

MONITOREO DE ACCIONES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL PNN LOS NEVADOS.

INFORME FINAL.

1

Monitoring of ecological restoration actions at the PNN Los Nevados.

Producto No 4.

(Contrato No.: 17-14-331-029PS para la “Prestar los servicios profesionales para diseñar e implementar un programa de monitoreo a la restauración ecológica en páramo y alta montaña para los disturbios fuego, ganadería y plantaciones forestales en el marco del proyecto Páramos: Biodiversidad y Recursos Hídricos en los andes del Norte).

Edinson Sesquilé Escobar*

Supervisor: Mauricio Aguilar Garavito, Programa de Gestión Territorial de la Biodiversidad, Línea de ecología de la restauración.

*Biólogo.
Pontificia Universidad Javeriana.
Escuela de Restauración Ecológica (ERE).
edison.sesquile.escobar@gmail.com.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Bogotá, D.C., 2017.

PAGINA DE FICHA DE CATALOGACION EN LA FUENTE

Catalogación en la fuente.

2

Sesquilé Escobar, Edinson.

Monitoreo de acciones de restauración ecológica en el PNN Los Nevados = Monitoring of ecological restoration actions at the PNN Los Nevados / Edinson Sesquilé Escobar. – Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2017.

130 p.: il.; 28 x 21.5 cm. + 1 CD ROM

Incluye bibliografía, tablas, mapas, fotos a color.

1. Monitoreo. – 2. Restauración ecológica. – 3. Páramo. – 4. Ganadería. – 5. Incendio. I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt II. Monitoring of ecological restoration actions at the PNN Los Nevados 2017.

Catalogación en la fuente – Biblioteca Instituto Humboldt – Nohora Alvarado.

Como citar este documento:

Sesquilé Escobar, E. (2017). Monitoreo de acciones de restauración ecológica en el PNN Los Nevados = Monitoring of ecological restoration actions at the PNN Los Nevados. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Resumen

En el PNN los Nevados se han realizado diversas acciones de restauración ecológica en tres diferentes tiempos o fases 2007, 2009 y 2011-2013, pero se desconoce cuál es el estado de las acciones de restauración ecológica en el área protegida a la fecha. Por lo cual, el objetivo fue realizar un monitoreo de la vegetación de las acciones de restauración ecológica de cada fase. El monitoreo de la vegetación de las acciones de restauración se realizó en Lomabonita, y Alsacia Baja (2009), Plan del Puma y Playa Rica (2011), se encontró que la mayoría de estrategias no estaban marcadas, los pocos sitios donde se encontraron las estacas el porcentaje de mortalidad de individuos es del 83%, los sitios en restauración son áreas dominadas por paja o pastos limpios y se evidenció la presencia de ganado en los sitios de implementación. Por lo cual, se concluye que las acciones de restauración del PNN Los Nevados no han tenido el éxito deseado y no se deben seguir monitoreando.

Palabras clave: Monitoreo. Restauración ecológica. Páramo. Incendio. Ganadería.

Abstract

In the PNN the Nevados have carried out various actions of ecological restoration in three different times or phases 2007, 2009 and 2011-2013, but it is unknown what is the status of ecological restoration actions in the protected area to date. Therefore, the objective was to monitor the vegetation of the ecological restoration actions of each phase. The vegetation monitoring of the restoration actions was carried out in Lomabonita, and Alsacia Baja (2009), Plan del Puma and Playa Rica (2011), it was found that most of the strategies were not marked, the few sites where the stakes the percentage of mortality of individuals is of 83%, the sites in restoration are areas dominated by straw or clean grasses and the presence of cattle in the sites of implementation was evidenced. Therefore, it is concluded that the restoration actions of the PNN Los Nevados have not had the desired success and should not continue to be monitored.

Keywords: Monitoring, Ecological Restoration, Páramo, Fire, Livestock.

Contenido

Resumen	3
Abstract	3
Lista de figuras o ilustraciones.....	6
Lista de tablas.....	6
Lista de Fotografías.....	8
Introducción.....	10
Planteamiento del problema.....	10
Formulación del problema.....	11
Objetivos.	11
Objetivo General	11
Objetivos Específicos	11
Justificación.	12
Metodología.....	12
Sitios de monitoreo de las acciones de restauración PNN Los Nevados 2017.....	13
FASE II (2009).....	13
FASE III (2011).....	17
Metodología de monitoreo en el PNN Los Nevados.....	23
Registro fotográfico.....	32
Resultados.	57
Composición de especies arbustivas y herbáceas.....	58
Arbustos.	59
Variables de campo.	59
Indicadores de monitoreo.	65
Herbáceas.	70
Variables de campo.	70
Indicadores de monitoreo.	72

Resumen de resultados.....	77
Análisis de los datos.....	79
Comparación de los monitoreos de la fase III (2011 – 2012 – 2013) y el monitoreo 2017.....	88
Conclusiones y discusión.....	91
Discusión.....	91
Arbustivo.....	92
Indicadores.....	92
Herbáceas.....	94
Indicadores.....	94
Conclusiones.....	98
1. Recomendaciones.....	100
Propuesta de plan de monitoreo a partir de la vegetación en el PNN Los Nevados.....	101
Propuesta de manejo adaptativo en el PNN Los Nevados.....	112
Bibliografía.....	123

Lista de figuras o ilustraciones.

Figura 1. Ubicación de los módulos con los núcleos de conexión, facilitación, regeneración, barreras anti-escorrentía de la FASE II 2009 (Trujillo 2009).	14
Figura 2. Núcleos de regeneración (a), Núcleos de facilitación (b), Núcleos de conexión (c) en Alsacia Baja de la FASE II 2009 (Trujillo, 2009).....	14
Figura 3. Ubicación de los núcleos de regeneración en Lomabonita de la FASE II 2009 (Trujillo 2009).	16
Figura 5. Núcleos de regeneración en Lomabonita de la FASE II 2009 (Trujillo, 2009).	17
Figura 5. Estrategias de restauración Plan del Puma de la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).....	18
Figura 6. Estrategias de restauración Plan del Puma de la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).....	19
Figura 7. Micro-núcleo de restauración/conectividad Plan del Puma de la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).....	19
Figura 8. Distribución de los Núcleos de Enriquecimiento en los tres módulos el Predio Playa Rica en la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).....	21
Figura 9. Núcleos de enriquecimiento del Predio Playa Rica en la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013). 22	
Figura 10. Parcela permanente de monitoreo ideal en el PNN Los Nevados 2017.....	24
Figura 11. Parcela permanente de monitoreo ideal de 10 x 10 m en el PNN Los Nevados 2017.	26
Figura 12. Parcela permanente de monitoreo ideal de 5 x 5 m en el PNN Los Nevados 2017.	27
Figura 13. Parcela permanente de monitoreo ideal de 1 x 1 m en el PNN Los Nevados 2017.	28
Figura 14. Etiquetado de los individuos en cada subparcela de monitoreo de 1 x 1 m.	28
Figura 15. Marcaje de individuos en cada subparcela de monitoreo de 1 x 1 m.	29
Figura 16. Transecto de monitoreo de las acciones de restauración ecológica en el PNN Los Nevados 2017.....	32
Figura 17. Número de familias registradas en el PNN Los Nevados 2017.	58
Figura 18. Número de géneros registrados en el PNN Los Nevados 2017.	59
Figura 19. Estratificación de la vegetación arbustiva registrada en el PNN Los Nevados 2017.	63
Figura 20. Dendrograma de similitud de los sitios de implementación de las estrategias de restauración de la FASE II Y FASE III en el PNN Los Nevados. Establecido bajo el índice de Bray-Curtis.	70
Figura 21. Monitoreo de la regeneración natural de la vegetación (Peña, 2017).	110
Figura 22. Monitoreo de indicios de los mamíferos exóticos (Peña, 2017).	111
Figura 23. Monitoreo del estado de la cerca (Peña, 2017).	111

Lista de tablas.

Tabla 1. Sitios de implementación de las estrategias de restauración en el PNN Los Nevados.....	12
--	----

Tabla 2. Especies implementadas en el sector de Alsacia Baja de la FASE II 2009 (Trujillo, 2009).....	15
Tabla 3. Especies de implementadas en el sector de Alsacia Baja de la FASE II 2009 (Trujillo, 2009)...	17
Tabla 4. Especies de los Micro-núcleo de restauración/conectividad Plan del Puma de la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).	20
Tabla 5. Especies de los Núcleos de Enriquecimiento del Predio Playa Rica de la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).....	22
Tabla 6. Criterios, Indicadores y verificadores de restauración ecológica de las estrategias de la FASE II y FASE III en el Parque Nacional Natural Los Nevados 2017.	30
Tabla 7. Alturas promedio en cm de los arbustos registradas en el PNN Los Nevados 2017.....	60
Tabla 8. DAP promedio en cm de las especies registradas en el PNN Los Nevados 2017.	60
Tabla 9. Cobertura promedio en cm ² de arbustos registrados en el PNN Los Nevados 2017.	62
Tabla 10. Estratificación de los arbustos registrados en el PNN Los Nevados 2017.	63
Tabla 11. Densidad relativa de arbustos en las estrategias de restauración del PNN Los Nevados 2017..	64
Tabla 12. Riqueza de arbustos en las estrategias de restauración del PNN Los Nevados 2017.....	65
Tabla 13. Área basal y área basal relativa de las especies registradas en el PNN Los Nevados 2017.....	67
Tabla 14. Riqueza de herbáceas en las estrategias de restauración del PNN Los Nevados 2017.	71
Tabla 15. Porcentaje de herbáceas nativas y exóticas registradas PNN Los Nevados 2017.	72
Tabla 16. Porcentaje de cobertura promedio de herbáceas registradas en PNN Los Nevados 2017.....	74
Tabla 17. Porcentaje de cobertura relativa de herbáceas registradas en PNN Los Nevados 2017.	75
Tabla 18. Resultados de variables de campo registradas y los indicadores de restauración del monitoreo de PNN Los Nevados 2017.	77
Tabla 19. Comparación de los individuos implementados en el 2009 y los registrados en el sector de Alsacia Baja 2017. NR: No se reporta.	80
Tabla 20. Especies asociadas nuevas registradas en el sector de Alsacia Baja 2017.	81
Tabla 21. Comparación de los individuos implementados en el 2009 y los registrados en el predio Lomabonita 2017. NR: No se reporta.	82
Tabla 22. Especies asociadas nuevas registradas en el predio Lomabonita 2017.	83
Tabla 23. Comparación de los individuos implementados en el 2011 y los registrados en el sector del Plan del Puma 2017. NR: No se reporta.	84
Tabla 24. Especies asociadas nuevas registradas en el sector del Plan del Puma 2017.	85
Tabla 25. Comparación de los individuos implementados en el 2011 y los registrados en el predio Playa Rica 2017. NR: No se reporta.	86
Tabla 26. Especies asociadas nuevas registradas en el predio Playa Rica 2017.	87
Tabla 27. Aproximación del porcentaje de supervivencia de los individuos de las estrategias de restauración FASE III Y III en el PNN Los Nevados al 2017.	88

Tabla 28. Comparación de las metodologías utilizadas en el monitoreo 2012-2013 y del 2017 en el predio Plan del Puma.....	89
Tabla 29. Comparación de las metodologías utilizadas en el monitoreo 2012-2013 y del monitoreo del 2017 en el Plan del Puma.	91
Tabla 30. Indicadores de monitoreo propuestos para futuras acciones de restauración el PNN Los Nevados.....	105

Lista de Fotografías.

Fotografía 1. Sector de Alsacia Baja - PNN Los Nevados (IAvH 2017).....	13
Fotografía 2. Predio de Lomabonita- PNN Los Nevados (IAvH 2017).....	16
Fotografía 3. Sector del Plan del Puma - PNN Los Nevados (IAvH 2017).....	18
Fotografía 4. Predio Playa Rica - PNN Los Nevados (IAvH 2017).	21
Fotografía 5. Panorámica del transecto uno de Alsacia Baja. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).....	33
Fotografía 6. Panorámica del transecto dos de Alsacia Baja. Panorámica inferior (a), Panorámica superior (b) (IAvH 2017).	34
Fotografía 7. Panorámica superior del transecto tres de Alsacia Baja (IAvH 2017).	35
Fotografía 8. Panorámica del transecto cuatro de Alsacia Baja. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).....	36
Fotografía 9. Panorámica del transecto cinco de Alsacia Baja. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).....	37
Fotografía 10. Registro de estaca cinco y marca de transecto en los núcleos restauración en el predio Lomabonita (IAvH 2017).....	38
Fotografía 11. Panorámica del transecto uno del predio Lomabonita. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).....	38
Fotografía 12. Panorámica del transecto dos del predio Lomabonita. Panorámica inferior (a), Panorámica superior (b) (IAvH 2017).	39
Fotografía 13. Panorámica del transecto tres del predio Lomabonita. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).....	40
Fotografía 14. Registro de estaca y marca de transecto cuatro en los núcleos restauración en el predio Lomabonita (IAvH 2017).....	41
Fotografía 15. Panorámica del transecto cuatro del predio Lomabonita. Panorámica derecha (a), Panorámica izquierda (b) (IAvH 2017).....	42
Fotografía 16. Panorámica del transecto cinco del predio Lomabonita. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).....	43

Fotografía 17. Evidencia de estacas de los núcleos restauración en el sector uno del Predio del Puma. Estaca en el núcleo puesta (a), estaca con número borroso (b), Indicio de presencia de ganado en el predio (c) (IAvH 2017).....	44
Fotografía 18. Panorámica del transecto uno del Plan del Puma. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).....	45
Fotografía 19. Evidencia de estacas 384 y 383 de los núcleos restauración en el Predio del Puma (IAvH 2017).....	45
Fotografía 20. Fotos del transecto dos del Plan del Puma. Costado izquierdo (a), Costado derecho (b) (IAvH 2017).	46
Fotografía 21. Evidencia de la estaca 234 y otras borrosas de los núcleos restauración en el Predio del Puma (IAvH 2017).	47
Fotografía 22. Panorámica del transecto tres del Plan del Puma. Panorámica derecha (a), Panorámica izquierda (b) (IAvH 2017).....	47
Fotografía 23. Evidencia de estacas 118 y 119 de los núcleos restauración en el Predio del Puma (IAvH 2017).....	48
Fotografía 24. Panorámica del transecto cuatro del Plan del Puma. Panorámica derecha (a), Panorámica izquierda (b) (IAvH 2017).....	49
Fotografía 25. Evidencia de estacas 22, 24 y 28 de los núcleos restauración en el Predio del Puma (IAvH 2017).....	50
Fotografía 26. Panorámica del transecto cinco del Plan del Puma. Panorámica inferior (a), Panorámica superior (b) (IAvH 2017).	50
Fotografía 27. Panorámica del transecto uno del predio Playa Rica. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).....	52
Fotografía 28. Registro de arbustos e indicios de presencia de ganado en los núcleos restauración en el predio Playa Rica (IAvH 2017).....	52
Fotografía 29. Panorámica del transecto dos del predio Playa Rica. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).....	53
Fotografía 30. Panorámica del transecto tres del predio Playa Rica. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).....	54
Fotografía 31. Registro de la estaca 25 e indicios de presencia de ganado en los núcleos restauración en el predio Playa Rica (IAvH 2017).	55
Fotografía 32. Panorámica del transecto cuatro del predio Playa Rica. Panorámica inferior (a), Panorámica superior (b) (IAvH 2017).....	55
Fotografía 33. Registro de estaca 66 e indicios de presencia de ganado y marca del transecto en los núcleos restauración en el predio Playa Rica (IAvH 2017).....	56
Fotografía 34. Panorámica del transecto cinco del predio Playa Rica. Panorámica inferior (a), Panorámica superior (b) (IAvH 2017).....	57

Introducción.

Esta investigación se encuentra incluida dentro del marco del proyecto Páramos: Biodiversidad y Recursos Hídricos en los Andes del Norte, el cual destino algunos recursos para realizar el monitoreo de las actividades de restauración activa realizadas en el PNN Los Nevados desde hace 10 años en ecosistemas de alta montaña (Páramo y Bosque Altoandino) afectados por incendios y ganadería. Sin embargo, la falta de seguimiento a través del tiempo de las estrategias, hace necesario que se conozca el estado actual de estas actividades de restauración activa después de 10 años (Fase I), 8 años (Fase II) y 6 años (Fase III). De igual manera, el Sistema Regional de Áreas Protegidas del Eje Cafetero (SIRAP Eje Cafetero) ha planeado continuar con las acciones de restauración en el PNN Los Nevados, pero desconocen el estado de las estrategias pasadas para desarrollar e implementar las nuevas acciones en otros lugares del parque.

El monitoreo se realizó con base síntesis de la información de los informes entregados por los funcionarios de PNN Los Nevados en el 2017, en donde se analizó los vacíos de información de documentos y se eligieron unas áreas potenciales para el monitoreo. Sin embargo, la decisión sobre la implementación del monitoreo se decidirá en campo, ya que se desconoce la logística para llegar a los sitios y el estado de las estrategias actualmente.

Planteamiento del problema.

El monitoreo de las acciones de restauración en los ecosistemas de alta montaña en el país son muy escasas, dado que muchos de los proyectos se han centrado en implementar las acciones de restauración con la vegetación nativa solo buscan plantar y sembrar individuos, pero ninguna de ellas tiene un plan de monitoreo asociado o busca ejecutarlo a corto, mediano o largo plazo. Así mismo, en el país no existe un proyecto con tantas acciones de restauración en ecosistemas de páramo y tiempo de implementación como el caso del PNN Los Nevados. Por lo cual, es relevante implementar una metodología robusta de monitoreo dependiendo del tipo de disturbio, tiempo de

implementación, ecología del sitio, con el fin de arrojar conclusiones y recomendaciones puntuales sobre el monitoreo y la implementación de futuros proyectos encaminados a restaurar ecosistemas de páramo o bosque altoandino.

Formulación del problema

¿Cómo implementar una metodología monitoreo a partir de la vegetación en áreas afectadas por ganadería e incendios forestales después de 10 años en el PNN Los Nevados?

11

Objetivos.

Objetivo General

Implementar una propuesta de monitoreo a partir de la vegetación en áreas con estrategias de restauración activa afectadas por ganadería e incendios forestales 10 años después en el PNN Los Nevados.

Objetivos Específicos

Formular una propuesta de monitoreo a partir de la vegetación en áreas con estrategias de restauración activa afectadas por ganadería e incendios forestales 10 años después en el PNN Los Nevados.

Implementar el método de monitoreo en campo de las estrategias de restauración activa a partir de la vegetación 10 años después en el PNN Los Nevados.

Formular un plan de manejo adaptativo y de monitoreo de los procesos de restauración activa a partir de la vegetación monitoreada en el 2017 PNN Los Nevados.

Justificación.

Los resultados del monitoreo de la vegetación de las acciones de restauración en el PNN Los Nevados puede llegar a ser un referente nacional en temas de restauración de ecosistemas de páramo. Igualmente, por su antigüedad es un proyecto clave para la toma de decisiones y elección de especies con alto interés ecológico para los futuros proyectos de restauración y planes de monitoreo. O por el contrario, encontrar las fallas y errores del mismo para no repetirlos en otras áreas con interés de restauración.

Metodología.

- **Resumen de la salida de monitoreo en el PNN Los Nevados 2017.**

La salida de campo al Parque Nacional Natural Los Nevados se realizó entre el 19-06-2017 al 19-07-2017, con el objetivo de realizar el monitoreo de las estrategias de restauración a partir de la vegetación, en tres diferentes tiempos dentro del parque, donde se ejecutaron diferentes estrategias y diseños de restauración (Tabla 1). Sin embargo, no fue posible realizar el monitoreo de las estrategias de la Fase I, dado que no se localizaron las estrategias en campo, no se encontraban marcadas, ni se tenía la georreferencia o algún mapa de las mismas, ni hubo acompañamiento de los funcionarios del área protegida por desconocimiento del lugar exacto de las estrategias.

Tabla 1. Sitios de implementación de las estrategias de restauración en el PNN Los Nevados.

Fases del proyecto Nevados.	Sitios de implementación de las estrategias.	Año de implementación.	Estrategias y diseños de restauración realizadas.	Tiempo en sucesión.	Monitoreo de las estrategias en 2017.
I	Alsacia	2007	<ul style="list-style-type: none"> - Siembra y adición de semillas. - Perchas y artilugios para la fauna. - Siembra de arbustos en floración/fructificación. - Transposición de suelo. - Transposición de cespedones. Barreras anti-escorrentía. 	10 años	NO

			- Núcleos de vegetación para dispersión.		
II	Lomabonita	2009	- Núcleos de vegetación para facilitación.	8 años	SI
	Alsacia baja		- Núcleos de vegetación para conexión. - Núcleos de vegetación para regeneración. - Traslado de cespedones.		
III	Playa Rica	2011	- Micro-núcleos de vegetación para restauración/conectividad.	6 años	SI
	Plan del Puma		- Núcleos de vegetación para enriquecimiento.		

Sitios de monitoreo de las acciones de restauración PNN Los Nevados 2017.

FASE II (2009).

- **Sector de Alsacia Baja.**

El sector se localiza adyacente de la Laguna del Otún, allí se encuentra una zona de pajonal que rodea toda la laguna. En este sector se encuentran asociada algunos afluentes que alimentan la Laguna del Otún (Quebrada Alsacia) y tiene una pendiente pronunciada hacia la laguna, este sector la cual se vio afectado por el incendio de 2006 (Fotografía 1).



Fotografía 1. Sector de Alsacia Baja - PNN Los Nevados (IAvH 2017).

En el sector de Alsacia Baja se intervinieron alrededor de 25 ha con actividades de restauración activa, en donde fueron divididos en 4 módulos y cada uno con 6,25 ha. Así mismo, la fuente de propágulos se obtuvo cerca de estos módulos de forma manual y se implementaron alrededor de 5340 individuos por hectárea (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de los módulos con los núcleos de conexión, facilitación, regeneración, barreras anti-escorrentía de la FASE II 2009 (Trujillo 2009).

En cada módulo de restauración de 6.25 ha se implementaron tres tipos de núcleos, 1) **núcleos de regeneración**: con diseño de bloques y con tres técnicas mezcladas (trasplante plántones, siembra de arbustos y trasplante de cespedones), 2) **núcleos de facilitación**: diseño circular con mezcla de especies arbustivas y herbáceas, (3) **núcleos de conexión**: diseño triangular y mezcla de especies arbustivas y herbáceas (Figura. 3).

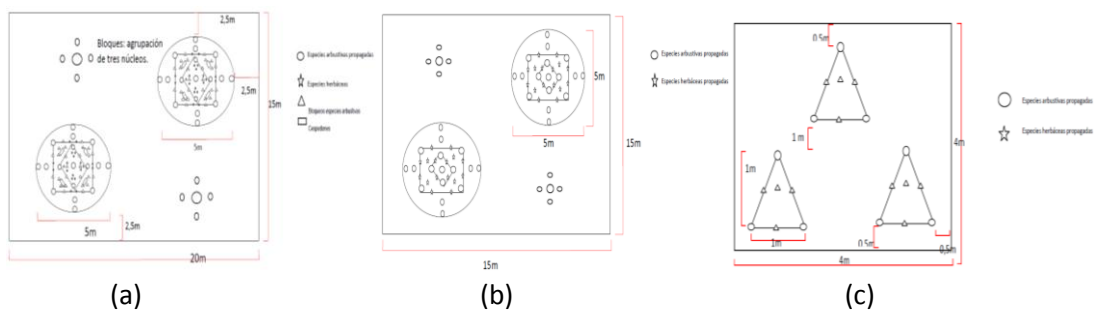


Figura 2. Núcleos de regeneración (a), Núcleos de facilitación (b), Núcleos de conexión (c) en Alsacia Baja de la FASE II 2009 (Trujillo, 2009).

Sin embargo, en los diseños pero no se tiene certeza cuál fue la distribución exacta y con qué especies fueron implementados. En la (Tabla 2), se mencionan todas las especies utilizadas en los diseños, pero no me dice la cantidad de cada uno, ni en que núcleos están.

Tabla 2. Especies implementadas en el sector de Alsacia Baja de la FASE II 2009 (Trujillo, 2009).

Tipo de individuo.	Especies implementadas de Alsacia Baja.
Arbustivo.	<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.
	<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.
	<i>Diplostephium schultzi</i> Wedd.
	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.
	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.
	<i>Hypericum strictum</i> Kunth.
	<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.
	<i>Diplostephium revolutum</i> S.F. Blake.
Herbáceo.	<i>Polylepis sericea</i> Wedd.
	<i>Plantago rigida</i> Kunth
	<i>Gentianella dasyantha</i> (Gilg) Fabris.
	<i>Valeriana plantaginea</i> Kunth.
	<i>Xenophyllum crassum</i> (S.F.Blake) V.A.Funk.

- **Predio de Lomabonita.**

El predio se localiza entre la Laguna del Otún y la vereda Bagaseca, es una planicie sobre una montaña, en la cual en el centro del predio se encuentra la laguna Lomabonita, la cobertura dominante es Frailejonal-Pajonal. La problemática actual que tiene el predio es el ingreso de ganadería de los predios privados (Fotografía 2).



