

**ESTADO DE LA VEGETACION EN NÚCLEOS DE RESTAURACION
UTILIZADOS PARA EL RESTABLECIMIENTO DEL BOSQUE ALTOANDINO
DEL PARQUE FORESTAL EMBALSE DEL NEUSA, CUNDINAMARCA,
COLOMBIA.**

NICOLAS GUTIERREZ MORALES

**TRABAJO DE GRADO
Presentado como requisito
para optar al título de**

ECÓLOGO



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES
CARRERA DE ECOLOGIA**

Bogotá D.C

Junio de 2012

**ESTADO DE LA VEGETACION EN NÚCLEOS DE RESTAURACION
UTILIZADOS PARA EL RESTABLECIMIENTO DEL BOSQUE ALTOANDINO
DEL PARQUE FORESTAL EMBALSE DEL NEUSA, CUNDINAMARCA,
COLOMBIA.**

NICOLAS GUTIERREZ MORALES

LUIS ALBERTO VILLA DURÁN

Decano Académico

JOSÉ NICOLÁS URBINA CARDONA

Director Carrera de Ecología

**ESTADO DE LA VEGETACION EN NÚCLEOS DE RESTAURACION
UTILIZADOS PARA EL RESTABLECIMIENTO DEL BOSQUE ALTOANDINO
DEL PARQUE FORESTAL EMBALSE DEL NEUSA, CUNDINAMARCA,
COLOMBIA.**

NICOLAS GUTIERREZ MORALES

APROBADO

José Ignacio Barrera PhD.

Director

Carlos Devia

Jurado

Gonzalo de las Salas

Jurado

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la resolución No 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará por qué no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

AGRADECIMIENTOS

- A José Ignacio Barrera por brindarme la oportunidad de hacer parte de la Escuela de Restauración Ecológica de la Pontificia Universidad Javeriana, y por su apoyo y enseñanza.
- A la Escuela de Restauración Ecológica de la Pontificia Universidad Javeriana por abrirme sus puertas y conocimiento.
- A Carolina Moreno y Sandra Contreras por su paciencia y apoyo incondicional.
- A mi familia por todo el apoyo que me han brindando siempre.
- A todas las personas que hicieron parte de este proceso.
- A Ana María Guevara por su apoyo incondicional, paciencia y por siempre creer en mí.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. MARCO TEORICO	13
2.1. Bosques altoandinos y sus características	13
2.2 La vegetación como un componente importante del bosque altoandino	14
2.2.1 Composición y estructura de la vegetación	14
2.2.2 Atributos vitales de la vegetación	16
2.3 El disturbio y la sucesión vegetal como procesos de transformación de la vegetación	17
2.4 La restauración como el proceso de asistir la sucesión vegetal.....	19
2.5 La nucleación como estrategia de restauración.....	20
3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
3.1 Pregunta de investigación	22
4 JUSTIFICACION.....	22
5. OBJETIVOS.....	22
5.1 Objetivo General	22
5.2 Objetivos Específicos	23
6. AREA DE ESTUDIO	23
7. ANTECEDENTES.....	25
7.1 Los núcleos de restauración.....	25
7.2 Las especies plantadas en los núcleos.....	29
7.2.1 Arboloco (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)	29
7.2.2 Chilca (<i>Bacharis latifolia</i>)	30
7.2.3 Laurel hojipequeño (<i>Morella parvifolia</i>)	31
7.2.4 Chuque (<i>Viburnum tryphillum</i>)	31
7.2.5 Arrayán (<i>Myrcianthes leucoxylla</i>).....	32
7.2.6 Encenillo (<i>Weinmannia tomentosa</i>)	33

8. METODOS	34
8.1 Fase de campo.....	34
8.1.1 Registro de especies plantadas.....	34
8.1.2 Registro de especies asociadas	35
8.1.3 Determinación taxonómica	37
8.1.4 Colecta de material vegetal	37
8.1.5 Preparación de muestras para herbario.....	37
8.2 Determinación taxonómica en el herbario.....	38
8.3 Tratamiento de datos.....	38
8.3.1 Vegetación plantada.....	38
8.3.2 Vegetación asociada	40
9. RESULTADOS	45
9.1 Especies plantadas	45
9.1.1 Mortalidad	45
9.1.2 Altura.....	46
9.1.3 Cobertura	47
9.1.4 Área basal	47
9.2 Especies asociadas.....	49
9.2.1 Composición florística	49
9.2.2 Estructura.....	50
9.2.3 Atributos vitales	58
9.2.4 Índices de diversidad.....	60
9.2.5 Índice de similaridad de Bray-Curtis	61
10. DISCUSION	62
11. CONCLUSIONES	67
12. RECOMENDACIONES	68
13. RERERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	70
14. ANEXOS.....	79

INDICE DE FIGURAS

Figura1. Ubicación del Sector Piscícola, Parque Forestal del Embalse del Neusa.....	25
Figura2. Distribución de los transectos en los núcleos.....	26
Figura3. Núcleos de vegetación nativa ubicados en el área de estudio.....	27
Figura4. Núcleos de vegetación nativa implementados en el Parque Forestal Embalse del Neusa.....	28
Figura5. Especies y número de individuos plantados en los núcleos de vegetación.....	28
Figura6. Ejemplo de etiqueta usada para marcar los individuos plantados.....	29
Figura7. Medición de cobertura de un individuo de <i>Morella parvifolia</i>	35
Figura8. Distribución de los transectos y sus segmentos dentro de los núcleos de vegetación.....	36
Figura9. Esquema para estimar la proyección de copa de un árbol.....	39
Figura10. Porcentaje de especies por familia.....	50
Figura11. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en general en todos los núcleos.....	51
Figura12. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo 1.....	51
Figura13. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo2.....	52
Figura14. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo 3.....	52
Figura15. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo 4.....	53
Figura16. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo 5.....	53
Figura17. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo 6.....	54
Figura18. Porcentaje (%) de cobertura de cada estrato para todos los núcleos.....	55

Figura19. Porcentaje (%) de cobertura de cada estrato para cada uno de los núcleos...	55
Figura20. Número de especies en cada intervalo de altura para todos los núcleos.....	57
Figura21. Porcentaje de especies por hábito de crecimiento.....	58
Figura22. Porcentaje de especies nativas y exóticas.....	58
Figura23. Porcentaje de especies por tipo de dispersión.....	59
Figura24. Porcentaje de especies por ciclo de vida.....	59
Figura25. Valores de diversidad, equidad y dominancia para cada núcleo.....	60
Figura26. Diagrama de disimilaridad de Bray – Curtis.....	61

INDICE DE TABLAS

Tabla1. Datos de supervivencia para todos los individuos plantados en los seis núcleos muestreados.....	45
Tabla2. Individuos muertos de todas las especies en los seis núcleos.....	46
Tabla3. Datos de altura promedio para todos los individuos medidos.....	46
Tabla4. Datos de cobertura promedio para todos los Individuos medido.....	47
Tabla5. Datos de área basal promedio en seis núcleos muestreados.....	48
Tabla6. Datos de frecuencia de rebrotes en los seis núcleos, para cada especie plantada.....	48
Tabla7. Número de familias, géneros y especies encontrados en cada uno de los núcleos.....	49
Tabla8. Especies con mayor cobertura por núcleo para los estratos rasante y herbáceo en cada núcleo.....	56

RESUMEN

El presente trabajo forma parte del proyecto “La nucleación como estrategia de restauración ecológica en el Parque Forestal Embalse del Neusa” de la Escuela de Restauración Ecológica (ERE) de la Pontificia Universidad Javeriana, en este trabajo se caracterizó la vegetación en seis núcleos de restauración implementados por la ERE, cuyo fin es el restablecimiento del bosque altoandino en el Parque Forestal Embalse del Neusa.

La caracterización se realizó en el mes de Marzo del 2012, 16 meses después de efectuada la tala rasa; a través de la medición de indicadores de estructura (altura, cobertura, DAP y área basal) de los individuos plantados en los seis núcleos de restauración, y de composición y estructura (vertical y horizontal) de las especies asociadas a estos núcleos. Los resultados sugieren una alta mortalidad en la vegetación plantada así como la ocurrencia de rebrotes en los individuos supervivientes. De igual manera, se evidencia la dominancia de *Phytolacca bogotensis* y su efecto facilitador sobre las especies plantadas así como la presencia de numerosas especies de Asteraceas y de algunas gramíneas invasoras y dominantes como *Holcus lanatus*.

La discusión gira en torno a las posibles causas de la mortalidad de especies plantadas y a los atributos vitales de las especies dominantes y su relación con el estado actual de la vegetación. Adicionalmente se plantean algunas recomendaciones relacionadas con la implementación, evaluación y seguimiento de la vegetación en los núcleos de restauración.

Palabras clave: Restauración ecológica, nucleación, caracterización, sucesión vegetal, vegetación, composición y estructura.

1. INTRODUCCIÓN

Colombia es uno de los países con mayor expresión de la diversidad biológica en todos los niveles en que esta condición se expresa, y la zona andina en particular, donde se concentra gran parte de la población y también gran parte de la diversidad biológica (Cavelier et al. 1995; Rangel 1995; Mendoza y Etter 2002; Barrera 2010); ha sido objeto de una intensa intervención y transformación de sus ecosistemas naturales a sistemas pecuarios, agrícolas o urbanos, ocasionando pérdida de biodiversidad, disminución en calidad y cantidad de los recursos hídricos, degradación de los suelos y la pérdida de múltiples servicios ambientales asociados (Barrera y Valdés 2007; Barrera 2007; Barrera 2010; MAVDT 2010).

En el Parque Forestal Embalse del Neusa, los ecosistemas naturales han sufrido múltiples disturbios a lo largo de los años como consecuencia entre otras cosas del cambio de uso. Producto de dicho cambio, para el año de 1949 gran parte del terreno en uso agrícola y pecuario fue inundado para la construcción del embalse del mismo nombre con el propósito de abastecer agua a los acueductos de Bogotá y pueblos vecinos. Posterior a la construcción del embalse, los terrenos aledaños fueron plantados con especies exóticas principalmente *Pinus patula*, con el fin de controlar la erosión y el transporte de sedimento desde las laderas hasta el embalse (IFCAYA 1990; García 1998).

En los últimos treinta años se ha generado polémica sobre los efectos ambientales que generan las plantaciones monoespecíficas de coníferas, en los componentes suelo, agua y fauna de los ecosistemas donde se realiza esta actividad. Gran parte de las plantaciones se llevaron a cabo con el propósito de controlar la erosión en laderas deforestadas o con fines madereros, pero nunca se consideró los efectos que se podrían generar sobre dichos sitios a posteriori (Cortés et al. 1990; Cavelier y Santos 1999; Huber et al. 2010).

Entre los efectos que han sido estudiados posteriormente como consecuencia de dichas plantaciones se incluyen; una mayor evapotranspiración e hidrofobicidad y una baja retención de calor, lo que afecta la dinámica hídrica a nivel regional (León-Gamboa *et al.* 2010).

Ante esta problemática se ha replanteando el esquema tradicional de reforestación, al tres bolillo o en cuadro, con especies exóticas e incluso con especies nativas con fines de conservación, y se ha propuesto la alternativa de la restauración ecológica, cuya meta es llevar al ecosistema degradado a una condición semejante o parecida a la de predisturbio, buscando que sea autosostenible y cuyo objetivo principal es la preservación de las especies y del sistema en general, favoreciendo la regulación hídrica, la regulación de la erosión y el almacenamiento de la materia orgánica (SER 2004; Barrera 2010).

En 1992, Colombia firmó el convenio de diversidad biológica (CDB) y se comprometió a rehabilitar y restaurar ecosistemas degradados, como el Parque Forestal Embalse del Neusa, que fue incluido en un proyecto que busca fomentar el desarrollo del ecoturismo y la educación ambiental con criterios de conservación y restauración de escenarios naturales, empleo verde y aumento y protección de cobertura boscosa nativa (Contratos 2009; MAVDT 2010).

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y Geoambiente (contratista), están realizando en este parque forestal el aprovechamiento de dichas plantaciones de coníferas, con el propósito de reemplazarlas por bosque altoandino mediante estrategias de restauración ecológica. Es así como la Escuela de Restauración Ecológica de la Pontificia Universidad Javeriana, se ha vinculado a este proceso y ha planteado e implementado núcleos de restauración con especies nativas como una herramienta de bajo costo para el restablecimiento del bosque altoandino (Contreras *et al.* 2011).

El presente estudio hace parte del proyecto “La nucleación como estrategia de restauración ecológica en el Parque Forestal Embalse del Neusa” que la Escuela de Restauración Ecológica (ERE) de la Pontificia Universidad Javeriana, realiza en asocio con la empresa Geoambiente y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), y el cual tiene la intención de acelerar el proceso de recubrimiento de especies nativas hacia el bosque altoandino, después de un disturbio por tala rasa de plantaciones de *Pinus patula*.

El presente proyecto titulado; “Estado de la vegetación en núcleos de restauración utilizados para el restablecimiento del bosque altoandino del Parque Forestal Embalse del Neusa, tiene como propósito definir el estado actual de la vegetación de los núcleos utilizados como estrategia de restauración después de 16 meses de ocurrida la tala rasa.

2. MARCO TEORICO

2.1. Bosques altoandinos y sus características

Los bosques altoandinos, también llamados bosques de niebla, constituyen ecosistemas forestales que normalmente ocurren en una franja altitudinal que va desde los 2800 hasta los 3200-3400 msnm, en dichos ecosistemas el ambiente se caracteriza por una cobertura de nubes persistente o estacional. Poseen una alta diversidad de especies por unidad de área que es resultado de la zonalidad altitudinal y latitudinal, así como de la geología presente. Su importancia radica en que son reguladores hídricos, de igual manera, allí nacen importantes ríos que drenan hacia las partes medias y bajas de las cuencas, donde se asienta gran parte de la población de los países andinos en grandes ciudades como Bogotá y Quito (Kappelle y Brown 2001; Tobón 2009).

Algunas especies que son comunes en el bosque maduro y por lo tanto representativas de dicho ecosistema son; encenillo (*Weinmannia tomentosa*, Cunoniaceae), el roble (*Quercus huboldtii*, Fagaceae), la uva de anís (*Cavendishia cordifolia*, Ericaceae), uva camarona (*Macleania rupestris*, Ericáceas), mano de oso (*Oreopanax floribundum*, Araliaceae), gaque (*Clusia multiflora*, Clusiaceae), colorado (*Polylepis quadrijuga*, Rosaceae), sangregao (*Croton smithiannus*, Euphorbiaceae), cedro (*Cedrela montana*, Meliaceae), siete cueros (*Tibouchina lepidota*, Melastomataceae), tuno roso (*Axinaea macrophylla*, Melastomataceae), rodamonte (*Escallonia myrtilloides*, Grossulariaceae), laurel de cera hojiancho (*Morella pubescens*, Myricaceae), tibar (*Escallonia floribunda*, Myricaceae) y el mortiño (*Hesperomeles goudotiana*, Rosaceae) entre otros (CAR 2004).

2.2 La vegetación como un componente importante del bosque altoandino

Rangel y Velásquez (1997) definen a la vegetación como la representación integral de la interacción entre los factores abióticos (suelo, agua y clima entre otros) y los factores bióticos (intrínsecos y extrínsecos), debido a esto su estudio debe abordarse desde diversas perspectivas.

2.2.1 Composición y estructura de la vegetación

La caracterización de la vegetación es el paso inicial para entender la composición de especies de las comunidades vegetales, la cual se expresa como un recuento o listado de especies, dicha información puede ser útil para comparar diferentes comunidades y a su vez como herramienta en la implementación de diseños de restauración de áreas que han sido afectadas por diferentes tipos de disturbios, y también como conocimiento para lograr un manejo efectivo de ecosistemas (Begon *et al.* 1999; Braun-Blanquet *et al.* 1979; Suatunce *et al.* 2003).

La composición florística permite identificar conjuntos de especies que revelan maneras de asociarse en comunidades y también describir un lugar y diferenciarlo de otros a partir de sus características (Rangel y Velázquez 1997; Cano y Stevenson 2008).

De igual manera, la composición de especies de una comunidad refleja una combinación de eventos ambientales actuales e históricos de un sitio, pues los factores ambientales afectan la composición de la comunidad y en consecuencia la misma composición puede proveer información acerca de las condiciones ambientales (Philippi *et al.* 1998; Salamanca 2012) y permitir el planteamiento de hipótesis acerca de la presencia o ausencia de especies en los lugares de estudio (Cano y Stevenson 2008).

Por otra parte, la estructura de la comunidad vegetal hace referencia a la fisonomía o arquitectura de las poblaciones de especies que componen dichas comunidades (SER 2004) y está definida por el ordenamiento en sentido horizontal y vertical de sus componentes. En sentido vertical, el atributo que mejor refleja el aspecto es la estratificación, mientras que en sentido horizontal aparecen el área basal, la densidad y la cobertura (Rangel y Velázquez 1997).

El arreglo de las plantas según estratos y valores de cobertura determina la cantidad de radiación incidente, la acción del viento, el flujo de la precipitación al interior de la comunidad y la evapotranspiración en la fotosíntesis (Barkman 1979; Rangel y Velázquez 1997).

Los datos de campo que se utilizan para la caracterización según estructura son: densidad o número de individuos según el área de de muestreo, altura, cobertura (%) y CAP (cintura a la altura del pecho) (Rangel y Velázquez 1997).

2.2.2 Atributos vitales de la vegetación

Los atributos vitales son cualidades propias de cada especie, a nivel fisiológico, morfológico, anatómico y ecológico que evidencian respuestas ante las condiciones ambientales de un sitio determinado y/o se consideran relevantes por su efecto en el funcionamiento del ecosistema (Castellanos *et al.* 2011). Estas cualidades determinan las secuencias de remplazamiento en el proceso sucesional porque precisan el éxito de las especies ante el disturbio y en consecuencia permiten predecir el desarrollo de la sucesión (Noble y Slatyer 1980, Kessell 1981).

Noble & Slatyer (1980) plantean el desarrollo de un esquema para predecir los principales cambios en la composición de especies y las comunidades vegetales sometidas a perturbaciones. Ellos plantean un pequeño número de características de la historia de vida relacionadas con las especies potencialmente dominantes en una comunidad particular, tales como; el método de arribo o persistencia de las especies, la capacidad de establecerse y crecer hasta la madurez y el tiempo tomado por las especies en alcanzar estados de vida críticos como la madurez reproductiva. De esta manera, son denominadas “atributos vitales” en vista de que son vitales al rol de las especies en una secuencia de reemplazamiento vegetal (Vargas *et al* 1997; Salamanca 2012).

En el marco de los atributos vitales algunos autores clasifican las especies de acuerdo a su procedencia u origen, entre nativas y exóticas, es decir si las especies son propias del lugar o arriban a nuevos lugares y se establecen desde sitios lejanos, afectando la biodiversidad de dicho lugar (Castro Díez *et al.* 2004; Gutiérrez 2006).

