

**CARACTERIZACIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS GERMINABLE (BSG) EN
BOSQUE ANDINO CON Y SIN INTERVENCIÓN EN EL RESGUARDO
INDÍGENA DE RIO BLANCO – SOTARÁ-CAUCA.**



IVONNE GISELLY MAJIN CERON

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2017**

**CARACTERIZACIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS GERMINABLE (BSG) EN
BOSQUE ANDINO CON Y SIN INTERVENCIÓN EN EL RESGUARDO
INDÍGENA DE RIO BLANCO – SOTARÁ-CAUCA.**

Trabajo de investigación para optar al título de bióloga

IVONNE GISELLY MAJIN CERON

DIRECTOR: Giovanni Varona Balcázar Esp.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2017**

Nota de aceptación

Director _____
ESP. GIOVANNI VARONA BALCAZAR

Jurado _____
DR. DIEGO MACIAS PINTO DR.

Jurado _____
DR. HERNANDO RAFAEL VERGARA DR.

Fecha y lugar de sustentación: Popayán, 14 de noviembre de 2.017.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	10
INTRODUCCION	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. OBJETIVOS	14
2.1. OBJETIVO GENERAL	
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.	
3. MARCO TEORICO	15
3.1. BANCO DE SEMILLAS	15
3.2. IMPORTANCIA DEL BANCO DE SEMILLAS	15
3.3. TIPOS DE BANCOS DE SEMILLAS	15
3.4. DISTRIBUCION VERTICAL DEL BANCO DE SEMILLAS	16
EN EL SUELO	
3.5. RELACION ENTRE VEGETACION ESTABLECIDA Y BANCO DE SEMILLAS	17
4. ANTECEDENTES	18
5. METODOLOGIA	21
5.1. ÁREA DE ESTUDIO	21
5.2. METODOS DE MUESTREO DE VEGETACIÓN EN PIE	23
5.3. DISEÑO DEL MUESTREO DEL BANCO DE SEMILLAS	24
5.4. IDENTIFICACIÓN Y GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS	25
6. ANALISIS DE DATOS	26
6.1. COMPOSICIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS	26
6.2. DIVERSIDAD DEL BANCO DE SEMILLAS	26
6.3. PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN	27
7. RESULTADOS Y DISCUSION.	28
7.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA VEGETACIÓN EN PIE PARA CADA SECCIÓN DE BOSQUE.	28
7.2. COMPOSICIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS	30
7.3. DENSIDAD DEL BANCO DE SEMILLAS	32
7.4. DIVERSIDAD DEL BANCO DE SEMILLAS	35
7.5. PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN.	37
7.6. IDENTIFICACIÓN Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS.	39
8. CONCLUSIONES	42
9. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS	49

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio, Colombia, Departamento del Cauca, Municipio de Sotará, Resguardo Indígena de Rioblanco, con la ubicación del área de la finca la Laja.	22
Figura 2. Bosque seleccionado como área de estudio, con sus correspondientes secciones. C. conservada y I. intervenida.	23
Figura 3. Diseño del transecto para la toma de las muestras de suelo en las secciones de bosque elegidas.	24
Figura 4. Método de muestreo utilizado para el estudio del banco de semillas.	25
Figura 6. Cálculo del índice de Sorensen.	35
Figura 7. Patrón de distribución de los individuos presentes en los tres tipos de banco de las tres zonas analizadas.	39

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Abundancia de especies en la sección de bosque conservada e intervenida.	29
Tabla 2. Abundancia de especies encontradas en el BSG del bosque secundario en sus secciones conservada e intervenida.	31
Tabla 3. Número de especies vegetales encontradas por banco.	31
Tabla 4. Comparación de densidades obtenidas en tres estudios diferentes.	33
Tabla 5. Comparación de diversidad beta obtenida en tres estudios diferentes.	35
Tabla 6. Diversidad alfa de las zonas de estudio y cada uno de sus bancos de semillas.	36

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Composición florística de la vegetación en pie para cada sección del bosque estudiado.	50
Anexo B. Composición del banco de semillas germinable de la zona conservada e intervenida.	66
Anexo C. Índice de Shannon para las secciones de bosque analizadas (conservada e intervenida)	74
Anexo D. Índice de Shannon para el banco de semillas de la zona conservada e intervenida	76
Anexo E. Densidad del banco de semillas en cada sección de bosque	77
Anexo F. Densidad relativa de las especies encontradas en el banco de semillas de las dos secciones de bosque	77
Anexo G. Ficha especímenes de carpoteca	78

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a mi madre María, quienes han sido mi guía y fortaleza, para poder culminar este trabajo y así brindarle una alegría y orgullo a mi familia, al verme culminar mi formación.

A mis padres, Ilba Ceron y Alvaro Majin los pilares de mi existencia, por ser artífices y partícipes de mi formación como ser humano y profesional y por demostrarme siempre su amor y apoyo incondicional.

A mi hermana Solanyi, y mis primos por su apoyo incondicional y por acompañarme durante este arduo camino.

A mis abuelitos Gentil y Elvia, por su compañía, colaboración y sus interminables consejos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y darme la fuerza para superar las dificultades a lo largo de mi vida.

A mis padres, por su amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional.

A mis abuelos por su permanente apoyo, ejemplo y sus incalculables consejos.

A mi director de tesis el Esp. Giovanni Varona por su dedicación, paciencia, recomendaciones y su constante apoyo durante la planeación y desarrollo de la investigación.

Al Msc. Diego Macías Pinto por su colaboración en el desarrollo de la propuesta e identificación del material vegetal.

Al profesor Bernardo Ramírez, por su colaboración en la identificación de material vegetal.

A mi tío Oswaldo Cerón y esposa por su apoyo incondicional.

A mis primos, por su compañía y apoyo constante

A la Universidad del Cauca, y en ella a los docentes de biología quienes con su profesionalismo y ética me guiaron con sus conocimientos.

RESUMEN

En un bosque altoandino en el resguardo indígena de Rioblanco, se designaron dos zonas de estudio, una conservada y otra intervenida. Se tomaron muestras de suelo a diferentes profundidades (superficial, cero a cinco centímetros y seis a doce centímetros). Se evaluó la densidad, composición, diversidad y patrón de distribución del banco de semillas germinable (BSG) del suelo. se evidenció la existencia de los tres tipos de banco en la sección conservada del bosque con un patrón de distribución que disminuye a medida que aumenta la profundidad, 86 individuos forman un banco transitorio, 54 un banco persistente a corto plazo y 22 un banco persistente a largo plazo; en la sección intervenida solo se presentan dos de los bancos; el banco transitorio con 81 individuos y 11 individuos forman un banco persistente a corto plazo; el banco persistente a largo plazo para esta sección no presenta ningún individuo. Las especies con mayores densidades relativas para la sección conservada fueron Asteraceae sp4, (12,6%), Asteraceae sp2 y sp3 (9,4%), *Pilea parietaria* (8,9%) y *Callisia gracilis* (8,8%); para la sección intervenida fueron Sp11 (19%), *Trifolium repens* (15,8%), *Lachemilla orbiculata* (12,6%) y *Oxalis* sp (5,0%). En lo que respecta a la diversidad alfa, se encontró que es un 27,2%, lo cual indica un índice de similitud bajo, por lo que las dos zonas difieren en la composición de especies, además de no contar con suficiente potencial genético para recuperar la diversidad perdida de las zonas estudiadas.

Palabras clave: Banco de semillas, bosque altoandino, germinación, restauración ecológica, Rioblanco.

INTRODUCCION

La conversión de los bosques andinos en terrenos dedicados a la agricultura, ganadería extensiva y al aprovechamiento selectivo y desordenado de los bosques ha transformado drásticamente el paisaje en las últimas décadas (Gamez, J. & White, W. 2009). Son los altos porcentajes de deforestación de los bosques y sus graves efectos sobre la diversidad biológica y la pérdida de coberturas vegetales, que hace inminente la toma de medidas para afrontar este problema.

Como un proceso natural muchas de estas áreas, desarrollan métodos de sucesión vegetal que propician el establecimiento de nuevas comunidades vegetales. Para el restablecimiento de la vegetación se requiere, en primer lugar, de la presencia de semillas o propágulos en el medio. Para ello se puede hacer uso de la lluvia de semillas o del banco de semillas germinables (BSG), definido como el “grupo de semillas viables presentes en y sobre el suelo o asociadas a la hojarasca en un tiempo determinado” (Bedoya *et al.*, 2010) siendo capaces de remplazar a la vegetación en pie, que pueden morir por causas naturales, enfermedades y consumo de animales, entre otros.

Dada la importancia que tiene el hecho de conocer los factores que determinan el surgimiento en forma natural de la vegetación y luego de las constantes perturbaciones que ha sufrido esta zona a causa de actividades antrópicas que han originado la fragmentación de los bosques, pérdida de la vegetación nativa, este estudio se enmarca en comparar dos secciones una conservada y otra con intervención antrópica, de la misma zona en la vereda de Mambiloma del resguardo indígena de Rioblanco-Sotará, a fin de caracterizar el banco de semillas germinable, para así poder determinar especies con potencial en procesos de restauración ecológica, puesto que el conocimiento de los bancos de semillas es de gran ayuda para predecir los patrones de regeneración que podrían esperarse en un bosque secundario, a fin de establecer su potencial, valorar su participación

e influencia en la regeneración y restablecimiento de la diversidad perdida de la vegetación en pie, cuando ésta sea dañada o alterada por un disturbio, logrando resultados en menor tiempo y a bajos costos.