Fotografía 2. Predio de Lomabonita- PNN Los Nevados (IAvH 2017).

En Lomabonita se intervinieron alrededor de 20 ha con actividades de restauración activa, en donde se implementaron únicamente de núcleos de regeneración, para recuperar las zonas que fueron afectadas por la ganadería. Por otro lado, se implementaron alrededor de 250 individuos por ha en todo el predio (Figura 3).

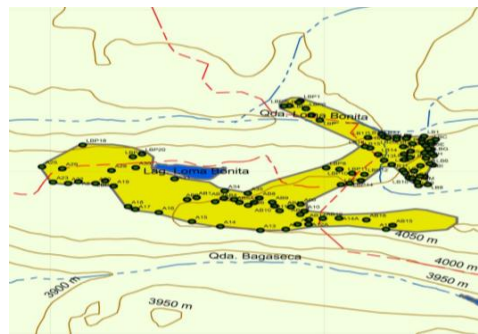


Figura 3. Ubicación de los núcleos de regeneración en Lomabonita de la FASE II 2009 (Trujillo 2009).

Los diseños de núcleos de regeneración en el predio Lomabonita fueron por bloques y con tres técnicas mezcladas: trasplante plantones, siembra de arbustos propagados pro y trasplante de cespedones (Figura 4). Sin embargo, pero no se tiene certeza cuál fue la distribución exacta de cada uno y con qué especies fueron implementados. En la (Tabla 3), se mencionan todas las especies utilizadas en los diseños.

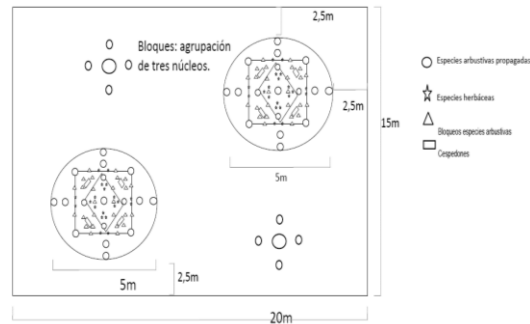


Figura 4. Núcleos de regeneración en Lomabonita de la FASE II 2009 (Trujillo, 2009).

Tabla 3. Especies de implementadas en el sector de Alsacia Baja de la FASE II 2009 (Trujillo, 2009).

Tipo de individuo.	Especies implementadas de Lomabonita.
Arbustivo.	<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.
	<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.
	<i>Diplostegium schultzi</i> Wedd.
	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.
	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.
	<i>Hypericum strictum</i> Kunth.
	<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.
	<i>Diplostegium revolutum</i> S.F. Blake.
Herbáceo.	<i>Polylepis sericea</i> Wedd.
	<i>Plantago rigida</i> Kunth.
	<i>Gentianella dasyantha</i> (Gilg) Fabris.
	<i>Valeriana plantaginea</i> Kunth.
	<i>Xenophyllum crassum</i> (S.F.Blake) V.A.Funk.

FASE III (2011).

- **Sector del Plan del Puma.**

El Plan del Puma se localiza adyacente por ambos lados al cauce de la quebrada del Silencio, iniciando en la Laguna del Silencio y termina en la desembocadura de la quebrada con la Laguna del Otún. En este sector se encuentran algunos humedales que son recarga de agua, los cuales son vitales para la permanencia y regulación del flujo hídrico de la microcuenca (Q. del Silencio). Las coberturas dominantes son un Matorral en las partes bajas (relictos) y un Frailejonal-Pajonal en las partes altas (laderas). Los disturbios que afectaron esta zona fueron las quemas y la ganadería extensiva; sin embargo, aún se conserva grandes extensiones naturales (Fotografía 3).



Fotografía 3. Sector del Plan del Puma - PNN Los Nevados (IAvH 2017).

El área escogida en el Plan del Puma para implementar las estrategias de restauración post-incendio se dividió en dos sectores. En el sector 1 fue la parte baja, en donde se encontraban un Frailejonal-Pajonal y algunos arbustos dispersos; Por otro lado, el sector 2 fue la parte más alta, allí se localizaban un Frailejonal-Pajonal y un parche boscoso cercano al “Plan del puma” (Figura 5).

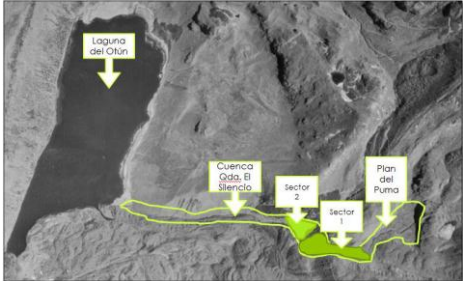


Figura 5. Estrategias de restauración Plan del Puma de la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).

Las estrategias de restauración en el Plan del Puma (Micro-núcleos de vegetación para restauración/conectividad) se establecieron en 5.03 ha, se sembraron alrededor de 3.000 individuos entre especies herbáceas/arbustivas y fueron agrupadas en 514 Micro-núcleos. La distribución de los Micro-núcleos fueron diferenciales en los 2 sectores y dependía de las características del escenario; El sector 1 el objetivo era conectar dos relictos de bosque y para el sector 2, el objetivo era enriquecer una zona abierta de pastos limpios (Figura 6).

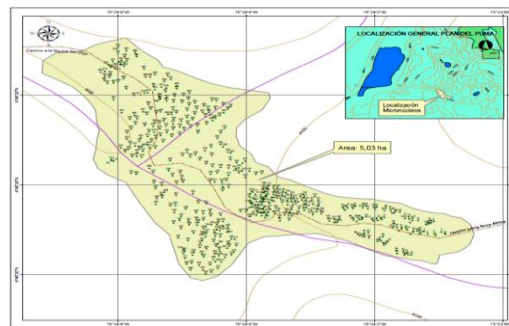


Figura 6. Estrategias de restauración Plan del Puma de la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).

Los Micro-núcleos de restauración/conectividad fueron diseñados en forma triangular, en su centro se ubicó 1 arbusto rescatado, junto con 3 arbustos dominantes propagados o rescatados en cada vértice. Entre los arbustos propagados se ubicaron las herbáceas propagadas (Figura 7). En la ubicación en campo de cada Micro-núcleo fue separado 3 metros del otro, pero no se tiene certeza cuál fue la distribución exacta de cada uno y con qué especies fueron implementados. En la (Tabla 4), se mencionan todas las especies utilizadas en los diseños.

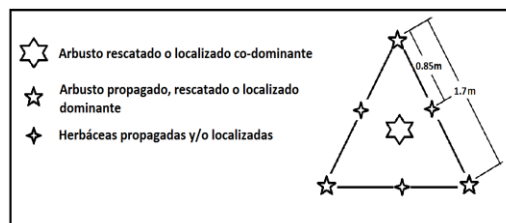


Figura 7. Micro-núcleo de restauración/conectividad Plan del Puma de la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).

Tabla 4. Especies de los Micro-núcleo de restauración/conectividad Plan del Puma de la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).

Tipo de individuo.	Especies implementadas del Plan del Puma.
Arbustivo.	<i>Pentacalia vernicosa</i> (Sch.Bip. ex Wedd.) Cuatrec.
	<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.
	<i>Diplostegium schultzi</i> Wedd.
	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.
	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.
	<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.
Herbáceo.	<i>Plantago rigida</i> Kunth.
	<i>Gentianella dasyantha</i> (Gilg) Fabris.
	<i>Eryngium humile</i> Cav.
	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.

- Predio del Playa Rica.**

El predio Playa Rica se localiza en la vereda el Bosque, es propiedad de CARDER y queda en jurisdicción del PNN Los Nevados. En este sector están varios humedales y afluentes hídricos (zonas de recarga y descarga de acuíferos) que nutren la cuenca del río Otún y es hábitat del Lorito Cadillero (*B. ferrugineifrons*) objeto de conservación del parque. Es una zona de bosque altoandino, en donde ha sido afectado por prácticas agropecuarias (ganadería extensiva y cultivo de papa), lo que ha generado contaminación de aguas, erosión de suelos, desecación de humedales, tala y quema de especies arbóreas (Fotografía 4).



Fotografía 4. Predio Playa Rica - PNN Los Nevados (IAvH 2017).

El predio se implementaron un total de 3 módulos de restauración, el área intervenida total fue de 16 ha, en donde se plantaron 1.230 Individuos, distribuidos en 138 núcleos. En módulo 1 (8 ha) se implementaron 66 núcleos, en el módulo 2 (5 ha) se dispusieron 45 núcleos y en el módulo 3 (3 ha) se sembraron 27 Núcleos (Figura 9). En el establecimiento de los Núcleos de vegetación para enriquecimiento se realizó una deshierba radial para permitir la supervivencia y evitar la competencia (corte de los pastos de 1.2 m).

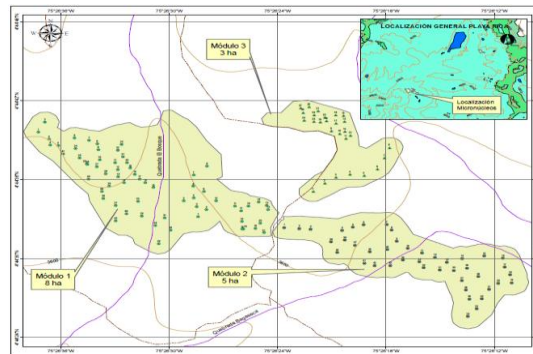


Figura 8. Distribución de los Núcleos de Enriquecimiento en los tres módulos el Predio Playa Rica en la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).

El diseño de los núcleos de enriquecimiento fue circular, en el cual se planto una especie arborea central propagado o rescatado, con 8 arbustos propagados o rescatados colocados radialmente y

separados 1 m entre si. En medio de los arbustos se sembraron las semillas de *Lupinus bogotensis* separados a 50 centímetros entre cada semillas (Figura 9), pero no se tiene certeza cuál fue la distribución exacta de cada uno y con qué especies fueron implementados. En la (Tabla 5), se mencionan todas las especies utilizadas en los diseños.

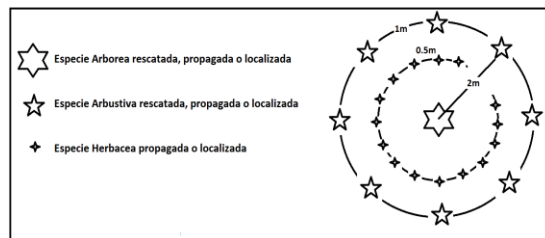


Figura 9. Núcleos de enriquecimiento del Predio Playa Rica en la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).

Tabla 5. Especies de los Núcleos de Enriquecimiento del Predio Playa Rica de la FASE III 2011 (Bedoya et al. 2013).

Tipo de individuo.	Especies implementadas de Playa Rica.
Arbustivo.	<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.
	<i>Polylepis sericea</i> Wedd.
	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.
	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.
	<i>Vallea stipularis</i> L. f.
	<i>Berberis quinduensis</i> Kunth.
	<i>Oreopanax ruizianum</i> Cuatrec.
	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.
	<i>Miconia salicifolia</i> (Bonpl. ex Naudin) Naudin.
Herbáceo.	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC
	<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.
	<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. ex Hook. f.

Metodología de monitoreo en el PNN Los Nevados.

En el PNN Los Nevados se quería implementar unas parcelas permanentes de monitoreo, con todo el detalle posible para las estrategias (escenario ideal); sin embargo, la información que se tenía en el momento con muchos vacíos de información, no se conocía el lugar y estado de las estrategias, se decidió por realizar un transecto de monitoreo sobre los sitios de implementación (escenario real).

23

- **Escenario ideal.**

El método de propuesto para el monitoreo de las estrategias de restauración en el PNN Los Nevados fue de parcelas permanentes, el cual es un método permite detectar cambios espaciales como temporales de la vegetación y describir minuciosamente el hábitat dentro de un sitio específico, en donde a partir de la información colectada a través del tiempo se puede predecir los cambios de las especies (Vallejo-Joyas *et al.* 2005). Las parcelas permanentes de monitoreo se iban a implementar en campo con respecto al protocolo de monitoreo de la diversidad vegetal de Osinaga-Acosta *et al.* (2014). El protocolo recomienda varios criterios iniciales en campo para delimitar el lugar las parcelas de estudio:

1. Las áreas delimitadas deben tener coberturas homogéneas y de fácil acceso.
2. El lugar de implementación debe garantizar la permanencia de las parcelas a lo largo del tiempo.
3. Las parcelas no deben estar separadas entre sí por algún cuerpo de agua.
4. El experimento debe estar alejado de asentamientos o viviendas.
5. Las parcelas deben estar alejadas de algún camino o acceso peatonal entre 50 y 100 m.
6. En terreno pendiente las parcelas deben ubicarse de manera perpendicular.
7. Se deben marcar el sitio con GPS.

Los materiales que se deben usar para el montaje de la parcela permanente son: decámetro de 50 m, rollos de cinta de colores, cuerda de nilón, estacas de metal de 50 cm x 40 mm diámetro (esquineras), estacas de PVC de 50 cm x 1.5 mm diámetro (Internas), aerosoles para marcar estacas, aluminio para etiquetas de los individuos y parcelas, Clavos 3`` con cabeza plana, abrazadera de plástico, Vara marcada a 1.3 metros para el Punto Óptimo de Muestreo a 1.3 m, GPS, cámara fotográfica, entre otros que se requieran.

En el montaje de la parcela de monitoreo era una modificación en la metodología para la distribución de las parcelas y subparcelas, dado que el método de Osinaga-Acosta *et al.* (2014) propone hacer en parcelas de 20 x 20 m, subdividas en parcelas de 5 x 5 m. Para el PNN Los Nevados, se eligió como referencia el área mínima de muestreo por cada una de coberturas de páramo de Rangel-Ch & Velázquez (1997); para lo cual, se montarán parcelas de 10 x 10 m para arbustales y arboles entre 4 – 2.5 m, parcela de 5 x 5 m para frailejones y arbustos de 2.5 – 1 m. Por último, una parcela de 1 x 1 m para evaluar la regeneración de especies herbáceas (Figura 10).

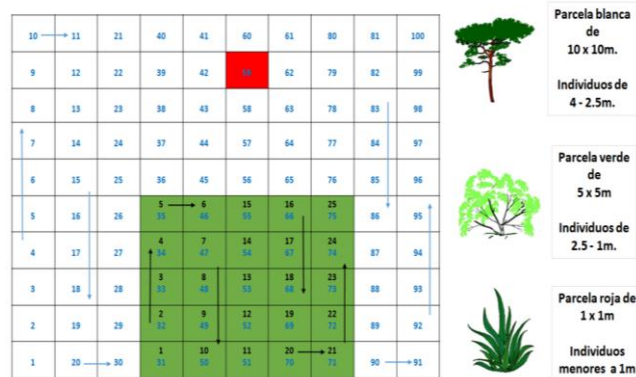


Figura 10. Parcela permanente de monitoreo ideal en el PNN Los Nevados 2017.

- **Montaje de parcelas permanentes de monitoreo.**

Las parcelas permanentes de monitoreo eran un total de 12 unidades por los 4 sitios de estudio (3 en cada sitio), que son las repeticiones mínimas para un análisis estadístico representativo. Sin embargo, para su montaje se deben seguir unos criterios en orden coherente para el establecimiento paso a paso, en donde se resumen de la siguiente manera:

- **Parcela de 10 x 10 m:**

1. Al llegar al sitio de interés, se debe escoger la esquina inferior izquierda para el punto de inicio del montaje de la parcela 10 x 10m y marcar con la estaca de metal de 50 cm x 40 mm diámetro y georreferenciar el punto con el GPS.
2. Se deben documentar las características relevantes de la trayectoria desde el punto de acceso a la zona de interés hasta el punto inicial de la parcela de 10 x 10 m.
3. Marcar las otras tres esquinas de la parcela de 10 x 10 m con las estacas de metal de 50 cm x 40 mm diámetro y georreferenciar los 4 puntos con el GPS, en dirección de las manecillas del reloj (Izquierda a derecha).
4. Documentar con registro fotográfico y escrito el estado físico inicial de la parcela de monitoreo y del perímetro para tomarlo como punto inicial de referencia.
5. Realizar sobre el mapa del terreno en una parcela de 300 x 300m una descripción de cualquier característica relevante (disturbio o un tipo de geografía).
6. Las estacas de PVC de 50 cm x 1.5 mm diámetro, serán colocadas rodeando la parcela cada 1 m, deberá tener un orificio superior para colocar la etiqueta y un orificio medio para pasar la cuerda de la parcela de 10 x 10m. De igual forma, las estacas serán pintados en su base con aerosol naranja para que sean de fácil localización.
7. La parcela de 10 x 10m será subdividida en cuadrantes de 1 x 1m, con un total de 100 subcuadrantes, la numeración se realizará de forma ascendente desde el punto inicial bajo de la izquierda, subiendo hasta la segunda esquina (izquierda arriba). Se corre un cuadrante hacia la derecha y descienda hasta el final de la parcela y continuamente.

8. Las Estacas de metal (punto rojo), estacas de PVC (punto negro), inicio de la enumeración de la subcuadrantes de 1 x 1m (Verde) y final (Amarillo) (Figura 11).

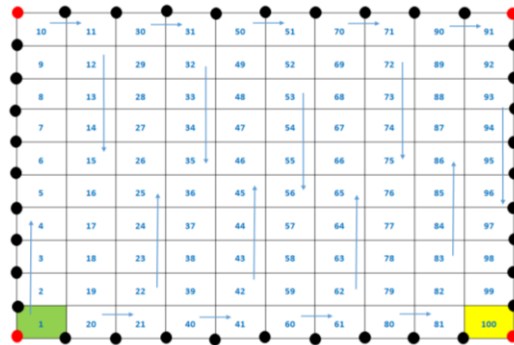


Figura 11. Parcela permanente de monitoreo ideal de 10 x 10 m en el PNN Los Nevados 2017.

- **Parcela de 5 x 5 m:**

1. El punto inicial de la parcela se va escoger tomando como base las subparcelas de 1x 1m, al azar se va a sacar un número del 1 al 100 y ese será el punto inicial de la parcela 5 x 5m (izquierda abajo), en lo posible. Sin embargo, cuando no se cumple esta predicción, se retroceden subparcela y se arma la parcela. EJ: Fila del número 60 en adelante.
2. Para el segundo punto de la parcela, si cae un punto intermedio (Filas centrales) y se tienen dos opciones para establecer la parcela (Arriba/Abajo o Derecha/Izquierda), se debe tirar una moneda dos veces para que sea al azar la distribución de esta parcela.
3. Al momento del montaje de la parcela 5 x 5m se marcan con la estaca de metal de 50 cm x 40 mm diámetro en cada esquina y georreferencian los 4 puntos con el GPS.
4. Las estacas de PVC de 50 cm x 1.5 mm diámetro serán colocadas rodeando la parcela cada 1 m, deberá tener un orificio superior para colocar la etiqueta y un orificio medio para pasar la cuerda de la parcela de 5 x 5m. De igual forma, las estacas serán pintados en su base con aerosol naranja para que sean de fácil localización.
5. Documentar con registro fotográfico y escrito el estado físico inicial de la parcela de monitoreo y del perímetro para tomarlo como punto inicial de referencia.

6. La parcela de 5 x 5m será subdividida en cuadrantes de 1 x 1m, con un total de 25 subcuadrantes, la numeración se realizará de forma ascendente desde el punto inicial bajo de la izquierda, subiendo hasta la segunda esquina (izquierda arriba). Se corre un cuadrante hacia la derecha y descienda hasta el final de la parcela y continuamente.
7. Las Estacas de metal (punto rojo), estacas de PVC (punto negro), inicio de la enumeración de la subcuadrantes de 1 x 1m del número 1 al 25 (Figura 12).

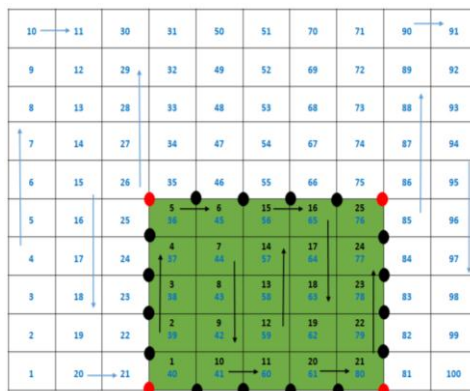


Figura 12. Parcela permanente de monitoreo ideal de 5 x 5 m en el PNN Los Nevados 2017.

- **Parcela de 1 x 1m:**

1. La parcela de las herbáceas se va a analizar con un cuadrante de 1 x 1m en una subparcela del mismo tamaño, la cual se va a escoger con un número al azar entre 1 y 100.
2. Las estacas de PVC de 50 cm x 1.5 mm diámetro serán colocadas rodeando la subparcela de 1 x 1m (En los 4 vértices), las estacas deberán tener un orificio superior para colocar la etiqueta y un orificio medio para pasar la cuerda y delimitarla (Figura 13).

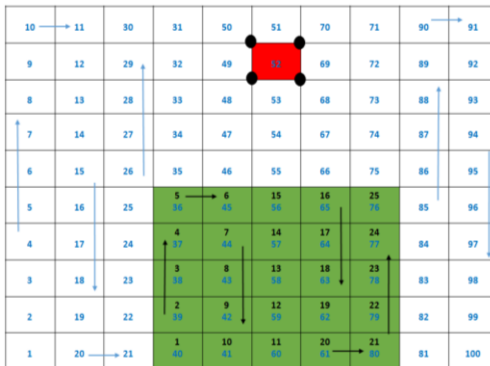


Figura 13. Parcela permanente de monitoreo ideal de 1 x 1 m en el PNN Los Nevados 2017.

• **Metodología para marcaje y etiquetado de los individuos.**

La metodología de marcaje de los individuos dentro de la parcela permanente se va a realizar con algunos ajustes a partir con lo reportado de Osinaga-Acosta *et al.* (2014) y Aguilar-Garavito & Ramírez (2015), en donde se va a realizar de la siguiente manera:

- Los arboles con altura mayor a 4 metros, con el 50% de su raíz, el 50% de su DAP dentro la parcela, se debe incluir en la parcela de monitoreo.
- Cada individuo debe ser etiquetado con un único identificador numérico (números consecutivos) en cada una, pero para este caso, se va dividir la subparcela de 1 x 1m en cuadro cuadrantes y se va empezar a enumerar de izquierda a derecha los individuos y cada uno georreferenciado (Figura 14).

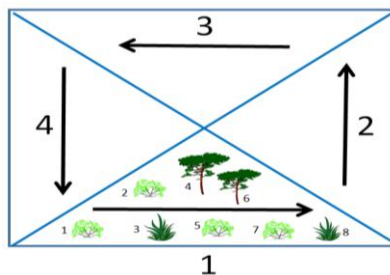


Figura 14. Etiquetado de los individuos en cada subparcela de monitoreo de 1 x 1 m.

- La marca de los individuos se realizará con pintura asfáltica preferiblemente de color amarillo, de forma circular alrededor del tallo del individuo. Sin embargo, dependiendo del individuo monitoreado varia la forma de marcar difiere. Según Aguilar-Garavito & Ramírez (2015) **Arboles:** mayores a 4m se marca el punto óptimo muestro (POM) a 1.3m de altura. **Arbustivos:** hasta los 4m se marca del punto óptimo muestro (POM) a 1.3m de altura. **Herbáceos:** se marca el punto óptimo muestro (POM) a 10 cm debajo de la primera rama (primera bifurcación) o 10 cm desde el suelo si tiene varias ramificaciones (<30 cm). **Rasantes:** el punto óptimo muestro (POM) se debe marcar a 10 cm del suelo (Figura 15).

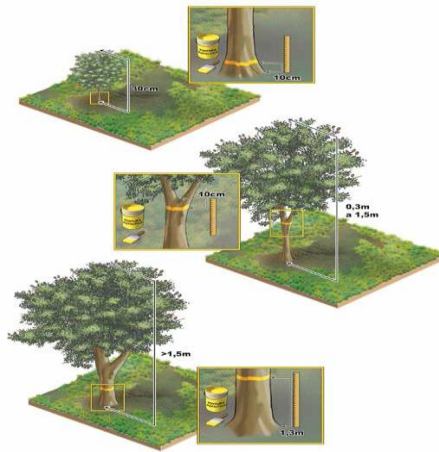


Figura 15. Marcaje de individuos en cada subparcela de monitoreo de 1 x 1 m.

- **Batería de indicadores de monitoreo.**

Los indicadores de restauración ecológica se propusieron a partir de las sugerencias de Rodrigues et al. (2013) y Aguilar-Garavito & Ramírez (2015), los cuales recomiendan dirigir los primeros monitoreos sobre la evaluación de la composición y estructura de la vegetación (corto y mediano plazo), los aspectos funcionales en el ecosistema (Función) se omiten inicialmente y se dejan para largo plazo. Dado que al inicio del monitoreo el objetivo es evaluar el establecimiento y cambios estructurales de los individuos vegetales incluidos en las estrategias de restauración ecológica.