Según la UICN (2000) una especie exótica es aquella que se encuentra “*fuera de su área de distribución natural (pasada o presente) y potencial de distribución (fuera del área que ocupaba naturalmente o que pudiera ocupar sin introducción directa o cuidado por parte del hombre), e incluye cualquier parte, gametos o*

propágulos de la especie que puede sobrevivir y luego reproducirse” (Gutiérrez 2006).

La Convención sobre Diversidad Biológica define como especie exótica invasora a las *“especies no nativas que son introducidas deliberadamente o de manera accidental por fuera de su hábitat natural donde éstas se establecen, proliferan y dispersan, de tal forma que causan daños a los intereses del hombre” (Gutiérrez 2006).*

Según la legislación colombiana (Decreto Ley 2811 de 1974 y Decreto 1681 de 1978) una especie aclimatada (naturalizada) es *“toda especie exótica que habiendo sido introducida al país se ha adaptado al medio en forma tal que se propaga naturalmente y tiende a establecer dentro de éste, un área de dispersión geográfica” (Gutiérrez 2006).*

Se puede considerar que una especie vegetal es “nativa” de una zona cuando *“forma parte de la vegetación de la misma sin que hubiera mediado algún tipo de acción humana favoreciendo su llegada, propagación, diseminación, etc.” (Brussa y Grela 2008)*

2.3 El disturbio y la sucesión vegetal como procesos de transformación de la vegetación

El disturbio se define como un evento discreto que rompe la estructura y función de un sistema, generando entonces un área disturbada (Barrera 2007), y un área disturbada es aquella que ha perdido total o parcialmente sus atributos, o en otras palabras su función (productividad, interacciones bióticas, regulación hídrica) y su estructura (organización espacial de las especies, número de especies, estado de las poblaciones) (MAVDT 2010).

Las plantaciones monoespecíficas de coníferas en el contexto del paisaje podrían verse como un tipo de disturbio temporal de los bosques altoandinos, ya que una

vez que son aprovechadas, pueden volver a ser ocupados por la vegetación nativa típica del bosque altoandino (DAMA 2003).

En Colombia las plantaciones forestales de especies introducidas se iniciaron durante el periodo de 1940 a 1996, como consecuencia de la política económica y ambiental que buscaba convertir al país en una potencia forestal y utilizar las especies plantadas como estrategia de reforestación (Mendoza y Etter 2002; Vargas et al 2011).

Con el paso del tiempo y a diferencia de las plantaciones forestales con fines de extracción industrial, que son sometidas a un manejo cauteloso; las plantaciones con fines de conservación son usualmente abandonadas después de la siembra. (Cavelier y Tobler 1998).

Las plantaciones de *Pinus patula* como ejemplo de una plantación forestal monoespecífica, se caracterizan principalmente por no compartir su espacio con otras especies (ni nativas ni introducidas), por obstaculizar el paso de la luz hacia el suelo y por arrojar sus acículas secas al suelo, formando un colchón espeso y denso, de descomposición muy lenta denominado "Mull", que se caracteriza por ser pobre en nutrientes y cuyas sustancias resinosas dificultan el humedecimiento del suelo y el crecimiento de otras especies, tanto rastreras como formadoras de sotobosque (Cavelier y Santos 1999; Estupiñán-Bravo 2002; DAMA 2003).

En vista de las características de los cambios y efectos generados por las plantaciones a los lugares donde son implementados, puede ser fundamental realizar su aprovechamiento con el ánimo de restablecer sistemas nativos que pueden ser muchos más ricos en términos de biodiversidad y de bienes y servicios ambientales (Cavelier y Santos 1999).

Como tal el aprovechamiento consiste en remover la biomasa arbórea mediante la tala rasa, dejando prácticamente sin vegetación al suelo, posterior al aprovechamiento es posible apreciar el proceso de la sucesión vegetal, ya que las

especies que colonizan y se establecen podrán ir siendo reemplazadas unas a otras a través del tiempo y en el espacio (Begon *et al.* 1999; Barrera 2010).

Para el área del estudio se debe ser muy cuidadoso respecto de la colonización de las especies ya que muchas de las áreas adyacentes presentan especies exóticas con características invasoras, lo cual podría desviar la sucesión y nunca llegar al bosque altoandino.

2.4 La restauración como el proceso de asistir la sucesión vegetal

De acuerdo con la Sociedad de Restauración ecológica (SER), la restauración ecológica se define como el proceso de asistir el restablecimiento de los ecosistemas cuando han sido dañados, degradados o destruidos como consecuencia de disturbios naturales o antrópicos, tomando como referencia los ecosistemas predisturbio (Barrera 2002; Barrera 2007). El propósito de este proceso consiste en iniciar y/o acelerar la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad (SER 2004; MAVDT 2010).

Vargas (2011) en Vargas *et al.*, 2011 define 13 pasos a tener en cuenta para la restauración ecológica, de los cuales la evaluación y seguimiento como uno de ellos resulta ser muy importante, ya que permite verificar si el proyecto va en la ruta sucesional deseada y si no es así, permite que se puedan implementar medidas adaptativas, es decir, se pueden ajustar las estrategias y prácticas de restauración que se plantearon al principio del proyecto.

De esta manera, un monitoreo efectivo es aquel que acompaña al proceso de restauración desde el diagnóstico del estado actual del ecosistema, continúa durante la implementación y desarrollo de las estrategias y termina en el momento en que se considera que el ecosistema ha recuperado su integridad ecológica (Holl y Cairns 2002)

2.5 La nucleación como estrategia de restauración

En grandes áreas de tierra a restaurar, los programas intensivos de replantación son muy costosos, y en consecuencia se hace necesaria la aplicación de métodos más rentables y eficientes para facilitar la restauración de un área disturbada, en este sentido las estrategias de restauración más eficientes, en términos de costos y efectividad, consisten en facilitar los procesos de sucesión natural (Corbin y Holl 2012).

El concepto nucleación fue formulado inicialmente por Yarranton y Morrison (1974), quienes en su interés por conocer los cambios en los patrones espaciales durante el curso de una sucesión, concluyeron que algunos organismos vegetales podían formar micro-hábitats, donde las limitaciones sobre el establecimiento de nuevas especies puede ser menor que en las zonas circundantes, debido a la mejoría causada por las plantas pioneras en las condiciones ambientales del sistema, como por ejemplo la estabilización del suelo y el aporte de recursos al mismo durante el transcurrir de una sucesión (Yarranton y Morrison 1974; Tres y Reis 2007; Corbin y Holl 2012). Posteriormente, fueron Reis y colaboradores (2007, 2010) quienes tomaron el concepto de nucleación y lo adaptaron como un tipo de estrategia en la Restauración Ecológica.

La aplicación de núcleos de restauración consiste en el establecimiento de grupos de especies de plantas leñosas nativas con funciones facilitadoras, propias de diferentes estadios sucesionales, en los denominados núcleos, distribuidos en el espacio, donde el desarrollo de la especie central es privilegiado por franjas exteriores que actúan como una protección (Anderson 1953; Tres y Reis 2007; Corbin y Holl 2012).

Posteriormente en estos núcleos, gracias a la acción facilitadora de las especies que se han plantado, llegan y se establecen especies vegetales que de lo contrario no sobrevivirían en áreas abiertas o invadidas por especies exóticas, formando de esta manera núcleos de diversidad. El resultado final a menudo es

que la abundancia, sobrevivencia y riqueza de semillas y plántulas es mayor al interior de los núcleos que al exterior de los mismos (Corbin y Holl 2012).

La selección de especies que puedan ejercer fuerte interacción con la fauna local y sean capaces de atraer animales de comunidades próximas es un factor básico para formar comunidades con una sucesión gradual, pues se mejora, en este sentido, las condiciones del suelo y se aumenta la biodiversidad de productores, consumidores y descompositores (Yanes y Batis-Muños 2001; Bechara 2006).

El éxito de la aplicación de la nucleación como una estrategia de restauración será mayor si el diseño y manejo inicial, activan el proceso de restauración de modo que la dispersión natural y la posterior expansión de los núcleos se desarrollan sin necesidades adicionales de manejo (Corbin y Holl, 2012, Vargas, 2011)

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La implementación de núcleos de vegetación como estrategia de restauración ecológica del bosque altoandino podría resultar muy importante en el restablecimiento de áreas degradadas afectadas por tala rasa, frente a otras estrategias tradicionales. En tal sentido, una manera de saberlo es a través del seguimiento de la vegetación a través de tiempo, ya que de no hacerlo no se podría implementar medidas adaptativas que pudieran ir en la dirección de la meta final de restauración, que para este caso es el restablecimiento del bosque altoandino. Aunque otra manera de saberlo sería mediante la implementación de un experimento donde se contrasten las diferentes técnicas, en este caso no fue posible debido a que las instituciones interesadas no asignaron los recursos para plantear esta otra alternativa. Es por ello que en este caso se realiza la caracterización de la vegetación en los núcleos de restauración, 16 meses después de realizada la tala rasa.

3.1 Pregunta de investigación

- ¿Cuál es el estado actual de la vegetación plantada y asociada a seis núcleos de restauración utilizados como estrategia de restauración ecológica del bosque altoandino, 16 meses después de realizada la tala rasa de la plantación de *Pinus patula* en el Parque Forestal Embalse del Neusa?

4 JUSTIFICACION

En los proyectos de restauración ecológica es de vital importancia realizar planes de evaluación y seguimiento, ya que permiten redireccionar los procesos sucesionales cuando se han desviado de la trayectoria deseada, mediante la implementación de medidas adaptativas.

Este proyecto busca aportar información del estado de la vegetación de los núcleos a las instituciones responsables de la restauración de las áreas taladas, con el fin de que puedan definir y planear medidas adaptativas, desde al análisis de la información obtenida.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Caracterizar la vegetación en seis núcleos de restauración utilizados como estrategia para el restablecimiento del bosque altoandino en el Parque Forestal Embalse del Neusa.

5.2 Objetivos Específicos

- Medir la altura, cobertura y área basal de las especies plantadas en los núcleos de restauración.
- Describir la composición florística y estructura de la vegetación asociada a los núcleos de restauración.
- Identificar los atributos vitales de las especies vegetales asociadas a los núcleos de restauración.

6. AREA DE ESTUDIO

El Parque Forestal Embalse del Neusa está localizado en la cordillera oriental colombiana, en el Departamento de Cundinamarca, en jurisdicción de los municipios de Cogua y Tausa. El valle donde actualmente se encuentra el embalse del Neusa fue siempre conocido como el valle del río Siguateque (Escobar and Nacionales 1991).

Según la clasificación de Holdridge (1978) corresponde a bosque húmedo montano. Los suelos son originarios de areniscas, arcillas y otros materiales propios de la cordillera oriental, se pueden encontrar suelos con aportes de cenizas volcánicas de la cordillera central (Sturm y Rangel 1985; Carrillo *et al.* 2006).

El clima de la región es el típico de regiones tropicales altoandinas, caracterizado por variaciones diarias fuertes de temperatura, pero mínimas a lo largo del año, la temperatura media es de 10.3 °C. El régimen pluviométrico es de tipo bimodal, con un promedio anual de lluvias entre 972-990 mm, picos de lluvias entre abril-mayo y octubre-noviembre y períodos de sequía en diciembre y enero (Malagón *et al.* 1995; Carrillo *et al.* 2006; León-Gamboa, *et al.* 2010).

El Parque Forestal Embalse del Neusa comprende 2.332 hectáreas, con un área plantada de 462.52 hectáreas de especies exóticas del genero *Pinus*, principalmente *Pinus patula*, además de eucalipto y acacia. Estos terrenos son administrados actualmente por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y la plantación está siendo aprovechada, en el marco del proyecto “Aprovechamiento de 462 hectáreas de las especies de *Pinus* y *Eucaliptus*, y con restauración de 502.6 hectáreas de bosque altoandino con especies nativas” (IFCAYA 1990; García 1998).

La Escuela de Restauración Ecológica de la Pontificia Universidad Javeriana en el marco del proyecto “La nucleación como una herramienta para la restauración de un área en proceso de restablecimiento en el Parque Forestal Embalse del Neusa” implementó seis núcleos de vegetación ubicados en el sector de Piscicultura (5°10'42.2"N, 73°56'58.6" W) del Parque Forestal del Embalse de Neusa (Figura 1) a una altura de entre 3 000 y 3200 metros sobre el nivel del mar (Moreno 2011), en un área que 16 meses antes del muestreo realizado en este proyecto, fue plantación de *Pinus patula*, y que ahora carece de vegetación arbórea y es dominada por herbáceas, en particular la guaba (*Phytolacca bogotensis*), aunque también hay áreas de suelo desnudo y restos de madera producto de la extracción forestal.

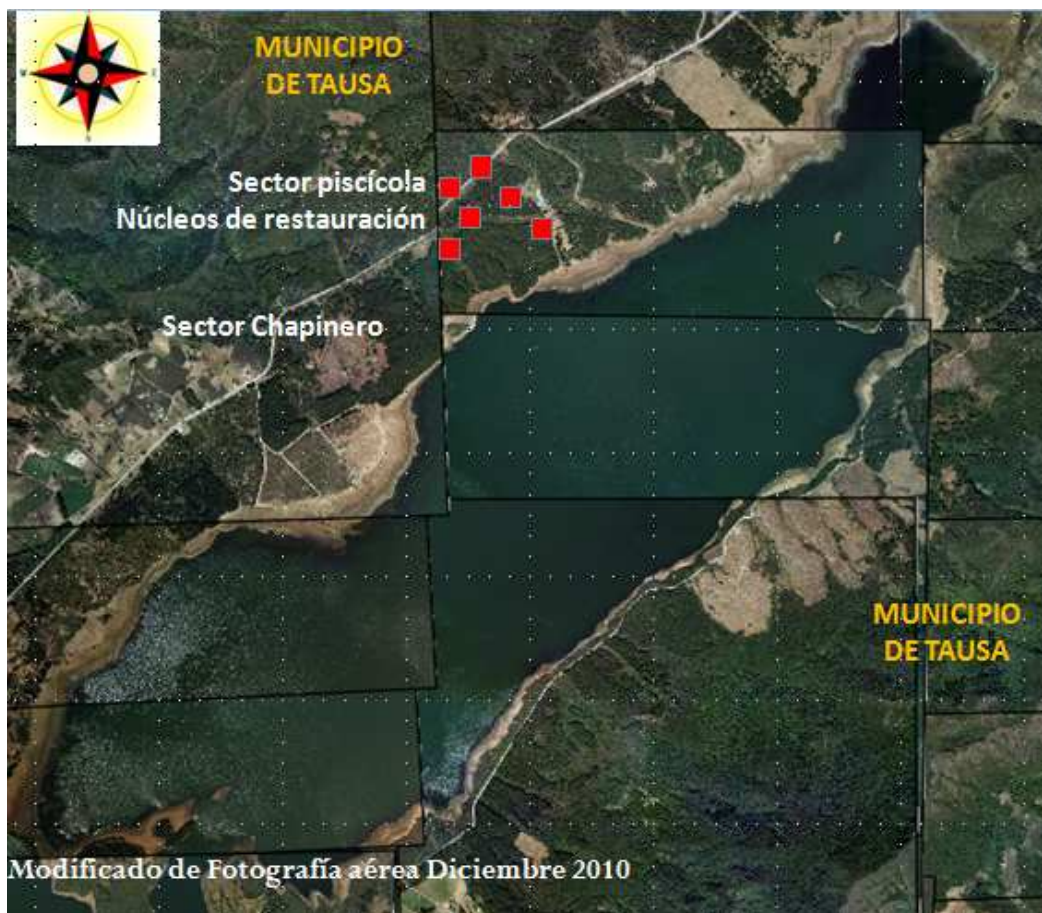


Figura 1. Ubicación del proyecto en el área denominada “Sector Piscícola”, Parque Forestal del Embalse del Neusa. Fotografía aérea Diciembre 2010

7. ANTECEDENTES

7.1 Los núcleos de restauración

El proyecto de nucleación realizado por la Escuela de Restauración Ecológica en asocio con Geoambiente y la CAR es una alternativa piloto a el proyecto o contrato que realiza la CAR conjuntamente con Geoambiente, en el marco del proyecto "Aprovechamiento de 462 hectáreas de las especies de *Pinus* y *Eucaliptus* y restauración de 502.6 hectáreas de las especies de bosque altoandino”.

Inicialmente (año 2011) en el marco del proyecto “La nucleación como una herramienta para la restauración de un área en proceso de restablecimiento en el Parque Forestal Embalse del Neusa” de la Escuela de Restauración Ecológica de la Pontificia Universidad Javeriana en consorcio con la CAR y Geoambiente; se delimitaron seis núcleos de 17 por 17 metros cada uno, en un área donde había sido removida la plantación de pinos a finales del 2010, en el sector conocido como “sector piscícola”.

Posteriormente, con el ánimo de establecer el *área mínima de muestreo*, la Escuela de Restauración Ecológica realizó un muestreo de vegetación en transectos de 17 metros, que arrojó una curva de acumulación de especies y dio como resultado que a partir del transecto 9 se estabilizaba la curva de especies, por esta razón se implementaron diez transectos paralelos rectos a distancias constantes de 1.6 m (Figura 2) (Contreras *et al* 2011; Moreno 2011).

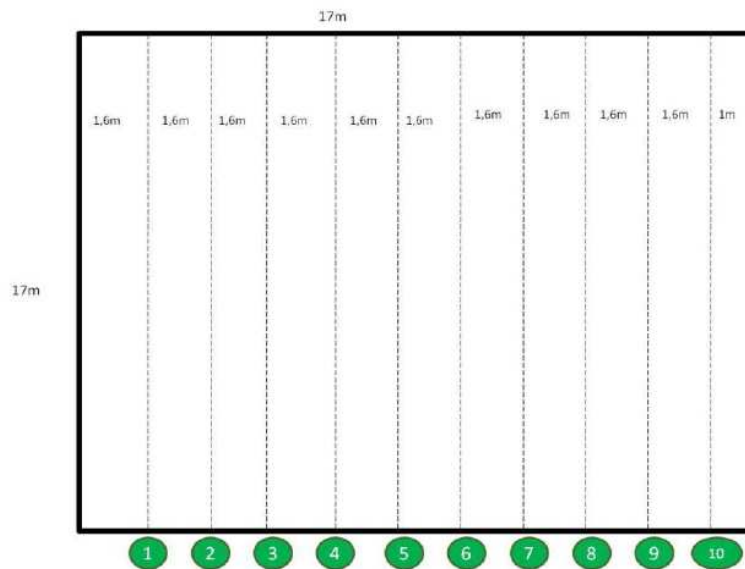


Figura 2. Distribución de los transectos en los núcleos. Tomado de Moreno (2011).

En los días del 5 al 7 de septiembre de 2011, la Escuela de Restauración Ecológica estableció 6 núcleos de vegetación propuestos por la bióloga Sandra Contreras y el doctor José Ignacio Barrera de la Escuela de Restauración Ecológica en el sector conocido como sector piscícola del Parque Forestal

Embalse del Neusa. (Figura 3) (Contreras *et al.* 2011; Moreno 2011). Los núcleos se ubicaron a una distancia de entre 80-100 m unos de otros, teniendo en cuenta la movilidad de las aves como el factor fundamental para distribuir los núcleos en el espacio. A largo plazo se pretende que las aves dispersen las semillas de las especies plantadas en los núcleos y favorezcan la conectividad entre los mismos (Contreras *et al.* 2011; Moreno 2011).