Para el desarrollo de la investigación en lo que concierne a la caracterización del banco de semillas, se empleó metodológicamente, la colecta de muestras de la vegetación en pie, el establecimiento de transectos para la toma de muestras de suelo en los tres bancos de semillas: transitorio (superficial), persistente a corto plazo (0 a 5 cm) y persistente a largo plazo (6 a 12 cm), identificación y germinación de semillas, comparación de las plántulas germinadas con la vegetación muestreada inicialmente y su correspondiente análisis de datos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fragmentación y pérdida de hábitats son una de las causas del remplazo de bosques nativos por ecosistemas antrópicos, generando parches inmersos en una matriz de cultivos y/o pasturas (Bedoya *et al.*, 2010), lo que disminuye las posibilidades de restauración de estos ecosistemas, además de la pérdida de variabilidad genética y biodiversidad.

El resguardo indígena de Rioblanco Sotará, teniendo en cuenta el sistema de formaciones vegetales o zonas de vida de L.R. Holdridge, encontramos montano bajo (tierra fría), montano (subparamo), subalpino (paramo). Todas estas zonas de vida están expuestas a un deterioro continuo por la acción antrópica de los comuneros, en busca de encontrar medios de sustento económico como lo son la agricultura a pequeña escala, tala de bosques y quemas, para ser remplazados por potreros de gramíneas o especies exóticas como el eucalipto (*Eucaliptus* spp.) (Cabildo Indígena Yanacona de Rioblanco Sotará. 2006).

Debido a esta situación y enfocándose en el auto 0004 de 26 de enero de 2009 para el pueblo Yanacona, que busca salvaguardar el territorio por el mismo pueblo, atendiendo con ello al principio de la Autonomía y de una forma propia de gobernar al Runa (Individuo-territorio) (Cabildo mayor Yanacona 2012). Para el caso que atañe esta investigación, el caso se centró en un área sometida a intervención antrópica y la otra conservada, lo que conlleva al análisis de composición, diversidad y densidad de semillas germinables (BSG), de suma importancia que permita comprender la dinámica vegetal del bosque, como medio de conocer el potencial regenerativo de las especies vegetales de la zona.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el banco de semillas germinable (BSG) en comunidades de bosque andino en el Resguardo Indígena de Rioblanco, municipio de Sotará, Departamento del Cauca, identificando el potencial de estas especies en procesos de restauración ecológica.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la densidad y diversidad de las especies presentes en el BSG.
- Comparar la composición de especies del banco de semillas y la vegetación actual de la zona.
- Evaluar el potencial de las especies encontradas en el BSG, para ser utilizadas en procesos de restauración ecológica en áreas perturbadas.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. BANCO DE SEMILLAS:

Cardona & Vargas (2004), definen el banco de semillas germinables (BSG) como un reservorio de semillas en el suelo, no germinadas y que representa diversas especies, genotipos y fenotipos, las cuales son potencialmente capaces de remplazar plantas adultas, una vez dadas las condiciones de humedad, luz y temperatura para su germinación.

Es considerado como un conjunto dinámico, ya que existe un flujo continuo de aportes y pérdidas de semillas, que le confieren una dimensión espacial, teniendo la particularidad de producir plántulas de manera continua por varios años, debido a los diferentes periodos de dormancia de las semillas que lo conforman (Khurana & Singh, 2001).

3.2. IMPORTANCIA DEL BANCO DE SEMILLAS EN EL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE LA VEGETACIÓN NATURAL.

Desde la antigüedad, se ha reconocido la importancia de los bancos de semillas, por ser un reservorio de variabilidad genética de las especies que lo componen, disponiendo de numerosos propágulos preparados para germinar cuando las condiciones sean las adecuadas. Facilitando además el mantenimiento o la recuperación de la vegetación de un área que ha sufrido algún tipo de perturbación, que ha llevado a que se genere cambios drásticos en el paisaje, por lo que se hace un “componente importante de la dinámica vegetal y una estrategia de sobrevivencia de las especies a lo largo del tiempo” (Cortez, 2013).

3.3. TIPOS DE BANCO DE SEMILLAS.

En este sentido, los bancos de semillas en el trópico según Garwood (1989) pueden ser: “Transitorios: compuestos por semillas de corta viabilidad y no dormantes. Persistentes: los que presentan semillas con dormancia facultativa. Pseudo-persistentes: compuestos por semillas no dormantes que se dispersan

continuamente durante el año. Transitorios estacionales: en esta categoría se incluyen los compuestos por semillas que tienen dormancia estacional. Y los transitorios retardados: compuestos por semillas con germinación retardada no asociada con condiciones adversas estacionales”.

De Souza Maia *et al.*, (2006), consideran que hay bancos que solo permanecen en el suelo unos cuantos meses. En estos casos las semillas se forman y luego se dispersan, permaneciendo almacenadas durante varios meses en el suelo, hasta que las condiciones son las adecuadas para germinar.

Pero, hay otras especies que forman bancos de semillas persistentes a través de los años y pueden presentarse casos en los cuales pocas semillas germinan y muchas quedan latentes en el suelo, o por el contrario muchas semillas germinan y pocas quedan latentes, viéndose el caso de la mayoría de las especies pioneras al presentar latencia y una amplia diseminación, por lo cual dominan el banco de semillas del suelo.

3.4. DISTRIBUCIÓN VERTICAL DEL BANCO DE SEMILLAS EN EL SUELO

Como forma de determinar la distribución vertical de las especies en el suelo, y así poder obtener una idea general de longevidad (Ponce & Montalván 2005), “determinaron la profundidad promedio de almacenamiento de las semillas en el suelo para cada especie. Sus resultados mostraron que la distribución vertical de las semillas presentaba la más alta densidad en los tres primeros centímetros gradualmente decrece a medida que aumenta la profundidad, así como que las semillas de especies de hierbas se almacenan a profundidades mayores que las semillas de especies de árboles, arbustos y bejucos”.

Moreno, (1996) menciona que “el banco de semillas del suelo no alcanza grandes profundidades, la mayoría queda a dos o tres centímetros, bajo el suelo. A mayores profundidades (más de 10 cm) se encuentra menos del uno por ciento (1%) de semillas germinables.

3.5. RELACIÓN ENTRE VEGETACIÓN ESTABLECIDA Y BANCO DE SEMILLAS

Se presentan una gran variedad de ejemplos documentados de la baja similitud que se da entre la comunidad vegetal emergente y el banco de semillas “tanto en la composición florística como en la abundancia relativa de las especies que lo componen” tal como lo plantea (Marquez *et al.*, 2002).

Puede deberse a que la mayor parte de las semillas que germinan y determinan la composición florística de una comunidad vegetal provienen de la vegetación establecida en la zona, otro tanto son incorporadas al suelo por agentes externos, lo que representa un flujo y una dinámica extraordinariamente especial que en general, muestran una relación entre la vegetación y el banco de semillas, donde tal como lo menciona Gámez & White (2009), “la vegetación de un lugar está formada por un componente real y un componente potencial”, la primera representada por los individuos de las especies presentes en el área y la segunda por semillas y propágulos presentes en el suelo”.

4. ANTECEDENTES

Cardona & Vargas (2004). En dos bosques subandinos se evaluaron la densidad y abundancia del Banco de Semillas Germinable (BSG) del suelo, para las especies leñosas. Se contabilizaron en total 1091 plántulas de especies leñosas, distribuidas en 18 familias, 22 géneros y 33 especies. El mayor número de plántulas se registró en el BSG del bosque secundario con 599 individuos, mientras que en las muestras del bosque maduro germinaron 492 individuos. En cada bosque tomaron muestras de suelo a lo largo de 4 transectos de 10 m siguiendo una figura en zig-zag con un ángulo de 45°, cada 3 metros desde el vértice de los transectos colectaron 3 subunidades muestrales de 10 cm de profundidad. Se registró la germinación de 1019 plántulas de especies leñosas pertenecientes a 18 familias, 22 géneros y 33 especies, 599 y 492 individuos en muestras del bosque secundario y bosque maduro respectivamente. No encontraron diferencias significativas en el BSG de los dos bosques en cuanto a diversidad, tamaño y composición.

Gamez & White (2009). Examinaron el banco de semillas a través de la estimación de la composición de especies, densidad de semillas presentes, y la determinación de la profundidad promedio de almacenamiento de las semillas germinadas en un bosque secundario conservado, café con sombra y bosque de conífera en el parque ecológico municipal Cerro Canta Gallo, Condega, departamento de Estelí. Usaron un diseño de parcela en cruz recolectando en total 22 muestras, que incluían capa litter y tres capas de suelo mineral sucesivas (0-3 cm, 3-6 cm, y 6-9 cm). En el banco de semillas del suelo germinó un total de 40 individuos, siendo en Zacatón el sitio con mayor número de germinaciones presentando 23 individuos, Los Pinos con nueve germinaciones y El Cafetal con ocho germinaciones. Con lo que respecta a la profundidad promedio, las especies germinadas tuvieron mayor concentración en las dos últimas capas de suelo, en general el número y densidad de semillas aumentó a medida que aumentaba la profundidad del suelo.