Para el caso del monitoreo de las estrategias del PNN Los Nevados en el 2017, se proponen indicadores de corto plazo. Sin embargo, al no reportarse especies invasoras dentro del muestreo, se omitió el listado de especies invasoras como indicador, como igualmente el listado de arbustos exóticos (Tabla 6).

Tabla 6. Criterios, Indicadores y verificadores de restauración ecológica de las estrategias de la FASE II y FASE III en el Parque Nacional Natural Los Nevados 2017.

Criterios, Indicadores y Verificadores de restauración ecológica del componente vegetación de las estrategias de las FASE II y FASE III implementadas en el PNN Los Nevados.				
Criterio	Indicadores	Verificadores	Variables Registradas en campo /Analizadas	Tipo de individuo
Composición de la vegetación.	Número de especies nativas arbustivas.	Listado de especies arbustivas nativas.	Identidad y presencia.	Arbusto.
	Número de especies exóticas arbustivas.	Listado de especies arbustivas exóticas.		
	Número de especies nativas herbáceas.	Listado de especies herbáceas nativas.		Herbácea.
	Número de especies exóticas herbáceas.	Listado de especies exóticas herbáceas.		
	Riqueza.	Número de especies e individuos.		Arbustos.
	Índice de riqueza específica.	Índice de Margalef.		
Estructura de la vegetación.	Densidad de arbustos nativos.	Listado de arbustos con DAP > 1 cm y altura > 30 cm sobre el área de muestreo.	Presencia, Identidad, DAP y altura.	Arbusto.
	Área basal de los arbustos.	Sumatoria del área basal (cobertura).	Presencia, Identidad y cobertura.	
	Cobertura total de herbáceas.	% de cuadros cubiertos por especie.	Presencia, Identidad y cobertura.	Herbácea.

	Índice de diversidad.	Índice de Shannon–Wiener (H’).	Identidad y presencia.	Arbusto.
	Índice de Valor de Importancia de las especies (IVI).	IVI relativo.	Abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa.	
	Índice de equidad.	Índice de Pielou (J’).	Identidad y presencia.	
	Índice de dominancia.	Índice de Simpson (D).		
	Índice de predominio fisionómico.	Índice IPF.	Área basal relativa, cobertura relativa, densidad relativa.	

- **Escenario real.**

El método se pensó inicialmente con una parcela permanente de monitoreo y realizar el conteo, sin embargo, se ajustó de acuerdo con la información de referencia que se tenía en el momento. Dado que se desconocía el estado las estrategias, la ubicación exacta en campo (georreferenciado), no se tenían mapas cartográficos, no se conocía previamente las zonas, ningún árbol estaba marcado y comunicaciones con funcionarios del parque ignoraban el lugar preciso de cada núcleo. Únicamente al final se consiguieron unas imágenes generales de las estrategias días antes de salir a campo, las cuales fueron ajustadas al terreno lo más posible con google earth, Mapsure y SasPlanet y que sirvieron como guía para llegar a cada sitio.

Por tal razón, se decidió realizar cinco transectos a lo largo de los núcleos de vegetación en cada área, tomando como referencia las estacas (cuando era posible encontrarlas), junto con las imágenes que se obtuvieron al final para ubicarse en terreno y montar la unidad de muestreo. El transecto de monitoreo se planteó con respecto a el área mínima de muestreo para individuos del área muestreo por cada hectárea de Rangel-Ch & Velázquez (1997), Alvear et al. (2010), Salgado et al. (2013), Avella-M et al. (2014), Matson & Bart (2014), para los arbóreos con el DAP superior o igual 2.5cm se realizó uno de 30 x 4m. Dentro de ese transecto 30 x 4m, se montaron 3 subparcelas de 4 x 4m para medir el estrato arbustivo, en donde se monitoreo los individuos con el DAP entre 1 y 2.5cm. La regeneración natural se hizo por medio de un cuadrante de 1 x 1m, en el

cual se reportó la cobertura de la vegetación herbácea, hojarasca, estrato rasante y plantas reclutadas por regeneración natural (Figura. 16).

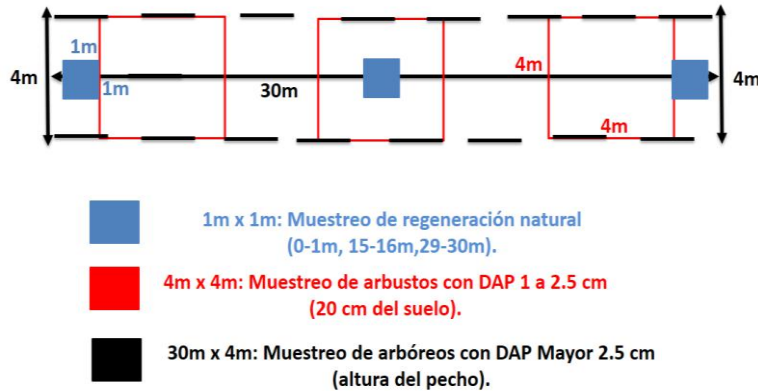


Figura 16. Transecto de monitoreo de las acciones de restauración ecológica en el PNN Los Nevados 2017.

Registro fotográfico.

- **Sector de Alsacia Baja.**

- ❖ *Transecto uno.*

El primer transecto se ubicó sobre los 4.032 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°46'36.6"N - 75°24'35.2"W y la coordenada final (CF) 04°46'35.9"N - 75°24'36.0"W, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos (Fotografía 5).



(a)



(b)

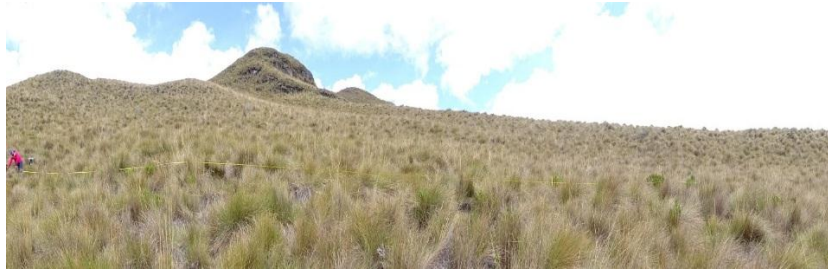
Fotografía 5. Panorámica del transecto uno de Alsacia Baja. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto uno Alsacia Baja:**

En el sitio se ubicaron dos quebradas (una de ella la Alsacia) y un humedal aproximadamente a 15 metros alrededor del transecto, la pendiente era recta, la zona era un pajonal abierto con dominancia de *C. effusa*. Sin embargo, había algunos frailejones y arbustos de *E.myrtilloides* de porte menor asociados (menor a 1 m).

- ❖ *Transecto dos.*

El segundo transecto se ubicó sobre los 4.029 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°47'33.8"N - 75°24'39.0"W y la coordenada final (CF) 04°47'33.6"N - 75°24'39.9"W, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos (Fotografía 6).



(a)



(b)

Fotografía 6. Panorámica del transecto dos de Alsacia Baja. Panorámica inferior (a), Panorámica superior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto dos Alsacia Baja:**

El sitio tenía una pendiente de 25^0 y escalonada, la zona era un pajonal abierto con dominancia de *C. effusa*. Sin embargo, no había frailejones pero si algunos pocos arbustos de *E. myrtilloides* porte menor asociados (menor a 1 m).

- ❖ *Transecto tres.*

El tercer transecto se ubicó sobre los 4.016 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue $04^{\circ}47'29.2''N - 75^{\circ}24'42.1''W$ y la coordenada final (CF) $04^{\circ}47'28.3''N - 75^{\circ}24'42.3''W$, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos (Fotografía 7).



Fotografía 7. Panorámica superior del transecto tres de Alsacia Baja (IAvH 2017).

- **Características del transecto tres Alsacia Baja:**

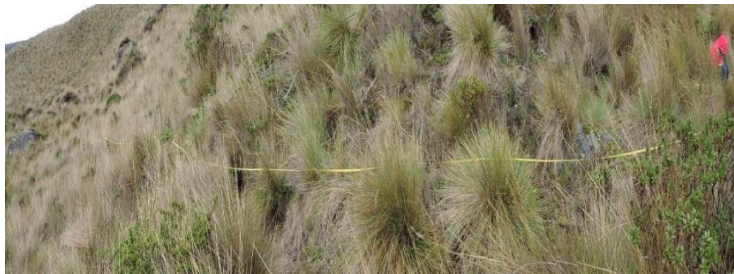
El sitio tenía una pendiente plana y escalonada, suelo con buena capa orgánica, la zona era un pajonal abierto con dominancia de *C. effusa*. Sin embargo, no había frailejones pero si algunos pocos arbustos de *E. myrtilloides*, *H. laricifolium* y *B. tricuneata* de bajo porte asociados (menor a 1 m).

- ❖ *Transecto cuatro.*

El cuarto transecto se ubicó sobre los 4.016 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°47'23.7"N - 75°24'45.9"W y la coordenada final (CF) 04°47'22.7"N - 75°24'45.9"W, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos (Fotografía 8).



(a)



(b)

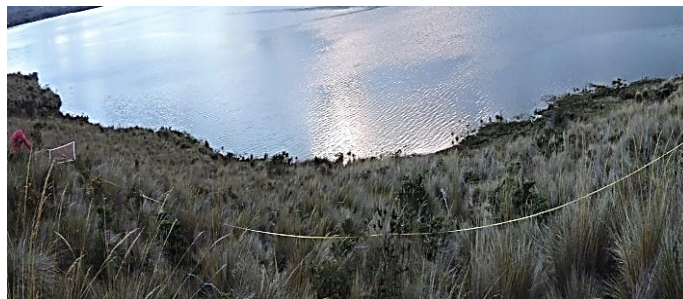
Fotografía 8. Panorámica del transecto cuatro de Alsacia Baja. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto cuatro Alsacia Baja:**

El sitio tenía una pendiente inclinada de 18° y escalonada, el suelo con buena materia orgánica y rocoso. Sin embargo, no había frailejones pero si algunos pocos arbustos de *D. schultzii*, *B. tricuneata* y *P. vaccinioides* de mediano porte asociados (entre 1 m – 2 m).

- ❖ *Transecto cinco.*

El quinto transecto se ubicó sobre los 3.948 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue $04^{\circ}47'14.8''N - 75^{\circ}24'46.2''W$ y la coordenada final (CF) $04^{\circ}47'15.8''N - 75^{\circ}24'45.9''W$, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos (Fotografía 9).



(a)



(b)

Fotografía 9. Panorámica del transecto cinco de Alsacia Baja. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto cinco Alsacia Baja:**

El sitio tenía una pendiente de 15° y escalonada, suelo con buena capa orgánica, es un pajonal abierto con dominancia de *C. effusa* y con arbustos dominantes como *E. myrtilloides*, *H. laricifolium* y *B. tricuneata* de mediano porte asociados (entre 1 m – 2 m).

- **Predio Lomabonita.**

- ❖ *Transecto uno.*

El primer transecto se ubicó sobre los 4056 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue $04^{\circ}45'27.7''N - 75^{\circ}25'14.7''W$ y la coordenada final (CF) $04^{\circ}45'27.7''N - 75^{\circ}25'13.7''W$, en este transecto se identificó la estaca 5 de los núcleos, pero no se encontró ninguna etiqueta de los arbustos (Fotografía 10, Fotografía 11).



Fotografía 10. Registro de estaca cinco y marca de transecto en los núcleos restauración en el predio Lomabonita (IAvH 2017).



(a)



(b)

Fotografía 11. Panorámica del transecto uno del predio Lomabonita. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto uno Lomabonita:**

El sitio tenía una pendiente plana, con suelo con buena materia orgánica, es un Frailejonal-Pajonal abierto con dominancia de *C. effusa*, con pocos arbustos de *B. tricuneata*, *H. laricifolium*, *E.*

myrtilloides de bajo porte (menor a 1 m) y *P. vaccinioides* de mediano porte (entre 1 m – 2 m) asociados.

❖ *Transecto dos.*

El segundo transecto se ubicó sobre los 4078 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°45'25.5"N - 75°25'05.0"W y la coordenada final (CF) 04°45'25.3"N - 75°25'05.9"W, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos (Fotografía 12).



(a)



(b)

Fotografía 12. Panorámica del transecto dos del predio Lomabonita. Panorámica inferior (a), Panorámica superior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto dos Lomabonita:**

El sitio tenía una pendiente plana, con suelo con buena materia orgánica, es un Frailejonal-Pajonal abierto con dominancia de *C. effusa* y *E. hartwegiana*, con pocos arbustos de *B. tricuneata* de pequeño porte (menor a 1 m) y *P. vaccinioides* de mediano porte (entre 1 m – 2 m) asociados.

- ❖ *Transecto tres.*

El tercer transecto se ubicó sobre los 4098 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°45'22.4"N - 75°25'51.6"W y la coordenada final (CF) 04°45'22.2"N - 75°25'52.9"W, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos (Fotografía 13).



(a)



(b)

Fotografía 13. Panorámica del transecto tres del predio Lomabonita. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto tres Lomabonita:**

El sitio tenía una pendiente plana, con suelo con buena materia orgánica, es un Frailejonal-Pajonal abierto con dominancia de *C. effusa*, con pocos arbustos de *B. tricuneata* y *H. laricifolium* de pequeño porte (menor a 1 m) asociados.

- ❖ *Transecto cuatro.*

El cuarto transecto se ubicó sobre los 4051 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°45'29.9"N - 75°25'24.1"W y la coordenada final (CF) 04°45'29.6"N - 75°25'25.0"W, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos (Fotografía 14).



Fotografía 14. Registro de estaca y marca de transecto cuatro en los núcleos restauración en el predio Lomabonita (IAvH 2017).



(a)



(b)

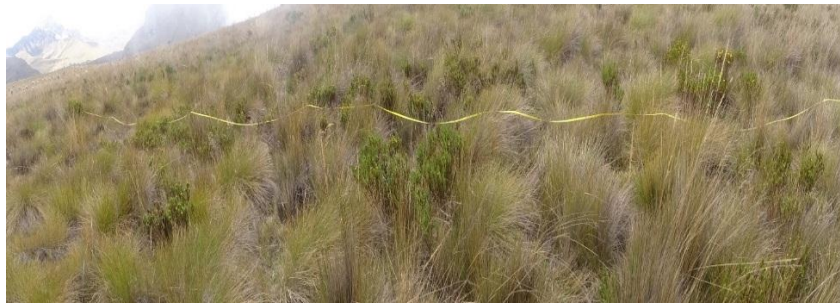
Fotografía 15. Panorámica del transecto cuatro del predio Lomabonita. Panorámica derecha (a), Panorámica izquierda (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto cuatro Lomabonita:**

El sitio tenía una pendiente plana, con suelo con buena materia orgánica, es un Pajonal abierto con dominancia de *C. effusa* y unos pocos frailejones y pocos arbustos de *D. schultzei* y *B. tricuneata* de pequeño porte (menor a 1 m) asociados (Fotografía 15).

- ❖ *Transecto cinco.*

El quinto transecto se ubicó sobre los 4044 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°45'29.9"N - 75°25'24.1"W y la coordenada final (CF) 04°45'29.6"N - 75°25'25.0"W, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos (Fotografía 16).



(a)



(b)

Fotografía 16. Panorámica del transecto cinco del predio Lomabonita. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto cinco Lomabonita:**

El sitio tenía una pendiente plana, con suelo con buena materia orgánica, es un Pajonal abierto con dominancia de *C. effusa* y con algunos arbustos como *B. tricuneata* de pequeño porte (menor a 1 m) y en rebrote. Igualmente, *P. vaccinioides* de mediano porte (entre 1 m – 2 m) asociada.

- **Sector del Plan del Puma.**

- ❖ *Transecto uno.*

El primer transecto se ubicó en el sector uno sobre los 4.063 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°46'38.6"N - 75°24'18.7"W y la coordenada final (CF) 04°46'37.7"N - 75°24'18.3"W, se identificaron las estacas de los núcleos 464, 483, 484, 487, 488, 497, 500, algunas se encontraban

caídas o con los números borrosos e indicios de ganado en la zona, pero ninguno de los arbustos tenía etiqueta (Fotografía 17).



(a)

(b)

(c)

Fotografía 17. Evidencia de estacas de los núcleos restauración en el sector uno del Predio del Puma. Estaca en el núcleo puesta (a), estaca con número borroso (b), Indicio de presencia de ganado en el predio (c) (IAvH 2017).



(a)



(b)

Fotografía 18. Panorámica del transecto uno del Plan del Puma. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto uno Plan del Puma.**

El sitio tenía una pendiente plana, con suelo con buena materia orgánica, es una cobertura de pastos con espacios naturales, se observó que las herbáceas estaban dominadas por *L. orbiculata* y *P. rigida*, los arbustos eran *B. tricuneata* de pequeño porte (menor a 1 m) con rebrotes y *P. vaccinioides* de mediano porte (entre 1 m – 2 m) asociada. (Fotografía 18).

- ❖ *Transecto dos.*

El segundo transecto se ubicó en el sector uno sobre los 4.073 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°46'34.4"N - 75°24'19.3"W y la coordenada final (CF) 04°46'34.4"N - 75°24'20.1"W, donde se identificaron las estacas de los núcleos 383 y 384, pero ninguno de los arbustos tenía etiqueta (Fotografía 19).



Fotografía 19. Evidencia de estacas 384 y 383 de los núcleos restauración en el Predio del Puma (IAvH 2017).



(a)

(b)

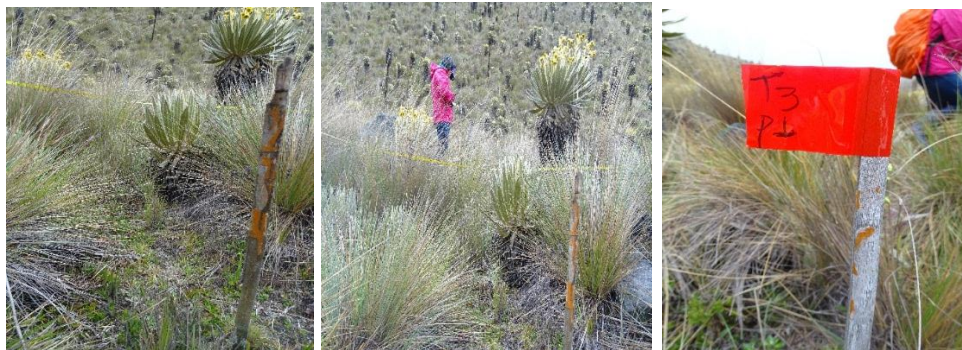
Fotografía 20. Fotos del transecto dos del Plan del Puma. Costado izquierdo (a), Costado derecho (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto dos Plan del Puma.**

El sitio tenía una pendiente inclinada de 16° , con suelo con buena materia orgánica, es una cobertura de Frailejonal-Pajonal dominadas por *C. effusa* y *E. hartwegiana*, en este transecto no se evidenciaron arbustos que tuvieran etiquetas (Fotografía 20).

- ❖ *Transecto tres.*

El tercer transecto se ubicó en el sector dos sobre los 4.081 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue $04^{\circ}46'31.2''N - 75^{\circ}24'16.7''W$ y la coordenada final (CF) $04^{\circ}46'30.2''N - 75^{\circ}24'17.3''W$, donde se identificaron las estacas de los núcleos (234) y algunas se encontraban caídas con los números borrosos y en este transecto no se evidenciaron arbustos que tuvieran etiquetas (Fotografía 21).



Fotografía 21. Evidencia de la estaca 234 y otras borrosas de los núcleos restauración en el Predio del Puma (IAvH 2017).



(a)



(b)

Fotografía 22. Panorámica del transecto tres del Plan del Puma. Panorámica derecha (a), Panorámica izquierda (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto tres Plan del Puma.**

El sitio tenía una pendiente plana, con suelo con abundante materia orgánica y en algunas parte rocoso, es una cobertura de Frailejonal-Pajonal dominadas por *C. effusa* y *E. hartwegiana*, no se encuentran presencia de arbustos, si no algunos rebrotes de *B. tricuneata* de pequeño porte (menor a 1 m) (Fotografía 22).

- ❖ *Transecto cuatro.*

El cuarto transecto se ubicó en el sector dos sobre los 4.104 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°46'33.8"N - 75°24'14.5"W y la coordenada final (CF) 04°46'33.0"N - 75°24'14.1"W, donde se identificaron las estacas de los núcleos 111, 116, 118, 119 y 120 y otros que no se entendieron. En este transecto no se evidenciaron arbustos que tuvieran etiquetas (Fotografía 23).



Fotografía 23. Evidencia de estacas 118 y 119 de los núcleos restauración en el Predio del Puma (IAvH 2017).



(a)



(b)

Fotografía 24. Panorámica del transecto cuatro del Plan del Puma. Panorámica derecha (a), Panorámica izquierda (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto cuatro Plan del Puma.**

El sitio tenía una pendiente plana, con suelo con abundante materia orgánica, es una cobertura de Pajonal abierto dominado principalmente por *C. effusa* y con algunos frailejones de *E. hartwegiana* asociados. En este transecto no se evidenciaron arbustos que tuvieran etiquetas (Fotografía 24).

- ❖ *Transecto cinco.*

El quinto transecto se ubicó en el sector dos sobre los 4.120 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°46'32.0"N - 75°24'10.5"W y la coordenada final (CF) 04°46'32.2"N - 75°24'10.9"W, donde se identificaron las estacas de los núcleos (22, 24, 25 y 28) alrededor del transecto, pero no se evidenciaron arbustos con etiquetas (Fotografía 25).



Fotografía 25. Evidencia de estacas 22, 24 y 28 de los núcleos restauración en el Predio del Puma (IAvH 2017).



(a)



(b)

Fotografía 26. Panorámica del transecto cinco del Plan del Puma. Panorámica inferior (a), Panorámica superior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto cinco Plan del Puma.**

El sitio tenía una pendiente plana, con suelo con abundante materia orgánica, es una cobertura de Pajonal abierto dominado principalmente por *C. effusa* y con algunos frailejones de *E. hartwegiana* y arbustos de *B. tricuneata* de pequeño porte (menor a 1 m) y *P. vaccinioides* de mediano porte (entre 1 m – 2 m) asociados (Fotografía 26).

- **Predio Playa Rica.**

- ❖ *Transecto uno.*

El primer transecto se ubicó sobre los 3.649 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°44'47.2"N - 75°26'46.2"W y la coordenada final (CF) 04°44'46.4"N - 75°26'45.4"W, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos (Fotografía 27).



(a)



(b)

Fotografía 27. Panorámica del transecto uno del predio Playa Rica. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto uno de Playa Rica.**

El sitio tenía una pendiente levemente inclinada y escalonada, con suelo compactado por la ganadería y con observación directa de caballos y rastros a lo largo del transecto. Es una cobertura de pastos arbolados la del predio con dominancia de *L. orbiculata* en el estrato rasante herbáceas y de *H. laricifolium* de pequeño porte (menor a 1 m).

- ❖ *Transecto dos.*

El segundo transecto se ubicó sobre los 3.662 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°44'52.4"N - 75°26'45.1"W y la coordenada final (CF) 04°44'52.0"N - 75°26'45.9"W, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos ni tampoco etiquetas de los arbustos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos. Sin embargo, se observó rastros de ganadería a lo largo del transecto solo pocos arbustos presentes (Fotografía 28).



Fotografía 28. Registro de arbustos e indicios de presencia de ganado en los núcleos restauración en el predio Playa Rica (IAvH 2017).



(a)



(b)

Fotografía 29. Panorámica del transecto dos del predio Playa Rica. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto dos de Playa Rica.**

El sitio tenía una pendiente plana, con suelo compactado por la ganadería y observación directa de rastros de ganadería a lo largo del transecto, cobertura de pastos limpios con dominancia de *L. orbiculata* y se observó unos pocos arbustos de *H. laricifolium*, *G. tolimensis* de pequeño porte (menor a 1 m) (Fotografía 29).

- ❖ *Transecto tres.*

El tercer transecto se ubicó sobre los 3.677 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue 04°44'57.3"N - 75°26'48.0"W y la coordenada final (CF) 04°44'56.4"N - 75°26'48.1"W, en este transecto no se identificaron las estacas de los núcleos, ni tampoco alguna etiqueta de los arbustos; se asumió la localización de transecto por la presencia de *L. bogotensis* (Fotografía 30).



(a)



(b)

Fotografía 30. Panorámica del transecto tres del predio Playa Rica. Panorámica superior (a), Panorámica inferior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto tres de Playa Rica.**

El sitio tenía una pendiente inclinada de 25° y escalonada en el centro del transecto, con suelo rocoso y con buena capa orgánica en varios lugares, pero con incididos (heces) de ganadería. La cobertura es de pastos arbolados se encontraron arbustos de *G. punctatum* pequeño porte (menor a 1 m) y *H. obtusifolia*, *C. fimbriata* de mediano porte (entre 1 m – 2 m) asociados.

- ❖ *Transecto cuatro.*

El cuarto transecto se ubicó sobre los 3.641 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue $04^{\circ}44'50.8''N - 75^{\circ}26'35.2''W$ y la coordenada final (CF) $04^{\circ}44'50.6''N - 75^{\circ}26'34.4''W$, en este transecto se identificó la estaca 25 de los núcleos, pero sin arbustos y con indicios de ganado (Fotografía 31).