Ya establecidos los núcleos de vegetación, la plantación de especies nativas y los transectos, se hizo un muestreo preliminar de la vegetación en los núcleos de restauración. Las biólogas Ana Carolina Moreno y Sandra Contreras de la Escuela de Restauración Ecológica, midieron variables de la vegetación plantada (altura, cobertura y área basal) y asociada (cobertura, altura) mediante el método de línea-intercepto, e hicieron la identificación taxonómica de las especies encontradas (Contreras *et al.* 2011; Moreno 2011).

Este muestreo fue realizado entre los meses de agosto y septiembre de 2011 y tuvo como objetivo obtener los datos preliminares de las especies plantadas y de las especies vegetales asociadas a la plantación.



Figura 3. Núcleos de vegetación nativa ubicados en el área de estudio (Sector Piscícola, Parque Forestal del Embalse del Neusa)

Cada núcleo de vegetación es cuadrado, tiene una área de 289 m^2 ($17 \times 17 \text{ m}$), y está compuesto por 85 individuos de seis especies: *Weinmannia tomentosa* (encenillo), *Viburnum triphyllum* (chuque), *Myrcianthes leucoxylla* (arrayan), *Morella parvifolia* (laurel hojipequeño), *Baccharis latifolia* (chilco) y *Smalanthus pyramidalis* (arboloco), ubicados en seis franjas concéntricas (Moreno 2011) (Figura 4 y 5)

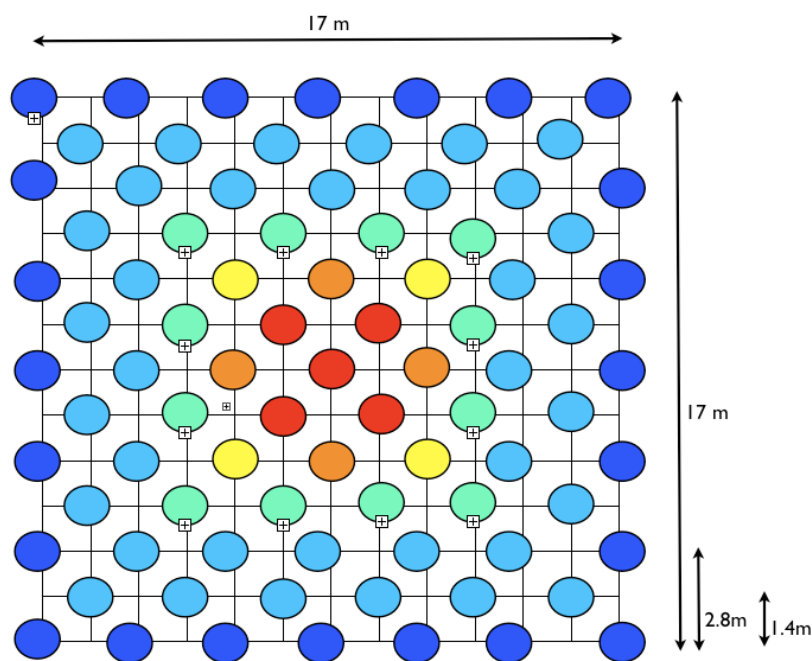


Figura 4. Núcleos de vegetación nativa. Tomado de Contreras (2011).

	Especie	Nombre común	Número
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	Arboloco	24
	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	20
	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	16
	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel hojipequeño	12
	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayan	4
	<i>Viburnum tryphilum</i>	Chuque	4
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	5

Figura 5: Especies y número de individuos plantados en cada núcleo de vegetación. Tomado de Contreras (2011).

La distribución de las especies nativas se realizó de acuerdo a la información recopilada de cada especie, de esta forma las especies se plantaron de afuera hacia adentro según sus características y desarrollo (Contreras 2011). Cada individuo plantado fue etiquetado con papel foi para hacer su seguimiento, en cada etiqueta se encuentra un código con una letra que corresponde a la especie y un número que indica el número de individuo al que corresponde dentro del núcleo y el número del núcleo y (Moreno 2011) (Figura 6).



Figura 6. Ejemplo de etiqueta usada como marca de los individuos plantados, con el código N3 (Núcleo 3), D12 (*Smallanthus pyramidalis*, individuo 12)

7.2 Las especies plantadas en los núcleos

7.2.1 Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*)

El arboloco pertenece a la familia Asteraceae, es una especie nativa que requiere de abundante luz solar, suelos bien drenados y húmedos para su óptimo desarrollo y puede verse afectado por heladas y fuertes vientos. Se encuentra distribuido en Colombia en las cordilleras Central y Oriental. Habita entre los 1700 y los 3000 msnm en la parte alta del bosque muy húmedo premontano; en bosque muy húmedo montano bajo; bosque húmedo montano bajo y bosque seco montano bajo (Mahecha *et al.* 2004).

Tiene el tronco recto y similar a un bambú, es decir con nudos y hueco, pero a la vez tiene hojas grandes, además almacena agua. Produce racimos de florecillas en el extremo de la copa, tiene una longevidad de 20 años, diámetro de copa de 1-2 m y altura de 6-10 m (Molina *et al.* 1995).

Sus usos incluyen alimento para comunidades indígenas, elaboración de materiales a partir del corazón del tronco, fabricación de paredes de bahareque, el cocimiento de las hojas alivia dolores reumáticos y neurálgicos. Es ornamental, por lo cual es posible encontrarlo en jardines o parques y entre los usos más importantes esta su siembra para la protección de fuentes hídricas y reciclaje de material vegetal (Mahecha *et al.* 2004).

Los muiscas lo sembraron para regular los niveles de agua al borde de los ríos y humedales debido a su alta capacidad de retención de agua (Osorio-Olarte *et al.* 1997).

7.2.2 Chilca (*Bacharis latifolia*)

Pertenciente a la familia de las Asteraceae, el chilca es un pequeño árbol originario de la cordillera oriental, muy común en el piedemonte de los cerros, crece hasta cuatro metros de altura. Sus flores son blancas en forma de sombrillas muy parecidas a las del sauco. Sus hojas color verde claro son blandas y tienen el borde aserrado, su dispersión es anemócora. Se ubica entre 2500–2950 msnm, prefiere suelos pesados, deteriorados pero con algo de materia orgánica y humedad, especie estrictamente heliófila y melífera (Osorio-Olarte *et al.* 1997; DAMA 2011).

Es excelente para recuperación de suelos desnudos, control de taludes y surcos, recuperación de suelos compactados por el sobrepastoreo y protección de rondas hídricas. Tiene una gran aptitud para colonizar pastizales de kicuyo y suelos compactados por el pastoreo en laderas (DAMA 2011).

En general se utilizan en medicina popular como analgésico contra dolores reumáticos y de la cintura aplicada en cataplasmas. La infusión y cocción de las hojas, tallos e inflorescencias es un buen tónico amargo antidiabético, también es utilizada en las enfermedades hepáticas (DAMA 2011). Los muiscas utilizaban hojas de chilca para producir el tinte verde usado en teñido de telas y tejidos de uso diario (Osorio-Olarte *et al.* 1997)

7.2.3 Laurel hojipequeño (*Morella parvifolia*)

Esta especie nativa pertenece a la familia Myricaceae, se puede encontrar en las cordilleras Central y Oriental entre los 2200 y 3800 msnm en bosque muy húmedo montano bajo, bosque húmedo montano bajo, bosque montano bajo y bosque muy húmedo montano (Mahecha *et al.* 2004).

Alcanza los 15 metros de altura, copa redondeada, ramitas ferrugineas, delgadas y olorosas, sus raíces poseen bacterias nitrificadoras, poseen hojas helicoidales coriáceas, sin estipulas. Se considera que su crecimiento es más o menos rápido y requiere de abundante luz solar durante todas las fases de desarrollo (Mahecha *et al.* 2004).

Esta especie se siembra para contribuir a la recuperación de suelos muy erosionados y degradados, especialmente en terrenos pendientes pues sus raíces profundas, angulosas y abundantes contribuyen a la estabilización de taludes, sus frutos son consumidos por palomas silvestres (Mahecha *et al.* 2004).

7.2.4 Chuque (*Viburnum tryphillum*)

Es una especie melífera nativa de la familia Caprifoliaceae, que se caracteriza por su corteza de color grisáceo a negruzca que se desprende en escamas, tiene

copa globosa, hojas simples opuestas y/o verticiladas en el mismo árbol, nerviación pronunciada y textura similar a la de la cartulina, sin estipulas (Mahecha *et al.* 2004).

Habita entre los 2400 y 3400 msnm en bosque húmedo montano bajo, bosque seco montano bajo y bosque muy húmedo montano, es de crecimiento rápido y puede alcanzar una altura de 15 metros, resistente a bajas temperaturas y fuertes vientos, para su desarrollo requiere de sombra y abundante luz para su maduración (Mahecha *et al.* 2004).

Dentro de sus usos, está el alimenticio, puesto que los animales consumen sus semillas; industrial, ya que su madera sirve para construcciones; es ornamental y sirve como corta vientos, en cercas vivas, corredores y estribones ornitócoros, para la protección de cuencas hidrográficas e inductor de procesos de restauración para bosque, especialmente en los rangos de 2.800 a 3000 msnm (Mahecha *et al.* 2004; DAMA 2011).

7.2.5 Arrayán (*Myrcianthes leucoxylo*)

Es una especie nativa perteneciente a la familia Myrtaceae, se encuentra en las cordilleras Central y Oriental, entre los 2200 y los 2600 msnm en bosque muy húmedo montano bajo, bosque húmedo montano bajo y bosque seco montano bajo. Hojas duras y pequeñas en forma de moneda que producen un olor agradable al estrujarlas, sus frutos atraen a gran cantidad de aves, es excelente para reforestar humedales (Osorio-Olarte *et al.* 1997; Mahecha *et al.* 2004).

El arrayán forma parte de la más típica flora de Bogotá. Especie melífera, tiene una inflorescencia de color blanco crema, bayas globosas rojas, una longevidad de más de 100 años, una altura de 4-6 metros y un diámetro de copa de 5 metros (Molina, González *et al.* 1995).

Es de crecimiento lento y entre los requerimientos para su óptimo desarrollo, esta la presencia de sombra en su estado juvenil y de abundante luz solar en su maduración. Es de alta aptitud pionera, se establece en micrositios favorables de focos de erosión severa y afloramientos rocosos. Sus usos incluyen la fabricación de herramientas a partir de su madera, siembra de en parques y jardines, las hojas sirven para aliviar dolor de muela (Mahecha *et al.* 2004; DAMA 2011).

7.2.6 Encenillo (*Weinmannia tomentosa*)

Especie nativa perteneciente a la familia Cunoniaceae, se encuentra en la cordillera Oriental y habita entre los 2400 y los 3500 msnm en bosque muy húmedo montano bajo, bosque montano bajo, bosque seco montano bajo y bosque muy húmedo montano (Mahecha *et al.* 2004). Árbol (arbolito en subpáramo) (15–25 m). Hojas pequeñas (2–7 cm), opuestas, compuestas imparipinadas (7–11 folíolos) (Mahecha *et al.* 2004; DAMA 2011).

Arribó a la sabana hace cinco millones de años, fácil de identificar por el raquis alado de sus particulares hojas, junto con el roble, son considerados los reyes de la selva andina, porque son especies dominantes en el paisaje natural. Es de crecimiento lento que requiere sombra en su estado juvenil y abundante luz para madurar, requiere facilitación de precursores, resiste las heladas y es poco exigente en suelos, aunque prefiere ambientes húmedos y suelos arenosos, orgánicos, profundos y bien drenados, ocasionalmente rocosos (Molina *et al.* 1995; Mahecha *et al.* 2004; DAMA 2011).

Dentro de su gran variedad de usos, cabe resaltar que esta especie es sembrada ya que es útil como barrera cortavientos, su leña es de alto poder calórico, se emplea tradicionalmente para calentar las lajas en que se asan las arepas de requesón, típicas del oriente cundinamarqués (Mahecha *et al.* 2004; DAMA 2011).

8. METODOS

8.1 Fase de campo

Con el fin de darle continuidad al proceso de seguimiento del proyecto “La nucleación como una herramienta para la restauración de un área en proceso de restablecimiento en el Parque Forestal Embalse del Neusa” de la Escuela de Restauración Ecológica; durante los días 5 a 23 de Marzo del presente año, se midieron variables de estructura y composición de la vegetación, siguiendo la misma metodología usada por las biólogas Sandra Contreras y Carolina Moreno de la ERE, seis meses atrás (Contreras *et al* 2011).

8.1.1 Registro de especies plantadas

Inicialmente se hizo la búsqueda de los individuos plantados en los núcleos de restauración establecidos por la Escuela de Restauración Ecológica siguiendo el mapa que indica la distribución de los individuos dentro de los núcleos (Figura 4).

Posteriormente, se procedió a medir los individuos hallados, que en total fueron 310, de las seis especies plantadas en los seis núcleos. A cada individuo se le midió la altura en centímetros, las longitudes requeridas para obtener la cobertura (diámetro mayor y diámetro menor) (Figura 7) y la cintura a la altura del pecho (CAP). En este estudio el CAP se midió a un centímetro del suelo usando un metro de sastrería.

Dado que en algunos casos evidenció la inclinación de algunas de las plantas sobre el suelo, la medición de la altura se efectuó sin manipularla o ponerla de forma totalmente vertical.



Figura 7. Medición de cobertura de un individuo de *Morella parvifolia*

Algunos individuos sembrados no murieron definitivamente sino que generaron rebrotes en la parte baja del tallo, en estos casos se calculó la altura y la cobertura, mas no el área basal debido al pequeño tamaño de estos rebrotes.

Los datos se registraron usando el formato propuesto por Contreras *et al* (2011), en el cual se registró la supervivencia de cada individuo para cada especie, el número del núcleo, la especie, el código de la etiqueta, la altura, cobertura y la CAP.

8.1.2 Registro de especies asociadas

8.1.2.1 Cobertura

Para el registro de la vegetación asociada se utilizó el método de línea-intercepto, usando los transectos ubicados en los núcleos y dividiendo cada transecto en 10 segmentos de 1.7 metros de longitud, con el fin de facilitar la toma de datos (Figura 8). Este método de línea-intercepto consiste en medir la longitud que cubre cada uno de los morfotipos encontrados bajo la cinta en cada segmento, incluyendo el suelo desnudo. La sumatoria de las longitudes de cada morfotipo en

cada transecto sobre la longitud total del transecto da como resultado la cobertura de cada morfotipo. Es un método recomendado para el seguimiento de la vegetación a través del tiempo, además de que aporta información representativa de los diferentes estratos presentes.

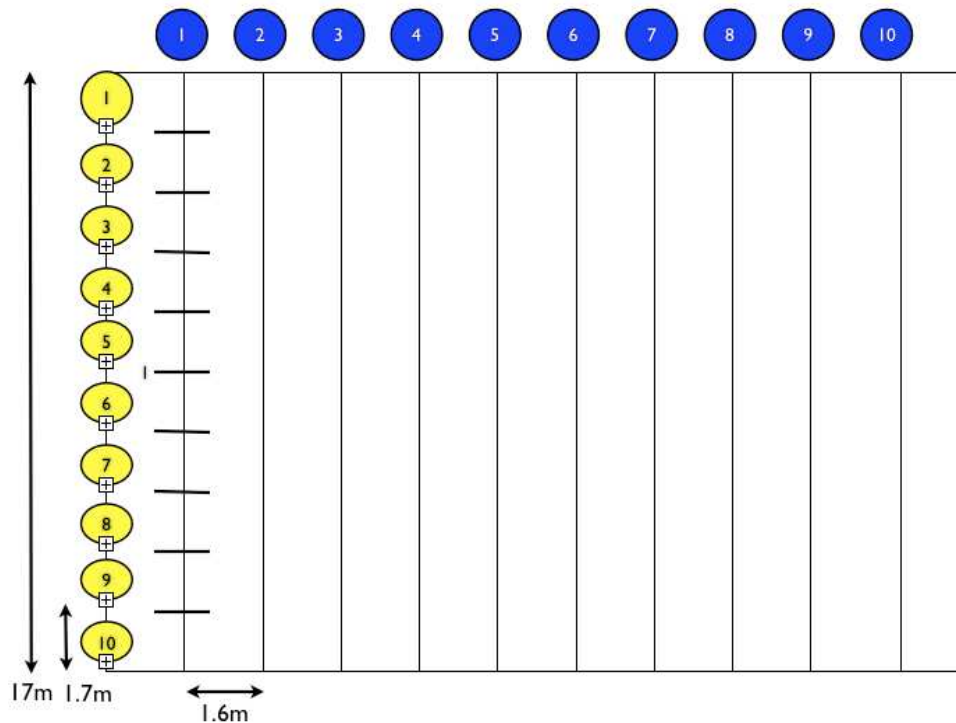


Figura 8. Distribución de los transectos y sus segmentos dentro de los núcleos de vegetación. Tomado de Moreno (2011).

8.1.2.2 Altura

La medición de altura de las especies asociadas a los núcleos se realizó con una cinta métrica, donde se midió desde la base del suelo hasta el punto apical más alto. Se le midió una altura promedio en centímetros a cada especie encontrada en cada uno de los segmentos.

8.1.3 Determinación taxonómica

La determinación de las especies asociadas se realizó en campo, a partir de una guía visual de las plantas registradas en el informe realizado por la bióloga Carolina Moreno de la ERE, seis meses atrás.

8.1.4 Colecta de material vegetal

En varias ocasiones no fue posible determinar las especies en campo, para lo cual se realizó una colecta del material vegetal con sus respectivas partes vegetativas y reproductivas, destacando y anotando al instante aspectos como, olores, colores, resinas y exudados, que no son observables cuando el material está seco. Adicionalmente se realizó un registro fotográfico de todas las especies registradas, resaltando en las fotografías la forma y color de las flores y frutos, caracteres morfológicos claves que se hacen menos evidentes cuando se prensa el material. Esto con el fin de facilitar la determinación en el herbario.

8.1.5 Preparación de muestras para herbario

En las noches, después del muestreo, se realizó la preparación del material colectado durante el día, mediante la aplicación directa de alcohol al 70%, con el fin de evitar la proliferación de hongos que pudiesen dañar las muestras. Una vez seco el alcohol, se hizo el montaje sobre papel periódico, se marcó y se prensó cada muestra por separado, procurando que unas hojas quedasen por el haz y otras por el envés, buscando con esto que quedasen claros los caracteres botánicos esenciales para la identificación posterior.

Finalmente, una vez acabada la caracterización de la vegetación, el material fue llevado al herbario de la Pontificia Universidad Javeriana, donde fue puesto a secar en el horno correspondiente durante tres días consecutivos.

8.2 Determinación taxonómica en el herbario

Una vez seco el material vegetal, se procedió a su determinación con claves taxonómicas y con las fotografías obtenidas en campo. Fue de suma importancia la ayuda de Jorge Jácome, director del Herbario, Néstor García, del laboratorio de Botánica Económica, quien contribuyó particularmente con las Asteráceas y Carolina Moreno, bióloga de la PUJ e investigadora de la ERE, quien ya había realizado un muestreo sobre los mismo núcleos seis meses antes y tenía conocimientos sobre la vegetación de dichos núcleos.

