto porcentaje de asistencia de las familias anteriormente mencionadas a las actividades y a las capacitaciones dictadas (71% en el 2017 y 78% en 2018). En 2019, cinco representantes de esas mismas familias se graduaron de un diplomado en turismo sostenible con énfasis en experiencias turísticas en alta montaña y patrimonio natural.

No en vano, este proceso ha demostrado la importancia de vincular lo técnico con lo social. De seguir en esta misma dirección (cumplir los acuerdos voluntarios de conservación y el de los incentivos; incrementar la participación de los habitantes de El Bosque en las actividades lideradas por la autoridad ambiental; y continuar los recorridos de PVC), es muy posible, entonces, que la presión ganadera disminuya significativamente.

Adicionalmente, y en aras de asegurar la continuidad de los resultados obtenidos por este proyecto en el nodo Nevados, se hace relevante fortalecer la articulación entre Aguas y Aguas, CARDER, la Corregidora de La Florida y Parques Nacionales Naturales. A esa articulación también se ha sumado la vinculación y participación de la alcaldía de Pereira y la Defensoría del Pueblo de Risaralda, y la Procuraduría Ambiental y Agraria (estos dos últimos tienen el papel de veedores).

Hay que tener presente, por último, que los procesos de regeneración y el crecimiento de las comunidades vegetales en los páramos, son mucho más lentos con respecto a los ecosistemas de zonas bajas (Cabrera & Ramírez, 2014). Por consiguiente, se reitera el llamado a garantizar la continuidad de esta iniciativa, tanto en el mediano como en el largo plazo. De hacerlo, no solo será posible tener una referencia para otros proyectos de restauración ecológica en esa misma área protegida; además, será posible saber cómo este proyecto aporta a la recuperación y a la protección de este importante ecosistema y a los servicios ambientales que éste provee.

Literatura citada

Bedoya, J. 2013. Informe final proyecto Restauración, diseño y establecimiento de alternativas que disminuyan presiones sobre los valores de conservación del PNN Los Nevados en las cuencas altas de los ríos Combeima, Quindío, Campoalegre y Otún, Departamentos del Tolima, Quindío, Caldas Y Risaralda”.

Cabrera, M. & Ramírez, W (Eds). 2014. Restauración ecológica de los páramos de Colombia. Transformación y herramientas para su conservación. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, Colombia. 296 pp.

Casallas, E. 2016. Caracterización de usos del recurso hídrico en el Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ingeniería Ambiental.

CMP. 2013. Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación. Versión 3.0. www.conservationmeasures.org.

Flórez-Zambrano, N., Pardo, M., & Lopera, M. 2010. Estrategia Nacional de Monitoreo del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá, Colombia. ISBN: 978-958-88426-15-0

Lotero, J., Velasco- Linares, P., Cardona-Cardozo, A. & Castellanos-Sánchez, O. 2007. Recuperar el páramo. Restauración Ecológica en la Laguna del Otún Parque Nacional Natural Los Nevados. UAESPNN Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial CARDER, Pereira. 173 pp.

Murcia C. & Guariguata MR. 2014. La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades. Documentos Ocasionales 107. Bogor, Indonesia: CIFOR.

Niemeijer D. & de Groot R. 2006. Framing environmental indicators: moving from causal chains to causal networks. Environment, Development and Sustainability, 10: 89-106.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2017). Plan de Manejo Parque Nacional Natural Los Nevados 2017 – 2022. Dirección Territorial Andes Occidentales. Manizales, Colombia.

Rodríguez-Cabeza, B. 2018. Lineamiento Institucional de Monitoreo de Parques Nacionales Naturales de Colombia (En preparación). Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas. Grupo de Planeación y Manejo. Recuperado de: <http://intranet.parquesnacionales.gov.co/subdireccion-de-gestion-del-manejo-de-areas-protegidas/grupo-de-planeacion-y-manejo-de-areas-protegidas/monitoreo-2/>

Rojas-Zamora, O., Insuasty-Torres, J., Cardenas, C. & Vargas, O. 2013. Reubicación de plantas de *Espeletia grandiflora* (Asteraceae) como estrategia para el enriquecimiento de áreas de páramo alteradas (PNN Chingaza, Colombia). Revista de Biología tropical 61 (1), 363-376.

Sánchez-Tapia, A. (2009). Las invasiones de especies exóticas. En Guía Metodológica Para La Restauración Ecológica Del Bosque Altoandino (págs. 65-66). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

SMART. Computer software. Spatial Monitoring and Reporting Tool. Version 4.1.0. 27 Marzo 2020. www.smartconservationtools.org