Fotografía 31. Registro de la estaca 25 e indicios de presencia de ganado en los núcleos restauración en el predio Playa Rica (IAvH 2017).



(a)



(b)

Fotografía 32. Panorámica del transecto cuatro del predio Playa Rica. Panorámica inferior (a), Panorámica superior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto cuatro de Playa Rica.**

El sitio tenía una pendiente inclinada de 12^0 y escalonada, con suelo con buena capa orgánica en varios lugares y compactado en otros, pero con incidíos (heces) de ganadería. La cobertura es de pastos arbolados con dominancia de *L. orbiculata*, se encontraron arbustos de *A. elongata* de pequeño porte (menor a 1 m) y *H. obtusifolia* de mediano porte (entre 1 m – 2 m) asociados (Fotografía 32).

- ❖ *Transecto cinco.*

El quinto transecto se ubicó sobre los 3.654 m. de altitud. La coordenada inicial (CI) fue $04^{\circ}44'41.4''N - 75^{\circ}26'30.5''W$ y la coordenada final (CF) $04^{\circ}44'46.5''N - 75^{\circ}26'30.9''W$, en este transecto se identificó la estaca 66 de los núcleos, el cual tenía unos pocos arbustos y con indicios de ganado (Fotografía 33).



Fotografía 33. Registro de estaca 66 e indicios de presencia de ganado y marca del transecto en los núcleos restauración en el predio Playa Rica (IAvH 2017).



(a)



(b)

Fotografía 34. Panorámica del transecto cinco del predio Playa Rica. Panorámica inferior (a), Panorámica superior (b) (IAvH 2017).

- **Características del transecto cinco de Playa Rica.**

El sitio tenía una pendiente inclinada de 18⁰ y escalonada, con suelo en gran parte compactado, con incidios (heces) de ganadería. La cobertura es de pastos limpios con dominancia de *L. orbiculata* y de *G. sibbaldioides*, se encontraron pocos arbustos de *H. laricifolium* de pequeño porte (menor a 1 m) y *C. fimbriata* de mediano porte (entre 1 m – 2 m) asociados (Fotografía 34).

Resultados.

En la salida de campo se encontraron pocas evidencias de las estrategias de restauración (estacas) en tres de los cuatro sitios de estudio (Lomabonita, Playa Rica y Alsacia Baja), ya que a junio de 2017 no se evidencian los núcleos de vegetación, si no algunos pocos individuos dispersos al azar y se desconoce que sean sembrados o rebrotados naturalmente y con alturas menores a 1.5 m. De igual forma, los sitios destinados para restauración están dominados por las especies herbáceas o rastreras (*C. effusa* y *L. orbiculata*) y se encontraron indicios directos (observaciones) e indirectos (heces) de la presencia de ganado en las zonas donde se implementaron las estrategias de restauración.

Composición de especies arbustivas y herbáceas.

En el monitoreo de las estrategias de restauración en los 4 sitios se registraron un total de 41 especies entre arbustivas y herbáceas, en las estrategias del 2009 se registró 18 especies para Alsacia Baja y 14 especies para el predio de Lomabonita. Por su parte, las estrategias del 2012 registraron 18 especies para la zona del Plan del Puma y el Predio Playa Rica con 19 especies. Las 41 especies vegetales se dividen en 21 familias, de las cuales el 50% correspondieron a la familia Asteraceae, la segunda familia más relevante fue Rosaceae con 4 especies y el resto se reparten con 1 o 2 individuos por cada una (Figura 17).

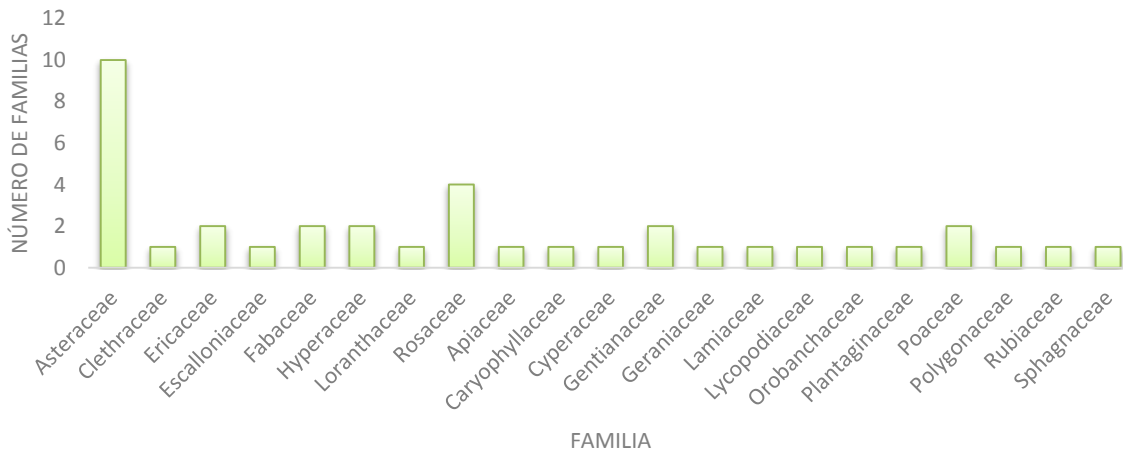


Figura 17. Número de familias registradas en el PNN Los Nevados 2017.

Los géneros de las especies vegetales registradas fueron 33, *Baccharis* con 3 individuos fue el dominante, *Lachemilla*, *Plantago* y *Hypericum* con dos individuos sobresalieron con 2 individuos y el resto de géneros tienen solo 1 individuo (Figura 18).

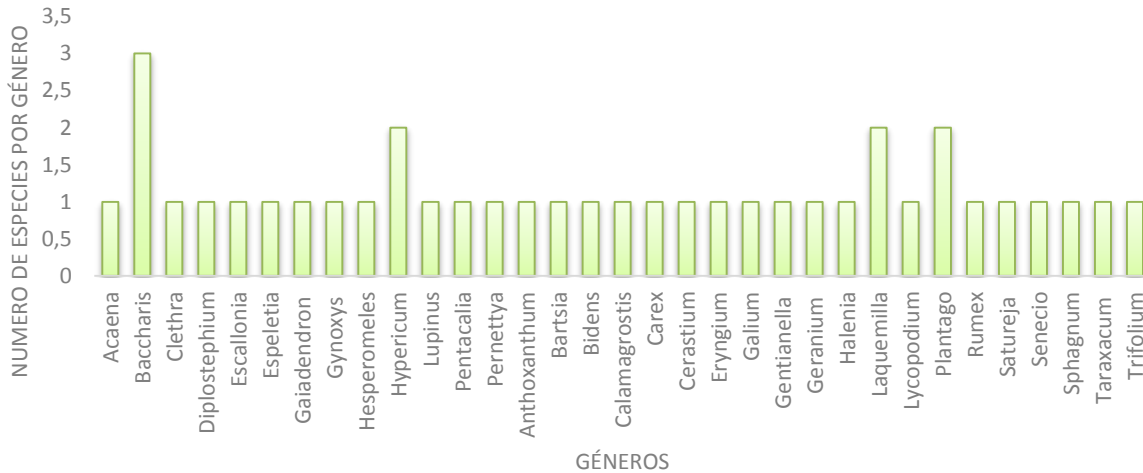


Figura 18. Número de géneros registrados en el PNN Los Nevados 2017.

Arbustos.

Variables de campo.

❖ *Altura.*

Los resultados del transecto de 30x4m y la sub-parcela de 4x4m para especies arbustivas registradas mostró que la altura promedio de los individuos es diferente en cada lugar de implementación (obviando los resultados de *E. hartwegiana*, dado que se registró, pero nunca fue incluida en los diseños y no es un arbusto). En los sitios de acción del 2009, las alturas promedio de los arbustos fueron entre 98,4 - 36,0cm (Lomabonita) y en Alsacia Baja entre 78,5 - 86,4cm. Las estrategias del 2012 las alturas promedio de los arbustos estaban 67,5 - 133,8cm (Plan del Puma) y en el predio Playa Rica 39,3 - 149,7cm (Tabla 7).

Tabla 7. Alturas promedio en cm de los arbustos registradas en el PNN Los Nevados 2017.

Espece registrada	Alsacia Baja (2009)	Lomabonita (2009)	Plan del Puma (2011)	Playa Rica (2011)
<i>Acaena elongata</i> L.				80,0
<i>Baccharis rupicola</i> Kunth.			91,0	
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	<u>86,4</u>	43,5	<u>67,5</u>	
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.				<u>149,7</u>
<i>Diplostephium schultzii</i> Wedd.		43,0		
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	<u>78,5</u>	<u>36,0</u>		
<i>Espeletia hartwegiana</i> Cuatrec. ex Cuatrec.	173,0	154,5	192,0	
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don.				<u>39,3</u>
<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.				80,0
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.				88,9
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	85,0	62,0		91,8
<i>Hypericum strictum</i> Kunth.		80,0		
<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.				116,0
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.		<u>98,4</u>	<u>133,8</u>	
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.				86,0

❖ *DAP.*

Los resultados del promedio del DAP de los arbustos de cada una de las áreas de estudio fue muy similar, la mayoría de arbustos tenían un DAP entre 1 - 1,5cm. En Alsacia Baja se registraron arbustos con el DAP de 1,1 - 1,6cm y Lomabonita fue de 1,0 – 2.0cm (Estrategias del 2009); Así mismo, en las estrategias del 2012 del Plan del Puma registraron DAP promedio entre 1,0 - 5,2cm y en el predio Playa Rica 1,2 - 2,3cm (Tabla 8).

Tabla 8. DAP promedio en cm de las especies registradas en el PNN Los Nevados 2017.

Espece registrada	Alsacia Baja (2009)	Lomabonita (2009)	Plan del Puma (2011)	Playa Rica (2011)
-------------------	------------------------	----------------------	-------------------------	----------------------

<i>Acaena elongata</i> L.				<u>1,2</u>
<i>Baccharis rupicola</i> Kunth.			<u>1,0</u>	
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	1,3	1,3	1,3	
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.				<u>2,3</u>
<i>Diplostegium schultzii</i> Wedd.		1,5		
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	<u>1,6</u>	<u>2,0</u>		
<i>Espeletia hartwegiana</i> Cuatrec. ex Cuatrec.	12,4	10,4	10,2	
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don.				1,4
<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.				1,6
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.				1,8
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	<u>1,1</u>	1,3		1,5
<i>Hypericum strictum</i> Kunth.		<u>1,0</u>		
<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.				1,5
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.		1,3	<u>5,2</u>	
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.				<u>1,2</u>

❖ Cobertura.

La cobertura de las especies arbustivas del sector de Alsacia Baja arrojó que la especie con la mayor cobertura fue *E. myrtilloides* con 5055,8cm² (101 x 100cm) y la menor cobertura es *H. laricifolium* con 731,6cm² (45 x 33cm); igualmente, para el predio Lomabonita el arbusto con más cobertura es *P. vaccinioides* con 2594,4cm² (67 x 77cm) y el individuo con la menor fue *D. schultzii* con 333,5cm² (26 x 25cm) después de 8 años de implementar los diseños (Tabla. 9).

Las estrategias de la fase III (2012), en el predio Playa Rica mostró que la especie con mayor cobertura es *A. elongata* con una cobertura de 5922,5 cm² (103 x 105cm) y la de menor fue *G. punctatum* con 130,2cm² (20 x 13cm). Por último, en el Plan del Puma la especie con mayor cobertura encontrada fue *P. vaccinioides* con 4803,1cm² (94 x 103cm) y el arbusto con menor cobertura fue *Baccharis* sp con 1012,5 cm² (47 x 43cm) después de 6 años de implementar los diseños (Tabla 9).

Tabla 9. Cobertura promedio en cm² de arbustos registrados en el PNN Los Nevados 2017.

Especie registrada	Alsacia Baja (2009)	Lomabonita (2009)	Plan del Puma (2011)	Playa Rica (2011)
<i>Acaena elongata</i> L.				<u>5922,5</u>
<i>Baccharis rupicola</i> Kunth.			<u>1012,5</u>	
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	<u>1251,9</u>	<u>345,5</u>	1549,0	
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.				5087,0
<i>Diplostephium schultzei</i> Wedd.		333,5		
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	5055,8	945,0		
<i>Espeletia hartwegiana</i> Cuatrec. ex Cuatrec.	2080,0	1820,1	2356,0	
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don.				130,2
<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.				<u>313,5</u>
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.				5406,7
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	<u>731,6</u>	1044,0		2240,1
<i>Hypericum strictum</i> Kunth.		1010,5		
<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.				1836,0
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.		<u>2594,4</u>	<u>4803,1</u>	
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.				720,0

❖ *Estratificación de la vegetación.*

Se categorizaron los arbustos fue por medio de la clasificación de Rangel & Lozano (1986) a todos los individuos se clasificaron como: herbáceos (h): 0,3-1,5m; arbustivos (ar): 1.5-5m; subarbóreos (Ar): 5-12m; arbóreo inferior (Ai): 12-25m y arbóreo superior (As): >25 m. Los resultados arrojaron que el 84% de los individuos registrados se encuentran en el estrato herbáceo (0.3 –1.5 m), el 14% en estrato arbustivo (1.5 - 5m) y apenas el 2% como rasante (Figura 19, Tabla 10).

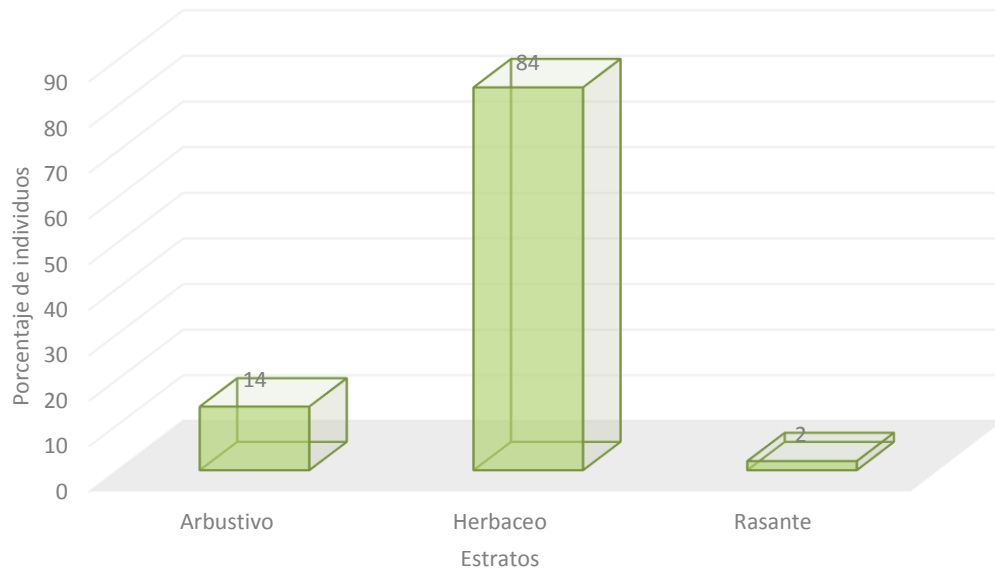


Figura 19. Estratificación de la vegetación arbustiva registrada en el PNN Los Nevados 2017.

Tabla 10. Estratificación de los arbustos registrados en el PNN Los Nevados 2017.

Estrato.	Especie.
Arbustivo.	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth.
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.
	<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.
Herbáceo.	<i>Acaena elongata</i> L.
	<i>Baccharis</i> sp.
	<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.
	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.
	<i>Diplostephium schultzii</i> Wedd.
	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.
	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don.
	<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.
	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.

	<i>Hypericum strictum</i> Kunth.
	<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.
	<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.
	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.

❖ *Densidad Relativa.*

La densidad relativa muestra que la especie con mayor densidad relativa en el sector de Alsacia Baja fue *E. myrtilloides* con el 70%, en Lomabonita fue *B. tricuneata* con 54.5%, en Plan del Puma se encontraron dos especies con mismo valor de densidad relativa *B. tricuneata* y *P. vaccinioides* con 46.2%. Finalizando, El predio playa Rica *H. obtusifolia* fue la especie con mayor densidad relativa con 34.2% (Tabla 11).

Tabla 11. Densidad relativa de arbustos en las estrategias de restauración del PNN Los Nevados 2017.

Especie.	Lugar			
	Alsacia Baja.	Lomabonita.	Plan del Puma.	Playa Rica.
<i>Acaena elongata</i> L.				2.6
<i>Baccharis rupicola</i> Kunth.			7.7	
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	22.5	54.5	46.2	
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.				7.9
<i>Diplostephium schultzii</i> Wedd		4.5		
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	70	4.5		
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don				15.8
<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.				2.6
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl				34.2
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss	7.5	9.1		31.6
<i>Hypericum strictum</i> Kunth		4.5		
<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.				2.6
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.		22.7	46.2	

<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.				2.6
---------------------------------------	--	--	--	-----

Indicadores de monitoreo.

- **Composición.**

- ❖ *Riqueza específica.*

La riqueza específica se calculó por medio del índice de Margalef, el cual es un parámetro que mide la cantidad de especies por área en una muestra (Margalef, 1969). El índice de riqueza específica demostró que el sector con mayor cantidad de especies por área fue Playa Rica con 1.92, continúa el predio Lomabonita con 1,61 y los más bajos son para Plan del Puma con 0.77 y Alsacia Baja con 0.54.

- ❖ *Riqueza.*

Se registraron un total de 133 individuos arbustivos de 14 especies en los cuatro sitios, el predio Playa Rica tiene el mayor número de especies (8). Sin embargo, tiene el segundo lugar de número de individuos con 38; Alsacia Baja obtuvo el mayor número de individuos (40), pero solo de 3 especies; el predio Lomabonita se registró 6 especies con 22 individuos. Por último, en Plan del Puma se registraron 3 especies con un total de 13 individuos (Tabla 12).

Tabla 12. Riqueza de arbustos en las estrategias de restauración del PNN Los Nevados 2017.

Especie.	Lugar				Total
	Alsacia Baja.	Lomabonita.	Plan del Puma.	Playa Rica.	
<i>Acaena elongata</i> L.				1	1
<i>Baccharis rupícola</i> Kunth.			1		1
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	9	12	6		27
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.				3	3

<i>Diplostegium schultzii</i> Wedd		1			1
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	28	1			29
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don				6	6
<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.				1	1
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl				13	13
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss	3	2		12	17
<i>Hypericum strictum</i> Kunth		1			1
<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.				1	1
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.		5	6		11
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.				1	1
Total	40	22	13	38	133

❖ *Listado de especies arbustivas nativas.*

Entre las especies arbustivas nativas se incluyeron a los 14 reportadas: *Acaena elongata* L, *Baccharis tricuneata* (L. f.) Pers, *Baccharis sp*, *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng, *Diplostegium schultzii* Wedd, *Escallonia myrtilloides* L. f, *Gaiadendron punctatum* (Ruiz & Pav.) G. Don, *Gynoxys tolimensis* Cuatrec, *Hesperomeles obtusifolia* (Pers.) Lindl, *Hypericum laricifolium* Juss, *Lupinus bogotensis* Benth, *Pentacalia vaccinioides* (Kunth) Cuatrec, *Hypericum strictum* Kunth y *Pernettya prostrata* (Cav.) DC.

❖ *Listado de especies arbustivas exóticas.*

No se reportó ningún arbusto exótico en las estrategias de restauración del PNN Los Nevados al 2017.

- **Estructura.**

❖ *Densidad.*

La densidad de los cuatro sitios se calculó sobre el número de individuos sobre el total del área muestreada (0.16 ha). La densidad dice que el sector de Alsacia Baja que tiene la mayor densidad de individuos por área con 250 ind/ha, segundo se encuentra Playa Rica con 237,5 ind/ha. Los dos últimos lugares con la menor densidad de individuos para Lomabonita con 137,5 ind/ha y Plan del Puma con 81,25 ind/ha.

❖ *Área basal.*

El área basal (AB) muestra que en el estrato arbustivo y herbáceo la especie con mayores resultados es *P. vaccinioides*, en el estrato arbustivo tiene 15,9 y un área basal relativa (ABR) de 1,19. Por otro lado, en el estrato herbáceo, *P. vaccinioides* tiene (AB) de 289 y un (ABR) de 39,6 y entre el resto de las especies sobresale *E. myrtilloides* con (AB) de 61 y un (ABR) de 8,3 (Tabla 13).

Tabla 13. Área basal y área basal relativa de las especies registradas en el PNN Los Nevados 2017.

Estrato	Especie	Área Basal	Área Basal relativa
Arbustivo	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth.	7,0686	0,533248014
	<i>Espeletia hartwegiana</i> Cuatrec. ex Cuatrec.	1292,980458	97,54113416
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	9,62115	0,725809796
	<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.	15,90435	1,199808031
Herbáceo	<i>Acaena elongata</i> L.	1,130976	0,155206231
	<i>Baccharis rupícola</i> Kunth.	0,7854	0,107782105
	<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	31,7808183	4,361348992
	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	5,5233255	0,757977654
	<i>Diplostegium schultzii</i> Wedd.	1,76715	0,242509737
	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	61,07419626	8,38134128
	<i>Espeletia hartwegiana</i> Cuatrec. ex Cuatrec.	268,151268	36,79896633
	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don.	10,076682	1,382844409

<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.	2,010624	0,275922189
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	26,185236	3,593455384
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	27,51915936	3,776512512
<i>Hypericum strictum</i> Kunth.	0,7854	0,107782105
<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.	1,76715	0,242509737
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.	289,0040307	39,66063511
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	1,130976	0,155206231

❖ *Índice de diversidad de Shannon (H).*

El índice de diversidad que se utilizó fue el de Shannon-Wiener, el cual muestra que los individuos son seleccionados al azar y todos están representados en la muestra y que tan uniformemente están ubicados según su abundancia (Moreno 2001, Villareal et al. 2004). Puede adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Villareal et al. 2004). La diversidad Shannon arrojó que el predio Playa Rica fue el sector con el valor más alto diversidad de especies 1,60, continúa Lomabonita con 1,30 y los dos valores más bajos de diversidad especies son para Plan del Puma con 0,91 y Alsacia Baja con 0,77.

❖ *Índice de dominancia de Simpson (D).*

El índice de a dominancia de Simpson considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie, indicando la relación existente entre riqueza y la abundancia por especie. La dominancia de Simpson mostro que Playa Rica tiene la menor dominancia de especies con un valor 0.25, Lomabonita con 0,36 y Plan del Puma arrojó una dominancia de 0.43 respectivamente. El sector con mayor dominancia fue Alsacia Baja con 0.54.

❖ *Índice de equidad de Pielou (J).*

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Toma los valores de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001). La equidad de Pielou determino que el sector Plan del Puma mostró tener la mayoría de especies abundantes (0,82), en segundo lugar esta para Playa Rica con un 0,77 y muy cercano Lomabonita con 0.72. Por último, se encuentra Alsacia Baja con un valor de 0,70.

❖ Índice valor de importancia (IVI).

El índice IVI tiene como fin jerarquizar la dominancia de cada especie en diferentes lugares mezclados, este se calcula con la suma de la Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa (Rangel-Ch & Velázquez, 1997). El IVI fue calculado para las especies arbustivas que obtuvieron un DAP mayor 2.5 cm, solo se encontraron 4 de las cuales *E. hartwegiana* se omite por no ser un arbusto. El IVI arrojó que la especie con mayor importancia ecológica fue *H. obtusifolia* con 44,9 y en segundo lugar para *P. vaccinioides* 38,1 y por último *C. revoluta* con 30,6.

❖ Índice de predominio fisionómico (IPF).

El IPF es un índice que me permite diferenciar las especies dominantes por medio del cálculo de área basal, cobertura y densidad de especies arbóreas y arbustivas, este se calcula con la suma de los tres parámetros anteriores (Rangel-Ch & Velázquez, 1997). El IPF fue calculado para las especies arbustivas que obtuvieron un DAP mayor 2.5 cm, solo se encontraron 4 especies, de las cuales *E. hartwegiana* se omite por no ser un arbusto. El IPF muestra que la especie más dominante fue *H. obtusifolia* 33,1 y en segundo lugar para *P. vaccinioides* 26,8 y por último *C. revoluta* con 18,6.

❖ Índice de similitud de Bray-Curtis.

El índice de Bray Curtis separa a Playa Rica de los otros 3 sitios de páramo con un valor de similitud 10%, ya que es un sector de Bosque Altoandino. Entre los sitios de páramo, Alsacia Baja se separa

con un 30% y Plan del Puma y Lomabonita tiene un 58% de similitud. Se esperaba que se hubieran agrupado Alsacia Baja y Lomabonita por ser de la FASE II y estar en páramo. Sin embargo, Lomabonita se agrupó con Plan del Puma que es la FASE III (Figura 20).