8.3 Tratamiento de datos

8.3.1 Vegetación plantada

8.3.1.1 Mortalidad

Teniendo en cuenta los individuos que se plantaron inicialmente en septiembre de 2011, se calculó el porcentaje de mortalidad para cada una de las especies en cada uno de los núcleos.

8.3.1.2 Cobertura

Siguiendo la fórmula propuesta por Prieto (1994) en Rangel y Velázquez (1997), se asumió una forma ovalada en las copas de los árboles, considerando como proyección de la copa al rombo interior definido por el eje mayor y el perpendicular. Se calculó el área del rombo inscrito, midiendo el diámetro mayor (D1) y el menor de cada copa (D2), siempre en ángulo recto entre sí (Figura 9) (Rangel y Velázquez 1997)

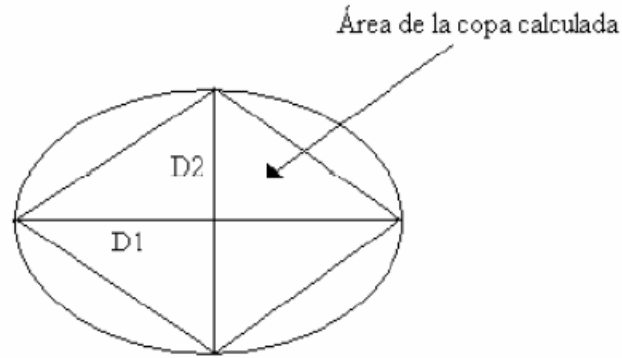


Figura 9. Esquema para estimar la proyección de copa de un árbol.

Aplicando la fórmula propuesta por Rangel y Velázquez (1997) se calculó la cobertura mediante la siguiente fórmula:

$$C1 = 1/2 (D2 \times 1/2 D1) \times 2$$

$$= 1/2 (D1 \times D2)$$

Donde:

C1= Cobertura de la copa de cada individuo en cm^2

D1= Diámetro mayor

D2= Diámetro menor

8.3.1.3 DAP:

El DAP se mide generalmente con una cinta diamétrica, de tal manera que cada centímetro de diámetro equivale a 3,1415 cm de longitud. Durante el muestreo realizado para el presente estudio no se utilizó una cinta diamétrica, sino un metro de sastrería, lo que permitió calcular la medida de cintura a la altura del pecho (CAP). Para transformar estos datos a DAP se utilizó la siguiente fórmula (Rangel y Velázquez 1997):

$$DAP = CAP / \pi$$

8.3.1.4 Área basal

Es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo, se expresa en cm^2 de material vegetal por unidad de superficie de terreno, y se halla mediante la siguiente fórmula (Rangel y Velázquez 1997):

$$\text{Área basal} = \frac{\pi}{4} (DAP)^2$$

Con el propósito de evidenciar la variabilidad de los datos de cobertura, altura y área basal obtenidos, se halló la media aritmética, que es igual a la suma de todos los valores dividida entre el número de sumandos y la desviación estándar, una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio (Milton y Arnold 2004).

8.3.2 Vegetación asociada

8.3.2.1 Composición

❖ Composición florística

Se elaboró un listado de familias, géneros y especies reportadas en cada núcleo (**Anexo 4**).

❖ Riqueza específica

Se definió como el número total de especies encontradas en cada núcleo, y en conjunto para todos los núcleos (Moreno 2011)

8.3.2.2 Estructura

➤ Frecuencia:

La frecuencia se define como el número de veces que se repite un mismo dato en una muestra, la relación entre la frecuencia absoluta y el total de datos se conoce como frecuencia relativa (Milton y Arnold 2004).

La frecuencia relativa de cada especie se halló mediante la siguiente fórmula (Hernández y Orellana 2004).

$$i = (\sum Ni / Nt) * 100$$

Donde:

Ni: Número de veces la especie i es registrada

Nt: Total de registros de todas las especies

➤ Cobertura

La cobertura se define como el área o porcentaje del sustrato cubierto por una especie vista desde arriba y en forma perpendicular es, por tanto, una medida que se basa en el tamaño de los individuos (Ramirez 2006).

$$C = (L/Lt) \times 100$$

Donde:

L = Longitud interceptada por especie

Lt = Longitud total de los transeptos

La suma de longitudes de las especies en todos los núcleos (Lt) se tomó como el 100% para calcular la cobertura de cada especie (Moreno 2011).

Con base en la cobertura de cada especie e incluyendo la cobertura del suelo desnudo y la clasificación en estratos (rasante, herbáceo, arbustivo), se calculó el porcentaje general de cobertura (%) de cada estrato.

➤ **Estratificación**

Los estratos se determinaron teniendo en cuenta la clasificación de Rangel y Lozano (1986) donde se considera rasante lo que se encuentra por debajo de 0.3 m; herbáceo de 0.3 m a 1.5 m; y arbustivo: 1.51 m a 5m

A partir de estos estratos, se identificaron las especies con mayor porcentaje de cobertura por núcleo.

➤ **Distribución de alturas**

Con los datos de altura promedio por especie se hallaron los intervalos de clase cuya amplitud se calculó mediante la fórmula de Sturges (Rangel y Velázquez 1997):

$$C = (X_{\max} - X_{\min}) / m$$

Donde m es $1 + 3.322 (\log n)$; m es el número de intervalos; n el número total de individuos; C amplitud del intervalo y X es el parámetro a analizar.

8.3.2.3 Atributos vitales

Dependiendo de la información bibliográfica obtenida se determinaron los siguientes atributos vitales de las especies asociadas:

❖ **Hábito:** (Glenn-Lewin et al. 1992)

- (a) hierba
- (b) gramínea
- (c) arbusto

❖ **Ciclo de vida:** (Luken 1990)

- (a) anual
- (b) bianual

(c) perenne

❖ **Tipo de dispersión:** (Granados 1991; Eriksson y Jakobsson 1998)

(a) anemocoria

(b) zoocoria

(c) otros (barocoria, autocoria)

❖ **Porcentaje de especies nativas:** (Richardson *et al.* 2000)

(a) Especie nativa (autóctona)

(b) Especie exótica invasora

(c) Exótica naturalizada

8.3.2.4 Índices de diversidad

Estos índices que se explicaran a continuación se calcularon para los seis núcleos muestreados por separado y también se hizo un cálculo para los seis núcleos en conjunto.

- **Índice de diversidad de Shannon-Wiener (Magurran 1988):**

Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies y su abundancia relativa (Pla 2006). Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo elegido al azar, asumiendo que todas las especies están representadas en la muestra y todos los individuos son elegidos al azar (Rangel y Velázquez 1997; Moreno 2001; Salamanca 2012).

Este índice se calculó mediante la siguiente formula (Magurran 1988).

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

Donde H es diversidad de especies y p_i es número de individuos en total de la muestra que pertenecen a la especie i. Para este caso, la proporción de cada especie (p_i) se halló con la cobertura de cada especie.

El índice adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S (número de especies), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran 1988).

- **Índice de Uniformidad de Pielou**

De acuerdo a Giraldo-Cañas (2000) este índice de equidad es el más adecuado para usarse con la medida de diversidad de Shannon-Wiener. Mide la proporción de la diversidad observada (Shannon) en relación a la máxima diversidad esperada (H_{max}), y se calcula mediante la siguiente fórmula (Rangel and Velázquez 1997):

$$J = H / H_{max}$$

Donde $H_{max} = \ln(S)$, y S corresponde al número de especies.

Presenta valores de 0 a 1, siendo 1 correspondiente a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno 2001; Salamanca 2012).

- **Índice de Simpson**

Este es un índice basado en la dominancia, toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies, y por esto es un parámetro inverso al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad (Moreno 2001).

Este índice se calculo usando la siguiente fórmula:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde p_i es igual a la abundancia proporcional de la especie i , que en este caso es la cobertura de cada especie.

9. RESULTADOS

9.1 Especies plantadas

9.1.1 Mortalidad

De los 510 individuos sembrados en septiembre de 2011, se registraron 200 individuos muertos (39.22%). La especie que presentó el valor más alto de mortalidad fue *Smallanthus pyramidalis* con un 71.5 %, seguida de *Weinmannia tomentosa* (56.7 %) y *Baccharis latifolia* (32.9%). Mientras que *Myrcianthes leucoxylo* y *Viburnum triphyllum* registraron los valores más bajos de mortalidad con un 4.2% cada una, debido a que cada especie reporto solo un individuo muerto (Tabla 1).

Tabla 1. Datos de mortalidad para todos los individuos plantados en los seis núcleos.

Especie	Individuos plantados	Total muertos	Total vivos	Porcentaje (%) mortalidad
<i>Baccharis latifolia</i>	216	71	145	32.9
<i>Morella parvifolia</i>	72	7	65	9.7
<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	24	1	23	4.2
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	144	103	41	71.5
<i>Viburnum triphyllum</i>	24	1	23	4.2
<i>Weinmannia tomentosa</i>	30	17	13	56.7
Total	510	200	310	39.2

Entre los núcleos varió el porcentaje de mortalidad. El núcleo donde hubo más individuos muertos fue el *núcleo dos*, particularmente para *Baccharis latifolia* y *Smallanthus pyramidalis*. En cuanto a los núcleos que mostraron la menor

mortalidad de individuos fueron el *uno* y *cinco* (Tabla 2). El valor promedio de individuos muertos por núcleo fue de 33,3.

Tabla 2. Individuos muertos de todas las especies en los seis núcleos.

Especie	Número individuos muertos					
	N1	N2	N3	N4	N5	N6
<i>Baccharis latifolia</i>	4	22	10	14	4	17
<i>Morella parvifolia</i>	1	2	1	0	1	2
<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	11	23	20	20	12	17
<i>Viburnum triphyllum</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Weinmannia tomentosa</i>	1	4	4	4	1	3
Total	17	51	35	39	19	39

9.1.2 Altura

Weinmannia tomentosa fue la especie que obtuvo el menor promedio de altura con 16.7 cm y la especie con el mayor promedio fue *Viburnum triphyllum* con 49.9 cm. Esta última especie registró el menor valor de desviación estándar, lo cual nos indica que sus individuos tuvieron gran similitud en sus tallas. En cuanto a *Baccharis latifolia* y *Morella parvifolia* reportaron los valores de desviación estándar más altos (26.54 y 25.41 respectivamente) (Tabla 3).

Tabla 3. Datos de altura promedio para todos los individuos medidos.

Especie	Individuos medidos	Promedio de Altura (cm)	Desviación estándar
<i>Baccharis latifolia</i>	145	35.58	26.54
<i>Morella parvifolia</i>	65	45.96	25.41
<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	23	40.13	14.14
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	41	18.48	21.46
<i>Viburnum triphyllum</i>	23	49.96	8.87
<i>Weinmannia tomentosa</i>	13	16.70	19.62
Total general	310	36.11	25.48

En el **Anexo 1** se presenta una tabla con el número de individuos medidos, el promedio de altura (cm) y su desviación estándar, para cada uno de los seis núcleos.

9.1.3 Cobertura

La especie con el mayor promedio de cobertura y la mayor desviación estándar fue *Smallanthus pyramidalis*, *Myrcianthes leucoxylo* presentó el menor valor de cobertura mientras que *Morella parvifolia* mostró la mayor similitud en sus datos de cobertura (Tabla 4).

Tabla 4. Datos de cobertura promedio para todos los Individuos medidos.

Especie	Individuos medidos	Promedio de Cobertura (cm^2)	Desviación estándar
<i>Baccharis latifolia</i>	145	75.72	88.36
<i>Morella parvifolia</i>	65	43.02	34.34
<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	23	39.92	85.13
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	41	124.59	221.24
<i>Viburnum triphyllum</i>	23	98.05	61.88
<i>Weinmannia tomentosa</i>	13	45.12	59.47
Total general	310	73.04	108.86

En el **Anexo 2** se presenta una tabla con el número de individuos medidos, el promedio de cobertura (cm^2) y su desviación estándar, para cada uno de los seis núcleos.

9.1.4 Área basal

Teniendo en cuenta que para este análisis se excluyeron los individuos donde se presentaron rebrotes, se obtuvo que *Smallanthus pyramidalis* presentó el mayor valor de área basal y *Weinmannia tomentosa* el menor valor, de igual forma *Baccharis latifolia* registró el mayor valor de desviación estándar, debido a la gran disimilitud en el área basal de sus individuos. (Tabla 5)

Tabla 5. Datos de área basal promedio en seis núcleos muestreados.

Especie	Individuos medidos	Promedio de Área basal	Desviación estándar
<i>Baccharis latifolia</i>	93	0.78	2.63
<i>Morella parvifolia</i>	51	0.21	0.10
<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	22	0.25	0.11
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	19	1.08	0.83
<i>Viburnum triphyllum</i>	23	0.26	0.13
<i>Weinmannia tomentosa</i>	6	0.22	0.06
Total general	214	0.54	1.77

En el **Anexo 3** se presenta una tabla con el número de individuos medidos, el promedio de área basal y su desviación estándar, para cada uno de los seis núcleos.

9.1.4.1 Rebrotos

Baccharis latifolia y *Smallanthus pyramidalis* fueron las especies donde más rebrotos se registraron, *Viburnum triphyllum* no presentó rebrotos. El valor promedio de rebrotos por núcleo fue de dieciséis (Tabla 6).

Tabla 6. Datos de frecuencia de rebrotos en los seis núcleos, para cada especie plantada.

Especie	Núcleo						Total
	1	2	3	4	5	6	
<i>Baccharis latifolia</i>	9	8	12	8	3	12	52
<i>Morella parvifolia</i>	2	7	2	2	0	1	14
<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	0	0	0	1	0	0	1
<i>Smalanthus pyramidalis</i>	6	1	1	3	5	6	22
<i>Viburnum triphylum</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Weinmannia tomentosa</i>	2	1	0	1	3	0	7
Total general	19	17	15	15	11	19	96

9.2 Especies asociadas

9.2.1 Composición florística

Se registraron en total 56 especies repartidas en 20 familias y 47 géneros. El mayor número de especies por núcleo se presentó en el núcleo *cinco* (36) y el menor número de especies en el núcleo *uno* (21) (Tabla 7). Una especie reportada en el núcleo *uno* no se pudo identificar y no se incluyó dentro del análisis de composición florística.

Por otra parte, hubo 9 especies que se registraron en todos los núcleos (*Galium canescens*, *Gamochaeta americana*, *Holcus lanatus*, *Hypochaeris radicata*, *Muehlenbeckia tamnifolia*, *Rubus bogotensis*, *Sigesbeckia jorullensis*, *Solanum nigrum* y *Phytolacca bogotensis*) y 18 especies que se solo se registraron en uno de seis los núcleos.

Tabla 7. Número de familias, géneros y especies encontrados en cada uno de los núcleos

Núcleo	Familias	Géneros	Especies
1	10	21	22
2	16	32	35
3	13	29	34
4	12	26	28
5	15	33	36
6	11	27	30

La familia con mayor número de géneros (18) y especies (21) fue Asteraceae, seguida de Poaceae con seis especies y seis géneros, Cyperaceae, Lamiaceae Rosaceae y Rubiaceae tuvieron cada una tres especies, Polygonaceae, Piperaceae y Solanaceae constan de dos especies cada una y las otras 11 familias presentaron una sola especie. *Galium* (Rubiaceae) fue el género de más especies registradas (3), seguido por 7 géneros, *Stachys* (Lamiaceae), *Bacharis*, *Gamochaeta*, *Gnaphalium* (Asteraceae), *Carex* (Cyperaceae), *Lachemilla*

(Rosaceae) y *Pepperomia* (Piperaceae) y con 2 especies cada uno, el resto de géneros estaban compuestos por una sola especie (Figura 10).

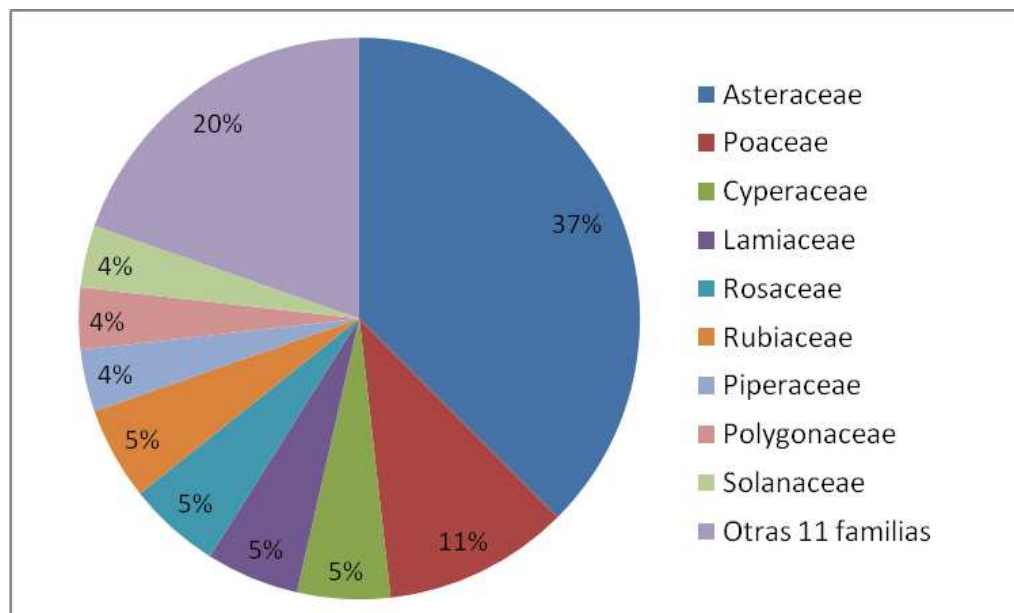


Figura 10. Porcentaje de especies por familia.

En el **Anexo 4** se presenta el listado de familias, géneros y especies encontrados en cada uno de los núcleos muestreados.

9.2.2 Estructura

9.2.2.1 Frecuencia

En general para los seis núcleos evaluados se encontró que *Phytolacca bogotensis* mostró el mayor valor de porcentaje de frecuencia con 23%, seguido por *Hypochoeris radicata* y *Holcus lanatus* con 11% y 10% respectivamente, el resto de especies presentaron valores menores o iguales al 7% (Figura 11).