Cárdenas et al., (2002). En un páramo atmosféricamente húmedo del Parque Nacional Natural Chingaza, se estudió el Banco de Semillas Germinable (BSG) de una comunidad típica de *Espeletia killipii-Chusquea tessellata*. Se escogieron 4 zonas altamente contrastantes: **a.** sin disturbio por fuego y pastoreo, **b.** y **c.** áreas con disturbio intermedio con quemas y pastoreo y **d.** área totalmente transformada por pastoreo. El BSG se evaluó en dos profundidades (de 0-5 y 5-10 cm) utilizando el método de germinación mejorado de ter Heerdt *et al.* (1996). Se estimó: riqueza, diversidad y densidad (semillas / m²). La densidad para cada profundidad (0-5 cm y 5-10 cm) fue 9133 y 3840 para la zona **a**; 4194 y 1376 para la zona **b**; 4021 y 595 para la zona **c**; 39138 y 17442 para la zona **d**. La abundancia de semillas, riqueza de especies y la diversidad (índice de Shannon) disminuyen en las áreas con perturbación intermedia y aumentan en la zona de pastoreo intensivo. En todas las zonas muestreadas, alrededor del 70 % de las semillas se localizan en los primeros 5 cm de suelo.

Cortez (2013). En dos secciones de un bosque andino, una conservada y otra intervenida, se evaluó la densidad, composición, diversidad y patrón de distribución del banco de semillas germinable (BSG) del suelo. Se tomaron muestras de suelo a diferentes profundidades, registrando una abundancia de 1749 y 1260 ejemplares en la sección conservada e intervenida respectivamente; se evidenció la existencia de los tres tipos de banco en ambas secciones de bosque con un patrón de distribución que disminuye a medida que aumenta la profundidad, en la sección conservada 1139 individuos forman un banco transitorio, 422 un banco persistente a corto plazo y 188 un banco persistente a largo plazo; en la sección intervenida 834 individuos forman el banco transitorio, 286 un banco persistente a corto plazo y 140 un banco persistente a largo plazo. No se encontraron diferencias significativas en el BSG de las dos secciones estudiadas en cuanto a diversidad, abundancia y composición, lo que demuestra el grado de diversidad de los dos sitios estudiados.

Bedoya et al. (2010). Presentan una descripción sobre el significado y la importancia del banco de semillas en el trópico, de sus características, de los

factores determinantes para su existencia y de su aporte en la restauración y conservación. También, se enuncian algunos aspectos relacionados con el banco de semillas para investigaciones futuras tales como: fisiología de semillas tropicales y el papel de los animales que actúan como dispersores de semillas.

De Souza Maia *et al.* (2006). Se tiene como objetivo analizar los conceptos relacionados al banco de semillas en el suelo (BSS), los procesos de formación de éstos, las implicancias agrícolas y cómo esta información puede ser usada para la conservación de los sistemas productivos. Se concluye que la formación de un BSS, está determinada por los movimientos horizontal y vertical de las semillas. Si bien éstos están afectados por una serie de factores, la penetración de las semillas en el suelo resulta crucial. De esta manera, el aumento en la probabilidad de enterramiento está ligado al incremento de la persistencia de las semillas y que cabe destacar que los BSS son altamente ventajosos en comunidades vegetales anuales típicamente agrícolas, que deben soportar alteraciones y mayor cantidad de disturbios, y en las cuales la persistencia de las semillas es mayor respecto a especies perennes.

Vélez (2015). Se estudió la densidad, composición, diversidad y patrón de distribución del banco de semillas germinable (BSG) en el municipio de Totoro. Se evaluaron muestras de suelo para su germinación mediante el método de plántulas emergentes, en bandejas germinadoras. Se encontraron 13 familias botánicas pertenecientes a 9 géneros y 10 especies. El área de ecotono fue más heterogénea que las áreas abierta y boscosa. La familia con mayor densidad relativa para las tres áreas objeto de estudio área abierta –ecotono y bosque fue la familia Oxalidaceae con un (64,93%), (88,14%), y (90,11%) respectivamente. El área boscosa fue la única en donde se presentaron las familias Solanaceae, Malvaceae, Fabaceae y Euphorbiaceae con un 0,38%-0,15%-0,08%y 0,83% respectivamente.

5. METODOLOGIA

5.1. AREA DE ESTUDIO.

El Resguardo Indígena Yanacona de Rioblanco está localizado al extremo sur oriente del Departamento del Cauca, en el Municipio de Sotará (Figura1); flanco occidental de la Cordillera Central en las faldas del Volcán Sotará, /sobre el área central del Macizo Colombiano—cuna de los Andes y Estrella Fluvial Colombiana. Se encuentra localizado entre $76^{\circ} 35'$ a $76^{\circ} 40'$ longitud occidental y $1^{\circ} 58'$ a $2^{\circ} 08'$ de latitud norte de Greenwich, con una altura promedio de 2.900 m.s.n.m. limita al Norte con el corregimiento de Chapa, Municipio de Sotará y el Municipio de la Sierra; al Sur con el Resguardo de Guachicono - Municipio de La Vega; al Oriente con el Departamento del Huila (Cabildo Indígena Yanacona de Rioblanco Sotará. 2006).

El área de estudio se encuentra ubicada en la vereda Mambiloma, en la propiedad denominada La Laja a aproximadamente 2 Km del casco urbano (Figura 1) Corresponde a un bosque andino secundario de aproximadamente una hectárea, que ha estado en proceso de regeneración, luego de sufrir intervenciones con el fin de ser usado para cultivos de maíz, frijol, papa; en la actualidad es rodeado de potrero dominado por gramíneas en proceso de sucesión. Se definen dos áreas de estudio, una identificada como: C (sección conservada) localizada entre $76^{\circ} 39' 44,4''$ de longitud oeste y $2^{\circ} 5,8' 84''$ de latitud norte y una elevación de 2.598 msnm y I (sección intervenida) ubicada a $76^{\circ} 39' 24,2''$ de longitud oeste y $2^{\circ} 5,8' 79''$ de latitud norte con una elevación de 2.612 msnm (Figura 2).

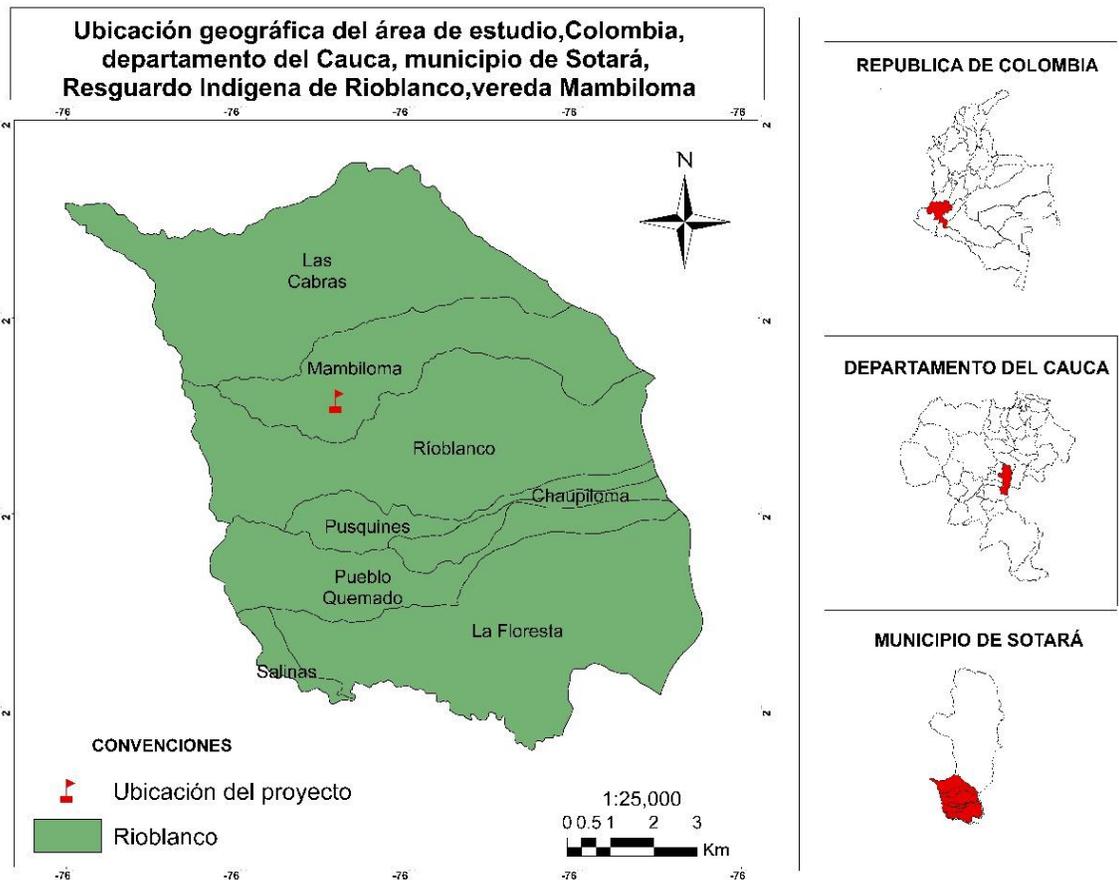


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio, Colombia, Departamento del Cauca, Municipio de Sotará, Resguardo Indígena de Rioblanco.

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Sotar%C3%A1_\(Cauca\)#/media/File: Colombia_-_Cauca_-_Sotar%C3%A1.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Sotar%C3%A1_(Cauca)#/media/File:Colombia_-_Cauca_-_Sotar%C3%A1.svg).

Cabildo Indígena Yanacona de Rioblanco Sotará (2006).



Figura 2. Bosque seleccionado como área de estudio con las secciones **C.** conservada y **I.** intervenida.