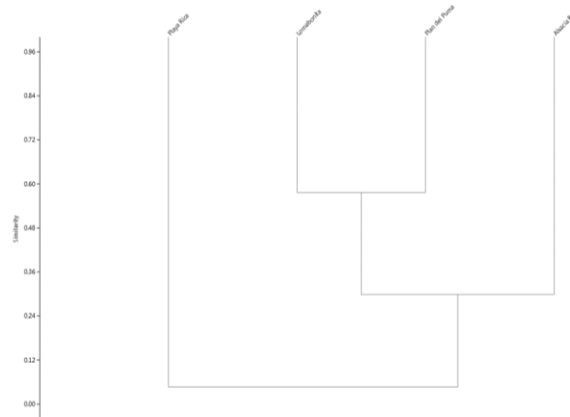


Figura 20. Dendrograma de similitud de los sitios de implementación de las estrategias de restauración de la FASE II Y FASE III en el PNN Los Nevados. Establecido bajo el índice de Bray-Curtis.

Herbáceas.

Variables de campo.

❖ Riqueza de herbáceas.

La riqueza de herbáceas arrojó un total de 35 especies y 292 individuos en los cuatro sitios, el sector del Plan del Puma obtuvo el mayor número de especies (18), pero solo con 69 individuos. El predio de Playa Rica continúa con el segundo mayor número de especies (17), pero tiene el mayor número de Individuos (86). Igualmente, Alsacia Baja mostro 17 especies pero con menor número de individuos (69). Por último, Lomabonita arrojó el menor número de especies (11) y el menor número de individuos con 68 (Tabla 14).

Tabla 14. Riqueza de herbáceas en las estrategias de restauración del PNN Los Nevados 2017.

Especie	Lugar				Total
	Alsacia Baja	Lomabonita	Plan del Puma	Playa Rica	
<i>Acaena elongata</i> L.				2	2
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.				10	10
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers	2				2
<i>Baccharis rupicola</i> Kunth.			1		1
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	9	3	5		17
<i>Bartsia laniflora</i> Benth		2	3		5
<i>Bidens andicola</i> Kunth				1	1
<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.	15	15	15		45
<i>Carex pichinchensis</i> Kunth	7	11	6		24
<i>Cerastium arvense</i> L			1		1
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.				1	1
<i>Eryngium humile</i> Cav	4	12	7		23
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	6				6
<i>Espeletia hartwegiana</i> Cuatrec. ex Cuatrec		4	4		8
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb				1	1
<i>Gentianella dasyantha</i> (Gilg) Fabris	1		1		2
<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth	1	2	2	12	17
<i>Halenia adpressa</i> C.K. Allen		1	2		3
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl				5	5
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss	1			1	2
<i>Hypericum strictum</i> Kunth	2	7	5	1	15
<i>Lachemilla nivalis</i> (Kunth) Rothm	1				1
<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	4		4	15	23
<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.				2	2
<i>Lycopodium clavatum</i> L	1				1
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.			1		1
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	10	9	6	8	33

<i>Plantago rigida</i> Kunth			2		2
<i>Plantago linearis</i> Kunth.				7	7
<i>Rumex acetosella</i> L			1	9	10
<i>Satureja nubigena</i> (Kunth) Briq	1				1
<i>Senecio formosoides</i> Cuatrec.	2				2
<i>Sphagnum</i> sp.	2	2	3	2	9
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg				8	8
<i>Trifolium repens</i> L.				1	1

❖ Porcentaje de especies herbáceas nativas/exóticas.

El porcentaje de especies Nativas para el Sector de Alsacia Baja y para Lomabonita fue de un 100%, por lo cual no se reportaron especies exóticas y solas se encontraron especies propias de páramo. Por otro lado, En el sector de Plan del Puma se registraron dos especies exóticas (*Cerastium arvense* y *Rumex acetosella*) ambas son el 11,1% de total especies, el 88,9% restante son de nativas; El predio Playa Rica se encontraron la mayoría de especies exóticas (*Plantago* sp, *Rumex acetosella*, *Taraxacum officinale* y *Trifolium repens*), lo que equivale al 23,5% de las especies encontradas, con un 76,5% de especies nativas (Tabla 15).

Tabla 15. Porcentaje de herbáceas nativas y exóticas registradas PNN Los Nevados 2017.

Ítem /sitio	Alsacia Baja	Lomabonita	Plan del Puma	Playa Rica
Especies Nativas	17	11	18	17
Especies Exóticas	0	0	2	4
% Nativas	100	100	<u>88,9</u>	<u>76,5</u>
% Exóticas	0	0	<u>11,1</u>	<u>23,5</u>

Indicadores de monitoreo.

- **Composición.**

- ❖ Listado de herbáceas nativas.

Las herbáceas registradas fueron 35 especies, de las cuales 30 de ellas son nativas (87,3%), fueron encontradas en los cuatro lugares de muestreo. Entre las especies nativas se encuentran:

Acaena elongata L, *Baccharis genistelloides* (Lam.) Pers, *Baccharis tricuneata* (L. f.) Pers, *Bartsia laniflora* Benth, *Calamagrostis effusa* (Kunth) Steud, *Carex pichinchensis* Kunth, *Macleania rupestris* (Kunth) A.C.Sm, *Eryngium humile* Cav, *Escallonia myrtilloides* L. f, *Espeletia hartwegiana* Cuatrec. ex Cuatrec, *Galium hypocarpium* (L.) Endl. ex Griseb, *Gentianella dasyantha* (Gilg) Fabris, *Geranium sibbaldioides* Benth, *Halenia adpressa* C.K. Allen, *Hesperomeles obtusifolia* (Pers.) Lindl, *Hypericum laricifolium* Juss, *Hypericum strictum* Kunth, *Lachemilla nivalis* (Kunth) Rothm, *Lachemilla orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb, *Lupinus bogotensis* Benth, *Lycopodium clavatum* L, *Pentacalia vaccinioides* (Kunth) Cuatrec, *Plantago linearis* Kunth, *Pernettya prostrata* (Cav.) DC, *Plantago rigida* Kunth, *Satureja nubigena* (Kunth) Briq, *Senecio formosoides* Cuatrec, *Sphagnum* sp.

- ❖ Listado de herbáceas exóticas.

Las herbáceas registradas fueron 35 especies, de las cuales 5 de ellas son exóticas (14,3%), pero estas fueron registradas en dos de los cuatro sitios muestreo (Playa Rica y Plan del Puma), lo cual puede estar asociado a la presencia de ganadería en ambos lugares. Entre las especies exóticas se encuentran: *Anthoxanthum odoratum* L, *Cerastium arvense* L, *Rumex acetosella* L, *Taraxacum officinale* F.H. Wigg, *Trifolium repens* L.

- **Estructura.**

- ❖ % de cobertura promedio de herbáceas (Regeneración natural).

La regeneración natural se evaluó por medio del porcentaje de cobertura por especie herbácea dentro del cuadrante 1x1m en cada sitio de muestreo, los sectores de páramo el mayor porcentaje de cobertura se registró para *C. effusa* (Alsacia Baja con el 83,0%, Lomabonita con 84,4% y Plan del Puma con 67,9%). De igual forma, en el Plan del Puma hubo un porcentaje importante del 58,0% para *L. orbiculata*. En el predio Playa Rica que es una zona de Bosque Alto andino, se registró el mayor porcentaje de cobertura con 43,5% para *L. orbiculata* (Tabla 16).

Tabla 16. Porcentaje de cobertura promedio de herbáceas registradas en PNN Los Nevados 2017.

Especie registrada	Alsacia Baja	Lomabonita	Plan del Puma	Playa Rica
<i>Acaena elongata</i> L.				16,8
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.				8,6
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	1,3			
<i>Baccharis rupicola</i> Kunth.			2,0	
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	2,5	1,2	2,1	
<i>Bartsia laniflora</i> Benth.		1,3	0,6	
<i>Bidens andicola</i> Kunth.				0,5
<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.	83,0	84,4	67,9	
<i>Carex pichinchensis</i> Kunth.	7,1	3,0	4,3	
<i>Cerastium arvense</i> L.			1,5	
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.				8,0
<i>Eryngium humile</i> Cav.	0,3	3,6	2,6	
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	13,7			
<i>Espeletia hartwegiana</i> Cuatrec. ex Cuatrec.		1,2	6,9	
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.				3,0
<i>Gentianella dasyantha</i> (Gilg) Fabris.	0,8		1,5	
<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	1,3	3,1	6,8	8,9
<i>Halenia adpressa</i> C.K. Allen.		2,8	1,3	
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.				11,7

<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	5,8			1,0
<i>Hypericum strictum</i> Kunth.	2,4	4,0	2,0	12,5
<i>Lachemilla nivalis</i> (Kunth) Rothm.	0,5			
<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	5,3		58,0	43,5
<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.				0,8
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	2,0			
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.			5,3	
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	3,2	5,6	5,7	23,3
<i>Plantago rigida</i> Kunth.			19,1	
<i>Plantago linearis</i> Kunth				2,9
<i>Rumex acetosella</i> L.			1,8	1,6
<i>Satureja nubigena</i> (Kunth) Briq.	3,3			
<i>Senecio formosoides</i> Cuatrec.	1,0			
<i>Sphagnum</i> sp.	1,3	1,1	2,8	1,4
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.				0,9
<i>Trifolium repens</i> L.				2,3

❖ % de cobertura relativa de herbáceas (Regeneración natural).

El porcentaje de cobertura relativa por especie herbácea en páramo el individuo con el mayor porcentaje de cobertura relativa fue para *C. effusa* (Alsacia Baja con el 61,6%, Lomabonita con 75,8% y Plan del Puma con 35,5%). De igual forma, en el Plan del Puma hubo un porcentaje importante del 30,2% para *L. orbiculata*. En el predio Playa Rica que es una zona de Bosque Alto andino, se registró el mayor porcentaje de cobertura con 29,5% para *L. orbiculata* (Tabla 17),

Tabla 17. Porcentaje de cobertura relativa de herbáceas registradas en PNN Los Nevados 2017.

Especie registrada	Alsacia Baja	Lomabonita	Plan del Puma	Playa Rica
<i>Acaena elongata</i> L.				11.4
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.				5.8

<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	1.0			
<i>Baccharis rupicola</i> Kunth.			1.0	
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	1.9	1.1	1.1	
<i>Bartsia laniflora</i> Benth.		1.2	0.3	
<i>Bidens andicola</i> Kunth.				0.3
<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.	61.6	75.8	35.3	
<i>Carex pichinchensis</i> Kunth.	5.3	2.7	2.2	
<i>Cerastium arvense</i> L.			0.8	
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.				5.4
<i>Eryngium humile</i> Cav.	0.2	3.2	1.4	
<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	10.2			
<i>Espeletia hartwegiana</i> Cuatrec. ex Cuatrec.		1.1	3.6	
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.				2.0
<i>Gentianella dasyantha</i> (Gilg) Fabris.	0.6		0.8	
<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	1.0	2.8	3.5	6.0
<i>Halenia adpressa</i> C.K. Allen.		2.5	0.7	
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.				7.9
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	4.3			0.7
<i>Hypericum strictum</i> Kunth.	1.8	3.6	1.0	8.5
<i>Lachemilla nivalis</i> (Kunth) Rothm.	0.4			
<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	3.9		30.2	29.5
<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.				0.5
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	1.5			
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.			2.8	
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	2.4	5.0	3.0	15.8
<i>Plantago rigida</i> Kunth.			9.9	
<i>Plantago linearis</i> Kunth				2.0
<i>Rumex acetosella</i> L.			0.9	1.1
<i>Satureja nubigena</i> (Kunth) Briq.	2.4			
<i>Senecio formosoides</i> Cuatrec.	0.7			
<i>Sphagnum</i> sp.	1.0	1.0	1.5	0.9
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.				0.6
<i>Trifolium repens</i> L.				1.6
Total	100	100	100	100

Resumen de resultados.

En la (Tabla 17), se hace un resumen de todos los resultados analizados de las variables tomadas en campo y los resultados de los indicadores de restauración para composición y estructura.

Tabla 18. Resultados de variables de campo registradas y los indicadores de restauración del monitoreo de PNN Los Nevados 2017.

Criterio.	Indicador/ Variables.	Tipo de individuo.	Verificadores/ Variable.	Lugar.			
				Alsacia Baja.	Lomabonita.	Plan del Puma.	Playa Rica.
				8 años en restauración.		6 años en restauración.	
Resultados y análisis datos de campo.	Identidad, DAP, Altura, Cobertura.	Arbusto.	Altura promedio mayor y menor.	<i>B. tricuneata</i> 86,4 cm.	<i>P. vaccinioides</i> 98,5 cm.	<i>P. vaccinioides</i> 133,8 cm.	<i>C. revoluta</i> 149,7 cm.
				<i>E. myrtilloides</i> 78,5 cm.	<i>E. myrtilloides</i> 36 cm.	<i>B. tricuneata.</i> 67,5 cm.	<i>G. punctatum</i> 39,7,5 cm.
			DAP promedio mayor y menor.	<i>E. myrtilloides</i> 1,6 cm.	<i>E. myrtilloides</i> 2,0 cm.	<i>P. vaccinioides</i> 5.2 cm.	<i>C. revoluta</i> 2,3 cm.
				<i>H. laricifolium</i> 1,1 cm.	<i>H. laricifolium</i> 1,0 cm.	<i>B. rupicola</i> 1,0 cm.	<i>A. elongata</i> 1,2 cm.
			% cobertura mayor y menor.	<i>B. tricuneata</i> 1251,9 cm ² .	<i>P. vaccinioides</i> 2594,5 cm ² .	<i>B. rupicola</i> 1012,5 cm ² .	<i>A. elongata</i> 5922,5 cm ² .
				<i>H. laricifolium</i> 731,6 cm ² .	<i>B. tricuneata</i> 345,5 cm ² .	<i>P. vaccinioides</i> 4803,1 cm ² .	<i>G. tolimensis</i> 313,5 cm ² .
	Densidad relativa.	<i>E. myrtilloides</i> 70%.	<i>B. tricuneata</i> 54,5%.	<i>B. tricuneata</i> <i>P. vaccinioides</i> 46.2%.	<i>H. obtusifolia</i> 34.2%.		
	Identidad, % de cobertura.	Herbácea.	Riqueza (número de individuos)	69	68	69	86
			% de herbáceas nativas.	100%.	100%.	88,9%.	76,5%.
			% herbáceas exóticas.	0%.	0%.	11,1%.	23,5%.

Composición de especies.	Indicadores.	Arbusto.	Lista de arbustivas nativas.	3.	6.	3.	8.
			Lista de Arbustivas exóticas.	0.	0.	0.	0.
			Riqueza (número de individuos)	40	22	13	38
			Índice de riqueza específica.	0,54.	1,61.	0,77.	1,92.
		Herbácea.	Lista de herbáceas nativas.	17.	11.	18.	17.
			Lista de herbáceas exóticas.	0	0	<i>C. arvense.</i> <i>R. acetosella.</i>	<i>P. linearis.</i> <i>R. acetosella.</i> <i>T. officinale.</i> <i>T. repens.</i>
Estructura de la vegetación.	Arbusto	Densidad.	250 ind/ha.	137,5 ind/ha.	81,25 ind/ha.	237,5 ind/ha.	
		Área basal					
		Diversidad de Shannon.	0,77.	1,3.	0,91.	1,6.	
		Dominancia de Simpson.	0,54.	0,36.	0,43.	0,25.	
		Equidad de Pielou.	0,7.	0,72.	0,82.	0,77.	
		IVI.	No	<i>P. vaccinioides</i> 38,1.	<i>P. vaccinioides</i> 38,1.	<i>C. revoluta</i> 30,6. <i>H. obtusifolia</i> 44,9.	

			IPF.	No	<i>P. vaccinioides</i> 26,8.	<i>P. vaccinioides</i> 26,8.	<i>H. obtusifolia</i> 33,1.
		Herbácea.	% cobertura de herbáceas.	<i>C. effusa</i> 83%.	<i>C. effusa</i> 84,4%.	<i>C. effusa</i> 67,9%.	<i>C. revoluta</i> 18,6.
							<i>L. orbiculata</i> 43,5%.

Análisis de los datos.

- **Comparación de las especies implementadas 2009 - 2011 y registradas en el 2017.**

En la Fase II y Fase III no se reportó (NR) la información básica útil para analizar más detalladamente las estrategias de restauración. Entre los vacíos de información están: 1) Cantidades exactas por cada especie implementada; 2) Alturas iniciales al momento de plantar las especies arbustivas; 3) Datos puntuales de los monitoreos por especie (alturas y presencias); 4) Coordenadas o información de los sitios de implementación para verificarlos; 5) Registros del estado físico de las estrategias a lo largo del tiempo y disturbios presentes en los sitios.

La idea del monitoreo era realizar un análisis robusto de: 1) porcentajes de mortalidad por especie; 2) presencia-ausencia de especies después de 8 y 6 años con datos de abundancias y riquezas; 3) aumento de altura y cobertura las especies implementadas y de las asociadas a esos sitios a través del tiempo; 4) recomendaciones de las especies prioritarias para establecer estrategias de restauración; 5) Analizar cuál de los núcleos o estrategia ha funcionado mejor y en qué tipo de ecosistema.

Por lo tanto, se hizo un reporte de las especies y el número de individuos que pudieron sobrevivir a las estrategias de las Fase I - Fase II y se reportaron las nuevas especies que están asociadas. A partir de este resultado, se va a hacer un análisis comparativo muy general del número de individuos antes y ahora 2017.

FASE II (2009).

- **Alsacia Baja.**

- ❖ Individuos registrados.

En este sector se realizaron los diseños con 9 especies arbustivas y 4 herbáceas, con un total de 133.500 individuos implementados. En el 2017 se encontraron 59 individuos que pudieron ser de estas estrategias de restauración, en donde la mayor parte de reportes de arbustos fueron para *E. myrtilloides* con 34 y en segundo lugar esta *B. tricuneata* con 18 reportes. Las herbáceas solo se reportó a *G. dasyantha* con 1 solo reporte (Tabla 19).

Tabla 19. Comparación de los individuos implementados en el 2009 y los registrados en el sector de Alsacia Baja 2017. **NR: No se reporta.**

Sector.	Tipo de individuo.	Especies de Alsacia Baja.	Número de individuos plantados 2009.	Número de individuos Reportados 2017.
Alsacia Baja.	Arbustivo.	<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.	N.R	0
		<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	N.R	<u>18</u>
		<i>Diplostephium schultzii</i> Wedd.	N.R	0
		<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	N.R	<u>34</u>
		<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	N.R	4
		<i>Hypericum strictum</i> Kunth.	N.R	2
		<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.	N.R	0
		<i>Diplostephium revolutum</i> S.F. Blake.	N.R	0
	<i>Polylepis sericea</i> Wedd.	N.R	0	
	Herbáceo.	<i>Plantago rigida</i> Kunth.	N.R	0
		<i>Gentianella dasyantha</i> (Gilg) Fabris.	N.R	<u>1</u>
		<i>Valeriana plantaginea</i> Kunth.	N.R	0
		<i>Xenophyllum crassum</i> (S.F.Blake) V.A.Funk.	N.R	0
Total de individuos.			133.500	59

❖ Individuos asociados (regeneración).

En Alsacia Baja las especies asociadas registradas a las estrategias fueron 12 herbáceas, 1 arbusto y 1 frailejón, para un total de 52 registros entre todas las especies. Entre *C. effusa* con 15 y *P. prostrata* con 10 reportes tienen casi el 50% de todo el muestreo; en segundo lugar, se encuentra *C. pichinchensis* con 7 registros. Por último, otras especies herbáceas dominantes fueron *L. orbiculata* y *E. humile* con 4 reportes y el resto de especies tiene 1 o 2 reportes (Tabla 20).

Tabla 20. Especies asociadas nuevas registradas en el sector de Alsacia Baja 2017.

Sector.	Tipo de individuo.	Especies nuevas de Alsacia Baja.	Número de individuos Reportados 2017.
Alsacia Baja.	Herbáceo.	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	2
		<i>Carex pichinchensis</i> Kunth.	7
		<i>Eryngium humile</i> Cav.	4
		<i>Gentianella dasyantha</i> (Gilg) Fabris.	1
		<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	1
		<i>Lachemilla nivalis</i> (Kunth) Rothm.	1
		<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	4
		<i>Lycopodium clavatum</i> L.	1
		<i>Satureja nubigena</i> (Kunth) Briq.	1
		<i>Senecio formosoides</i> Cuatrec.	2
		<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.	15
		<i>Sphagnum</i> sp.	2
	Arbusto.	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	10
Frailejón.	<i>Espeletia hartwegiana</i> Cuatrec. ex Cuatrec.	1	
Total de individuos.		52	

- **Lomabonita.**

❖ Individuos registrados.

En Lomabonita se realizaron los diseños con 9 especies arbustivas y 4 herbáceas, con un total de 5000 individuos implementados. En el 2017 se encontraron 25 individuos arbustivos que pudieron ser de estas estrategias de restauración, la mayor parte de los registros de arbustos fueron de *B. tricuneata* con 15, en segundo lugar *P. vaccinioides* con 5; tercero fue *H. laricifolium* con 2 y *E. myrtilloides*, *D. schultzii* y *H. strictum* con 1 reporte. En este sector no se encontraron ninguna de las especies herbáceas mencionadas en los diseños (Tabla 21).

Tabla 21. Comparación de los individuos implementados en el 2009 y los registrados en el predio Lomabonita 2017. *NR: No se reporta.*

Sector.	Tipo de individuo.	Especies de Lomabonita.	Número de individuos plantados 2009.	Número de individuos Reportados 2017.
Lomabonita.	Arbustivo.	<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.	N.R	0
		<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	N.R	<u>15</u>
		<i>Diplostephium schultzii</i> Wedd.	N.R	1
		<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	N.R	1
		<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	N.R	<u>2</u>
		<i>Hypericum strictum</i> Kunth.	N.R	1
		<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.	N.R	<u>5</u>
		<i>Diplostephium revolutum</i> S.F. Blake.	N.R	0
	Herbáceo.	<i>Polylepis sericea</i> Wedd.	N.R	0
		<i>Plantago rigida</i> Kunth.	N.R	0
		<i>Gentianella dasyantha</i> (Gilg) Fabris.	N.R	0
		<i>Valeriana plantaginea</i> Kunth.	N.R	0
			<i>Xenophyllum crassum</i> (S.F.Blake) V.A.Funk.	N.R
		Total de individuos.	5000	25

❖ Individuos asociados (regeneración).

Las especies de Lomabonita que estuvieron asociadas a las estrategias fueron 9 herbáceas, 1 arbusto y 1 frailejón, para un total de 68 registros entre todas las especies. La paja *C. effusa* con 15, *E. humile* con 12 y *C. pichinchensis* con 11 reportes dominaron las herbáceas. Por su parte, la única especie arbustiva *P. prostrata* arrojó 9 registros y el frailejón *E. hartwegiana* con 8 registros (Tabla 22).

Tabla 22. Especies asociadas nuevas registradas en el predio Lomabonita 2017.

Sector.	Tipo de individuo.	Especies nuevas de Lomabonita.	Número de individuos Reportados 2017.
Lomabonita.	Herbáceo.	<i>Bartsia laniflora</i> Benth.	2
		<u>Carex pichinchensis Kunth.</u>	<u>11</u>
		<u>Eryngium humile Cav.</u>	<u>12</u>
		<i>Halenia adpressa</i> C.K. Allen.	1
		<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	2
		<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	4
		<u>Calamagrostis effusa (Kunth) Steud.</u>	<u>15</u>
		<i>Senecio formosoides</i> Cuatrec.	2
		<i>Sphagnum</i> sp.	2
	Arbustivo.	<u>Pernettya prostrata (Cav.) DC.</u>	<u>9</u>
Frailejón.	<u>Espeletia hartwegiana Cuatrec. ex Cuatrec.</u>	<u>8</u>	
Total de individuos.			68

FASE III (2011).

- **Plan del Puma.**

❖ Individuos registrados.

En el sector del Plan del Puma se realizaron los diseños con 6 especies arbustivas y 4 herbáceas, con un total de 3000 individuos implementados. En el 2017 se encontraron 28 individuos de estrategias de restauración, de los cuales se reportan solo 2 arbustos, *B. tricuneata* con 11 y *P. vaccinioides* con 7 reportes. Las herbáceas, la especie con más registros fue *E. humile* con 7, de igual forma se encontró a *G. dasyantha* y *P. rigida* con 2 y 1 reporte respectivamente (Tabla 23).

Tabla 23. Comparación de los individuos implementados en el 2011 y los registrados en el sector del Plan del Puma 2017. *NR: No se reporta.*

Sector	Tipo de individuo.	Especies de Plan del Puma.	Número de individuos plantados 2011.	Número de individuos Reportados 2017.
Plan del Puma.	Arbustivo.	<i>Pentacalia vernicosa</i> (Sch.Bip. ex Wedd.) Cuatrec.	N.R	0
		<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	N.R	<u>11</u>
		<i>Diplostephium schultzii</i> Wedd.	N.R	0
		<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	N.R	0
		<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	N.R	0
		<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.	N.R	<u>7</u>
	Herbáceo.	<i>Plantago rigida</i> Kunth.	N.R	2
		<i>Gentianella dasyantha</i> (Gilg) Fabris.	N.R	1
		<i>Eryngium humile</i> Cav.	N.R	<u>7</u>
		<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	N.R	0
Total de individuos.			3000	28

❖ Individuos asociados (regeneración).