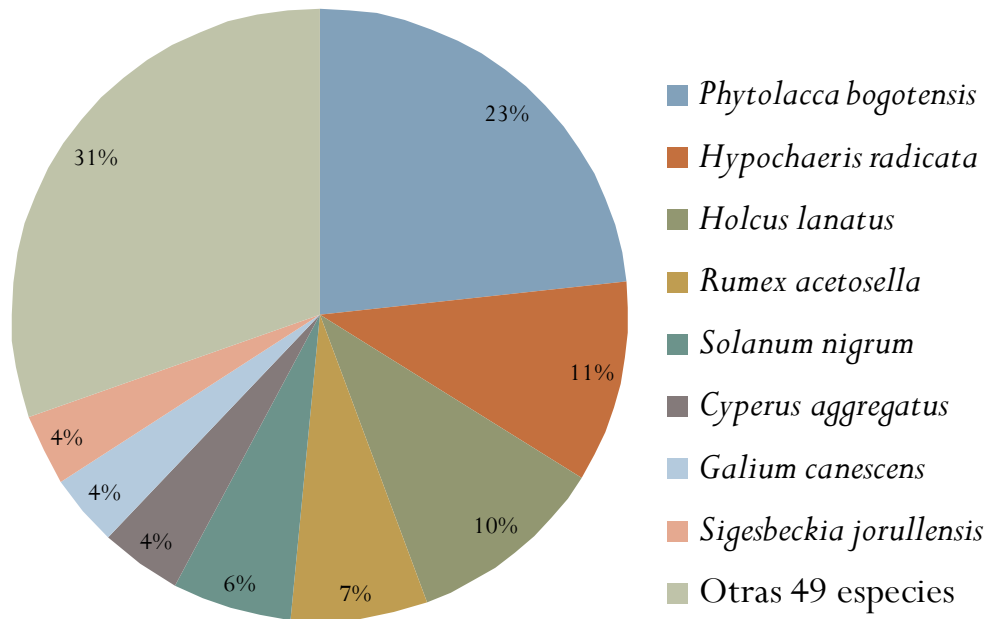


Figura 11. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en todos los núcleos

En el núcleo uno, *Phytolacca bogotensis* presentó un valor de 46%, seguido por *Solanum nigrum* con 14% y *Holcus lanatus* con 6%, las demás especies alcanzaron valores de porcentaje iguales o menores al 5%. (Figura 12)

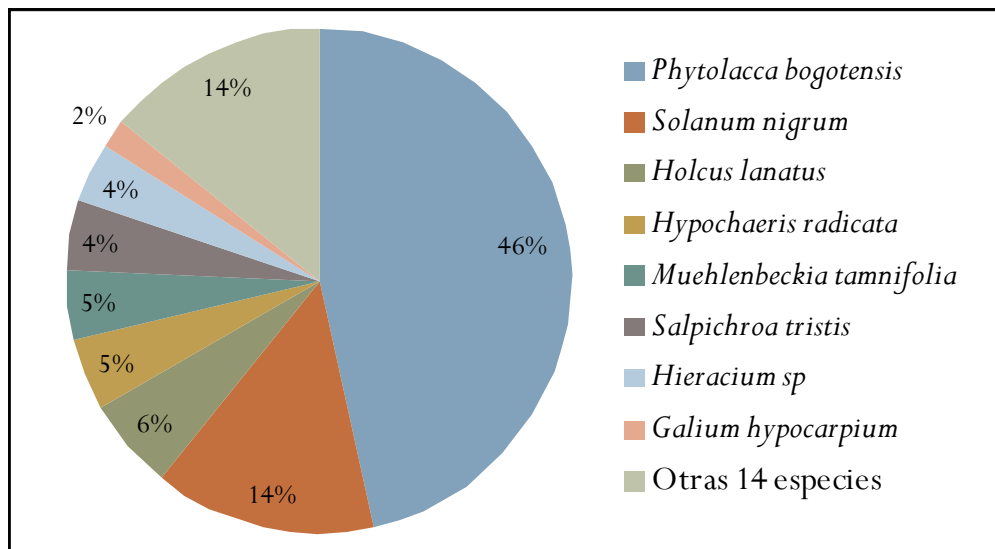


Figura 12. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo 1

En el núcleo dos, *Phytolacca bogotensis* registró un valor de 20%, seguido por *Galium canescens* con 14% y *Rumex acetosella* con 6%, las demás especies presentaron valores de porcentaje iguales o menores al 7%. (Figura 13)

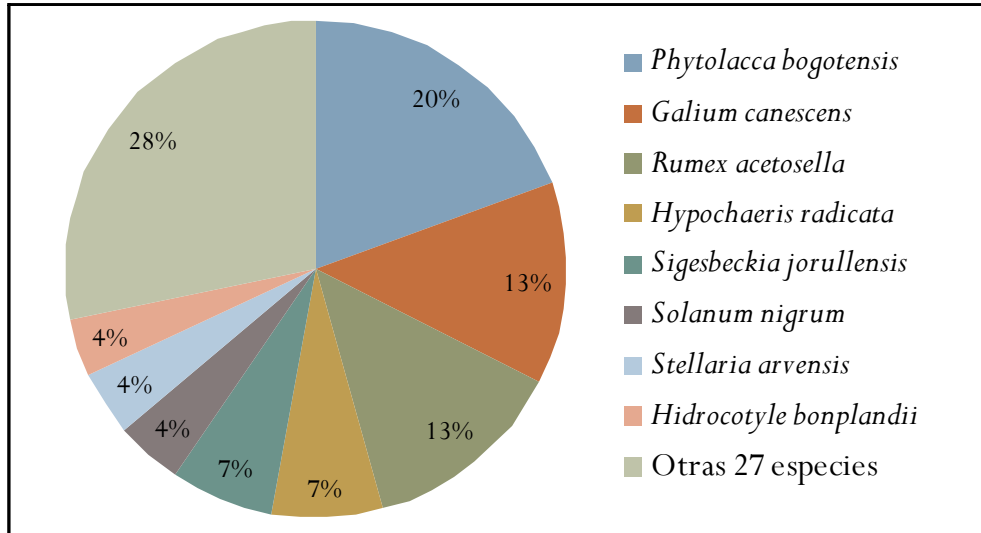


Figura 13. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo 2.

En el núcleo tres, *Phytolacca bogotensis* registró un valor de 22%, seguido por *Holcus lanatus* con 17%, *Rumex acetosella* con 10% e *Hypochaeris radicata* con 8%, las demás especies mostraron valores iguales o menores al 5% (Figura 14).

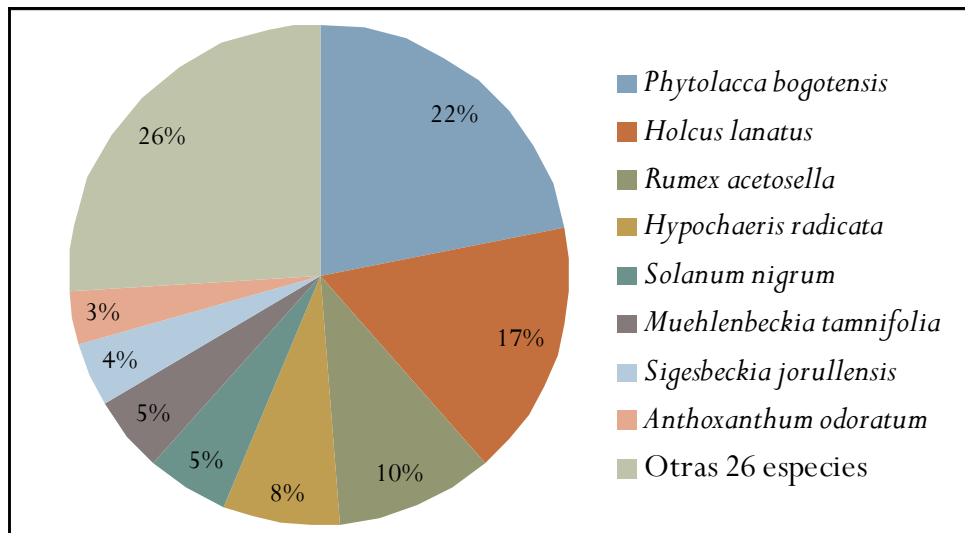


Figura 14. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo 3.

En el núcleo *cuatro*, las especies con mayor porcentaje de frecuencia fueron *Holcus lanatus* con 27% e *Hypochaeris radicata* con 22%, las otras especies tuvieron valores por debajo de 10% (Figura 15).

En el núcleo *cinco*, *Phytolacca bogotensis* alcanzó un valor de 33%, seguido por *Solanum nigrum* con 12% las demás especies presentaron valores de porcentaje iguales o menores al 7% (Figura 16).

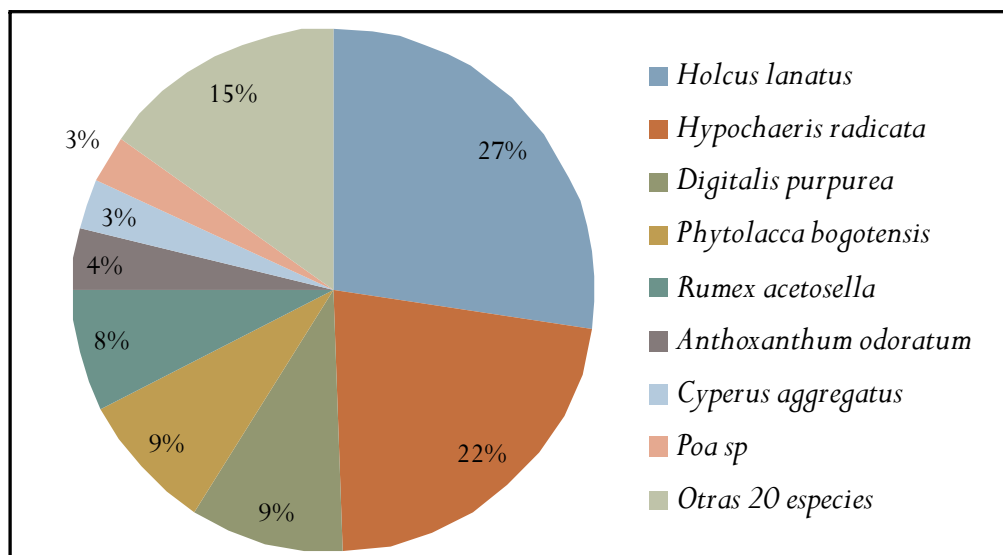


Figura 15. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo 4.

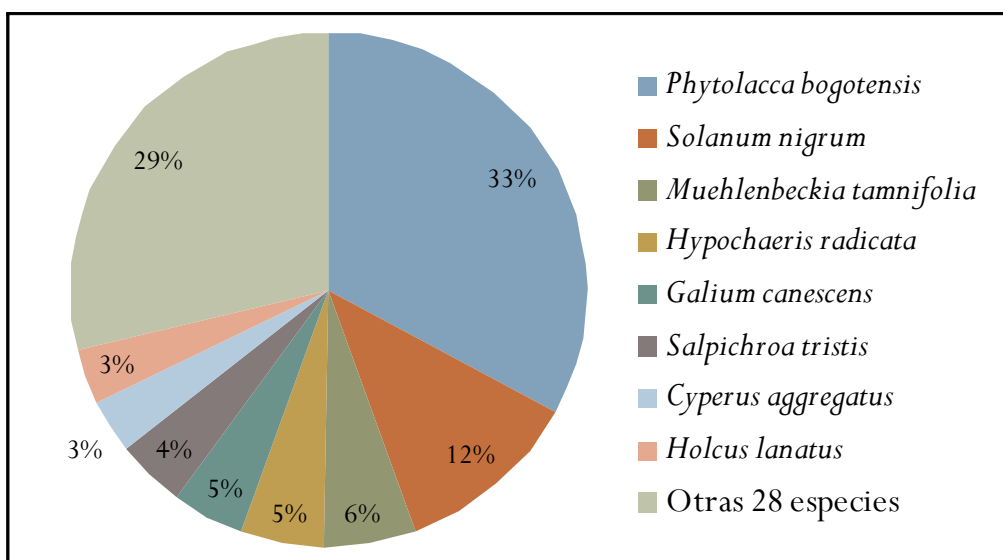


Figura 16. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo 5.

En el núcleo seis, los porcentajes de frecuencia estuvieron repartidos más equitativamente, *Phytolacca bogotensis* registró un valor de 17%, seguido por *Hypochoeris radicata* con 16%, *Cyperus aggregatus* con 14%, *Rumex acetosella* y *Galium hypocarpium* con 9%, las demás especies presentaron valores de porcentaje iguales o menores al 7% (Figura 17).

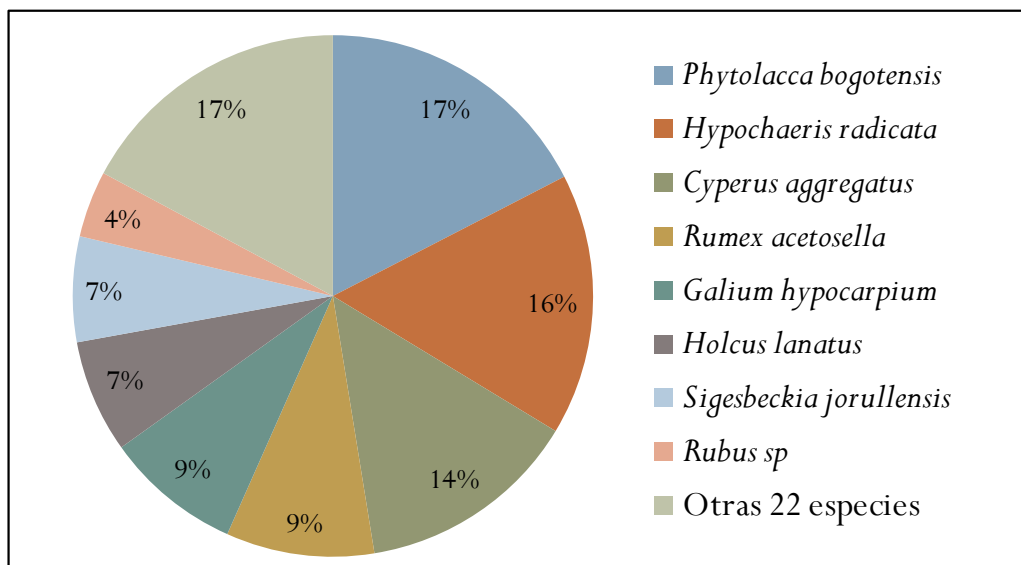


Figura 17. Especies con el mayor porcentaje de frecuencia en el núcleo 6.

9.2.2.2 Cobertura

El 48.2 % de la cobertura es representada por el estrato herbáceo (0.3-1.5 m), el 28.9% por el estrato rasante (0-0.3 m), el suelo cubrió un total de 22.2% y el estrato arbustivo apenas tuvo una representación del 0.53% (Figura 18).

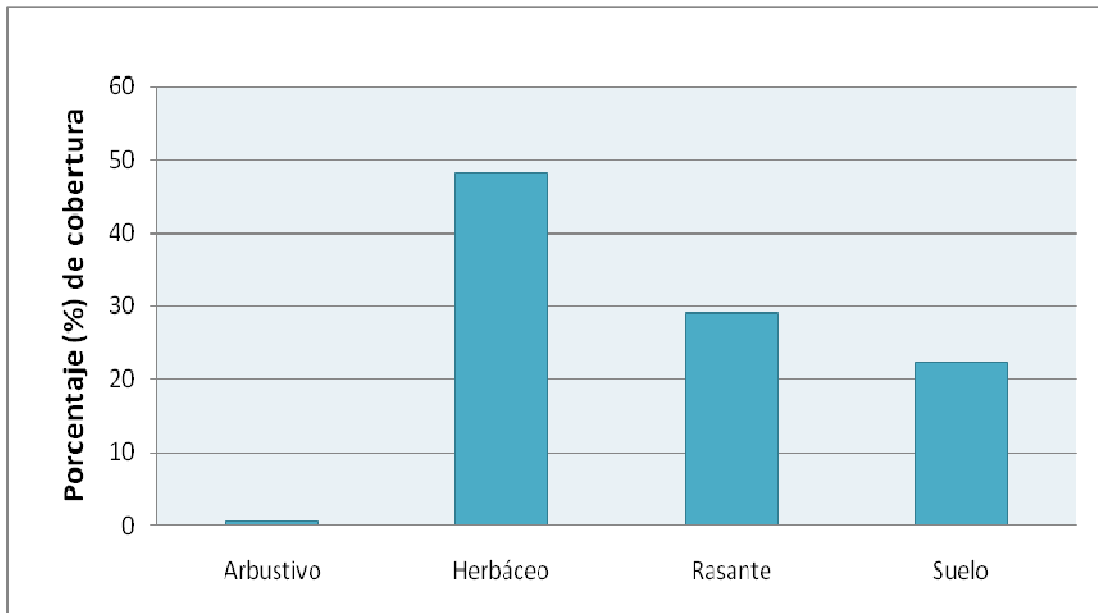


Figura 18. Porcentaje (%) de cobertura de cada estrato para todos los núcleos.

El estrato rasante fue el predominante en los núcleos *dos* y *seis* y el estrato herbáceo el predominante en los otros cuatro núcleos, el estrato arbustivo solo se evidenció en los núcleos *cuatro* y *cinco*. Es de resaltar la predominancia del estrato herbáceo en el núcleo *cuatro* donde representó el 79.9% de la cobertura total (Figura 19).

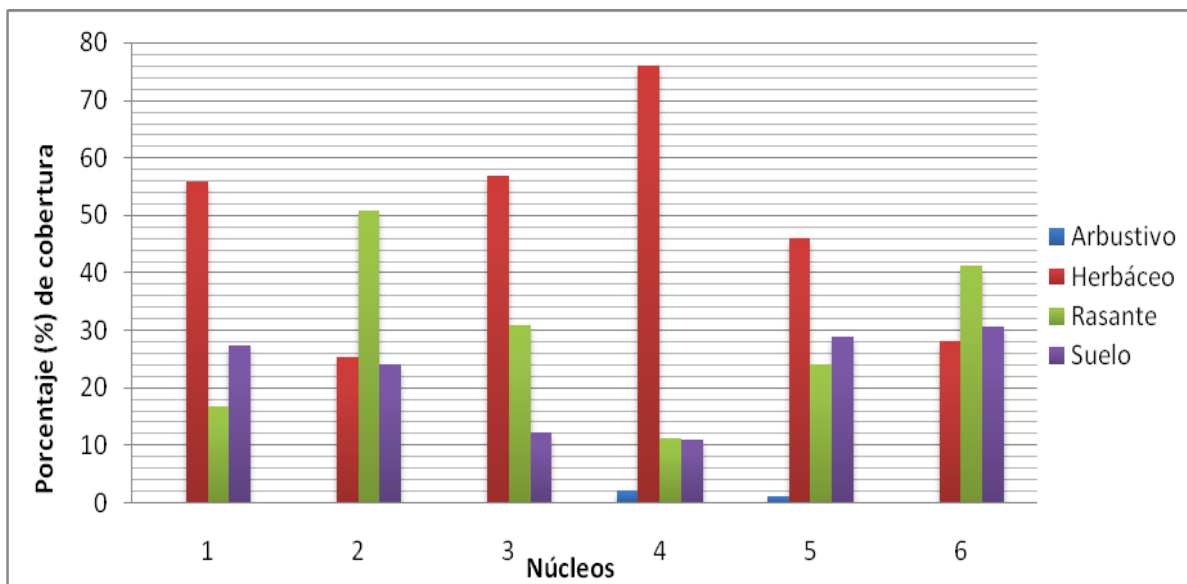


Figura 19. Porcentaje (%) de cobertura de cada estrato para cada uno de los núcleos

Tabla 8. Especies con mayor cobertura para los estratos rasante y herbáceo en cada núcleo.