5.2. MÉTODOS DE MUESTREO VEGETACIÓN EN PIE.

Se realizó la colecta libre de tres muestras de cada individuo de las especies vegetales aledañas a los puntos de muestreo, registrando fecha, hábito de crecimiento, abundancia, observaciones generales (color de flores y/o frutos si están presentes, disposición de las hojas) y nombre común de ser posible. Las muestras botánicas fueron llevadas al herbario de la Universidad del Cauca para su secado en el horno a una temperatura de 80 °C por espacio de 24 horas, luego se realizó el respectivo montaje y determinación a nivel de familia, género y especie por medio de comparación con los ejemplares del herbario. Se usó The Plant List, (2010) para validar la ortografía y averiguar el nombre actualmente aceptado. También, fueron usadas estas muestras para realizar una comparación con las especies vegetales que germinaron en el banco de semillas.

5.3. DISEÑO DEL MUESTREO PARA BANCO DE SEMILLAS.

En las secciones de bosque elegidas (sección conservada C y sección intervenida I), se tomaron muestras a lo largo de un transecto de 45 metros de longitud, siguiendo una figura en zig-zag con un ángulo de 45° como lo menciona Cárdenas, (2004). En la sección conservada el transecto se ubicó en un claro, y en la zona intervenida en la zona en sucesión.

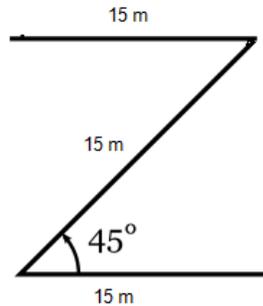


Figura 3. Diseño del transecto para la toma de las muestras de suelo en las secciones de bosque elegidas conservada (C) e intervenida (I).

Las muestras de suelo se tomaron cada tres metros, haciendo un cuadrado de 20 por 20 cm con un palín, siguiendo la metodología usada por López de Luzuriaga, (2003) (Figura 4). Se tomaron y se dividieron en superficial, 0 a 6 cm, y de 6 a 12 cm. El volumen de suelo en cada punto de muestreo fue de 1120cm^3 por estrato se empacaron en bolsas plásticas por separado, debidamente etiquetadas y se transportaron hasta el casco urbano del resguardo de Rioblanco.

Las muestras de suelo colectadas se depositaron en bandejas debidamente rotuladas, teniendo en cuenta las áreas de dónde provenía la muestra de suelo (conservada e intervenida), al igual que el tipo de banco (transitorio, persistente a corto y largo plazo). Las bandejas no superaron los 2 cm de profundidad lo que facilita la germinación (Posada & Cárdenas, 1999) y se protegen con toldillo para evitar la contaminación por otras semillas.

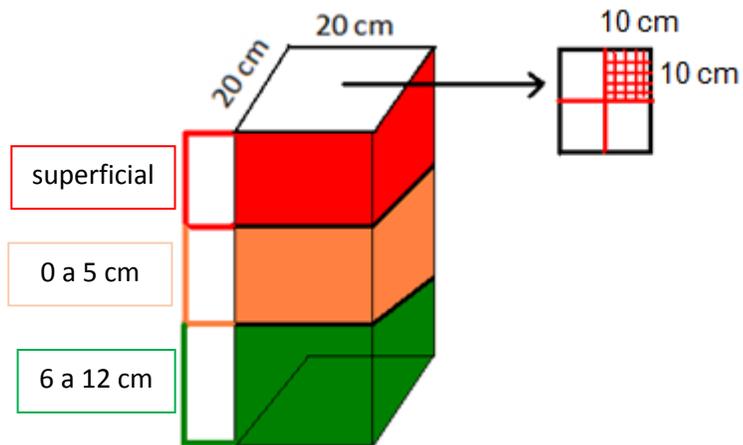


Figura 4. Método de muestreo utilizado para el estudio del banco de semillas.

5.4 IDENTIFICACION Y GERMINACION DE SEMILLAS.

A medida que se observaron plántulas con una longitud mayor a 7 cm, en cada una de las bandejas distribuidas por bancos y por zonas (conservada e intervenida), se trasplantaron a vasos plásticos individuales de 50 onzas. Fueron distribuidas en lugares previamente marcados para evitar que se mezclaran las plántulas, para luego ser registradas y clasificadas taxonómicamente.

6. ANÁLISIS DE DATOS.

6.1. COMPOSICIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS:

Se evaluó a través de dos medidas para estimar la diversidad (abundancia y densidad). La abundancia entendida como la cantidad de semillas obtenida en el banco de cada sección (conservada e intervenida) del área de estudio (Tabla 1), la densidad de cada banco se obtendrá dividiendo la abundancia absoluta de las semillas sobre el área de la unidad muestral de cada uno de los bancos en cada sección de bosque y la densidad relativa se calculará dividiendo la abundancia absoluta de cada especie sobre el total de semillas del banco de cada sección analizada Cortez (2013).

Abundancia del banco de semillas = Cantidad de semillas

$$\text{Densidad del banco de semillas} = \frac{\text{Abundancia absoluta}}{\text{Area de unidad muestral}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{D_i}{\sum D_i} \times 100$$

Fuente: Cardona & Vargas (2004)

6.2. DIVERSIDAD DEL BANCO DE SEMILLAS:

Para establecer la diversidad del banco de semillas se empleó un índice de similitud cualitativo que mide la diversidad beta, que expresa el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas denominado índice de Sorensen, útil para realizar comparaciones cuando se relacionan el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios (sección conservada e intervenida) (Moreno 2001).

De igual forma se aplicó el índice de diversidad alfa de Shannon-Weaver adaptado en Ponce & Montalbán (2005) para medir riqueza de semillas en cada sección analizada.

$$IS = \frac{2C}{A + B} * 100$$

IS = Índice de Sorensen
A = número de especies encontradas en la comunidad A
B = número de especies encontradas en la comunidad B
C = número de especies comunes en ambas localidades

Fuente: Mostacedo & Fredericksen (2000).

$$H' = \sum \{(n_i/n) \text{ Log } (n_i/n)\}$$

H' = índice general de diversidad de Shannon.

n_i = número de semillas de suelo de la especie i.

n = número total de semillas de suelo.

Fuente: Ponce & Montalbán (2005).

6.3. PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN:

Se determinó registrando la abundancia de semillas para los 3 bancos de semillas (ver tabla 2.):

Banco de semillas transitorio (superficial) = abundancia de semillas.

Banco de semillas persistente a corto plazo (de 0 a 6 cm) = abundancia de semillas.

Banco de semillas persistente a largo plazo (de 6 a 12 cm) = abundancia de semillas.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. COMPOSICION FLORISTICA DE LA VEGETACION EN PIE PARA CADA SECCION DE BOSQUE

De la colecta de material vegetal en pie en las zonas aledañas a los transectos definidos como área conservada e intervenida. Se obtiene un numero de 649 individuos incluyendo hierbas, arbustos, arboles, lianas y helechos (Tabla 1). En la zona conservada se registraron 402 individuos, siendo la familia Asteraceae predominante con 8 especies y 94 individuos, seguido de las familias Solanaceae con 4 especies 25 individuos, Lamiaceae 3 especies y 27 individuos, Melastomataceae con 3 especies 24 individuos, Piperaceae 2 especies y 22 individuos (Anexo A). Las especies leñosas más abundantes corresponden a *Geissanthus sp*, *Alnus acuminata* y *Miconia versicolor*.

Los 247 individuos restantes corresponden a la zona intervenida, distribuidos en 5 familias y 5 géneros, se encuentra en mayor abundancia respecto a número de individuos la especie *Hydrocotyle bonplandii*, con 50 especímenes, seguida de las familias Poaceae y Fabaceae, con 34 y 32 individuos, cada una representada con dos especies. Por cuanto las especies leñosas encontradas son *Alnus acuminata* y *Phyllanthus salviifolius*.

Es notable la presencia de mayor número de especies en la zona conservada, debido a que la zona intervenida es constantemente sometida a tala, evitando que se realice la restauración del ecosistema, pretendiendo conservar la zona de potrero, para poder ser usada en pastoreo, lo que ocasiona la escasa presencia de especies leñosas tal como se puede evidenciar al realizar el muestreo

La cobertura vegetal de la zona está constituida por especies autóctonas con diferentes hábitos de crecimiento, que se han visto favorecidas por las condiciones del entorno, lo que es reiterado por Quirós y Quesada, (2001) quienes indican que

factores como el clima, tipo de suelo, competencia intra e interespecifica entre individuos, determinan cuan diversa es una especie.

Tabla 1. Abundancia de especies en la sección de bosque conservada e intervenida.