Las especies asociadas registradas de las estrategias del Plan del Puma fueron 8 herbáceas, 2 arbusto y 1 frailejón, para un total de 63 registros entre todas las especies. Dado que la cobertura del predio es un Frailejonal-Pajonal, las especies dominantes fueron *C. effusa* con 15 reportes

(herbáceas) y El frailejón *E. hartwegiana* con 17 reportes. Por otro lado, el arbusto *P. prostrata* con 6 registros obtuvo más registros (Tabla 24).

Tabla 24. Especies asociadas nuevas registradas en el sector del Plan del Puma 2017.

Sector.	Tipo de individuo.	Especies nuevas de Plan de Puma.	Número de individuos Reportados 2017.
Plan del Puma.	Herbáceo.	<i>Bartsia laniflora</i> Benth	3
		<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.	15
		<i>Carex pichinchensis</i> Kunth.	6
		<i>Cerastium arvense</i> L.	1
		<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	2
		<i>Halenia adpressa</i> C.K. Allen.	2
		<i>Rumex acetosella</i> L.	1
		<i>Sphagnum</i> sp.	3
	Arbustivo.	<i>Baccharis</i> sp.	2
		<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	6
	Frailejón.	<i>Espeletia hartwegiana</i> Cuatrec. ex Cuatrec.	17
	Total de individuos.		

- **Predio Playa Rica.**

- ❖ Individuos registrados.

El predio Playa Rica se realizaron los diseños con 9 especies arbustivas y 3 herbáceas, con un total de 1230 individuos implementados. En el 2017 se encontraron 24 individuos de las estrategias de restauración, se reportan solo 3 arbustos, *H. laricifolium* con 12 reportes es la especie con más reportes, *G. tolimensis* y *P. prostrata* ambas con 1 solo reporte. La herbáceas solo se encontraron

dos especies, *L. bogotensis* con 2 reportes y asumiendo como una herbácea a *P. prostrata* que registró 8 reportes (Tabla 25).

Tabla 25. Comparación de los individuos implementados en el 2011 y los registrados en el predio Playa Rica 2017. **NR: No se reporta.**

Sector.	Tipo de individuo.	Especies de Playa Rica.	Número de individuos plantados 2011.	Número de individuos reportados 2017.
Playa Rica.	Arbustivo.	<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatrec.	N.R	1
		<i>Polylepis sericea</i> Wedd.	N.R	0
		<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	N.R	<u>12</u>
		<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	N.R	1
		<i>Vallea stipularis</i> L. f.	N.R	0
		<i>Berberis quinduensis</i> Kunth.	N.R	0
		<i>Oreopanax ruizianum</i> Cuatrec.	N.R	0
		<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	N.R	0
		<i>Miconia salicifolia</i> (Bonpl. ex Naudin) Naudin.	N.R	0
	Herbáceo.	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	N.R	<u>8</u>
		<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.	N.R	<u>2</u>
		<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. ex Hook. f.	N.R	0
	Total de individuos			1230

❖ Individuos asociados (regeneración).

En el predio Playa Rica las especies asociadas registradas fueron 10 herbáceas, 6 arbustos para un total de 98 registros entre todas las especies. Las especies herbáceas arrojaron los mayores reportes para *L. orbiculata* con 15, *G. sibbaldioides* con 12, *A. odoratum* con 10, *R. acetosella* con 9 y *T. officinale* con 8. Por otro lado, *H. obtusifolia* con 18 reportes fue la especie dominante en el predio (Tabla 26).

Tabla 26. Especies asociadas nuevas registradas en el predio Playa Rica 2017.

Sector.	Tipo de individuo.	Especies nuevas de Playa Rica.	Número de individuos Reportados 2017.
Playa Rica.	Herbáceo.	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	<u>10</u>
		<i>Bidens andicola</i> Kunth.	1
		<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	1
		<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	<u>12</u>
		<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	<u>15</u>
		<i>Plantago</i> sp.	7
		<i>Rumex acetosella</i> L.	<u>9</u>
		<i>Sphagnum</i> sp.	2
		<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	<u>8</u>
	<i>Trifolium repens</i> L.	1	
	Arbustivo.	<i>Acaena elongata</i> L.	3
		<i>Clethra fimbriata</i> Kunth.	3
		<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don.	<u>6</u>
		<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	<u>18</u>
		<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C.Sm.	1
		<i>Hypericum strictum</i> Kunth.	1
		Total de individuos.	98

Porcentaje de supervivencia de individuos implementados al 2017.

Los resultados de las cantidades encontradas en el 2017 en contra de las especies implementadas en la FASE II y FASE III demuestran que las estrategias actualmente tienen porcentajes de supervivencia (PS) muy bajos, aunque estos valores se asumen que pueden ser lo que se implementaron, ya que como no se encontró marcas en Alsacia Baja y Lomabonita puede ser o no la realidad; de igual forma se toman como punto de referencia. Por otro lado, en Plan del Puma y

Playa Rica si se encontraron las estacas de los núcleos, acercándose un poco más al estado actual de las estrategias de restauración.

Dentro de cada área monitoreada el total de área muestreada fue 0.16 ha, en donde los porcentajes de supervivencia no superan el 2%. Sin embargo, analizando sobre el área total que fue implementada en cada sitio, muestra que los sitios de FASE II Alsacia Baja con 25 ha y Lomabonita con 20 ha tiene un PS de 6.25% y 62,3% respectivamente; los de FASE III, Plan del Puma arrojo un PS de 17,5% y Playa Rica apenas un 1,9% de PS (Tabla 27).

Tabla 27. Aproximación del porcentaje de supervivencia de los individuos de las estrategias de restauración FASE III Y III en el PNN Los Nevados al 2017.

Ítem.	Alsacia Baja.	Lomabonita.	Plan del Puma.	Playa Rica.
Individuos Implementados.	133.500.	5.000.	3.000.	1.230.
Individuos Registrados 2017.	59.	25.	28.	24.
% de supervivencia de individuos en 0.16 ha	0.04%.	0.5%.	0.93%.	1.9%.
Total de hectáreas implementadas con restauración.	25.	20.	5.03.	16.
% de supervivencia Máximo por el total hectáreas al 2017.	6,25%.	62,5%.	17,5%.	1,9%.

Comparación de los monitoreos de la fase III (2011 – 2012 – 2013) y el monitoreo 2017.

Los monitoreos de la fase II (Alsacia Baja y Lomabonita) no se tiene ningún reporte en los informes, por lo cual la comparación se va a realizar con los monitoreos de la Fase III. En el trabajo de campo el único lugar que se encontraron la mayor parte de las estacas fue en el Predio Plan del

Puma (19), en este predio se va a centrar el análisis. El predio Playa Rica, solo se encontraron 2 estacas por lo cual es un número muy bajo para realizar una comparación entre monitoreos.

- **Metodología del monitoreo.**

En el Plan del Puma después de implementar las estrategias en el 2011 (54 micronucleos con 3000 individuos); sin embargo, si son 9 individuos por núcleo, se registrarían 4626 individuos y no los 3000 arbustos. Entre 2012 y 2013 se realizaron 4 monitoreos, las variables medidas fueron presencia y altura, se evaluaron 67 micronucleos, no se reportaron las estacas de los núcleos (surge la duda de como sabían que estaban monitoreando los mismos núcleos), según las cuentas de los individuos monitoreados serian 603 y se reportan solo 323; por lo cual se duda del número final de individuos implementados en todo el predio, no se reporta la altura inicial de los arbustos.

En cambio, para el 2017, solo se reporta un solo monitoreo, 19 núcleos monitoreados, se reportan las estacas de los núcleos con coordenadas para continuar con el reporte (si se realiza a futuro), el número base de individuos base del monitoreo se calculó en 171 (Tabla 29).

Tabla 28. Comparación de las metodologías utilizadas en el monitoreo 2012-2013 y del 2017 en el predio Plan del Puma.

Item de monitoreo		Monitoreo 2012 – 2013	Monitoreo 2017
Muestreo y variables del monitoreo	Cantidad de monitoreos	4	1
	Fechas	Enero, Mayo y Septiembre 2012, Agosto 2013.	Junio-Julio 2017.
	Indicadores	Presencia - Altura.	Presencia - Altura - Cobertura - DAP.

Trabajo de campo	Número total de núcleos e individuos	514 núcleos - 3000 individuos (4626).	
	Numero de núcleos monitoreados	67	19
	Nomenclatura de los núcleos	No lo reportan.	22, 24, 25, 28, 111, 116, 118, 119, 120, 234, 383, 384, 464, 483, 484, 487, 488, 497, 500
	Número total de individuos por los núcleos (núcleo 9 ind).	603 (67x9)	171 (19x9)
	Altura inicial de los individuos sembrados	No se reporta.	No es posible saberlo.
	Número de individuos plantados	323.	171.

- Resultados del monitoreo.**

Los resultados del monitoreo del 2012 y 2013 sobre los 323 individuos plantados 57 de ellos estaban muertos, lo que arrojó un porcentaje de mortalidad del **17,6 %**, no se reportan cuáles fueron las especies que se sobrevivieron a lo largo del tiempo y se reporta que los arboles crecieron entre 1 - 1.5 cm en promedio. Sin embargo, es contradictorio arrojar un resultado de crecimiento sin tener la altura inicial y sin saber de cual especie se habla específicamente. Por su parte, al 2017 sobre los 171 individuos el porcentaje de mortalidad fue del **83%**, lo que nos lleva suponer que las estrategias de restauración no están funcionando actualmente; en 4 años la el porcentaje de mortalidad aumento en un **66%**, puede ser que en un año queden unos cuantos o ninguno de los

arbustos sobrevivientes (*B. tricuneata* (L. f.) Pers y *P. vaccinioides* (Kunth) Cuatrec) de seguir con la misma tendencia (Tabla 29).

Tabla 29. Comparación de las metodologías utilizadas en el monitoreo 2012-2013 y del monitoreo del 2017 en el Plan del Puma.

Item de monitoreo	Monitoreo 2012 – 2013	Monitoreo 2017
Número de individuos plantados	323	171
Individuos muertos	57	143
Individuos al final del monitoreo	266	28
Porcentaje de mortalidad	17,6 %	83%
Especies resistentes al momento del monitoreo	No se reporta.	<i>Baccharis tricuneata</i>
		<i>Pentacalia vaccinioides</i>
		<i>Plantago rigida</i>
		<i>Gentianella dasyantha</i>
		<i>Eryngium humile</i>
Crecimiento de las plantas desde la implementación	1 a 1.5 cm promedio.	No se puede reportar.

Conclusiones y discusión.

Discusión.

Arbustivo.

Indicadores.

- **Composición.**

PNN Los Nevados se registraron 14 arbustos nativos lo que equivale al 100% de las especies, las cuales se encuentran verificadas por Rangel-Ch (2000) como especies nativas de páramo asociadas a Pastizal, Pajonal, Pajonal-Frailejónal. Matorral, de igual forma se encuentran reportadas para el PNN Los Nevados están: *E. myrtilloides*, *G. tolimensis*, *H. laricifolium*, *H. strictum*, *P. prostrata*, *B. tricuneata*, *A. elongata*, *L. bogotensis*, *H. obtusifolia*, *Baccharis* sp *D. schultzei* *G. punctatum* *C. revoluta*. Por otro lado, Marín & Parra (2015) incluyen a *P. vaccinioides* como una especie nativa de los páramos de los Andes, con distribución en el país. Estas 14 especies se encontraron en los cuatro sitios de muestreo (Alsacia Baja, Lomabonita, Plan del Puma y Playa Rica), en las zonas de Pajonal, Pajonal-Frailejónal y Bosque Altoandino.

La riqueza y el índice de riqueza específica determinan que Playa Rica evidencia la segunda mayor cantidad de individuos y el primer lugar en cantidad de especies por área (38 ind y 1.92), Alsacia Baja aunque arroja la mayor número de individuos, tiene la menor cantidad de individuos por unidad de área (40 ind y 0.54). Lomabonita tiene valores intermedios del número de individuos y cantidad de individuos por unidad de área (22 ind y 1,61). Plan del Puma mostro la menor cantidad de individuos y el tercer valor de cantidad de individuos por área (13 ind y 0.77). Esto nos da a entender que en términos de riqueza (cantidad y número de individuos), está mejor la zona de bosque Altoandino que las tres áreas de páramo, lo puede llevar a concluir que las zonas de paramo tienen menor resiliencia después del incendio que el área de bosque; lo cual concuerda con Molinillo & Monasterio (2002), que reportan que después del fuego los páramos tienden a convertirse en zonas abiertas de pajonales con mosaicos de pastos y paja, con poca rebrote de especies arbustivas.

- **Estructura.**

La Primer área de la FASE II Alsacia Baja, obtuvo una mayor cantidad de individuos por área, el valor más bajo de diversidad, la mayor dominancia de especies y la menor cantidad de especies dominantes (Den: 250 ind/ha; H: 0,54; D: 0,77 y J: 0,70). Por su parte, Lomabonita tiene una cantidad intermedia de individuos por área, el segundo valor de diversidad, un valor intermedio de dominancia de especies y valor intermedio de especies dominantes (Den: 137 ind/ha; H: 1,3; D: 0,36 y J: 0,72). La Primer área de la FASE III Plan del Puma, arrojó la menor cantidad de individuos por área, el valor intermedio de diversidad, el segundo valor de dominancia de especies y valor más alto de especies dominantes (Den: 81 ind/ha; H: 0,91; D: 0,43 y J: 0,82). El predio Playa Rica, tiene la segunda cantidad de individuos por área, valor más alto de diversidad, la menor dominancia de especies y el segundo valor de especies dominantes (Den: 237 ind/ha; H: 1,6; D: 0,25 y J: 0,77).

Los resultados muestran que después de 8 años de restauración (FASE II), en Alsacia Baja se evidencian los valores más bajos de diversidad y equidad; en Lomabonita se muestra todos los valores intermedios (penúltimos) para densidad, dominancia y equidad. En comparación con los sitios de la Fase III (6 años en restauración), Plan del Puma muestra el segundo valor más alto de dominancia y el valor más alto de equidad. Por otro lado, Playa Rica tiene el valor más alto de diversidad, segundo valor más alto de dominancia y equidad. De lo anterior, se esperaba que los resultados de la FASE II fueran más altos en diversidad, dominancia principalmente que de la FASE III, por lo cual se asume que las estrategias de restauración de la fase III han tenido un mejor éxito de restauración que las de la fase II.

Los índices IVI e IPF arrojaron que las especies que sobresalieron entre las especies arbustivas en Páramo fueron *P. vaccinioides* (IVI: 38,1; IPF: 26,8) y en Bosque Altoandino sobresalieron *H. obtusifolia* (IVI: 44,9; IPF: 33,1) y *C. revoluta* (IVI: 30,6; IPF: 18,6). La importancia biológica de *P. vaccinioides* radica ser una de las primeras especies arbustivas que rebrota en áreas de páramos recuperados después de 10 meses (Jaimes & Sarmiento, 2002). Por otro lado, las especies de bosque la más importancia fue *H. obtusifolia*, la cual esta reportada por Eraso et al. (2016); Minga et al.

(2016) como una especie de paramo y bosque, la cual por su plasticidad fenotípica puede estar en sitios conservados (pajonales y bosques abiertos), como en zonas degradadas con sustratos rocosos. *C. revoluta* es una especie típica de áreas intervenidas como rastrojos o pastizales o bosques secundarios (Toro, 2010).

Herbáceas

Indicadores.

- **Composición.**

En el PNN Los Nevados se registraron 29 especies nativas (85,7%), las cuales se encuentran verificadas por Rangel-Ch (2000) como especies nativas de páramo asociadas a Pastizal, Pajonal, Pajonal-Frailejónal. Matorral, de igual forma se encuentran reportadas para el PNN Los Nevados están: *C. effusa*, *C. pichinchensis*, *E. hartwegiana*, *E. myrtilloides*, *L. orbiculata*, *H. laricifolium*, *H. strictum*, *P. rigida*, *G. sibbaldioides*, *P. prostrata*, *Sphagnum sp.*, *P. linearis*, *B. laniflora*, *B. genistelloides*, *B. tricuneata*, *A. elongata*, *L. bogotensis*, *S. formosoides*, *G. dasyantha*, *H. adpressa*, *G. hypocarpium*, *M. rupestris*, *E. humile*, *H. obtusifolia*, *L. nivalis*, *S. nubigena*. Por otro lado, Marín & Parra (2015) incluyen a *P. vaccinioides* como una especie nativa de los páramos de los Andes, con distribución en el país. Estas 36 especies se encontraron en los cuatro sitios de muestreo (Alsacia Baja, Lomabonita, Plan del Puma y Playa Rica), en las zonas de Pajonal, Pajonal-Frailejónal y Bosque Altoandino.

Las plantas exóticas encontradas en el PNN Los Nevados fueron 5 y son el 14,3% del total herbáceas registradas, pero estas solo se encontraron en dos sitios de FASE III (Plan del Puma y Playa Rica), ambas áreas de fueron afectadas por incendio forestales, pero actualmente se encuentran afectadas por ganadería. En el sector del Plan del Puma es área de páramo afectado por fuego, en donde se encontró a *C. arvense* y *R. acetosella*, en la literatura se reportada que ambas

exóticas están asociadas a los incendios, *C. arvense* se establece en áreas afectadas por fuego, en donde las condiciones de degradación facilitan que colonice los sitios abiertos (Domínguez et al. 2006). De igual manera, *R. acetosella* se ve favorecida por el fuego, ya que los nutrientes dejados por la ceniza ayuda al crecimiento de las plántulas hasta dos años post-disturbio (Domínguez et al. 2006; Franzese & Ghermandi, 2014; Vidal et al. 2015).

En el predio Playa Rica es un área de bosque Altoandino que fue afectado por fuego y ahora permanentemente por la ganadería, en este predio se encontraron las exóticas *P. linearis*, *R. acetosella*, *T. officinale* y *T. repens*. Estas plantas están reportadas como exóticas de espacios abiertos disturbados por incendios y ganaderos, *T. repens* es una leguminosa perenne utilizada para el pastoreo en zonas húmedas, así mismo se ve favorecida por el pisoteo del ganado, dado que es resistente al impacto del animal (San Miguel, 2007), *T. officinale* se establece en sitios en adyacentes a las orillas de caminos, junto zonas muy alteradas por fuego (Rozzi et al. 2004; Domínguez et al. 2006; Cárdenas et al. 2010; Vidal et al. 2015). Por último, *R. acetosella* se encuentra comúnmente en pastizales, sitios disturbados (cultivos y ganadería) y en los bordes de los caminos por lo general con suelos pobres en nutrientes (Stoppes et al. 2011).

- **Estructura.**

Los sitios de páramo (Alsacia Baja, Lomabonita y Plan del Puma) arrojaron que la herbácea con mayor porcentaje de cobertura fue *C. effusa* con un porcentaje de 83%, 84,4% y 67,9% respectivamente. La dominancia de sitios con especies de *Calamagrostis* son típicos de lugares con suelos muy pobres y donde normalmente han ocurrido fuego y manejo agrícola (Rangel & Arizana, 2000). Así mismo, el fuego provoca en los páramos la expansión de los límites naturales del pajonal, generando una homogenización del área disturbada en pajonales abiertos, disminución de las coberturas arbustivas y de Frailejón presentes, lo que conlleva a formar áreas muy pobres con mosaicos de pastos y pajonales con fuegos recurrentes (Molinillo & Monasterio, 2002). Lo que nos

da a entender que la regeneración de estos sitios es nula, dado que el porcentaje de especies nativas es muy bajo en comparación con el de la paja; este resultado es contrario a lo que esperaba, ya que el porcentaje de nativas se esperaba que fuera mayor que *C. effusa* después de 8 o 6 años.

En Playa Rica el único lugar de Bosque Altoandino y donde existen efecto la ganadería permanente después del incendio, mostro que la herbácea con mayor porcentaje de cobertura fue *L. orbiculata* con 43,5%. *L. orbiculata* es una especie la cual se ve muy favorecida con el pastoreo intensivo en pendientes bajas (Verweij 1995), se encuentra en ecosistemas de páramo y supárpáramo formando extensos tapices, mono o pluriespecíficos de ella misma a lo largo de la zonas abiertas (Gaviria, 1997). Dado que el ganado remueve las comunidades vegetales, repercute directamente sobre las comunidades nativas, generando a una disminución en el número de individuos locales y llevándolos a su declive (Beever&Brussard 2000, Dorrough et al. 2012). Lo anterior, podría indicar que el ganado juega dos papeles en el predio, primero ha detenido la regeneración natural de nativas y segundo, potenciado la dominancia de *L. orbiculata* en el estrato herbáceo del predio durante los 6 años de restauración.

El porcentaje de cobertura de las exóticas no es muy alto, las especies del Plan del Puma *C. arvense* con 1.8% y *R. acetosella* con 1.5% de cobertura. Las exóticas del predio Playa Rica mostró que la especie con mayor porcentaje de cobertura fue *A. odoratum* con 8,6%, en segundo lugar *T. repens* con 2.3%, *R. acetosella* 1,6% y *T. officinale* 0.9%. Estos resultados permiten analizar que las exóticas de la primera área tienen probabilidades bajas de invadir las áreas abiertas, ante un nuevo disturbio. Porque en sector se encuentra dominado por *C. effusa* con un porcentaje de cobertura mayor al 80%.

En Playa Rica es muy posible que pueda ser invadida por *A. odoratum* por tener una cuarta parte del porcentaje de cobertura de especie dominante *L. orbiculata*, dado que esta especie tiene su ciclo reproductivo todo el año, produce semillas con alta viabilidad, no tiene ningún requerimiento

humedad o de sustrato (Cárdenas-López et al. 2017), es dispersada por viento o animales (Bejarano-Bonilla & Jiménez-Bonilla, 2009) y suele dominar los sitios abiertos muy intervenidos con gran facilidad (Mardones et al. 2015), está catalogada como una especie con alto riesgo de invasión y es utilizada en fincas para aumentar la producción en el ganado vacuno (Giraldo-Cañas, 2013). Todas las características y usos que tiene, puede llevar a que en un próximo disturbio pueda ser la domine fácilmente el predio y pueda convertirse en un tensionante para las estrategias de restauración.

Sin embargo, aunque las demás especies tengan un porcentaje muy bajo, tiene atributos que pueden favorecer a un aumento en su cobertura a futuro, *T. repens* se ve favorecida por el pisoteo del ganado, es resistente al impacto del ganado, se adapta fácilmente a sitios con bajas temperaturas y suelos fértiles con diferentes pH, resiste encharcamientos y se usa para el pastoreo en zonas húmedas (San Miguel, 2007), *T. officinale* es clasificada como especie de alto riesgo de invasión, se establece en las orillas sitios disturbados y afectados por fuego (Rozzi et al. 2004; Domínguez et al. 2006; Cárdenas et al. 2010; Vidal et al. 2015), reduce la polinización y reproducción de especies nativas, crecer en condiciones ambientales con poca regularidad, no tiene un rango altitudinal específico y tiene alta adaptabilidad a condiciones extremas de temperatura (Molina-Montenegro et al. 2012).

R. acetosella se encuentra en pastizales para ganadería y cultivo, se reproduce de manera sexual y asexual, tiene rápida resiliencia frente a factores externos (Stopps et al. 2011), en las fases tardías se especializa a las condiciones del lugar y en las fases tempranas es generalista para amortiguar cambios temperatura (Houssard & Escarré, 1995) y se ve favorecida por los residuos vegetales de los incendios (Domínguez et al. 2006; Franzese & Ghermandi, 2014; Vidal et al. 2015). Por lo cual al ser un predio con actividad ganadera continua, se recomienda tener un control de estas especies exóticas a través del tiempo antes que puedan convertirse en invasoras.

Los resultados nos lleva a decir que no se deben continuar con los monitoreos de las estrategias de ambas fases de restauración, porque las estrategias no tienen la robustez de datos para seguir con un monitoreo y actualmente son zonas dominadas por paja y especies rasantes. Por ejemplo, los bajos porcentaje de supervivencia de individuos de tres de los cuatro predios que están entre los 17,5% – 1.6%, porcentaje de mortalidad del 83% en Plan del Puma al 2017 Y la baja densidad de individuos implementados en las estrategias (4 arbustos – 3 herbáceas por núcleo). En otras experiencias de restauración activa en páramo con plantaciones de nativas, se reportan porcentajes de supervivencia del 83% al 78% en los primeros 18 meses, aumentado progresivamente su porte en el tiempo (1,6 -1.9cm semestral) y con unas densidades de los núcleos de 41 individuos en parcelas de 2x2m o 4m² (Insuasty-Torres et al. 2012), o de 25 individuos de Espeletia en parcelas de 2x2m o 4m², arrojo una supervivencia del 85% (Rojas-Zamora, 2013). En otra experiencia en bosque Altoandino, Gutiérrez (2012) reportó un porcentaje de supervivencia del 60% en un área 17 x 17m o 289m² con 85 individuos en cada núcleo de vegetación.