NUCLEO 1			NUCLEO 2	
Estrato	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
Herbáceo	<i>Phytolacca bogotensis</i>	65.2	<i>Phytolacca bogotensis</i>	55.6
	<i>Solanum nigrum</i>	19.1	<i>Solanum nigrum</i>	11.6
	<i>Holcus lanatus</i>	6.8	<i>Carex sp1</i>	5.3
	<i>Ageratina gracilis</i>	2.3	<i>Ageratina gracilis</i>	3.4
	Otras 10 especies	6.6	Otras 17 especies	24.2
Rasante	<i>Phytolacca bogotensis</i>	43.3	<i>Rumex acetosella</i>	25.2
	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	8.9	<i>Galium canescens</i>	24.0
	<i>Hieracium sp</i>	7.1	<i>Phytolacca bogotensis</i>	14.2
	<i>Galium hypocarpium</i>	5.5	<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	8.0
	Otras 14 especies	35.3	Otras 27 especies	28.7
NUCLEO 3			NUCLEO 4	
Estrato	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
Herbáceo	<i>Holcus lanatus</i>	37.1	<i>Holcus lanatus</i>	70.1
	<i>Phytolacca bogotensis</i>	23.3	<i>Hypochaeris radicata</i>	8.5
	<i>Solanum nigrum</i>	9.1	<i>Digitalis purpurea</i>	5.3
	<i>Ageratina gracilis</i>	7.6	<i>Phytolacca bogotensis</i>	4.6
	Otras 15 especies	22.9	Otras 11 especies	11.5
Rasante	<i>Rumex acetosella</i>	33.2	<i>Hypochaeris radicata</i>	37.5
	<i>Phytolacca bogotensis</i>	14.5	<i>Rumex acetosella</i>	12.3
	<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	8.6	<i>Cyperus aggregatus</i>	10.9
	<i>Galium hypocarpium</i>	8.5	<i>Trifolium repens</i>	8.8
	Otras 22 especies	35.2	Otras 16 especies	30.4
NUCLEO 5			NUCLEO 6	
Estrato	Especie	Cobertura (%)	Especie	Cobertura (%)
Herbáceo	<i>Phytolacca bogotensis</i>	58.4	<i>Phytolacca bogotensis</i>	27.7
	<i>Solanum nigrum</i>	22.3	<i>Holcus lanatus</i>	24.0
	<i>Holcus lanatus</i>	5.4	<i>Hypochaeris radicata</i>	22.9
	<i>Hypochaeris radicata</i>	4.9	<i>Solanum nigrum</i>	7.2
	Otras 14 especies	9.0	Otras 14 especies	18.2
Rasante	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	14.7	<i>Cyperus aggregatus</i>	19.8
	<i>Hidrocotyle bonplandii</i>	12.7	<i>Rumex acetosella</i>	18.2
	<i>Phytolacca bogotensis</i>	11.2	<i>Phytolacca bogotensis</i>	17.0
	<i>Galium canescens</i>	10.3	<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	10.7
	Otras 21 especies	51.1	Otras 20 especies	34.3

En la tabla anterior se presentan las especies que evidenciaron el mayor porcentaje de cobertura en los estratos herbáceo y rasante para cada uno de los seis núcleos muestreados (Tabla 8).

9.2.2.3 Distribución de las alturas

La mayor altura registrada en todos los núcleos fue de 202 centímetros para un individuo de *Pinus patula* en el núcleo *cuatro* y la menor fue de 0.8 centímetros para *Polytrichum juniperinum* en los núcleos *dos* y *cinco*. A partir de estos datos y del número de especies reportadas (57 incluyendo la indeterminada) se halló el número de intervalos y su longitud. De esta manera quedaron 15 intervalos de clase, con una longitud de 14 centímetros.

La mayor cantidad de especies se encontró en los primeros intervalos, en el intervalo de 14-28 cm se encontraron 37 especies y en el intervalo de 0-14 cm 36 especies (Figura 20).

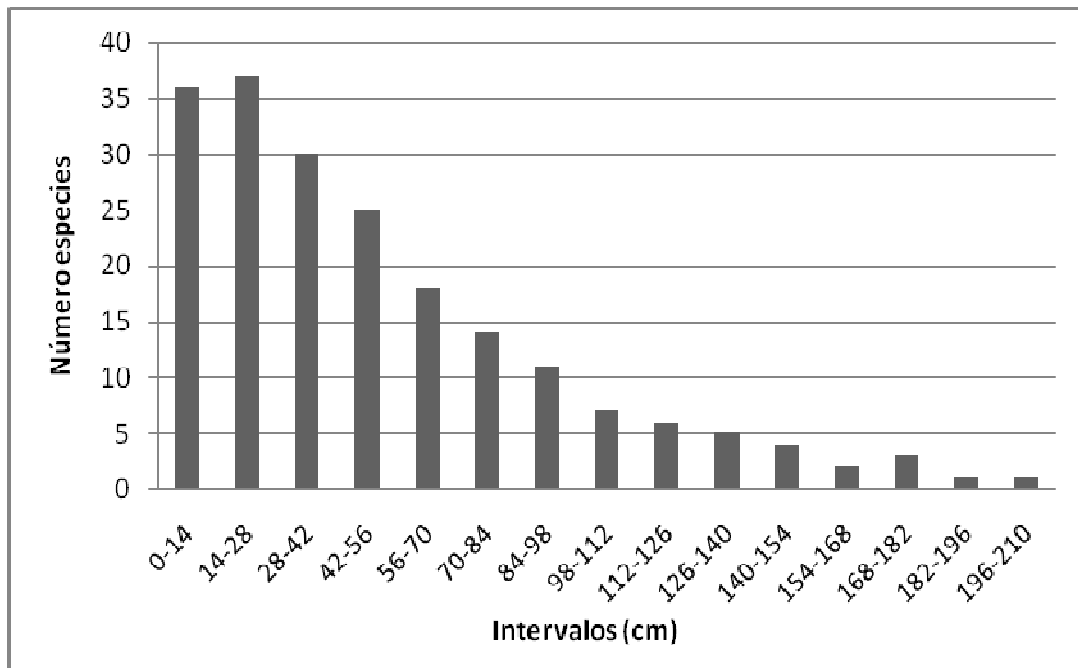


Figura 20. Número de especies en cada intervalo de altura para todos los núcleos.

9.2.3 Atributos vitales

En general, el hábito que predominó fue el herbáceo con un 67% de las especies, seguido del arbustivo (23%) y el graminoide (10%) (Figura 21).

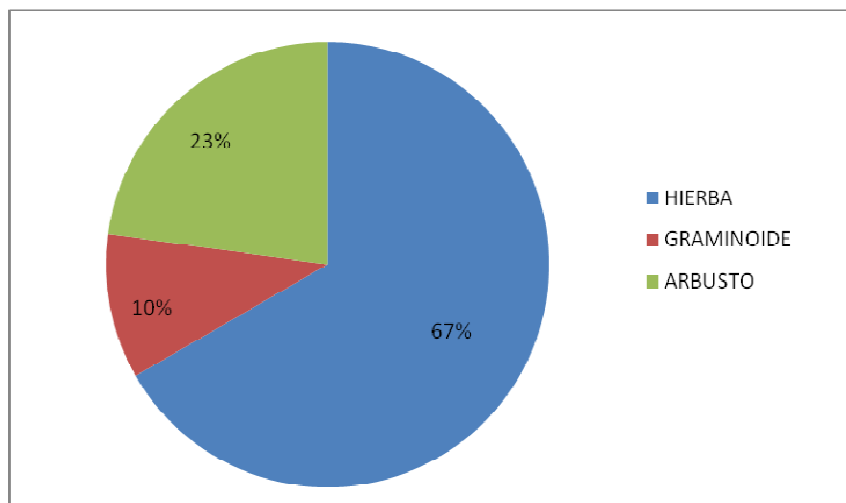


Figura 21. Porcentaje de especies por hábito de crecimiento.

El 67% de las especies son nativas, el 12 % son exóticas, el 9% son exóticas naturalizada y el 12% restante no se pudo determinar su origen. (Figura 22)

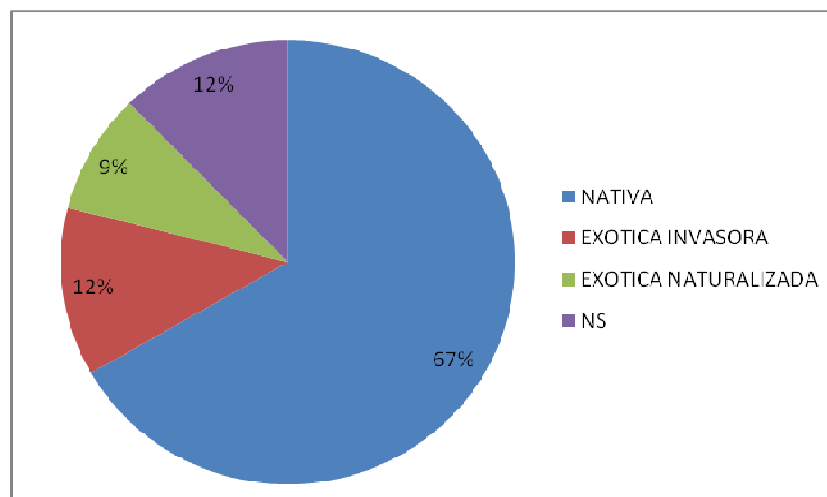


Figura 22. Porcentaje de especies nativas y exóticas.

El 68% de las especies se dispersan gracias al viento (anemocoria), un 21% gracias a animales (zoocoria) y dos especies presentaron otros tipos de

dispersión, *Geranium* sp presentó autocoria y *Salvia* sp, barocoria, a un 7% de las especies no se pudo determinar su modo de dispersión (Figura 23).

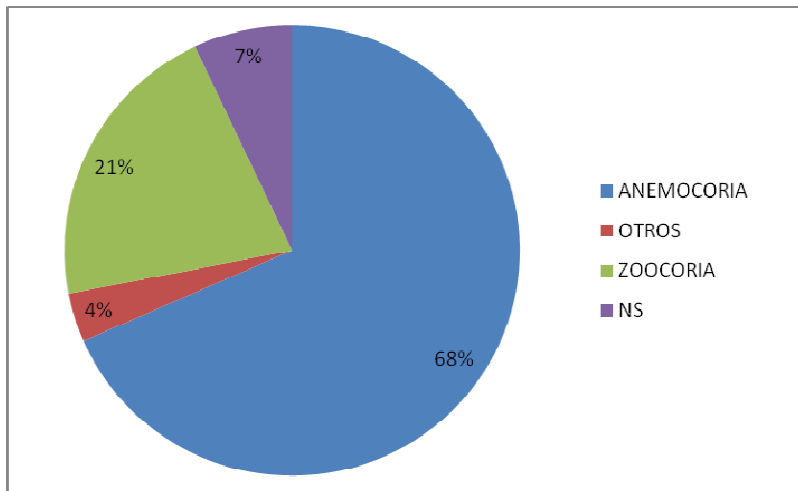


Figura 23. Porcentaje de especies por tipo de dispersión.

En lo que respecta a los ciclos de vida, un 76% de las especies son perennes, 12% son anuales y 7% son bianuales, no se pudo determinar el ciclo de vida para el 5% de las especies (Figura 24)

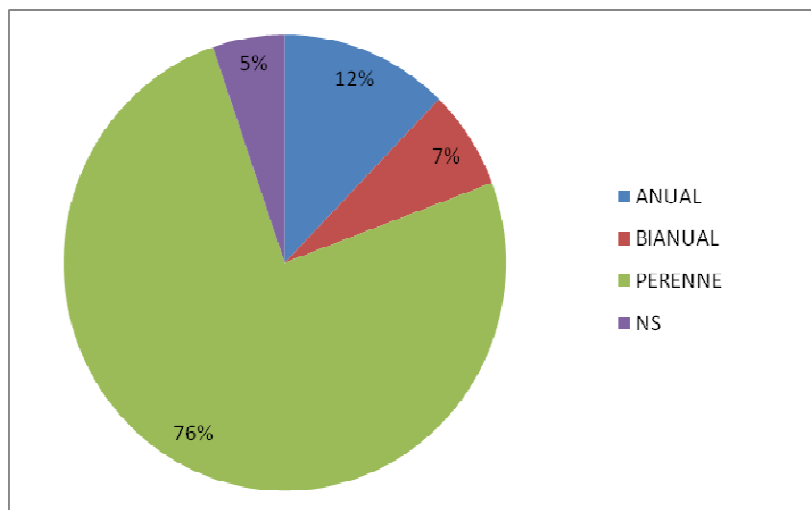


Figura 24. Porcentaje de especies por ciclo de vida.

En el **Anexo 5** se presenta una tabla con los atributos vitales de cada una de las especies asociadas registradas.

9.2.4 Índices de diversidad

▪ Diversidad Shannon-Wiener

El valor de diversidad para todos los núcleos en conjunto fue de 2.61. El valor más alto de diversidad se encontró fue en núcleo *tres* (2.51) y el menor en el núcleo *uno* (1.58) (Figura 25).

▪ Dominancia Simpson

Para todos los núcleos en conjunto, el valor de dominancia de Simpson fue de 0.136. En particular para cada núcleo los valores fueron mayores en los núcleos *uno* y *cuatro* (0.389 y 0.379)

▪ Equidad Pielou

El valor promedio de equidad de Pielou para todos los núcleos fue de 0.646. Los núcleos *seis* y *tres* presentaron los mayores valores (0.720 y 0,713) (Figura 25).

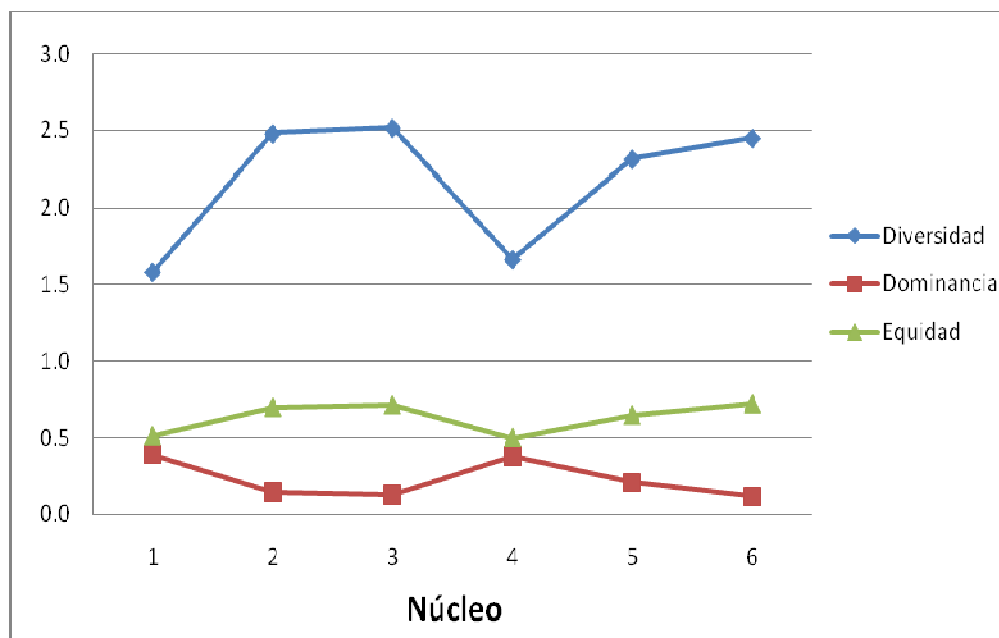


Figura 25. Valores de diversidad, equidad y dominancia para cada núcleo.

10. DISCUSION

La tala rasa de las plantaciones de coníferas en el Parque Forestal Embalse del Neusa generó cambios en las características del ecosistema en tanto que la luz solar alcanzó directamente al suelo y se detuvo la producción de acículas, esto resultó en el inicio de una sucesión vegetal sobre el colchón de acículas de *Pinus patula* que empezó a descomponerse y mineralizarse y las plantas pioneras exóticas o nativas empezaron a aparecer, teniendo a su disposición nutrientes, espacio y luz. Dieciséis meses después de iniciada esta sucesión vegetal, se realizó la caracterización en los seis núcleos implementados por la ERE.

Vegetación asociada

Composición florística

El objetivo final de los núcleos implementados en el Parque Forestal Embalse del Neusa es el restablecimiento del bosque altoandino. En este sentido estos núcleos tenderían a ser cada vez mas similares entre sí, sin embargo existen diversos factores que influyen sobre la trayectoria sucesional de los núcleos.

Las diferencias que se encontraron en este trabajo a nivel de composición de la vegetación vascular entre los diferentes núcleos, a partir de los resultados del Índice de Bray-Curtis, se deben en principalmente a la dominancia de algunas especies como *Holcus lanatus* y *Phytolacca bogotensis*, por ejemplo el núcleo *cuatro* evidenció los mayores valores de disimilaridad de Bray-Cutiss, teniendo en cuenta la gran dominancia y densidad de *Holcus lanatus* en el mencionado núcleo. De esta manera se puede suponer que este núcleo es en el cual se han de implementar las medidas adaptativas que permitan redireccionar su trayectoria sucesional.

En general para los seis núcleos la familia predominante en número de especies y géneros fue Asteraceae. Gentry (1993) define esta familia como una de las más numerosas de las angiospermas, que se encuentra distribuida por todo el mundo y presenta gran variabilidad en sus formas de vida. Se caracterizan por su forma de dispersión anemócora, sus características competitivas y su capacidad de persistencia en lugares disturbados, lo que las hace muy comunes en los primeros estadios sucesionales (Gentry 1993; Valencia y Cataño 2010). Mora (1999) encontró en las minas de grava de Tunjuelo que esta familia era una de las más importantes en tres fases de sucesión primaria y que su presencia se puede postergó hasta 10 años después del disturbio (Mora 1999; Valencia y Cataño 2010).

La familia Poaceae también mostró un alto de número de especies y géneros para los núcleos muestreados, las especies de esta familia tienen atributos ecológicos como una abundante producción de semillas, gran capacidad de dispersión (anemocoria), amplia plasticidad fenotípica y una elevada resistencia a condiciones limitantes, además su característica clonal de expandirse les permite establecerse rápidamente sobre zonas perturbadas (Svensson *et al.* 2005; Valencia y Cataño 2010).

Entre las especies más frecuentes y dominante está la guaba (*Phytolacca bogotensis*), especie nativa considerada clave en la conectividad de fragmentos y la restauración de los pastizales por sus características en la dispersión, fructificación continua con cosechas abundantes que atrae la avifauna y rápida germinación en pastizales abiertos (Linares y Vargas 2004), además, en este estudio se observó que esta especie tuvo un efecto positivo sobre los individuos plantados que crecen bajo su sombra, que presentaron los mayores valores de altura y cobertura, en particular para *Smallanthus pyramidalis*.