	FAMILIA	ESPECIE	HABITO	ABUNDANCIA
SECCIÓN DE BOSQUE CONSERVADA	Asteraceae	sp4	Arbusto	5
	Asteraceae	<i>Barnadesia spinosa</i>	Arbusto	12
	Asteraceae	<i>Stevia lucida</i>	Arbusto	10
	Asteraceae	<i>Hebeclinium sp</i>	Arbusto	8
	Asteraceae	<i>Galisonga quadriradiata</i>	Hierba	20
	Asteraceae	<i>Acmella ciliata</i>	Hierba	25
	Asteraceae	<i>Munnozia sp</i>	Arbusto	8
	Asteraceae	<i>Bidens rubifolia</i>	Arbusto	6
	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Árbol	12
	Boraginaceae	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Árbol	4
	Blechnaceae	<i>Blechnum sp</i>	Hierba	20
	Calceolariaceae	<i>Calceolaria colombiana</i>	Arbusto	8
	Campanulaceae	<i>Siphocampylus niveus</i>	Arbusto	3
	Commelinaceae	<i>Callisia gracilis</i>	Hierba	15
	Fabaceae	<i>Mimosa quitensis</i>	Árbol	5
	Lamiaceae	<i>Salvia scutellarioides</i>	Hierba	12
	Lamiaceae	<i>Lepechinia bullata</i>	Arbusto	11
	Lamiaceae	<i>Minthostachys mollis</i>	Arbusto	4
	Loasaceae	<i>Nasa ramirezii</i>	Hierba	18
	Melastomataceae	<i>Miconia versicolor</i>	Árbol	9
	Melastomataceae	<i>Monochaetum meridense</i>	Arbusto	5
	Melastomataceae	<i>Tibouchina mollis</i>	Arbusto	10
	Onagraceae	<i>Fuchsia hartwegii</i>	Árbol	7
	Orobanchaceae	<i>Castilleja arvensis</i>	Hierba	5
	Oxalidaceae	<i>Oxalis mollis</i>	Hierba	12
	Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Árbol	3
	Passifloraceae	<i>Passiflora alnifolia</i>	Liana	2
	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus salviifolius</i>	Árbol	5
	Polygonaceae	<i>Monnina pulchra</i>	Arbusto	3
	Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	Hierba	20
	Piperaceae	<i>Peperomia epilobioides</i>	Hierba	14
	Piperaceae	<i>Piper barbatum</i>	Arbusto	8
	Primulaceae	<i>Geissanthus sp</i>	Árbol	18
	Rosaceae	<i>Duchesnea indica</i>	Hierba	15
	Rubiaceae	<i>Galium ovatum</i>	Hierba	2
	Siparunaceae	<i>Siparuna echinata</i>	Árbol	2
	Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	Liana	12
	Solanaceae	<i>Solanum callianthum</i>	Árbol	4
	Solanaceae	<i>Solanum brevifolium</i>	Liana	4
	Solanaceae	<i>Solanum asperolanatum</i>	Árbol	5
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris cheilanthoides</i>	Hierba	16	
Urticaceae	<i>Boehmeria fallax</i>	Árbol	3	
Urticaceae	<i>Pilea parietaria</i>	Hierba	10	

	Vitaceae	<i>Cissus obliqua</i>	Liana	2
TOTAL				402
SECCION INTERVENIDA	Araliaceae	<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	Hierba	50
	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Árbol	15
	Commelinaceae	<i>Callisia gracilis</i>	Hierba	15
	Caryophyllaceae	<i>Cerastium sp</i>	Hierba	5
	Fabaceae	<i>Desmodium molliculum</i>	Hierba	20
	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	Hierba	12
	Lamiaceae	<i>Clinopodium brownei</i>	Hierba	25
	Oxalidaceae	<i>Oxalis sp</i>	Hierba	30
	Poaceae	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Hierba	21
	Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i>	Hierba	13
	Phyllanthaceae	<i>Phyllantus salviifolius</i>	Árbol	10
	Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i>	Hierba	20
Rubiaceae	<i>Gallium mexicanum</i>	Hierba	11	
TOTAL				247

7.2. COMPOSICIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS

Al realizar el conteo de semillas en las muestras de suelo de la sección intervenida y conservada se obtuvo una abundancia en la zona conservada de 162 y en la zona intervenida de 92 semillas (ver tabla 2 y 3). En total en el banco de semillas de los dos sitios muestreados germinó solo una especie arbórea la *Solanum asperolatum*, las demás fueron especies arbustivas y herbáceas.

La familia predominante en el banco de semillas de la zona conservada fue la Asteraceae con 7 especies; para el BSG de la zona intervenida es la familia Poaceae con dos especies. Respecto al número total de individuos germinados, las dos secciones presentaron un número similar en el banco de semillas transitorio (86 individuos área conservada y 81 área intervenida) los dos restantes (banco persistente a corto plazo y largo plazo) se evidencia la diferencia en el número de individuos presentes.

La escases de germinación en el banco de semillas de la zona intervenida, podría estar vinculado a que pasturas delimitadas por bosque, como es este el caso, solo un pequeño grupo de las especies presentes en el bosque alcanzan a llegar al interior de las pasturas, a pesar de la abundancia que suelen tener algunas

especies en sus semillas y el método por anemocoria que usan como forma de dispersión (Aide & Cavelier, 1994). Esto fue lo que encontraron Cubiña & Aide (2001) al estudiar una pastura en Puerto Rico rodeada por bosque. Donde de 35 especies que fructificaron solo 5 fueron detectadas a más de 4 metros del borde del bosque hacia la pastura. Para el caso de este estudio, solo se evidencia la presencia de especies herbáceas en la zona intervenida que está dominada por pasturas, y en la cual se determinó el área de muestro a aproximadamente 5 metros del borde del bosque. La escases de especies leñosas trae como consecuencia baja disponibilidad de semillas en el interior de las pasturas, la recuperación de la vegetación arbórea es lenta y con baja diversidad en los estadios tempranos de la sucesión (Aide & Cavelier, 1994).

Tabla 2. Abundancia de especies encontradas en el BSG del bosque secundario en las secciones conservada e intervenida.

Familia	Especie	Abundancia absoluta	
		S. Conservada	S. Intervenida
Asteraceae	Sp1	14	0
Asteraceae	Sp2	15	0
Asteraceae	Sp3	15	0
Asteraceae	Sp4	20	0
Asteraceae	Sp8	9	0
Asteraceae	<i>Galisonga quadriradiata</i>	6	0
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	2	0
Commelinaceae	<i>Callisia gracilis</i>	14	0
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	9	25
Loasaceae	<i>Nasa ramirezii</i>	7	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis mollis</i>	7	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp</i>	0	8
Piperaceae	<i>Peperomia epilobioides</i>	10	0
Piperaceae	<i>Peperomia acuminata</i>	4	0
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	0	7
Poaceae	Sp10	0	2
Rosaceae	<i>Duchesnea indica</i>	3	0
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i>	0	20
Solanaceae	<i>Solanum asperolanatum</i>	1	0
Urticaceae	<i>Pilea parietaria</i>	14	0
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	3	0
NI	Sp5	3	0
NI	Sp9	2	0
NI	Sp11	0	30
TOTAL		158	92

*NI: No Identificada.

Tabla 3. Número de especies vegetales encontradas por banco.

Sección conservada				
Familia	Especie	Banco transitorio	Banco persistente a corto plazo	Banco persistente a largo plazo
Asteraceae	SP1	3	3	8
Asteraceae	SP2	5	10	9
Asteraceae	SP3	9	4	2
Asteraceae	SP4	12	5	3
	SP5	2	1	0
Asteraceae	<i>Galisonga quadriradiata</i>	6	0	0
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	0	2	0
Asteraceae	SP8	5	4	0
Commelinaceae	<i>Callisia gracilis</i>	2	8	4
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	4	0	5
Loasaceae	<i>Nasa ramirezii</i>	3	4	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp</i>	4	3	0
Piperaceae	<i>Peperomia acuminata</i>	4	0	0
Piperaceae	<i>Paperomia epilobioides</i>	4	6	0
Rosaceae	<i>Duchesnea indica</i>	3	0	0
Solanaceae	<i>Solanum asperolanatum</i>	1	0	0
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	3	0	0
Urticaceae	<i>Pilea paretaria</i>	10	4	0
	SP9	2	0	0
TOTAL		82	54	22
Sección intervenida				
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	6	1	0
Poaceae	SP10	2	0	0
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	20	5	0
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i>	15	5	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp</i>	8	0	0
	SP11	30	0	0
TOTAL		81	11	0

7.3. DENSIDAD DEL BANCO DE SEMILLAS

La densidad de la sección conservada para el banco de semillas transitorio, persistente a corto y largo plazo fue de 0,07, 0,05 y 0,02 respectivamente, entre tanto la densidad para el banco transitorio, persistente a corto y largo plazo de la sección intervenida fue de 0,07, 0,009 y 0 (Ver anexo E). Las especies con mayores densidades relativas en la sección conservada fueron *Asteraceae sp4* (12.4 %), *Asteraceae sp2* (9.4%), *Asteraceae sp3* (9.4%), *Pilea parietaria* (8.9%), *Callisia gracilis* (8.8%), *Asteraceae sp1* (8.8%). Para la sección intervenida fueron NI sp11 (19%), *Trifolium repens* (15.8%), *Lachemilla orbiculata* (12.6%), *Oxalis sp* (5.0%) (Ver Anexo F).

		Vélez (2015)			Cortez (2013)			Cardona & Vargas (2004)	
		Zona abierta	Ecotono	Área boscosa		Zona conservada	Zona intervenida	Bosque maduro	Bosque secundario
Densidad	BSG. T	0,45	1,02	0,52	BSG. T	1,01	0,74	1,025	1,248
	BSG.PCP	0,18	0,22	0,38	BSG.PCP	0,34	0,25	semillas	semillas /m ²
	BSG. PLP	0,17	0,14	0,28	BSG. PLP	0,17	0,12	/m ²	

*BSG.T: banco de semillas transitorio. *BSG.PCP: banco de semillas persistente a corto plazo. BSG.PLP: banco de semillas germinable persistente a largo plazo.

Tabla 4. Comparación de densidades obtenidas en tres estudios diferentes.

Teniendo en cuenta la tabla número 4, donde se muestran los resultados de las densidades obtenidos en bancos de semillas germinables estudiados en diferentes zonas, podemos notar que expresan valores altos respecto a los resultados obtenidos en este caso, donde las zonas de objeto de estudio presentan una baja densidad en los tres bancos de semillas, lo cual podría estar asociado con la intervención antrópica que ha sufrido constantemente el área, que no ha permitido que se lleve a cabo una sucesión vegetal. Sin embargo, algunas de las características podrían variar con los cambios estacionales, la germinación,

movimientos horizontales por efectos del viento, actividad animal o escorrentía, migración a las capas internas del suelo, muerte de semillas a causa de hongos y por predación como en la granivoría (Dalling *et al.*, 1998; Pérez & Santiago, 2001).