En otro estudio, Rodríguez-Beltrán & Vargas (2002) evaluaron la regeneración de un ecosistema de subpáramo afectado por fuego registrando 70 especies arbustivas con un porcentaje supervivencia del 84% en áreas que no fueron afectadas nuevamente. Por el contrario, en los sectores monitoreados PNN Los Nevados se encontraron 35 especies, de ellas la mayoría rasantes con dominancia de cobertura de *L. orbiculata* (43%), dado que el área está afectada permanente por el ganado. Vargas (2013) reporta que la ganadería intensiva genera una alfombra de hierbas rasantes con alta cobertura y proporción de biomasa viva; igualmente, *L. orbiculata* la cual se ve muy favorecida con el pastoreo intensivo (Verweij 1995).

Conclusiones.

1. No se debe seguir monitoreando las estrategias de restauración ecológica de las FASE II y FASE III del PNN Los Nevados, dado que las áreas en restauración en este momento son

áreas dominadas por especies rasantes o gramíneas y los porcentajes de supervivencia y riqueza de especies es muy baja.

2. En términos de riqueza, la zona de Bosque Altoandino de Playa Rica tiene mayor cantidad y número de individuos arbustivos que las tres áreas de páramo, lo que evidencia que los arbustos de Páramo tienen menor resiliencia después del incendio que las del área de Bosque.
3. las estrategias de restauración de la fase III han tenido un mejor resultados de restauración que las de la fase II, dado que los sitios de la FASE III muestran los valores más altos para diversidad, dominancia, equidad, en comparación con los de la FASE II que muestran los valores más diversidad, dominancia, equidad.
4. Las especies arbustivas utilizadas en las estrategias de restauración de la FASE II y FASE III con mayor valor de importancia ecológico para las zonas de Páramo fue *P. vaccinioides*.
5. No se reportaron arbustos que fuesen utilizados en las estrategias de restauración de la FASE II y FASE III con valores de importancia ecológica importante para las zonas de Bosque Altoandino. Sin embargo, se las reportan las especies *C. revoluta* y *H. obtusifolia* con valores altos de IVI.
6. El ganado juega dos papeles en el predio Playa Rica, primero ha detenido la regeneración natural de nativas, segundo, potenciado la dominancia de *L. orbiculata* en el estrato herbáceo del predio durante los 6 años de restauración.
7. La carencia de un seguimiento estricto y riguroso de las estrategias de restauración en campo ha permitido que muchas de las actividades externas hallan afectado las acciones de

restauración (ganadería), caso predio Playa Rica y Plan del Puma. Así mismo, la falta de acciones de manejo para mantener en el tiempo las estrategias en los sectores de Alsacia Baja y predio Lomabonita.

8. La cantidad de vacíos de información sobre las estrategias de restauración tanto en los informes como en terreno, impiden concluir con mayor certeza si algunas de esas estrategias sobresale para que puedan replicadas en acciones de restauración a futuro.

100

1. Recomendaciones.

- Se recomienda mantener controladas de las coberturas de las especies exóticas del predio Playa Rica (*Anthoxanthum odoratum*, *Cerastium arvense*, *Rumex acetosella*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*, especialmente de *A. odoratum*, ya que presento el mayor porcentaje de cobertura de las exóticas y tiene la facilidad en actuar como una especie invasora dadas sus atributos ecológicos.
- Se recomienda en futuras estrategias de restauración implementar en las zonas de Páramo los arbustos de las especies *B. tricuneata*, *E. myrtilloides* y para Bosque Altoandino a *H. laricifolium*, ya que mostraron valores relevantes de alturas y riqueza, pueden ser importantes para futuros proyectos de restauración (junto con *P. vaccinioides*, *C. revoluta* y *H. obtusifolia* valores IVI altos).
- Implementar las estrategias y monitoreos con unidades de muestreo permanentes, con sus marcas respectivas por estrategia e individuos, registro de coordenadas, listado de individuos plantados por núcleo y totales, registró distancias entre núcleos e individuos.

- Se recomienda que los individuos vegetales implementados deben pertenecer a las primeras etapas de sucesionales en los sitios elegidos para las estrategias de restauración (crecimiento rápido y alta resistencia a condiciones extremas).
- Se recomienda vincular a la población local en las actividades de implementación y hacerlos partícipes de las decisiones sobre las acciones de restauración, para que estos mismos tengan acuerdos y responsabilidad en mantener las estrategias y no permitir la entrada de ganado.

Propuesta de plan de monitoreo a partir de la vegetación en el PNN Los Nevados.

- **Definición de Monitoreo.**

El monitoreo define como el proceso de recolección de un conjunto de información, variables, observaciones en campo para caracterizar, diagnosticar y evaluar el estado de sistema en momento determinado, en donde se hace necesario evaluar los cambios a través del tiempo para entender la relación de los mismos con los factores externos o internos dentro del ecosistema. De igual manera, es un método para verificar si se están cumpliendo los objetivos y metas propuestos al comenzar con el proyecto. Por último, se deben evaluar los verificadores para medir el avance del proceso en el tiempo, para ajustar las estrategias a lo que se buscaba inicialmente (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2015).

- **Plan de monitoreo de las estrategias de restauración activa del PNN Los Nevados.**

El Plan de monitoreo del PNN Los Nevados se propone desde unos objetivos y metas de Restauración Ecológica de las áreas afectadas por incendios forestales y ganadería, objetivos específicos del programa de monitoreo (General y Específicos), indicadores y cuantificadores, a tres escalas temporales (Corto, Mediano y Largo Plazo). De igual forma, el monitoreo de las

estrategias de restauración activa es insuficiente para medir el éxito de las actividades de restauración, por lo cual se propone complementarlo con el método de monitoreo de cercado perimetral de Peña (2017).

- **Objetivos de Restauración ecológica para acciones de restauración PNN Los Nevados.**

- ❖ Objetivo general.

Asistir el recambio de especies de las futuras acciones de restauración activa en el PNN Los Nevados en áreas afectados por incendios forestales y ganadería.

- ❖ Objetivos específicos.

- ✓ Implementar las estrategias de restauración ecológica con base a los resultados de las FASE II y fase III DEL 2017.
- ✓ Describir la composición, estructura de la vegetación arbustiva y herbácea en las áreas para restauración a través del tiempo, con el fin de promover procesos de sucesión ecológica secundaria de Páramo y Bosque Altoandino en el PNN Los Nevados.
- ✓ Controlar las especies exóticas y otros factores externos (ganadería e incendios) que puedan interrumpir los procesos de restauración ecológica en el PNN Los Nevados.

- **Metas de restauración ecológica para el PNN Los Nevados.**

- ❖ Metas a corto plazo (0 a 5 años).

- ✓ Incrementar la cobertura de arbustivas y herbáceas con especies de rápido crecimiento en las áreas afectadas por incendios forestales y ganadería en un 50% del área total afectada.
- ✓ Mantener las especies arbustivas y herbáceas implementadas y garantizar la supervivencia mínima del 70% de los individuos implementados.
- ✓ Identificar el porcentaje de cobertura la vegetación herbácea nativa, exótica e invasora rasante de los sitios de implantación.
- ✓ Realizar un manejo de las especies exóticas con el control mínimo del 50% de las mismas (5 manejos anuales).
- ✓ Realizar control y vigilancia en los sectores de implementación de la entrada del ganado mínimo 4 veces mensual, para evitar pérdidas de individuos por ganadería o fuego.
- ❖ Metas a mediano plazo (5-10 años).
- ✓ Incrementar la cobertura de arbustivas y herbáceas con especies de rápido crecimiento en las áreas afectadas por incendios forestales y ganadería en un 30% del total área afectada.
- ✓ Mantener las especies arbustivas y herbáceas implementadas y garantizar la supervivencia mínima del 80% de los individuos implementados.
- ✓ Identificar y controlar de las especies exóticas con el control mínimo del 70% de las mismas (3 manejos anuales).

- ✓ Realizar control y vigilancia en los sectores de implementación de la entrada del ganado mínimo 2 veces mensual, para evitar pérdidas de individuos por ganadería o fuego.
- ❖ Metas a largo plazo (10 a 20 años).
- ✓ Incrementar la cobertura de arbustivas y herbáceas con especies de rápido crecimiento en las áreas afectadas por incendios forestales y ganadería en un 20% del total del área afectada.
- ✓ Mantener las especies arbustivas y herbáceas implementadas y garantizar la supervivencia mínima del 100% de los individuos implementados.
- ✓ Identificar y controlar de las especies exóticas, con el control del 100% de las mismas (1 manejo anual).
- ✓ Realizar control y vigilancia de los sitios en proceso de restauración, verificación de los sitios mínimo 1 mensual (30 días).
- **Objetivos y Metas del Programa de Monitoreo en el PNN Los Nevados 2017.**
 - ❖ Objetivos de monitoreo.
 - Monitorear la composición y estructura de la vegetación arbustiva y herbácea de las futuras estrategias de restauración activa implementadas en áreas afectadas por incendio y ganadería.
 - Monitorear el crecimiento, cobertura y el porcentaje de cobertura de las especies arbustivas y herbáceas plantadas en el tiempo de las estrategias futuras de restauración implementadas.

- Monitorear las especies exóticas y el cercado en el tiempo de las estrategias futuras de restauración implementadas.

❖ Meta del plan de monitoreo.

La meta general del plan de monitoreo es realizar el seguimiento y evaluación de las estrategias de restauración activa implementadas y de cercado perimetral, en futuras acciones de restauración activa en el PNN Los Nevados en áreas afectadas por incendios forestales y ganadería.

- **Indicadores de monitoreo de la vegetación.**

Los indicadores de monitoreo establecerán a las recomendaciones de Aguilar-Garavito & Ramírez (2015) y Rodrigues et al. (2013) y utilizado por Sesquilé (2017), los cuales se detallan en la (Tabla 6), del actual informe. Entre los indicadores utilizados para composición se encuentran listados de especies nativas y exóticas de arbustos y herbáceas, riqueza e índice de riqueza relativa de arbustos. En la estructura utilizan para los arbustos la densidad, el área basal o cobertura, Índice de diversidad de Shannon–Wiener (H'), Índice de Valor de Importancia de las especies (IVI), Índice de equidad de Pielou (J'), Índice de dominancia de Simpson (D) y el Índice de Predominio Fisionómico (IPF) (Tabla 30).

Tabla 30. Indicadores de monitoreo propuestos para futuras acciones de restauración el PNN Los Nevados.

criterio	Indicadores	Verificadores	Variables Registradas en campo /Analizadas	Tipo de individuo
Composición de la vegetación.	Número de especies nativas arbustivas.	Listado de especies arbustivas nativas.	Identidad y presencia.	Arbusto.
	Número de especies exóticas arbustivas.	Listado de especies arbustivas exóticas.		

	Número de especies nativas herbáceas.	Listado de especies herbáceas nativas.		Herbácea.
	Número de especies exóticas herbáceas.	Listado de especies exóticas herbáceas.		
	Riqueza.	Número de especies e individuos.		Arbustos.
	Índice de riqueza específica.	Índice de Margalef.		
Estructura de la vegetación.	Densidad de arbustos nativos.	Listado de arbustos con DAP > 1 cm y altura > 30 cm sobre el área de muestreo.	Presencia, Identidad, DAP y altura.	Arbusto.
	Área basal de los arbustos.	Sumatoria del área basal (cobertura).	Presencia, Identidad y cobertura.	
	Cobertura total de herbáceas.	% de cuadros cubiertos por especie.	Presencia, Identidad y cobertura.	Herbácea.
	Índice de diversidad.	Índice de Shannon–Wiener (H').	Identidad y presencia.	Arbusto.
	Índice de Valor de Importancia de las especies (IVI).	IVI relativo.	Abundancia, frecuencia dominancia relativas.	
	Índice de equidad.	Índice de Pielou (J').	Identidad y presencia.	
	Índice de dominancia.	Índice de Simpson (D).	Identidad y presencia.	
	Índice de predominio fisionómico.	Índice IPF.	Área basal, cobertura y densidad relativas.	

- **Análisis de los datos.**

- ❖ Composición.

- ✓ Riqueza específica.

Se define como el número total de especies encontradas cada núcleo y en el área en general (Moreno 2001).

- ✓ Listados de especies nativas y exóticas.

De acuerdo UICN (2000) las especies se clasifican en:

- **Especie nativa (autóctona):** se entiende una especie, subespecie o taxón inferior, que ocurre dentro de su área natural y de dispersión potencial (p. ej. dentro del área que ocupa de manera natural o puede ocupar sin la directa o indirecta introducción o cuidado humano).
- **Especie exótica (no-nativa, no-autóctona, foránea):** se entiende la especie, subespecie o taxón inferior que ocurre fuera de su área natural (pasada o actual) y de dispersión potencial (p. ej. fuera del área que ocupa de manera natural o que no podría ocupar sin la directa o indirecta introducción o cuidado humano) e incluye cualquier parte, gameto o propágulo de dicha especie que puede sobrevivir y reproducirse.
- **Especie exótica invasora:** se entiende una especie exótica que se establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural; es un agente de cambio y amenaza la diversidad biológica nativa.
- **Exótica naturalizada:** las especies exóticas pueden llegar a constituir poblaciones autónomas capaces de reproducirse y mantenerse en el tiempo, las que se incorporan a nuestros ecosistemas (Carvallo 2009).

- ❖ Estructura.

- ✓ Cobertura (área basal).

La cobertura se define como el área o el porcentaje del sustrato cubierto por una especie vista desde arriba y en forma perpendicular; por tanto, es una medida que se basa en el tamaño de los individuos y no en su abundancia como ocurre con la densidad (Ramírez 2006). Para calcular la cobertura se debe utilizar la siguiente formula (Ramírez 2006):

$$\text{Cobertura especie } i = (\sum L_i / L_t) * 100$$

Li: Longitudes interceptadas por la especie i.

Lt: Longitud total de la línea.

La variable de cobertura debe ser analizada de acuerdo con a los estratos previamente mencionados.

✓ Índice de diversidad Shannon-Wiener.

Se calcula a partir de la ecuación (Magurran 1989):

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

p_i: proporción de la especie i en la muestra.

✓ Índice de dominancia de Simpson.

Se halla mediante la fórmula (Magurran 1989; Ramírez 1999):

$$D = \sum (n_i (n_i - 1) / N (N - 1))$$

n_i= proporción abundancias.

✓ Índice de Equidad de Pielou.

Se calculó mediante la fórmula (Magurran 1989).

$$E = H' / H_{\text{máx.}} = H' / \ln S$$

S= número de especies de la muestra.

$$H_{\text{máx.}} = \ln S.$$

✓ Índice de disimilaridad de Bray – Curtis.

Se debe generar una matriz de datos de los núcleos teniendo en cuenta las coberturas de las especies, que se basa en las diferencias entre las muestras en vez de las similitudes (Ramírez 1999).

Esta prueba permite establecer la disimilitud entre las estrategias.

$$D_{jk} = \frac{\sum [X_{ij} - X_{ik}]}{\sum (X_{ij} - X_{ik})}$$

D_{jk} = Disimilaridad entre las estaciones j y k.

X_{ij} = Abundancia de la especie i en la estación j.

X_{ik} = Abundancia de la especie i en la estación k.

- **Monitoreo de Aislamiento perimetral.**

El monitoreo de las estrategias de restauración activa (núcleos de vegetación) del PNN Los Nevados es insuficiente para medir la éxito de las actividades de restauración, por lo cual se propone complementarlo con el método de monitoreo de cercado perimetral de Peña (2017). Esta metodología se encuentra estandarizada cada 1 kilómetro de cercado perimetral y toma en cuenta varios componentes entre los que se encuentran:

- Regeneración natural de la vegetación.
- Indicios de los mamíferos exóticos.
- Estado físico del cercado perimetral.

- ❖ **Regeneración natural de la vegetación.**

La regeneración natural se propone monitorear en 3 puntos del cercado por cada kilómetro con un cuadrante de 1 m x 1 m y separados cada 300 metros. Iniciando siempre a los 200 m del inicio del cercado perimetral (1 punto), el siguiente será los 500 metros del cercado (2 punto) y por último, a los 800 metros del cercado perimetral (3 punto). En cada punto sobre un transecto de 30 metros, se podrá escoger el punto donde quiera realizar el registro de la vegetación, pero esta decisión está condicionada a un rango determinado y al transecto de muestreo. En el punto 1, el intervalo de decisión va 1 – 10 m, punto 2 será entre 10 – 20 m y el punto 3 estará entre 20 - 30 m. Sin embargo, la distancia entre uno y otro cuadrante debe ser 10 metros como por ejemplo 2m – 12m - 22m (Figura 21).

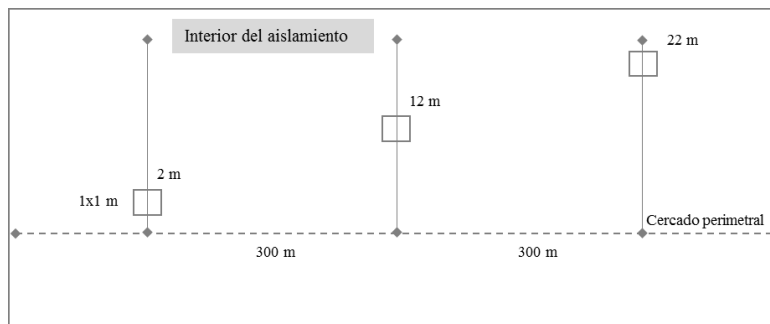


Figura 21. Monitoreo de la regeneración natural de la vegetación (Peña, 2017).

Las variables que registradas dentro del cuadrante de 1 x 1 m deben ser: identidad, cobertura (números de cuadros ocupados por cada especie), datos físicos (suelo desnudo, materia orgánica, heces, madera, rocas, entre otros).

❖ **Indicios de los mamíferos exóticos.**

La metodología para los indicios de pastoreo se propone con las recomendaciones de Peña Gonzáles (2017b), la cual reporta que el monitoreo de indicios debe realizarse al interior y exterior del área en restauración, por medio de una línea de referencia (transecto) perpendicular al cercado por cada kilómetro. Los puntos de evaluación por cada kilómetro deben estar separados 300 metros (200 m, 500 m y 800 m) y la distancia del transecto depende de los rastros encontrados en el área de estudio. Sin embargo, ella reporta que en ecosistemas páramo son 30 metros internos y 10 metros externos del cercado perimetral. Los puntos de monitoreo en el transecto son cuadrantes de 2m x 2m separados cada 5 metros (Figura 22).

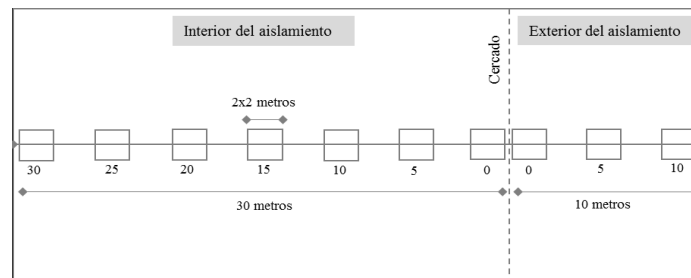


Figura 22. Monitoreo de indicios de los mamíferos exóticos (Peña, 2017).

Los datos que se deben registrar de los indicios cuando se hace encuentro directo son la fecha, hora de avistamiento, especie, información del lugar, número de individuos, tipo de vegetación, sustrato y la actividad que realiza. Por el contrario, para los rastros e indicios de debe registrar las huellas, pelos y heces, marcas en vegetación o el sustrato de los individuos.

❖ Estado físico del cercado perimetral.

El cercado perimetral se evalúa con 5 puntos de 12 metros cada kilómetro de cerca, separados entre sí por 250 metros (0, 250, 500, 750 y 1000) a lo largo cercado. En cada punto se evalúa de 4 postes (12 m) (Figura 23). En cada intervalo de cerca se registra: el estado de alambre, grapas, postes, broches, portones e indicios de ingreso o permanencia de ganado. Las variables del cerco se categorizan en: oxidado, suelto, roto, dañado. Por otro lado, los postes y el alambre se categorizan en: cambiado, remendado o reparado.

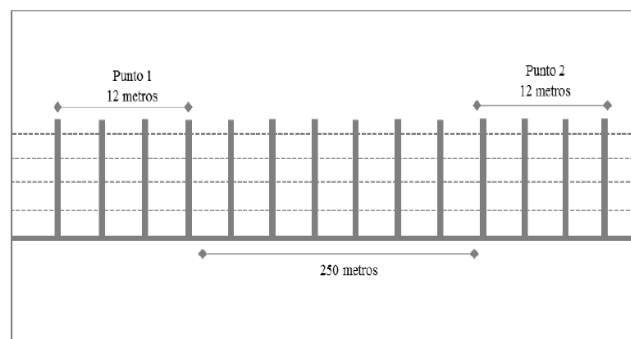


Figura 23. Monitoreo del estado de la cerca (Peña, 2017).

Propuesta de manejo adaptativo en el PNN Los Nevados.

- **Manejo adaptativo.**

El manejo adaptativo puede definirse como las experiencias adquiridas sobre la acumulación de datos confiables para respaldar cualquier acción que se necesite realizar; cuando estas experiencias se incluyen dentro de la planificación del proyecto y se implementa durante el monitoreo puede incrementar los rendimientos o el éxito de los sistemas restaurados (Tom, 2000).

Un plan de manejo adaptativo de un proyecto de restauración ecológica según Thom (2000) necesita de unos indicadores, objetivos y criterios de rendimiento (preguntas), evaluación de las decisiones para realizar las acciones pertinentes; las acciones que se pueden implementar están: 1) esperar que las condiciones de las estrategias mejoren por sí mismo, sin intervención; 2) intervenir las estrategias con acciones coche; 3) cambiar los objetivos, admitiendo que los objetivos nunca se van a lograr y aceptar la nueva trayectoria del sistema es aceptable. Así mismo, debe incluir tres componentes indispensables dentro de su formulación, definición de objetivos y criterios específicos, el diseño un marco conceptual y diseño un marco de decisión.

En pocas palabras, los proyectos de restauración definen los objetivos y criterios (preguntas) para tener los recursos para evaluar las estrategias, el monitoreo proporciona las herramientas y el manejo adaptativo aporta el marco conceptual y de decisiones (Tom, 2000).

- **Componentes del manejo adaptativo.**

- ❖ Definición de los objetivos.

Cuando se planifica el proyecto los tomadores de decisiones (equipo de gestión) deben definir la meta u objetivo (función) que desean en un determinado tiempo, de igual forma, deben predecir las condiciones alternativas que puedan generar estados alternos a su objetivo funcional, para lo

cual debe plantearse una serie de procedimientos si los objetivos planteados no van en la dirección deseada (Tom, 2000).

❖ Modelo conceptual.

El modelo conceptual se fundamenta sobre la teoría ecológica, en donde se estudia la interacción de los factores de control (físico, químico y biológico) con la estructura y función del sistema deseado, con el fin de tener la base del diseño del proyecto. La estructura debe plantearse con respecto a generar una función esperada del sistema (Tom, 2000).

❖ Marco de decisiones.

El marco de decisión se enmarca a través del tiempo, ya que el nuevo sistema va desarrollando su estructura y función deseada progresivamente. Sin embargo, la trayectoria puede seguir varios caminos, puede cambiar o intercambiar estados según las intervenciones antrópicas o naturales (clima). Estos cambios se evalúan con los datos generados del plan de monitoreo (Indicadores), los cuales ayudan a explicar los estados alternativos de los ecosistemas restaurados (Tom, 2000).

● **Plan de Manejo adaptativo del PNN Los Nevados.**

El plan de manejo adaptativo se va a direccionar según la metodología Thom (2000), en donde se va abordar los tres componentes, así mismo la propuesta se va articular con el plan de monitoreo propuesto anteriormente.

❖ Objetivo.

- ✓ Evaluar el avance recambio de especies de las futuras acciones de restauración activa en los componentes estructura y función en el PNN Los Nevados en áreas afectadas por incendios forestales y ganadería.

❖ Modelo conceptual.

Los factores de control son factores físicos, químicos, biológicos que se evalúan junto con los indicadores de estructura, para este caso se van a utilizar % cobertura de hojarasca, temperatura del suelo, atributos vitales de los arbustos, estado fenológico de cada especie.

✓ **Parámetros estructurales.**

Los parámetros de estructura se van a tomar los mismos que se propusieron en el plan de monitoreo, los cuales se van a medir a través del tiempo para dar respuesta a los objetivos de función. Entre los que se encuentran la cobertura o área basal, índice de Shannon-Weiner, índice de Simpson, índice de equidad de Pielou, índice de disimilaridad de Bray-Curtis.

❖ Modelo de decisiones.

Según Tom (2000) y MADS (2015) en el plan de restauración ecológica, establecen que cuando se realiza la evaluación con todos los indicadores, la forma de abordar la toma de decisiones puede ser de tres formas:

- ✓ **Dejar intacto:** la evaluación muestra que las acciones implementadas están dentro de los parámetros esperados o puede recuperarse/mejorar por sí solo.
- ✓ **Intervenir:** cuando la evaluación indica escenarios alternos en los componentes de estructura y función se hace necesario cuando estos se encuentren debajo de los parámetros, implementando acciones en función de incrementar de factores que ayuden las metas u objetivos.
- ✓ **Cambio del objetivo:** la evaluación señala que las acciones no alcanzarán las metas propuestas, por lo cual se admite que es necesario replantear la dirección de los esfuerzos de restauración.