Otra especie frecuente fue *Holcus lanatus*, que es una especie exótica invasiva que puede llegar a cubrir grandes áreas debido a una ventaja, el poder “moverse” a través de rizomas, estolones o tallos enraizados y formar grandes macollas que excluyen a las demás especies. Adicionalmente posee un sistema radicular agresivo, pudiendo desarrollar raíces profundas o raíces superficiales, este crecimiento radicular altamente competitivo le permite a *Holcus lanatus*, adaptarse a un amplio rango de suelos y extraer nutrientes de aquellos más pobres. Siendo además tolerante a ciertos niveles de acidez (Bemhaja 1993).

Rumex acetosella también presentó valores altos de frecuencia y cobertura, esta especie exótica europea, estrictamente pionera que domina en los primeros estadíos de la sucesión, es una especie invasora de sistemas agrícolas, así como en sitios disturbados por minería y pastoreo. Otras especies que comparten estas últimas características con *Rumex acetosella* son; *Trifolium repens*, *Oxalis corniculata*, *Hypochaeris radicata*, *Taraxacum officinale*, *Gamochaeta americana*, *Digitalis purpurea*, *Anthoxantum odoratum* (Vargas et al 2001). Por otra parte *Lachemilla ahpanoides*, *Lachemilla orbiculata*, *Galium hypocarpium* e *Hydrocotyle bomplandii* son consideradas como colonizadoras nativas agresivas (Vargas et al 2001).

Atributos vitales

Aunque el porcentaje de especies nativas es del 67%, tres de las cuatro especies más frecuentes son especies exóticas, dos de ellas (*Rumex acetosella* y *Holcus lanatus*) son invasoras y presentaron en algunos núcleos gran cobertura.

Castro Díez y colaboradores (2004) destacan la paradójica situación de que algunas actividades de restauración ecológica conllevan con frecuencia a la expansión de las invasiones biológicas, invasión que se favorece de forma indirecta mediante la creación de ambientes artificiales o alterados, donde ciertas

especies exóticas se ven favorecidas. Por lo tanto, la mejor herramienta para luchar contra las invasiones biológicas, es la prevención. Para ello es necesario contar con una catalogación rigurosa y precisa de las especies exóticas, con conocimientos y metodologías que permitan prever sus posibles efectos en los ecosistemas (Castro-Díez *et al.* 2004)

Entre las especies reportadas con hábitos arbustivos, cabe resaltar que y *Smallanthus pyramidalis* es una especie con una producción de hojarasca importante para la creación de un horizonte orgánico que permita la llegada de otras especies y que además induce la supresión de las gramíneas invasoras al cerrarse el dosel, proceso acelerado en función del rápido crecimiento de esta especie (García 2009). Esto se evidenció en el núcleo *cinco*, donde se registró un individuo de gran porte de esta especie y el efecto que tiene su hojarasca sobre la composición del suelo, adicionalmente es importante para tener en cuenta que esta especie se podría usar en estrategias para impedir la invasión de gramíneas como *Holcus lanatus*.

Vegetación plantada

Para el presente estudio, la mayor mortalidad fue de *Smallanthus pyramidalis* debido a que más del 70% de los individuos sembrados de esta especie murieron, y de los supervivientes muchos se registraron como rebrotes, solo algunos pocos individuos crecieron notablemente. Es importante reconocer que estos que si crecieron, por lo general estaban a la sombra de *Phytolacca bogotensis*.

Hay varias hipótesis del porque de esta mortalidad, por una parte las heladas que han ocurrido en el sector de estudio y que pudieron haber afectaron a los individuos plantados, esto coincide con los autores que argumentan sobre la

sensibilidad de *Smalanthus pyramidalis* a vientos fuertes y heladas (CAR 2004; Leon 2007).

Por otra parte, parece que cuando los individuos de *Weinmannia tomentosa*, *Smalanthus pyramidalis*, *Baccharis latifolia* y *Morella parvifolia* fueron sembrados eran de un tamaño muy pequeño y esto los hizo muy vulnerables a las heladas y otras afectaciones que se dieron sobre las especies plantadas.

En los individuos de *Baccharis latifolia*, *Morella parvifolia* y *Smalanthus pyramidalis*, se presentaron el mayor número de rebrotes y por lo tanto la heterogeneidad de los datos de altura fue mayor y esto explica su elevado valor de desviación estándar para esta variable.

Es muy importante la frecuencia de rebrotes en tanto que a futuro estos rebrotes van a crecer y partir de ellos se harán las mediciones de área basal, cobertura y altura. Así mismo hay que considerar que los individuos reportados como muertos puede que se encuentren desarrollando procesos de adaptación a las condiciones del área donde fueron plantados (Terradas-Serra 2001), y que lleguen a desarrollar rebrotes en el futuro, esto teniendo en cuenta la presencia de rebrotes pequeñísimos (menores a 1 cm^2), apenas visibles, en algunas de las especies plantadas como *Baccharis latifolia*, *Weinmannia tomentosa* y *Smalanthus pyramidalis*.

Es clave tener en cuenta en la restauración del Parque Forestal Embalse del Neusa, la ausencia de propágulos y bancos de semillas de las especies nativas debido a la falta de fragmentos cercanos del bosque altoandino. Y en este sentido es importante hacer el seguimiento de las especies que con el tiempo van llegando a los núcleos, su origen y tipo de dispersión entre otros atributos vitales proporcionan información relevante, la cual permite evaluar si efectivamente las

áreas disturbadas tienden al bosque altoandino o si son necesarias medidas correctivas en el proceso de restauración.

Índices de diversidad

Los valores de los índices de diversidad obtenidos muestran que en general los núcleos presentaron una alta dominancia y por lo tanto unos valores pequeños de equidad y diversidad, en particular para los núcleos *uno* y *cuatro*, pues hubo en ellos una evidente dominancia de *Phytolacca bogotensis* y *Holcus lanatus* respectivamente, que redujo los valores de equidad y diversidad, Precisamente fueron estos núcleos los que presentaron los valores más bajos de riqueza específica.

11. CONCLUSIONES

Con respecto al estado de la vegetación, teniendo en cuenta la dominancia del estrato herbáceo y rasante, la distribución de las alturas de las especies y la presencia de varias especies de Asteráceas de distribución anemocora, se puede decir que la vegetación se encuentra en un estado incipiente en la sucesión, recordando además que la tala rasa fue realizada 16 meses antes y que los procesos en la Restauración Ecológica son lentos. Sin embargo ya se empiezan a registrar especies arbustivas en algunos núcleos.

La especie *Phytolacca bogotensis* (guaba) acelera la regeneración natural y favorece al sistema en general al generar una oferta alimenticia constante a lo largo del año para las aves, quienes pueden dispersar esta y otras especies de plantas al alimentarse de la guaba, además es para tener en cuenta la importancia de esta especie como facilitadora para las demás especies, tanto asociadas como plantadas (en particular *Smilax pyramidallia*).

Las especies sembradas en los núcleos constituyen a largo plazo una buena alternativa para diversificar la vegetación y avanzar en el proceso de regeneración natural, teniendo en cuenta que de otra manera estas especies tardarían mucho tiempo en llegar y establecerse de forma natural, debido a los pocos remanentes de vegetación nativa cercanos al sector piscícola y a la falta de propágulos y agentes dispersores. Además esta estrategia sirve a futuro para prevenir las invasiones biológicas que se puedan dar en los núcleos teniendo en cuenta que aun hay cobertura de suelo desnudo y que se registró en los núcleos la presencia de exóticas invasoras como *Holcus lanatus*.

Por último es conveniente resaltar la presencia de plántulas de *Pinus patula* en algunos de los núcleos de vegetación como consecuencia del banco de semillas de esta especie que quedó después de la tala rasa, aunque la autoridad ambiental (CAR) ha contratado amas de casa de las comunidades cercanas para extraer manualmente estas plántulas de las áreas donde se realizó la tala rasa.

12.RECOMENDACIONES

Se recomienda comprobar con futuros muestreos la certeza de la muerte de los individuos que se han reportado muertos, teniendo en cuenta la capacidad de rebrote de algunas especies. Para el caso de los individuos que se confirme su muerte definitiva, es conveniente la resiembra de otro individuo de la misma especie, teniendo en cuenta que este proyecto no es un experimento, sino una estrategia de Restauración Ecológica.

Se sugiere agregar un hábito de crecimiento que contenga a las especies de hábitos trepadores, como las pertenecientes el género *Passiflora*, u otras especies que puedan aparecer con el tiempo y teniendo en cuenta la gran diversidad de formas de crecimiento que se presentan en los bosques altoandinos.

En algunos núcleos el crecimiento denso y excesivo de algunas gramíneas como *Holcus lanatus*, dificultó la ubicación de los individuos plantados y las etiquetas pertenecientes a los individuos muertos, las cuales se encontraban recubiertas por estas gramíneas, y esto generó una excesiva pérdida de tiempo en el muestreo en campo. Con el propósito de que esto no se repita nuevamente en las futuras evaluaciones que se hagan en estos núcleos, es importante facilitar de alguna manera esta tarea de ubicar las etiquetas, mediante otras formas de señalar el lugar donde fueron plantadas estas especies.

Se sugiere que cuando se realicen plantaciones en el futuro los individuos que se vayan a plantar tengan una mayor altura para que puedan resistir de mejor manera a las heladas o fuertes vientos que los puedan afectar y no se presenten valores tan altos de mortalidad. De igual manera es necesario replantear la siembra del arboloco (*Smilax pyramidallis*) sin ninguna protección, teniendo en cuenta que es una especie susceptible a las heladas y que esta región, en este rango altitudinal, se caracteriza por las variaciones diarias relativamente fuertes en temperatura.

Los núcleos de vegetación se diferencian entre ellos por factores como la inclinación del terreno, que pueden influir sobre el arrastre de sedimentos y la vegetación presente, en este sentido se recomienda tener en cuenta este factor a la hora de comparar los núcleos mediante el análisis de Bray-Curtis.

Se recomienda que la Escuela de Restauración Ecológica continúe con el monitoreo de la vegetación en los núcleos para poder evaluar con el tiempo los cambios que se van dando en estructura y composición de la vegetación a medida que va avanzando la sucesión, de manera que se puedan diseñar cada vez estrategias más acordes a las particularidades de cada núcleo de vegetación implementado en el Parque Forestal Embalse del Neusa.

13. RERERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anderson, M. (1953). "Plantación en grupos espaciados." *Unasyuva* 7(2): 61-70.

Avila, L. y O.Vargas (2011). "Núcleos de restauración de *Lupinus bogotensis* en claros de plantaciones de *Pinus Patula* y *Cupressus lusitanica*. En " LA RESTAURACION ECOLOGICA EN LA PRACTICA: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica, Universidad Nacional de Colombia: 444-455.

Barkman, J. (1979). "The investigation of vegetation texture & structure." *The study of vegetation* 125: 160.

Barrera-Cataño, J. y C. Valdés-López (2007). "Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia." *Universitas Scientarium. Rev. De la Facultad de Ciencias* 12: 11-24.

Barrera, J., Ríos, HF (2002). "Acercamiento a la Ecología de la Restauración." *Pérez-Arbelaezia* (13): 33-46.

Barrera, J., Valdés, C. (2007). "Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia." *Universitas Scientarium. Rev. De la Facultad de Ciencias* 12: 11-24.

Barrera, J. I., Contreras, S.M, Garzón, N.V, Moreno, Montoya, S.P. (2010). "Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital." Escuela de Restauración Ecológica (ERE), Secretaria Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana: 1-400.

Bechara, F. C. (2006). Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. Piracicaba: 2006, Tese–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.

Bemhaja, M. (1993). *Holcus Lanatus* L. "La Magnolia". Serie técnica N° 32. INIA Tacuarembó. 15 p.

Begon, M., Harper, J. L., Townsend, C.R., Rovira, M.R., Civil, R.S. (1999). *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*, Omega Barcelona.

Brussa, C. & Grela, I. (2008) Flora autóctona: camboatá blanco. *Forestal*. 12, época 2.

Cano, A. y P. R. Stevenson (2008). "Diversidad y Composición Florística de Tres

Tipos de Bosque en la Estación Biológica Caparú, Vaupés." *Colombia Forestal* 12(0): 63-80.

CAR (2004). "La Vegetación del Área CAR " Atlas Ambiental de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). " Corporación Autónoma Regional (CAR): 68 - 71.

Carrillo, Y. Guarín, A., Guillot, G. (2006). "Biomass distribution, growth & decay of *Egeria densa* in a tropical high-mountain reservoir (NEUSA, Colombia)." *Aquatic botany* 85(1): 7-15.

Castellanos, C., Gómez-Ruiz, P. Rodríguez, N. (2011) Síntesis simposio sobre selección de especies vegetales para la restauración ecológica. LA RESTAURACION ECOLOGICA EN LA PRACTICA: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica, Universidad Nacional de Colombia, 19-40.

Castro Díez, P., Valladares, F., Alonso, A. (2004). "La creciente amenaza de las invasiones biológicas." *Ecosistemas* 13(3): 1-9.

Cavelier, J., Etter, A., Churchill, S.P., Balslev, H., Forero, E., Lutyn, J.L. (1995). Deforestation of montane forests in Colombia as a result of illegal plantations of opium (*Papaver somniferum*), New York Botanical Garden.

Cavelier, J. y C. Santos (1999). "Efectos de plantaciones abandonadas de especies exóticas y nativas sobre la regeneración natural de un bosque montano en Colombia." *Revista de Biología Tropical* 47(4): 775-784.

Cavelier, J. y A. Tobler (1998). "The effect of abandoned plantations of *Pinus patula* & *Cupressus lusitanica* on soil and regeneration of a tropical montane rain forest in Colombia." *Biodiversity & Conservation* 7(3): 335-347.

Contratos (2009). "Aumento y protección de la cobertura boscosa. Subdirección de administración de los recursos naturales y áreas protegidas." http://www.contratos.gov.co/archivospuc1/2009/DEPREV/132003003/09-1-40420/DEPREV_PROCESO_09-1-40420_132003003_915619.pdf

Contreras, S. (2011). "Informe Septiembre 2011. La nucleación como una herramienta para la restauración de una área en proceso de restablecimiento en el Parque Forestal Embalse del Neusa." 1-11.

Corbin, J. D. y K. D. Holl (2012). "Applied nucleation as a forest restoration strategy." *Forest Ecology & Management* 265: 37-46.

Cortés, A., Chamorro, C., Vega, A. (1990). "Cambios en el suelo por la implantación de praderas, coníferas y eucaliptos en un área aledaña al embalse del Neusa (páramo de Guerrero)." *Biol Suelo*: 101-114.

DAMA (2003). "Plantaciones de especies forestales, Parque Ecológico Distrital De Montaña Entrenubes." Corporación Suna Hisca (ASESORIA TECNICA AGROAMBIENTAL PARA LA APROPIACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DEL PARQUE ECOLOGICO DISTRITAL ENTRENUBES A PARTIR DE LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO).

DAMA (2011). "Especial: Fichas técnicas por especie."
<http://www.dama.gov.co/dama/libreria>.

Eriksson, O. y A. Jakobsson (1998). "Abundance, distribution & life histories of grassland plants: a comparative study of 81 species." *Journal of Ecology* 86(6): 922-933.

Escobar, S. R. y F. I. A. Nacionales (1991). Neusa, 9,000 años de presencia humana en el páramo, Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la República.

Estupiñán-Bravo, L. H. (2002). "Estudio del impacto causado en la vegetación nativa por el establecimiento de plantaciones de pino en el Páramo de Gachaneca." *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*. Vol 5, fasc.1: 25 - 35

García, C. A. (1998). "Plan de manejo Parque Forestal Represa del Neusa." Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Dirección regional de Zipaquirá - CAR: 125.

García, E. P. (2009). "Activación de la Sucesión Vegetal de Especies Promisorias Parcela Experimental Permanente Vereda Pueblo Viejo Parte Alta Facativá (Colombia)." *Revista Brasileira de Agroecologia* 4(2).

Gentry, A. H.(1993). "A Field Guide to the Families & Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with Supplementary Notes on Herbaceous Taxa (Washington, DC: Conservation International)." Washington, DC.

Giraldo-Cañas, D. (2000). "Variación de la diversidad florística en un mosaico sucesional en la cordillera Central Andina (Antioquia, Colombia)." *Darwiniana* 38(1-2): 33-42.

Glenn-Lewin, D. C., Peet ,R. K., Veblen,T.T. (1992). *Plant succession: theory & prediction*, Springer.

Granados, D. (1991). "Ecología y dispersión de las plantas." Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. Serie de Apoyo Académico 45: 114.

Gutiérrez, F. P. (2006). "Estado de conocimiento de especies invasoras: propuesta de lineamientos para el control de los impactos." Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 156p.

Hofstede, R. G. M. (1997). "El impacto ambiental de plantaciones de Pinus en la Sierra del Ecuador. Resultados de una investigación comparativo."

Holl, K. y J. Cairns (2002). "Monitoring & appraisal." Handbook of Ecological Restoration: Principles of Restoration 1: 411-432.

Huber, A., Iroumé, A., Mohr, C., Frêne, C. (2010). "Efecto de plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* sobre el recurso agua en la Cordillera de la Costa de la región del Biobío, Chile." Bosque (Valdivia) 31(3): 219-230.

IFCAYA (1990). "Plan de administración y manejo de las plantaciones forestales del Parque Recreacional del Embalse de Neusa."

IUCN. 2000. Red list of threatened animal. IUCN, Gland (Switzerland). 368 pp.

Kappelle, M. y A. D. Brown (2001). Bosques nublados del neotrópico, Instituto Nacional de la Biodiversidad.

León-Gamboa, A. L., Ramos, C., García, M.R. (2010). "Efecto de plantaciones de pino en la artropofauna del suelo de un bosque Altoandino." Revista de Biología Tropical 58(3): 1031-1048.

Leon, O. (2007). "Experimentos de restauración ecológica en plantaciones de *Pinus Patula* (Embalse de Chisacá, Localidad de Usme)." Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá DC Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del Embalse de Chisacá, localidad de Usme: 296-335.

Linares, P. V. y O. Vargas (2004). "Dinámica de la dispersión de plantas ornitócoras, reclutamiento y conectividad de fragmentos de bosque altoandino secundario (Reserva natural protectora, Cogua, Cundinamarca)." *Acta Biológica Colombiana* 9(2).

Luken, J. O. (1990). *Directing ecological succession*. Chapman and Hall, London, UK. Pp. 327.

Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity & its measurement*, Princeton University press Princeton, NJ.

Mahecha, G., Ovalle, A., Camelo, D., Rozo, A., Barredo, D. (2004). "Vegetación del territorio CAR. 450 especies de sus llanuras y montañas." Panamericana SA, Bogotá.

Malagón, D., Pulido, C., Llinas, R., Chamorro, C. (1995). "Suelos de Colombia: Origen, evolución, clasificación, distribución y uso." IGAC. Bogotá.

MAVDT (2010). "Plan nacional de restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Republica de Colombia. ." MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. .

Mendoza, J. y A. Etter (2002). "Multitemporal analysis (1940-1996) of land cover changes in the southwestern Bogota highplain (Colombia)." *Landscape & urban planning* 59(3): 147-158.

Milton, J. y J. Arnold (2004). *Probabilidad y Estadística con aplicaciones para ingeniería y ciencias computacionales*, McGraw-Hill.