Se nota un caso particular para el banco transitorio a largo plazo de la zona intervenida, donde la densidad es cero, a pesar de que el seguimiento se realizó durante 8 meses, no se observó ningún brote. Lo cual podría ser consecuencia del compactamiento del suelo, generado por los bovinos que se localizan en el lugar, al igual que la degradación de tierras cuando se usan prácticas agrícolas convencionales. La porosidad de la superficie del suelo puede haber sido reducida por la obstrucción de los poros, restringiendo la germinación de las plántulas.

Vélez (2015) asocia la baja densidad en las áreas de estudio, a las continuas alteraciones que se han llevado a cabo en el lugar. Tal como ocurre en la zona de estudio evaluada, donde a medida que los disturbios son más fuertes, como el pastoreo, quema, y la disminución de vegetación nativa, la riqueza y el tamaño del banco de semillas disminuye y aumenta la diversidad del banco de semillas de familias invasoras de hábito herbáceo como Oxalidaceae y Poaceae.

También, al compararse con los resultados de Ponce & Montalván (2005), en el cual se puede observar es que hay una tendencia a la disminución en el número de semillas y en la densidad de estas a medida que aumenta la profundidad del suelo, lo mismo ocurre con el número de especies que se encuentra en la capa de suelo, pero con menor tendencia, presentándose la mayor cantidad a profundidades menores.

Otro de los fenómenos que pudieron haber afectado el descenso de la densidad en los bancos de semillas, sería consecuencia de la baja disponibilidad de semillas en el interior de las pasturas, tal como lo constataron Cubiña & Aide (2001) al estudiar en Puerto Rico una pastura activa rodeada de un bosque secundario, e identificar 35 especies del bosque que fructificaron en un lapso de un año, y de las cuales sólo cinco se detectaron a más de 4 metros del borde del bosque hacia la pastura, generando una recuperación de la vegetación arbórea lenta y con baja diversidad en los estadios tempranos de la sucesión.

7.4. DIVERSIDAD DEL BANCO DE SEMILLAS

La diversidad beta del banco de semillas medida a través del coeficiente de Sorensen un índice que relaciona el número de especies en común con respecto a todas las especies encontradas en los dos sitios, dio como resultado 15,38% (Figura 6) para la zona conservada e intervenida lo cual indica un índice de similitud bajo por cuanto estas zonas difieren en la composición de especies, por tanto en estas dos zonas no se tendría un suficiente potencial genético para recuperar la diversidad perdida de sitios intervenidos o en su defecto degradados para estos ecosistemas, además la sucesión vegetal tardaría mucho tiempo, según lo planteado por Cardona & Vargas (2004).

$$IS = \frac{2X2}{20+6} * 100$$

$$IS = 15,38\%$$

Figura 6. Cálculo del índice de Sorensen.

Al realizar una comparación de este estudio con investigaciones anteriores realizadas en el departamento del Cauca en ecosistemas similares, podemos evidenciar la baja diversidad beta que presenta esta zona respecto a los valores encontrados previamente (Tabla 5). Existe muy poca similaridad entre las especies encontradas en los bancos de semillas del suelo, donde solo se encuentran dos especies comunes en ambas localidades.

	Cortez (2013)	Vélez (2015)			Majin (2017)
		Área abierta y ecotono	Ecotono bosque y	Abierta y boscosa	
Diversidad beta	81,1%	77%	57%	60%	15,3%

Tabla 5. Comparación de diversidad beta obtenida en tres estudios diferentes.

Se evidencia la presencia de especies herbáceas, las cuales son capaces de formar un banco de semillas persistente debido a la forma y tamaño pequeño característico de sus semillas, además de su facilidad de establecimiento en áreas

disturbadas y su forma de dispersión principalmente anemócora, la cual puede incrementar la posibilidad de que las semillas colonicen nuevas áreas y formen rápidamente sus bancos (Romero *et al.*, 2016).

Asimismo, la diversidad alfa del banco de semillas obtenida para cada sección analizada a través del índice de Shannon dio como resultado una diversidad de 2,71 en la sección conservada que resulta mayor en comparación con la sección intervenida que es igual a 1,54 (Anexo D). Los valores de diversidad alfa para cada uno de los bancos (Tabla 6), permiten considerar la baja riqueza que presentan la zona de estudio.

Área	Tipo de banco		
	Transitorio	Persistente a corto plazo	Persistente a largo plazo
Conservada	0,3	0,11	0,09
Intervenida	1,5	0,93	0

Tabla 6. Diversidad alfa de las zonas de estudio y cada uno de sus bancos de semillas.

A pesar de que Piudo & Cavero (2005), establecieron en su estudio que las zonas perturbadas son las que presentan mayor cantidad de semillas y mayor riqueza florística que el área de control, no es aplicable para este caso donde es mayor el valor de riqueza y el número de especies de la zona conservada que la de la zona intervenida.

También, Moreno (1996) plantea que generalmente ambientes perturbados, ya sea por el hombre (cultivos) o por causas naturales, presentan bancos con gran cantidad de semillas, tendríamos la excepción en este caso, debido a que ambas zonas conservada e intervenida presentan un bajo número de especies en sus bancos de semillas, baja similitud que ocasiona escaso potencial genético para una futura sucesión, por lo que se debe usar otra estrategia para que el suelo no

llegue a una degradación total o pierda su significancia en cuanto a lo que le resta de semillas.

Respecto a la composición y diversidad de banco de semillas germinable (BSG). La vegetación de los alrededores de la zona de estudio ha sufrido una constante degradación aproximadamente de doscientos años, para poder ser usada en el cultivo de productos propios de la región. Actualmente es utilizada la zona como potrero para la cría de ganado, dejando una pequeña reserva de bosque para la protección de un nacimiento de agua que abastece el lugar. El origen del Banco de semillas es el resultado de esta larga historia de uso y transformación principalmente debido a la tendencia de remplazar bosques por potreros, usados para la producción agrícola y la ganadería extensiva.

Además, que no se evidencia una presencia notable de especies nativas de bosque andino en el BSG del área de estudio, reflejando la pérdida de diversidad debido a la influencia generada por la presencia de cultivos y la tala continúa impidiendo la sucesión de especies propias, tal como lo encontró Mora *et al.*, (2007) que observaron especies representativas del bosque Altoandino, contrario a este estudio en el que se manifiestan en mayor proporción hierbas y arbustos.

Esta continua y prolongada alteración antrópica a la que ha estado sometida la zona, ha dejado extensas áreas prácticamente sin relictos boscosos de vegetación original, limitando los procesos de regeneración natural al no existir fuentes de propágulos nativos, disminuyendo el conjunto de especies posibles sobre las que se reconstruiría la comunidad (Mora *et al.*, 2007).

7.5. PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN

Respecto a la distribución del banco de semillas de la zona conservada, se encontraron 82 individuos que forman un banco de semillas de tipo transitorio, 54 un banco persistente a corto plazo y 22 adoptan una estrategia de banco persistente a largo plazo. En la zona intervenida se hallaron 81 individuos que forman un banco de semillas transitorio, 11 un banco persistente a corto plazo y 0

un banco persistente a largo plazo. Dentro del banco de semillas del bosque conservado se observa un predominio de la familia Asteraceae con 4 especies (sp1, sp2, sp3, sp4) *Callisia gracilis*, *Pilea parietaria*, y en el área intervenida dominan *Trifolium repens*, Sp 11 y *Lachemilla orbiculata*. En el estudio de Ferri *et al.*, (2009) se hallaron 19 especies que forman un banco de tipo transitorio, 14 un banco persistente a corto plazo, y 11 adoptan una estrategia de banco persistente a largo plazo.

Los resultados obtenidos a pesar de no presentar un gran número de individuos, tal vez por causa de la pendiente que presenta la zona de estudio que podría ocasionar el deslizamiento de las semillas, la compactación del suelo generada por los bovinos que se encuentran en la zona, la granivoria, concuerdan con estudios previos como el de Cortez (2013) y Ponce & Montalván (2005), quienes determinaron que hay una tendencia general a la disminución en el número de semillas y en la densidad de las mismas a medida que aumenta la profundidad del suelo, lo mismo ocurre con el número de especies que se encuentra en la capa de suelo, pero con menor tendencia, presentándose la mayor cantidad a profundidades menores. A su vez, estos resultados no concuerdan por los hallados por Gamez & White (2009) que establecieron que existe una tendencia a encontrar una mayor cantidad de semillas entre los seis y nueve centímetros, observándose que hay un aumento en el número de semillas a medida que aumenta la profundidad del suelo.

También, se puede evidenciar que el reparto espacial de las semillas está influenciado por la capacidad reproductora de cada planta y otros condicionantes como la facilidad para la dispersión y la persistencia de la semilla en el suelo, al igual que la acción humana y el medio en donde se desarrollan las especies Harper (1997), lo cual se muestra en la predominancia de la familia Asteraceae por su capacidad de dispersión y su alta distribución en los ecosistemas.

De igual forma, Cárdenas *et al* (2002) sugieren que los bancos de semillas con altas densidades, también obedecen a la alta producción de semillas de las especies formadoras del banco, hecho que tal vez no se tomó en cuenta al

momento de realizar la presente investigación y no todas las especies en pie estarían en plena fructificación.