- **Adaptación del manejo adaptativo al monitoreo 2017 PNN Los Nevados.**

El Manejo adaptativo es la respuesta concreta a todo el proceso de monitoreo de las estrategias de la FASE I y FASE II en el 2017, en donde la principal conclusión del trabajo de Sesquilé (2017) fue no continuar con los monitoreos de las estrategias, se empiezan con la evaluación por medio del Manejo adaptativo.

- ❖ Objetivo.
 - ✓ Evaluar el avance recambio de especies de las futuras acciones de restauración activa en los componentes estructura y función en el PNN Los Nevados en áreas afectadas por incendios forestales y ganadería.
- ❖ Modelo conceptual.
 - ✓ Los resultados del monitoreo Sesquilé (2017).

Conclusión general: No continuar con los monitoreos, porque no hubo una buena relación costo beneficio o no alcanzan los objetivos de restauración planteados, debe nuevamente proponer un nuevo proyecto de restauración, con plan de monitoreo y de manejo adaptativo.

- ❖ Modelo de decisiones.
 - ✓ **Cambio del objetivo:** la evaluación señala que las acciones no alcanzarán las metas propuestas, por lo cual se admite que es necesario replantear la dirección de los esfuerzos de restauración.

- **Propuesta de manejo adaptativo:**

Para dar inicio a nuevas acciones de restauración activa se recomienda seleccionar las siguientes pautas para dirigir su proyecto:

✓ **Diseño del proyecto.**

Identifique el problema de investigación, plantee una pregunta de investigación, objetivos de restauración concretos, metas a corto, mediano y largo plazo. Vargas (2007) recomienda que los objetivos deben ser claros para lograr el éxito en efectividad y costos, donde tome en cuenta los factores externos, cambio global y su relación con las especies. Se proponen para el PNN Los Nevados los objetivos y las metas mencionadas en el plan de monitoreo mencionado en el segmento anterior. Sin embargo, depende de las metas que se planteen.

✓ **Caracterización diagnóstica.**

Empiece con una un caracterización diagnóstica de un área de interés. Según Barrera-Cataño et al. (2010) para el abordaje de las caracterizaciones se debe tener en cuenta: Los niveles o escala de abordaje (población, comunidad, ecosistemas o paisajes); Zonificación del área de estudio; Identificación de los tensionantes y limitantes que afectan el sistema; Definir las estrategias que cumplan con los objetivos (rehabilitación, recuperación o restauración).

Esas acciones se pueden complementar con tres etapas fundamentales de un diagnóstico para restauración ecológica: 1) búsqueda de información 1 y 2: revisión bibliografía de estudios previos del sector, adquisición de sensores remotos (ortofotomapas, modelos digitales de elevación, mapas de usos de la tierra) para identificar unidades de trabajo y las unidades del paisaje (coberturas), definir las variables del estudio. 2) etapa de campo: toma de datos de abióticos (geomorfológicos, edáficos y climáticos), biótica (Flora y Fauna) y socioeconómica (usos actuales y históricos de la tierra e intereses de la comunidad). 3) etapa de organización, análisis y síntesis de información: conclusiones para concretar los indicadores más adecuados para medir el éxito de la restauración.

Para el caso de la vegetación, se debe realizar una matriz que resuma los índices, variables fisionómicas, florísticas, fitosociológicas, diversidad con el fin de escoger las comunidades, grupos fitosociológicos y estados sucesionales. Para la fauna, se deben realizar índices, tablas y figuras que diagramen su ensamblaje, estructura trófica y relaciones con el ecosistema. Con esa información se correlacionan los datos para interpretar la de estructura y función del área a restaurar y el ecosistema de referencia.

Por último, se realiza la cartografía base con la zonificación del predio a restaurar ajustado con la nueva información de campo. Se entrega el informe final de diagnóstico que tendrá: informe del diagnóstico, plan de monitoreo y seguimiento, recomendaciones metodológicas y plan de manejo y programar una socialización con actores involucrados.

✓ **Ecosistema de referencia.**

Se deben priorizar los sitios de referencia para tener un panorama sobre el cual construir los escenarios de restauración en las áreas afectadas. Los criterios para escoger el referente son: estudios paleoecológicos regionales; la reconstrucción de la historia del sitio (cronistas, viajeros geógrafos, naturalistas); Material disponible la más reciente posible (fotos aéreas, mapas, fotografías, descripciones); Conocimiento de la historia de uso de la tierra y dinámicas sociales presentes en el área; Identificación de los sitios sin intervención, caracterizar áreas adyacentes e interpretar la dinámica de la vegetación y la transformación del paisaje (Vargas, 2007).

✓ **Elección de los sitios de implementación.**

Los resultados de diagnósticos de los factores bióticos y abióticos dan una luz sobre donde establecer las estrategias de restauración, pero se deben contar con varios criterios alternativos criterios para empezar con la implementación. Vargas (2007) sugiere 11 supuestos para la elección del sitio a restaurar:

Primero, la llegada al sitio de implementación debe ser asequible (vías o caminos de sin acceso restringido para llegada del material vegetal, personal técnico, comunidades, desarrollo del monitoreo); Áreas de interés comunitario para socializar; Identificar los disturbios y el riesgo que persistan; empezar el trabajo educación ambiental con la comunidad e identificar sus intereses y que comparten con los objetivos del proyecto; identificar si se presenta herbívora por fauna en la zona; evaluar el riesgo de introducción de especies invasoras y evaluar las condiciones del suelo.

✓ **Selección de plantas para estrategias de restauración.**

La elección de especies nativas para restauración se fundamenta sobre los rasgos historia de vida de cada especie, los cuales son aprovechados para incentivar el recambio de especies y la recuperación de la estructura vegetal. Vargas (2007), recomienda que en suelos muy pobres y disturbados se deben escoger individuos con rasgos de vida funcionales que son capaces de modificar y mejorar las condiciones del sitio, como (fijadoras de nitrógeno, aumente la hojarasca y disponibilidad de cationes; así mismo, agrupar a las especies en grupos funcionales para que todas me lleven a un mismo objetivo.

✓ **Diseño de los núcleos de vegetación.**

En futuras núcleos de vegetación se recomienda una densidad alta de individuos por unidad de área, ya que se reporta que grandes tamaños en los núcleos aumentan la lluvia de semillas en el área a restaurar (Zahawi & Augspurger, 2006). Por otro lado, la densificación de individuos implementados en los diseños aumentan los porcentajes de supervivencia de especies, Dalmasso (2010) reporta que con un densidad no menor a 625 ind/ha hasta 1.600 ind/ha el porcentaje de especies arbustivas es superior al 75% y para herbáceas supera el 50% de supervivencia. En estrategias de restauración de Páramo y bosque (Insuasty-Torres et al. (2012) y Rojas-Zamora,

(2013) implementan entre 41-25 individuos de Espeletia y Lupinus en parcelas o 4m² con una supervivencia del 85%-78%. En Bosque Altoandino Gutiérrez (2012) con densidades 85 individuos en 289m². Por lo cual, se recomienda para PNN Los Nevados densificar las estrategias para Páramo y Bosque dependiendo, la disponibilidad de material vegetal y recursos pero con un número mínimo de 12 plantas por 1m².

✓ **Alturas de individuos y requerimientos de las especies implementadas.**

Las alturas de las plantas son un criterio muy importante en la restauración ecológica porque de este paramento dependen muchos factores nutricionales, morfológicos y sanitarios para que se mantengan en el tiempo y a las nuevas condiciones en los sitios en restauración. Sobre las recomendaciones de DAMA (2004) y Insuasty-Torres et al. (2012) se propone que los individuos arbustivos y arbóreos sean sembrados en una altura entre 50cm y 1,50m y los individuos tipo macolla (Espeletias) sean implementadas entre 15 y 20cm para aumentar las probabilidades de supervivencia.

Además, las bolsas del material (pan de tierra) debe tener unas dimensiones mínimas de 30 x 20cm y máximo de 40 x 30cm, el plateo debe ser de 50 cm alrededor del individuo y se debe realizar tres plateos en seis meses (dos meses), hasta que el individuo se adapte al nuevo sitio. El ahoyado (huecos) debe tener una dimensión de 50 x 50 x 50cm, esta distancia se puede ajustar al tipo de individuo; sin embargo, cuando los suelos son compactados debe tener la mayor proporción (DAMA, 2004).

La siembra se debe hacer incluyendo materia orgánica y cascarilla de arroz (limpia) y se debe realizar actividades de mantenimiento los dos o tres primeros años, las actividades incluidas en el mantenimiento son: 1) riego, se deben hacer de manera periódica los primeros seis meses (20 lts por planta); 2) fertilización, en cualquier deficiencia morfológica presentada por los individuos

deben hacerse fertilizaciones; 3) replanteo, cuando las estrategias muestran un porcentaje de mortalidad superior al 5%, se deben reemplazar los individuos (DAMA, 2004).

✓ **Implementación de parcelas permanentes de monitoreo.**

Las parcelas permanentes se van a tomar con las recomendaciones de Osinaga-Acosta *et al.* (2014) del actual informe, donde el autor recomienda antes de empezar el monitoreo delimitar espacios homogéneos y de fácil acceso, debe garantizar la permanencia de las parcelas en el tiempo, no debe pasar ningún cuerpo de agua, no deben haber comunidades cerca de las estrategias, si se establecen en pendiente se ubican de manera perpendicular y deben estar marcadas georeferenciada y cada una con su respectiva etiqueta.

✓ **Indicadores de monitoreo.**

Si se va empezar con el monitoreo a partir de la vegetación se recomienda establecer la misma metodología de Sesquilé (2017), la cual se fundamenta los indicadores de sobre los trabajos de Aguilar-Garavito & Ramírez (2015) y Peña (2017) numeral 10.1, en el cual se proponen indicadores para el monitoreo de la vegetación para composición (listados de especies nativas y exóticas de arbustos y herbáceas, riqueza e índice de riqueza relativa de arbustos), para la estructura (la densidad, el área basal o cobertura, Índice de diversidad de Shannon–Wiener (H'), Índice de Valor de Importancia de las especies (IVI), Índice de equidad de Pielou (J'), Índice de dominancia de Simpson (D) y el Índice de Predominio Fisionómico (IPF)) (Tabla 30). Para el cercado perimetral Regeneración se evalúan la regeneración natural de la vegetación (% de cobertura de especies), Indicios de los mamíferos exóticos (porcentaje de mamíferos exóticos y porcentaje de abundancia de mamíferos). Estado físico del cercado perimetral (número de averías del cercado y número de broches del cercado).

✓ Manejo de especies invasoras/exóticas.

Dentro del monitoreo se propone un monitoreo de las especies exóticas, se deben realizar algunas acciones de control de especies exóticas. La bibliografía se fundamenta el método de control solo especies invasoras, para este caso, se va a proponer para el especies exóticas e invasoras que se puedan encontrar en el PNN Los Nevados. Según León & Vargas (2011), recomiendan el manejo de las especies invasoras con dos líneas fundamentales: la erradicación y el control. La erradicación es definida como la eliminación definitiva de una especie en un área específica. Control es cuando no se puede erradicar totalmente por sus características ecológicas y se hace necesario acciones mecánicas, físicas, químicas, entre otras para su eliminación.

Vargas et al. (2009) y León & Vargas (2011) reportan las acciones más utilizadas para la eliminación de especies invasoras, entre las que están: Manual, con grandes ventajas a nivel de efectividad y daños ambientales, pero a la vez costosos y demorados; Química, que eliminan plagas y diversidad de especies, pero tiene impactos ecológicos negativos y afectación humana; Biológico, reduce varias invasoras, pero se desconocen sus causas derivadas. Fuego, es el más efectivo en los periodos de ausencia de fructificación de especies, no obstante puede activar otras invasoras o afectar al ecosistema; Inundación, dependen de los niveles del agua para reducir las especies pero aumentan vectores de enfermedades; Arado(mecánico), cubre grandes áreas y eliminan las invasoras desde la raíz, asimismo pueden afectar el banco semillas de nativas y nutrientes del suelo; Sombreado artificial, aunque crea microclima para la llegada de algunas nativas puede inhibir el crecimiento de otras. Pastoreo, aunque si es controlado puede ser efectivo a gran escala, puede tener inconveniente con de convertirse en dispersores o tensionantes del suelo.

En varios casos la aplicación de una sola técnica es insuficiente para control de la especie, por esto en la mayoría de los casos se combinan para obtener mejores resultados (Vargas et al. 2009, León & Vargas 2011). Para el caso del PNN Los Nevados se recomienda una combinación de control por eliminación manual y mecánica, porque es la que mayor efectividad con eliminación desde la

raíz y menores impactos ecológicos pueda tener entre el resto de técnicas. Sin embargo, depende de los objetivos planteados, las características ecológicas de la especie, la cantidad de espacio cobertura ocupado por la misma, características del suelo, presencia de especies nativas.

✓ **Manejo adaptativo.**

Para el manejo adaptativo a ser el mismo palmoteado por Thom (2000), adaptado por Sesquilé 2017 numeral 10.3.1 y propuesto para el PNN Los Nevados. Donde se empieza con planteando los objetivos, pasan al modelos conceptual (monitoreo) y por último, el marco conceptual el cual se toman las decisiones, de continuar el proceso sin hacer nada, de intervenir y continuar con el proceso o por el contrario, evaluar y aceptar que los objetivos planteados no van dentro del umbral de aceptación y replantearse el proyecto desde los objetivos.

Bibliografía.

- Aguilar-Garavito, M., & Ramírez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- ambiente, D. t. (2004). *Guía técnica de restauración de áreas de rondas y nacederos del distrito capital*. Bogotá.
- Avella-M, A., Torres-R, S., Gómez-A, W., & Pardo-P, M. (2014). Los páramos y bosques altoandinos del pantano de Monquentiva o pantano de Martos (Guatavita, Cundinamarca, Colombia): caracterización ecológica y estado de conservación. *Biota Colombiana*, 3-39.
- Barrera-Cataño, J., Contreras-Rodríguez, S., Ochoa-Carreño, A., Perilla-Castro, S., Garzón-Yepes, N., & Rondón-Camacho, D. (2009). *Restauración Ecológica de Áreas Afectadas por Minería a cielo Abierto en Colombia. Capítulo: Importancia de las caracterizaciones d*. Bogota.
- Bedoya, F., Bedoya, J., Ochoa, J., & Rivera, F. (2013). *Informe ejecutivo de las acciones realizadas por el componente de restauración*. CORPOCALDAS.
- Beever, E., & Brussard, P. (2000). Examining ecological consequences of feral horse grazing using exclosures . *Western North American Naturalist* 60, 236-254 .
- Bejarano-Bonilla, D., & Jiménez-Bonilla, A. (2009). Primer registro de sitio dormidero para una colonia del lorito cadillero, *bolborhynchus ferrugineifrons*, y, algunas observaciones ecológicas y comportamentales. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 3-22.
- Cárdenas, D., Castaño, N., & Cardenas, T. (2010). *Análisis de riesgo de especies de plantas introducidas Para Colombia*. En: Baptiste, M. Cataño, N. Cárdenas, D. Gutiérrez, F. Gil, D. Lasso, C. 2010. *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies*

introducidas para Colombia. IAvH. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

Cárdenas-López, D., Baptiste, M., & Castaño, N. (2017). *Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Cardona, A. (2007). *Restauración Ecológica PNN Los Nevados. Proyecto Uso y Conservación de la Biodiversidad en los Andes Colombianos*. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales Instituto Alexander Von Humboldt.

Carvalho, G. (2009). Especies exóticas e invasiones biológicas. *Ciencia ahora* (23), 1-21.

Chao, A., Chazdon, R., Colwell, R., & Shen, T. (2005). *Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. Zaragoza: Monografías Tercer Milenio.

Dalmasso, D. (2010). Revegetación de áreas degradadas con especies nativas. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 45 , 149-171 .

Domínguez, E., Elvebakk, A., Marticorena, C., & Pauchard, A. (2006). Plantas introducidas en el Parque Nacional Torres del Paine, Chile. *Gayana Bot* 63, 131-141.

Dorrough, J., McIntyre, S., Brown, G., Stol, J., Barrett, G., & Brown, A. (2012). Differential responses of plants, reptiles and birds to grazing management, fertilizer and tree clearing. *Austral Ecology* , 569–582.

Eraso, P., Guaitarilla, D., Mahecha, S., & Lagos, L. (2016). Variación fenotípica de *hesperomeles obtusifolia* (cerote común) entre ambientes conservados y perturbados de la reserva

- natural pueblo viejo municipio de Mallama Departamento de Nariño-Colombia. *Asoc. Col. Cienc*, 46-56 .
- Franzese, J., & Ghermandi, L. (2014). Seed longevity and fire: post-germination responses of *Rumex acetosella* L. in northwest Patagonian grasslands (Argentina). *Plant Species Biology*. 29, 2. 202-206. *Plant Species Biology*. 29,, 202-206.
- Fuentes, N., Sánchez, P., Pauchard, A., Urrutia, J., Cavieres, L., & Marticorena, A. (2014). *Plantas invasoras del centro-sur de Chile: Una guía de campo. Laboratorio de Invasiones biológicas (LIB). Concepción, Chile. Concepción.*
- Gaviria, J. (1997). Sinopsis del género *Lachemilla* (Focke) Rydberg (Rosaceae) para Venezuela. *Plántula* , 189-212.
- Giraldo-Cañas, D. (2013). *Las gramíneas en Colombia. Riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares. Serie Biblioteca José Jerónimo Triana N0 26. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Cien.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Gutiérrez, N. (2012). *Estado de la vegetación en núcleos de restauración utilizados para el restablecimiento del bosque Altoandino del parque forestal embalse del Neusa, Cundinamarca, Colombia (Tesis). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de estudio.* Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- Holanda, P. (2007). *Restauración Ecológica PNN Los Nevados. Informe final.*
- Houssard, C., & Escarré, J. (1995). Variation and Covariation among Life-History Traits in *Rumex Acetosella* from a Successional Old-Field Gradient. *Oecologia*. , 70–80.
- Insuasty-Torres, J., Gómez-Ruiz, A., Rojas-Zamora, O., Cárdenas, C., & Vargas-Ríos, O. (2011). *Estrategias para la restauración ecológica de los páramos en áreas afectadas por*

pastoreo (Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia). Memorias del primer congreso Colombiano de restauración ecológica. Bogotá: Gente nueva.

Jaimes, V., & Sarmiento, L. (2002). Regeneración de la vegetación de páramo después de un disturbio agrícola en la cordillera oriental de Colombia. *Ecotropicos*, 61 - 74.

León, O., & Vargas, O. (2011). *Estrategias para el control, manejo y restauración de áreas invadidas por retamo espinoso (Ulex europaeus) en la vereda El Hato, Localidad de Usme, Bogotá D.C. Restauración Ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de restauración.* Bogotá: Gente nueva.

Lotero, J. (2007). *recuperar el páramo. Restauración ecológica en la laguna del otún., PNN Los Nevados.* Pereira, Risaralda.

Lotero, J., Trujillo, L., Vargas, W., & Castellanos, O. (2010). *Restauración ecológica en páramos del Parque Nacional Natural Los Nevados.* Bogotá.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Parques Nacionales Naturales.

Mardones, D., Fuentes, N., & Saldaña, A. (2015). Comparación de la severidad de invasión asociada a caminos con diferentes niveles de perturbación en un bosque templado lluvioso del sur de Chile. *Gayana Bot*, 221-230.

Margalef, R. (1969). *El ecosistema pelágico del Mar Caribe. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle.*

Marín, C., & Parra, S. (2015). *Bitácora de flora: Guía visual de plantas de páramos en Colombia.* Bogotá.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Matson, E., & Bart, D. (2014). Plant–community responses to shrub cover in a páramo grassland released from grazing and burning. *Austral Ecology* 39., 918–928 .

- Minga, D., Ansaloni, R., Verdugo, A., & Ulloa, C. (2016). *Flora del páramo del Cajas, Ecuador*. Cuenca: Imprenta Don Bosco.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), 2. (2015). *Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo. . Bogota D.C.
- Molina-Montenegro, M., Peñuelas, J., Munne-Bosch, S., & Sardans, J. (2012). Higher plasticity in ecophysiological traits enhances the performance and invasion success of *Taraxacum officinale* (dandelion) in alpine environments. *Biol Invasions*, 21- 33.
- Molinillo, M., & Monasterio, M. (2002). Patrones de vegetación y pastoreo en ambientes de paramo. *Ecotropicos. Sociedad Venezolana de Ecología.*, 19-34.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: M&T–Manuales y Tesis SEA.
- Osinaga, O., Baez, S., Cuesta, F., Malizia, A., Carrilla, J., Aguirre, N., & Malizia, L. (2014). *Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos-Protocolo extendido. Protocolo 2 - Version 1*. Quito: CONDESAN / IER-UNT/ COSUDE.
- Peña González, N. (2017). *Resultados, análisis y recomendaciones del método de monitoreo para evaluar el estado de aislamientos perimetrales en el PNN los Nevados, Cuenca alta del río Otún*. Bogota.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ramírez, A. (1999). *Ecología Aplicada. Diseño y Análisis Estadístico*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

- Rangel, J., & Ariza-N, C. (2000). *La vegetación del Parque Nacional Natural Chingaza*. 720-753. En: Rangel, J. 2000. *Colombia diversidad biótica III: La región de Vida Paramuna*. Editorial Unibiblos. Bogotá.
- Rangel-Ch, J., & Velázquez, A. (1997). *Métodos de estudio de la vegetación. M. Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Rangel-Ch, O. (2000). *Colombia Diversidad Biótica III La región de vida paramuna*. Bogotá.: Universidad Nacional de Colombia. .
- Rodrigues, R., Padovezi, A., Turini-Farah, F., CoutoGarcia, L., Dias, L., Sanglade, A., . . . Mattos, C. (2013). *Protocolo de monitoracion para programas/proyectos de restauracion forestal. Pacto Pela Restauracao da Mata Atlantica*.
- Rodriguez-Beltran, W., & Vargas, O. (2002). *Rodriguez-Beltran, W. Vargas, O. 2002. Estrategias de regeneración postquema en áreas de vegetación altoandina tipo matorral*. Bogotá: Jardín Botánico José Celestino Mutis.
- 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). *Rev. Biol. Trop.*
- Rozzi, R., Charlin, R., Ippi, S., & Dollenz, O. (2004). Cabo de Hornos: un parque nacional libre de especies exóticas en el confín de américa. *Anales Instituto Patagonia.*, 55-62.
- Salgado, B., García, H., & Jácome, J. (2013). *Establecimiento de un sistema de parcelas permanentes en zonas del páramo Chingaza multipropósito (funcional, comunidad y poblaciones), 38175 registros*. Bogota: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- San Miguel, A. (2007). *Leguminosas de interés para la implantación de praderas. Ecología y pautas básicas de utilización*. Madrid: Departamento de Silvopascicultura Universidad Politécnica de Madrid E.T.S. .
- Stopp, G., White, S., Clements, D., & Upadhyaya, M. (2011). The Biology of Canadian Weeds. 149. *Rumex acetosella* L. Can. J. . *Plant Sci.* , 1037-1052 .
- Thom, R. (2000). Adaptive management of coastal ecosystem restoration projects. *Ecological Engineering*, 365–372.
- Toro, J. (2010). *Árboles de Antioquia. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia*. Medellín : CORANTIOQUIA.
- Trujillo, I. (2009). *Restauración Ecológica PNN Los Nevados. Informe final*. .
- UICN. (2000). *Guías para la prevención de pérdidas de diversidad biológicas ocasionadas por especies exóticas invasoras. Species Survival Comisión. Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza*.
- Vallejo-Joyas, M., Londoño-Vega, A., López-Camacho, R. G., Álvarez-Dávila, E., & Devia-Álvarez, W. (2005). *Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Vargas, O. (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque Altoandino. Grupo de Restauración Ecológica Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Departamento de Biología*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Vargas, O. (2013). *Disturbios en los páramos andinos*. Researchgate.

- Vargas, O., León, O., & Díaz, A. (2009). *Restauración Ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas. Secretaria Distrital de Ambiente. Convenio Interadministrativo 041 de 2007. Bogota D.C.*
- Verweij, P. (1995). *Spatial and Temporal Modelling of Vegetation Patterns. Burning and grazing in the paramo of los Nevados National Park, Colombia. .*
- Vidal, O., Aguayo, M., Niculcar, R., Bahamonde, N., Radic, S., San Martín, C., . . . Félez, J. (2015). Plantas invasoras en el Parque Nacional Torres del Paine (Magallanes, Chile): estado del arte, distribución post-fuego e implicancias en resta. *Anales instituto patagonia*, 75 - 96.
- Villareal, H., Álvarez, S., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventario de biodiversidad. Bogotá: Instituto de investigación Alexander Von Humboldt.*
- Zahawi, R., & Augspurger, C. (2006). Tropical forest restoration: tree islands as recruitment foci in degraded lands of Honduras. *Ecological Application*, 464–478.