Molina, L. F., González, M., Sánchez. (1995). "Guía de arboles de Santa Fe de Bogotá." Departamento Administrativo del Medio Ambiente-DAMA: Bogotá DC.

Mora, R. (1999). *Patrones de sucesión vegetal sobre depósitos de material residual mineral en minas de gravas (Bogotá DC)*, Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Colombia.

Moreno, A. C. (2011). "Muestreo de la vegetación vascular presente en doce (12 núcleos) establecidos por la Pontificia Universidad Javeriana- Escuela Restauración Ecológica antes de la plantación de vegetación nativa. Informe de avance "Muestreo de vegetación vascular"."

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad, M & T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1.

Noble, I. R. y R. Slatyer (1980). "The use of vital attributes to predict successional changes in plant communities subject to recurrent disturbances." *Plant Ecology* 43(1): 5-21.

Osorio-Olarte, J., Uribe-Botero, E., Molina-Prieto, L.F. (1997). "Cerros, humedales y áreas rurales de Santa Fe de Bogotá." DAMA/AMSFB. Santa Fe de Bogotá DC (Colombia).

Philippi, T. E., Dixon, P. M., Taylor, B.E. (1998). "Detecting trends in species composition." *Ecological applications* 8(2): 300-308.

Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza, INCI.

Prieto-C, A. (1994) Análisis florístico del Parque Navional Natural Amacayacu e Isla Mocagua, Amazonas (Colombia). *Caldasia*, **20**, 142-172.

Ramirez, A. (2006). Ecología, Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades, Pontificia Universidad Javeriana.

Ramírez, A. (2006). "Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades." Pontificia Universidad Javeriana: 1-273.

Rangel, J. y G. Lozano (1986). "Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán del Puracé." *Caldasia* 14(68-70): 503-547.

Rangel, J. y A. Velázquez (1997). "Métodos de estudio de la vegetación." Colombia Diversidad Biótica II.

Rangel, J. O., Petter Lowy, Mauricio Aguilar (1995). Colombia, diversidad biótica, Universidad Nacional de Colombia.

Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D., West, C.J. (2000). "Naturalization & invasion of alien plants: concepts & definitions." Diversity & distributions 6(2): 93-107.

Salamanca, A. (2012). "Evaluación del estado de la vegetación en diseños de restauración ecológica, un año después de su implementación en la microcuenca de las quebradas Hoya Onda y La Leona, ubicadas en la vereda las Margaritas, Localidad de Usme." Tesis de Pregrado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ciencias y Educación. Bogotá D.C. : 163.

SER (2004). "Principios de SER International sobre la restauración ecológica." www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas.

Svensson, B. M., Rydin, H., Carlsson, B.A. (2005). "Clonal plants in the community." Vegetation Ecology. Blackwell Science Ltd, Oxford: 129-146.

Terradas Serra, J. (2001). Ecología de la vegetación: de la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes, Editorial Omega.

Tobón, C. (2009). Los bosques andinos y el agua. Quito, Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION, CONDESAN.

Tres, D. y A. Reis (2007). "La nucleación como propuesta para la restauración de la conectividad del paisaje." Seminario Internacional de Restauración Ecológica 2.

Valencia, M. A. y J. I. B. Cataño (2010). "Evaluación del estado actual de la vegetación en parcelas enmendadas con biosólidos en la antigua arenera Juan Rey, Bogotá DC."

Vargas, O. (1997). "Un modelo de sucesión-regeneración de los páramos después de quemadas." *Caldasia* 19: 331-344.

Vargas, O. (2011). "Caracterización del banco de semillas germinable de plantaciones de *Pinus patula* y claros en regeneración natural (alrededores del embalse de Chisacá, Bogotá, Localidad de Usme, Bosque altoandino)." *LA RESTAURACION ECOLOGICA EN LA PRÁCTICA: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica*, Universidad Nacional de Colombia: 19-40.

Vargas, O. (2011). "Estrategias para la Restauración Ecológica de los páramos en áreas afectadas por pastoreo (PNN Chingaza, Colombia)." *LA RESTAURACION ECOLOGICA EN LA PRÁCTICA: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica*, Universidad Nacional de Colombia: 19-40.

Vargas, O. (2011). "Los pasos fundamentales en la restauración ecológica." *LA RESTAURACION ECOLOGICA EN LA PRÁCTICA: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica*, Universidad Nacional de Colombia: 19-40.

Yanes, V. y A. I. Batis Muños (2001). Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación, Instituto de Ecología, UNAM, México.

Yarranton, G. y R. Morrison (1974). "Spatial dynamics of a primary succession: nucleation." *The Journal of Ecology*: 417-428.

14. ANEXOS

Anexo 1. Número de individuos por especie, promedio de altura y desviación estándar de la vegetación plantada en cada núcleo:

Número núcleo	Especie	Individuos medidos	Promedio de Altura (cm)	Desviación estándar
1	<i>Baccharis latifolia</i>	32	40.719	29.072
	<i>Morella parvifolia</i>	11	57.545	26.5
	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	4	45.5	1.732
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	13	14.769	11.159
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	50.25	5.5
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	4	22.6	24.413
Total		68	38.256	27.271
2	<i>Baccharis latifolia</i>	14	20	24.312
	<i>Morella parvifolia</i>	10	23.4	26.908
	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	4	31.5	20.273
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	1	7	
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	48.75	15.586
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	1	1.5	
Total		34	24.809	24.518
3	<i>Baccharis latifolia</i>	26	29.335	26.613
	<i>Morella parvifolia</i>	11	45.818	21.566
	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	4	38.75	12.79
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	4	39.75	46.486
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	53	5.228
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	1	10.2	
Total		50	36.058	26.162
4	<i>Baccharis latifolia</i>	22	38.205	24.551
	<i>Morella parvifolia</i>	12	42.208	22.661
	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	3	27.333	11.015
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	4	12.5	6.758
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	45.5	11.676
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	1	5	
Total		46	36.217	22.812

Número núcleo	Especie	Individuos medidos	Promedio de Altura (cm)	Desviación estándar
5	<i>Baccharis latifolia</i>	32	48.088	23.825
	<i>Morella parvifolia</i>	11	50.182	22.542
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	46	18.457
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	12	24.942	24.459
	<i>Viburnum triphyllum</i>	3	55.333	2.309
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	4	11	20.668
Total		66	42.183	25.245
6	<i>Baccharis latifolia</i>	19	22.832	18.392
	<i>Morella parvifolia</i>	10	55.82	22.319
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	48.5	4.796
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	5	7.4	3.647
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	48.25	7.932
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	2	33	18.385
Total		44	33.682	23.398

Anexo 2. Número de individuos por especie, promedio de cobertura y desviación estándar de la vegetación plantada en cada núcleo:

Número núcleo	Especie	Individuos medidos	Promedio de Cobertura (cm^2)	Desviación estándar
1	<i>Baccharis latifolia</i>	32	95.595	77.661
	<i>Morella parvifolia</i>	11	62.575	39.501
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	125.125	199.951
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	13	105.638	202.471
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	160	114.673
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	4	73.144	91.086
Total		68	96.378	116.807
2	<i>Baccharis latifolia</i>	14	57.243	84.812
	<i>Morella parvifolia</i>	10	18.253	14.685
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	15.475	0.95
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	1	38.5	
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	82.75	28.491
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	1	6	
Total		34	41.804	59.682
3	<i>Baccharis latifolia</i>	26	44.756	58.173
	<i>Morella parvifolia</i>	11	49.995	31.756
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	27.844	27.767
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	4	259.188	457.79
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	44.438	17.379
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	1	15	
Total		50	61.09	135.491
4	<i>Baccharis latifolia</i>	22	43.659	40.176
	<i>Morella parvifolia</i>	12	37.979	33.395
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	3	30.667	20.033
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	4	48.15	52.83
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	100.125	41.925
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	1	20	
Total		46	46.116	40.722

Número núcleo	Especie	Individuos medidos	Promedio de Cobertura (cm^2)	Desviación estándar
5	<i>Baccharis latifolia</i>	32	132.289	128.293
	<i>Morella parvifolia</i>	11	38.091	37.257
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	19.75	8.808
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	12	181.863	237.526
	<i>Viburnum triphylum</i>	3	70	34.641
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	4	12.25	9.287
Total		66	108.676	144.533
6	<i>Baccharis latifolia</i>	19	40.079	36.131
	<i>Morella parvifolia</i>	10	50.05	32.883
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	18.369	11.422
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	5	44.7	48.68
	<i>Viburnum triphylum</i>	4	124	17.493
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	2	102	16.971
Total		44	51.34	42.468

Anexo 3. Número de individuos por especie, promedio área basal y desviación estándar de la vegetación plantada en cada núcleo:

Número núcleo	Especie	Individuos medidos	Promedio de Área basal	Desviación estándar
1	<i>Baccharis latifolia</i>	23	0.743	2.34
	<i>Morella parvifolia</i>	9	0.225	0.105
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	0.198	0.142
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	7	0.501	0.433
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	0.199	0.092
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	2	0.273	0.021
Total		49	0.505	1.611
2	<i>Baccharis latifolia</i>	6	0.258	0.203
	<i>Morella parvifolia</i>	3	0.227	0.081
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	0.204	0.085
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>			
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	0.269	0.124
	<i>Weinmannia tomentosa</i>			
Total		17	0.242	0.137
3	<i>Baccharis latifolia</i>	14	0.218	0.139
	<i>Morella parvifolia</i>	9	0.241	0.113
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	0.292	0.081
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	3	1.352	1.079
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	0.294	0.102
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	1	0.258	
Total		35	0.339	0.425
4	<i>Baccharis latifolia</i>	14	1.148	3.541
	<i>Morella parvifolia</i>	10	0.189	0.116
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	2	0.217	0.019
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	1	1.989	
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	0.333	0.259
	<i>Weinmannia tomentosa</i>			
Total		31	0.701	2.39

Número núcleo	Especie	Individuos medidos	Promedio de Área basal	Desviación estándar
5	<i>Baccharis latifolia</i>	29	1.143	3.477
	<i>Morella parvifolia</i>	11	0.164	0.084
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	0.327	0.178
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	7	1.35	0.896
	<i>Viburnum triphyllum</i>	3	0.23	0
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	1	0.23	
Total		55	0.848	2.566
6	<i>Baccharis latifolia</i>	7	0.19	0.086
	<i>Morella parvifolia</i>	9	0.251	0.103
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	4	0.259	0.033
	<i>Smalanthus pyramidalis</i>	1	1.611	
	<i>Viburnum triphyllum</i>	4	0.204	0.021
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	2	0.145	0.015
Total		27	0.272	0.279

Anexo 4. Lista de familias, géneros y especies encontrados en cada núcleo:

Familia	Género	Especie	Núcleo						
			1	2	3	4	5	6	
Araliaceae	<i>Hidrocotyle</i>	<i>Hydrocotyle bonplandii</i> (A.Rich.)		1	1		1		
	<i>Achyrocline</i>	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.)		1		1	1	1	
	<i>Ageratina</i>	<i>Ageratina gracilis</i> (Kunth.)	1	1	1			1	
	<i>Baccharis</i>	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)							1
		<i>Baccharis bogotensis</i> (Kunth)		1	1	1			1
	<i>Cirsium</i>	<i>Cirsium vulgare</i> (Hill.)			1				
	<i>Conyza</i>	<i>Conyza floribunda</i> (Kunth.)						1	
	<i>Gamochaeta</i>	<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	1	1	1	1	1	1	1
		sp 1						1	
	<i>Gnaphalium</i>	sp1	1		1		1	1	
		sp2						1	
	<i>Hieracium</i>	sp1	1	1	1	1	1		
	<i>Hypochaeris</i>	<i>Hypochaeris radicata</i> (L.)	1	1	1	1	1	1	
	<i>Senecio</i>	<i>Senecio magadascariensis</i> (Poir.)						1	
	<i>Sigesbeckia</i>	<i>Sigesbeckia jorullensis</i> (Kunth.)	1	1	1	1	1	1	
	<i>Smallanthus</i>	<i>Smallanthus pyramidalis</i> (Triana)H.Rob.						1	
	<i>Sonchus</i>	<i>Sonchus oleraceus</i> (L.)		1				1	
	<i>Taraxacum</i>	<i>Taraxacum officinale</i> (F.H.Wigg)				1	1	1	
		Sp1						1	
		Sp2						1	
		Sp3		1		1		1	
Asteraceae	sp 3		1						
Caryophyllaceae	<i>Stellaria</i>	<i>Stellaria arvensis</i> (L.) Gray		1	1		1	1	
	<i>Carex</i>	sp1		1	1	1	1	1	
		sp2				1			
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Eld.		1	1	1	1	1	
Fabaceae	<i>Trifolium</i>	<i>Trifolium repens</i> (Walter)		1		1			
Geraniaceae	<i>Geranium</i>	<i>Geranium</i> sp			1				
Iridaceae	<i>Sisyrinchium</i>	<i>Sisyrinchium convolutum</i> (Nocca)		1			1	1	
	<i>Salvia</i>	sp 1	1	1		1	1	1	
		<i>Stachys pusilla</i> (Wedd) Briq		1	1			1	
Lamiaceae	<i>Stachys</i>	sp 1		1					
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>Oxalis corniculata</i> (L.)		1	1	1	1		

Familia	Género	Especie	Núcleo					
			1	2	3	4	5	6
Passifloraceae	<i>Passiflora</i>	sp1	1					
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i>	<i>Phytolacca bogotensis</i> (Kunt)	1	1	1	1	1	1
Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>Pinus patula</i> (Schlecht & Cham)	1	1		1	1	
Piperaceae	<i>Peperomia</i>	<i>Peperomia microphylla</i> (Kunth)			1			
		sp 1			1			
Poaceae	<i>Agrostis</i>	<i>Agrostis perennans</i> (Walter) Tuck		1	1	1		1
	<i>Anthoxanthum</i>	<i>Anthoxanthum odoratum</i> (L.)		1	1	1	1	1
	<i>Holcus</i>	<i>Holcus lanatus</i> (L.)	1	1	1	1	1	1
	<i>Poa</i>	sp 1			1	1		
	<i>sp1</i>		1	1	1	1	1	
Poaceae	<i>Stipa</i>	sp 1		1				
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia</i>	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth)	1	1	1	1	1	1
	<i>Rumex</i>	<i>Rumex acetosella</i> (L.)		1	1	1	1	1
Scrophulariaceae	<i>Digitalis</i>	<i>Digitalis purpurea</i> (L.)			1	1	1	
Rubiaceae	<i>Galium</i>	<i>Galium canescens</i> (Kunth)	1	1	1	1	1	1
		<i>Galium hypocarpium</i> (Relbún)	1	1	1		1	1
		sp1	1		1			
Rosaceae	<i>Lachemilla</i>	<i>Lachemilla aphanoides</i> (Mutis ex L. f.) Rothm.	1	1	1		1	1
		<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.			1			1
Rosaceae	<i>Rubus</i>	Rubus sp	1	1	1	1	1	1
Polytrichaceae	<i>Polytrichum</i>	<i>Polytrichum juniperinum</i> (Hedw)		1		1	1	
Solanaceae	<i>Salpichroa</i>	<i>Salpichroa tristis</i> (Miers.)	1	1	1		1	1
	<i>Solanum</i>	<i>Solanum nigrum</i> (L.)	1	1	1	1	1	1
Indeterminado			1					

Anexo 5. Atributos vitales de la vegetación asociada registrada en los núcleos:

Especies	Hábito			Ciclo de vida				Tipo de dispersión				Nativa/exótica			
	Herbáceas	Gramíneas	Arbusto	Anual	Bianual	Perenne	NS	anemocoria	zoocoria	barocoria	NS	Nativa	Exótica naturalizada	Exótica invasiva	NS
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	1			1				1				1			
<i>Achyrocline satuireioides</i>			1			1		1				1			
<i>Ageratina gracilis</i>			1			1		1				1			
<i>Baccharis latifolia</i>			1			1		1				1			
<i>Bacharis bogotensis</i>	1						1	1				1			
<i>Cirsium vulgare</i>			1				1	1				1			
<i>Conyza floribunda</i>	1						1	1				1			
<i>Gamochaeta americana</i>			1			1		1				1			
<i>Gamochaeta sp</i>			1			1		1				1			
<i>Gnaphalium sp1</i>	1				1			1						1	
<i>Gnaphalium sp2</i>			1	1				1				1			
<i>Hieracium sp</i>	1					1		1				1			
<i>Hypochaeris radicata</i>	1			1				1				1			
<i>Senecio magadascarensis</i>	1			1				1				1			
<i>Sigesbeckia jorullensis</i>			1	1				1				1			
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	1					1		1				1			
<i>Sonchus oleraceus</i>	1					1		1					1		
<i>Taraxacum officinale</i>	1			1				1						1	
<i>Asteraceae sp1</i>	1					1		1				1			
<i>Asteraceae sp2</i>			1			1		1				1			
<i>Asteraceae sp3</i>	1				1			1						1	
<i>Asteraceae sp4</i>	1			1				1						1	
<i>Stellaria arvensis</i>	1				1			1				1			
<i>Carex sp1</i>	1					1		1							1
<i>Carex sp2</i>	1					1		1							1
<i>Cyperus aggregatus</i>	1					1		1				1			
<i>Trifolium repens</i>	1					1		1					1		
<i>Geranium sp</i>	1					1				1		1			
<i>Sisyrinchium convolutum</i>	1					1		1				1			
<i>Salvia sp</i>	1					1				1					1

Especies	Hábito			Ciclo de vida				Tipo de dispersión				Nativa/exótica			
	Herbaceas	Gramíneas	Arbusto	Anual	Bianual	Perenne	NS	anemocoria	zoocoria	barocoria	NS	Nativa	Exótica naturalizada	Exótica invasiva	NS
<i>Stachys pusilla</i>	1					1					1	1			
<i>Stachys</i> sp	1					1					1				1
<i>Oxalis corniculata</i>	1					1			1			1			
<i>Passiflora</i> sp	1					1			1			1			
<i>Phytolacca bogotensis</i>	1					1			1			1			
<i>Pinus patula</i>			1			1		1					1		
<i>Peperomia microphylla</i>	1					1			1			1			
<i>Peperomia</i> sp	1					1			1			1			
<i>Agrostis perennans</i>		1				1		1					1		
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		1				1		1						1	
<i>Holcus lanatus</i>		1				1		1						1	
<i>Poa</i> sp		1				1		1							1
<i>Poaceae</i> sp1		1				1		1							1
<i>Stipa</i> sp		1				1		1							1
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	1					1			1			1			
<i>Rumex acetosella</i>	1					1		1					1		
<i>Polytrichum juniperinum</i>	1					1		1				1			
<i>Lachemilla aphanoides</i> .	1					1					1	1			
<i>Lachemilla orbiculata</i>	1					1		1				1			
<i>Rubus</i> sp			1			1			1			1			
<i>Galium canescens</i>	1					1			1			1			
<i>Galium hypocarpium</i>	1					1			1			1			
<i>Galium</i> sp	1					1			1			1			
<i>Digitalis purpurea</i>	1				1			1						1	
<i>Salpichroa tristis</i>			1			1			1			1			
<i>Solanum nigrum</i>			1			1			1			1			
Indeterminado	1					1					1	1			