En este estudio al igual que en el realizado por Vélez (2015), se pudo determinar que las semillas en el suelo son usualmente más abundantes cerca de la superficie y su densidad decae rápidamente con la profundidad, por tanto, se obtiene una predominancia del banco transitorio en las dos áreas conservada e intervenida, lo que a su vez concuerda con los estudios realizados por Leck & Graveline (1979), en donde determinaron que el número de especies presentes en un área disminuye con la profundidad. Lo cual podría relacionarse con el tamaño de las semillas, ya que solo las especies de semillas pequeñas pueden penetrar a mayor profundidad Iverson & Wali (1982).

7.6. IDENTIFICACIÓN Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS

una vez tomadas las muestras de suelo en campo para cada uno de los estratos (superficial, cero a cinco centímetros, seis a doce centímetros) de las dos zonas objeto de estudio se definió el tipo de banco (transitorio, persistente a corto plazo y persistente a largo plazo). Germinaron en total 250 individuos, de los cuales 158 individuos pertenecen a la zona conservada y 92 a la zona intervenida (Figura 8); a medida que los individuos fueron germinando y tuvieron un tamaño aproximado de 7 cm, se trasplantaron en vasos desechables debidamente etiquetados para su posterior identificación (Anexo B), esto con el fin de eliminar la competencia y dar paso a la germinación de nuevas semillas, pues la hipótesis de rivalidad entre semillas planteada por Flores & Jurado (2009) sugiere que una vez germinada una semilla, ésta inhibiría la germinación de las semillas aledañas y se debe trasplantar para disminuir la competencia.

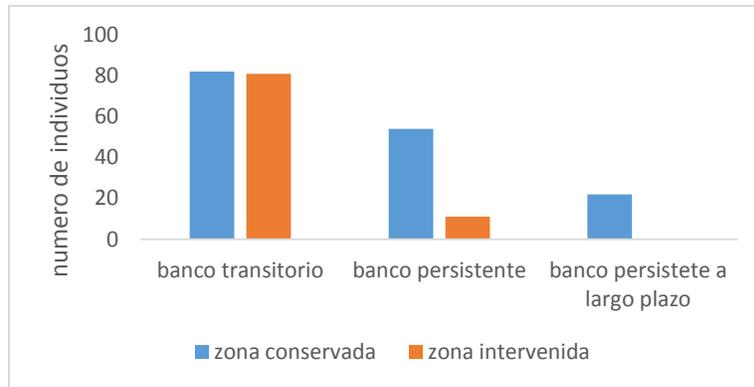


Figura 7. Patrón de distribución de los individuos presentes en los tres tipos de banco de las tres zonas analizadas.

Se hallaron en total 10 familias correspondientes a 25 especies, entre las que se encuentran predominando las hierbas y arbustos, en menor representación están los árboles y helechos. Este resultado coincide con los estudios realizados por, Velez (2015) y Cortez (2013), en bosques altoandinos del departamento del Cauca en donde se exhibió una escasa presencia de especies leñosas al igual que lo constatan Muñoz & Fuentes (1989) con los estudios que se han realizado en el matorral de Chile central que sugieren que el banco de las especies leñosas bajo el suelo sería muy pobre y estarían ausentes los principales elementos que se encuentran en la vegetación establecida.

Es de tener en cuenta que según lo que plantean Thompson (2000); Luzuriaga *et al.*, (2005) al avanzar la sucesión vegetal, la similitud del banco de semillas y la vegetación en pie va a ser cada vez menor. Lo cual se notó al realizar este estudio, donde predomina en el banco de semillas familias invasoras como la Astereceae y Urticaceae, entre otras. Viéndose favorecidas por atributos que les permiten colonizar hábitats disponibles, como claros de bosque, que les conceden un rápido crecimiento, producción masiva de semillas, estrategias de dispersión a larga distancia, bancos persistentes y ciclo de vida corto Grime *et al.*, (1988).

Según lo propuesto por Moore (1980) el nivel de similitud entre el banco de semillas del suelo y la vegetación de superficie depende del grado de perturbación que sufre la comunidad. Para dicho autor las similitudes elevadas se prevén en

ecosistemas imprevisibles y frecuentemente perturbados, donde abundan las especies pioneras que producen numerosas semillas persistentes como única táctica reproductiva. Moreno (1996), entre tanto concluye que el banco de semillas del suelo de selvas y bosques no siempre es una copia fiel de la vegetación que está creciendo a su alrededor.

Además, la forma de dispersión que utilicen las plantas y, de acuerdo a la forma de llegar estas al suelo, tendrán la posibilidad o no de persistir. Los dispersores, alteran el porcentaje o velocidad de germinación de las semillas y este efecto es diferente según sea el dispersor, lo cual sumado a la presencia de dormancia, establece la potencial persistencia de las semillas en el suelo Garwood (1989).

8. CONCLUSIONES

- ✚ La sección de bosque conservada exhibe los tres tipos de banco de semillas (transitorio, persistente a corto y largo plazo), pero con limitada capacidad de germinación. Por su parte la sección intervenida solo presenta dos de los bancos de semillas (transitorio y persistente a corto plazo), predominando las especies herbáceas, como *Trifolium repens*, *Lachemilla orbicula*, *Asteraceae sp4*, entre otras.
- ✚ La abundancia de semillas en el banco disminuye a medida que aumenta la profundidad.
- ✚ Existe una diferencia significativa en cuanto a la composición y densidad del banco de semillas de las secciones estudiadas, debido a que de 25 especies en total encontradas en los bancos de ambas zonas solo 6 especies se tienen en común, con densidades relativas bajas.
- ✚ La composición de especies del banco de semillas de las dos secciones analizadas, refleja mínimamente la composición actual de la vegetación del bosque, por lo cual no presenta un potencial favorable para la restauración.
- ✚ La restauración para la zona debe ser asistida, basándose en los resultados obtenidos en este estudio.
- ✚ Las semillas viables presentes en los diferentes bancos germinan de forma proporcional con la profundidad.
- ✚ La ausencia del banco persistente a largo plazo podría estar asociado a compactamiento del suelo, generado por los bovinos que se localizan en el lugar, prácticas agrícolas convencionales, que disminuyen la porosidad de la superficie del suelo, restringiendo la germinación de las plántulas.

9. RECOMENDACIONES

- ✚ Profundizar en el conocimiento de la morfología, anatomía y fisiología de las semillas y frutos presentes en el banco de semillas con miras a determinar su influencia en la capacidad y tiempo de germinación.
- ✚ Realizar la caracterización de los bancos de semillas en suelos de diferentes pisos térmicos, para establecer patrones de comparación.
- ✚ Para observar los patrones de germinación de cada una de las especies, se recomienda ampliar el tiempo de observación.
- ✚ Para procesos de restauración ecológica es importante un conocimiento más amplio de lo que pasa en las áreas sujetas a cualquier tipo de disturbio, se recomienda realizar diagnósticos ecológicos in situ del banco de semillas germinables (BSG), para de esa manera determinar cuál es la estrategia adecuada a seguir.
- ✚ Se debe ampliar el número de muestras de suelo del área de estudio, ya que por la heterogeneidad de los bancos de semillas (BS) se puede tomar muestras con poca representatividad de semillas.
- ✚ Los resultados obtenidos para los tres tipos de banco y las tres zonas objeto de estudio muestran claramente que se debe implantar viveros de especies leñosas para poder generar procesos asistidos de restauración.

REFERENCIAS

- Aide, T.M. & Cavelier, J., 1994.- Barriers to lowland forest tropical restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Rest. Ecol.*, 2: 219-229.
- Bedoya, G, C., Estévez, J, V & Castaño, G, J. (2010). Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Bol.cient.mus.hist.nat.* 14 (2): 77 – 91.
- Cabildo Indígena Yanacona de Rioblanco Sotará. (2006). Estudio socioeconómico “identidad, tierra, organización y planeación para la reconstrucción”. p. 21-22
- Cabildo mayor Yanacona. (2012). Plan de salvaguarda del pueblo Yanacona auto 004 del 26 de enero de 2009. p 17-32.
- Cárdenas, C A., Posada, C. & Vargas, O. (2002). Banco de semillas germinable de una comunidad vegetal de paramo húmedo sometida a quema y pastoreo (Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia). *Ecotrópicos* 15 (1): 51-60.
- Cardona, A. & Vargas, O. (2004). El banco de semillas germinable de especies leñosas en dos bosques subandinos y su importancia para la restauración ecológica (reserva biológica Cachalú-Santander. Colombia). *Colombia Forestal* 8 (17): 60-74.
- Cortez. M.A. (2013). Caracterización del banco de semillas germinable (BSG) de especies leñosas en un bosque andino en el resguardo indígena de Paniquitá, Totoró-Cauca (tesis de pregrado) Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.
- Cubiña, A. & Aide, T.M., 2001.- The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. *Biotropica*, 33 (2): 260-267.
- Dalling, J.W.; Swaine, M.D. & Garwood, N.C., 1998.- Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. *Ecology*, 79 (2): 564-578.
- De Souza Maia, M.; Maia, F.C. & Pérez, M.A. (2006). Bancos de semillas en el suelo. *Agriscientia*, 23 (1): 33-44.

Etchepare, M & Boccanelli, S, (2007). Análisis del banco de semillas y su relación con la vegetación emergente en una clausura de la llanura Pampeana. *Ecología Austral* 17 (1): 4-9.

Ferri, R., Ceballos, M., Vischi, N., Heredia, E. & Oggero, A. 2009 Banco de semillas de un relicto de Espinal (Córdoba, Argentina). p 12.

Flores, J. & E. Jurado (2009). Efecto de la densidad de semillas en la germinación de *Isolatocereus dumortieri* y *Myrtillocactus geometrizans*, cactáceas columnares endémicas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 141-144.

Gamez, J. & White, W. (2009). Evaluación del banco de semillas del suelo de tres comunidades vegetales del Parque Ecológico Municipal Cerro Canta Gallo, Condega, Estelí, Nicaragua. Managua, Nicaragua pp 1-10.

Garwood, N., Parker, V. & Simpson, R. (1989). Bancos de semillas en los suelos tropicales. (ed) *Ecología de los bancos de semillas del suelo*. Academia. London. p 149.

Grime, P. Hodgson, J.C. & Hunt, R. 1988. *Comparative plant ecology: a functional approach to common British species*. Unwin Hyman, London. Pg. 5.

Harper, J.L. *Biología de poblaciones de plantas*. Academic Press, London, 1997. p 8.

Iverson L.R. & Wali M.K (1982) Buried viable seeds and their relation to revegetation after mining. *J. Range Mang.* 35: 648-653.

Khurana, E. & Singh, J.S., 2001. Ecology of tree seed and seedlings: Implications for tropical forest conservation and restoration. *Curr. Scien.* 80 (6): 748-757.

Leck, M. A. & K. J. Graveline. 1979. The seed bank of tidal marsh. *Amer. J. Bot.* 69: 1006 - 1015.

Luzuriaga, A.L.; Escudero, A.; Olano, J.M. & Loidi, J., 2005.- Regenerative role of seed banks following an intense soil disturbance. *Acta Oecol.*, 27: 57-66

Márquez, S; G Funes; M Cabido & E Pucheta. 2002. Efectos del pastoreo sobre el banco de semillas germinable y la vegetación establecida en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 75: 327-337.

Mora, J., Figueroa, Y. & Vivas, T. (2007). Análisis multi-escala de la vegetación de los alrededores del embalse de Chisacá (Cundinamarca, Colombia). p.4.

Moreno, P. (1996). Vida y obra de granos y semillas. México: Fondo de cultura económica. Primera edición, 1996. D. R. © 1996, fondo de cultura económica.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Zaragoza. p 47-48.

Mostacedo, B., Fredericksen T. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia p 43-49.

Moore, PD. 1980. Soil seed banks. *Nature* 284: 123-124.

Muñoz M & E Fuentes (1989). Does fire induce shrub germination in the Chilean matorral? *Oikos* 56: 177-181.

Oliván, A. & Volponi, C. (2012). Análisis de la vegetación herbácea no gramínea y su relación con el banco de semillas en dos espacios verdes de la ciudad de La Plata, Argentina. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat.*, n.s. 14 (2): 253-260.

Pérez, E.M. & Santiago, E.T., 2001.- Dinámica Estacional del Banco de Semillas en una Sabana en los Llanos Centro-Orientales de Venezuela. *Biotropica*, 33 (3): 435-446.

Piudo, M.J. & Caveró, R.Y., 2005. Banco de semillas: comparación de metodologías de extracción, de densidad y de profundidad de muestreo. *Public. de Biol., Univ. de Navarra., Serie Botánica*, 16: 71-85.

Ponce, L. & Montalbán, H. (2005). Evaluación del banco de semillas del suelo en tres sitios en diferentes estados sucesionales en un bosque seco secundario en Nandarola, Nandaime, Granada. Managua, Nicaragua. pp 1-45.

Posada, C. & C. Cárdenas. (1999). Ecología de los bancos de semillas en una comunidad vegetal de páramo sometida a disturbios por quema y pastoreo (Parque nacional natural Chingaza, Colombia). Sociedad Venezolana de Ecología. *Ecotropicos* 15(1):51-60 2002.

Romero L, A., Baquero M., N. & Beltrán G, H. (2016). Banco de semillas en áreas disturbadas de bosque subandino en San Bernardo (Cundinamarca, Colombia). *Colombia Forestal*, 19(2), 181-194.

Thompson. K (1986) Small-scale heterogeneity in the seed bank of an acidic grassland. *Journal of Ecology* 74: 733-738.

Thompson, K., 2000. The functional ecology of seed banks. In: Fenner, M. (org.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. 2 ed., Wallingford: CABI. pp. 215-235.

Velez, L. (2015). Patrón de distribución del banco semillas germinable de un bosque altoandino en la vereda el Cofre, municipio de Totoró, departamento del Cauca. (tesis de pregrado) Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. p 20-40.

Wikipedia. (26 de diciembre de 2011). wikipedia.org. Obtenido de wikipedia.org: [https://es.wikipedia.org/wiki/Sotar%C3%A1_\(Cauca\)#/media/File:Colombia_-_Cauca_-_Sotar%C3%A1.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Sotar%C3%A1_(Cauca)#/media/File:Colombia_-_Cauca_-_Sotar%C3%A1.svg)

ANEXOS

Anexo A. Composición florística de la vegetación en pie para cada sección del bosque

Familia	Especie	Nombre común	N° de colección
Araliaceae	 <i>Hydrocotyle bonplandii</i>	Redondilla	49
Asteraceae	 NI	Dantasache	4
Asteraceae	 <i>Acmella ciliata</i>	Botoncillo	39

Asteraceae		 <p data-bbox="856 354 1140 386"><i>Barnadesia spinosa</i></p>		Totocal negro	6
Asteraceae		 <p data-bbox="888 716 1108 748"><i>Bidens rubifolia</i></p>			43
Asteraceae		 <p data-bbox="829 1094 1167 1128"><i>Galisonga quadriradiata</i></p>		Pacunga chiquita o guasca	36

Asteraceae		 <p data-bbox="884 456 1115 488"><i>Hebeclinium sp</i></p>		Salvia	13
Asteraceae		 <p data-bbox="905 818 1094 857"><i>Stevia lucida</i></p>		Chilca rusia	10
Betulaceae		 <p data-bbox="877 1187 1121 1221"><i>Alnus acuminata</i></p>		Aliso	14

Boraginaceae		Mote pelado	2
Blechnaceae			22
Calceolariaceae		Bolsatuto	17
Campanulaceae		Santa María	42

		<i>Siphocampylus niveus</i>		
Caryophyllaceae				56
		<i>Cerastium sp</i>		
Commelinaceae			Chiryuyo negro	34
		<i>Callisia gracilis</i>		
Commelinaceae				53
		<i>Callisia gracilis</i>		

Fabaceae	 <p data-bbox="835 548 1163 578"><i>Desmodium molliculum</i></p>	Pega-pega	47
Fabaceae	 <p data-bbox="873 837 1125 867"><i>Mimosa quitensis</i></p>	Guarango	32
Fabaceae	 <p data-bbox="888 1243 1110 1273"><i>Trifolium repens</i></p>	Trébol de flor blanca	51

Lamiaceae		Poleo	54
Lamiaceae		Salvia	18
Lamiaceae		Poleo grande	15

Lamiaceae		 <p data-bbox="850 477 1150 509"><i>Salvia scutellarioides</i></p>	Mangapaque	37
Loasaceae		 <p data-bbox="892 842 1104 873"><i>Nasa ramirezii</i></p>	Ortiga blanca	29
Melastomataceae		 <p data-bbox="869 1248 1127 1278"><i>Miconia versicolor</i></p>	Morochillo	9

Melastomataceae		Pucasacha	11
Melastomataceae		Tinto	12
Onagraceae			5
Orobanchaceae		Flor del diablo	38

Monochaetum meridense

Tibouchina mollis

Fuchsia hartwegii

	<i>Castilleja arvensis</i>		
Oxalidaceae	 <i>Oxalis</i> sp	Trébol de flor amarilla	52
Oxalidaceae	 <i>Oxalis mollis</i>	Chulquillo	7
Papaveraceae	 <i>Bocconia frutecens</i>	Albarrecin	8

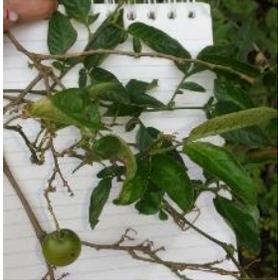
Passifloraceae	 <p data-bbox="867 440 1129 467"><i>Passiflora alnifolia</i></p>	Pachiguaca	16
Phyllanthaceae	 <p data-bbox="842 764 1155 792"><i>Phyllanthus salviifolius</i></p>	Quillo	3
Piperaceae	 <p data-bbox="835 1240 1155 1268"><i>Peperomia epilobioides</i></p>	Siempre viva	30

Piperaceae		 <p data-bbox="915 418 1136 456"><i>Piper barbatum</i></p>		Cordoncillo	31
Poaceae		 <p data-bbox="869 878 1129 914"><i>Dactylis glomerata</i></p>		Vendeaguja	46
Poaceae		 <p data-bbox="825 1263 1178 1299"><i>Anthoxanthum odoratum</i></p>			55

Polygonaceae			19
Primulaceae		Charmolan	33
Pteridaceae			24

Rosaceae		Fresa silvestre	1
Rosaceae			50
Rubiaceae		Pega pega chuiquita	40

Rubiaceae		Espumilla	48
Siparunaceae	 <i>Siparuna echinata</i>	Chucha	41
Solanaceae	 NI		25

Solanaceae			26
Solanaceae		Chimbalo	27
<i>Solanaceae</i>		Pepo	28
Thelypteridaceae			23

	<i>Thelypteris cheilanthoides</i>		
Urticaceae			21
	<i>Boehmeria fallax</i>		
Urticaceae			35
	<i>Pilea parietaria</i>		
Vitaceae		Rascadera	20
	<i>Cissus obliqua</i>		

Anexo B. composición del banco de semillas germinable de la zona conservada e intervenida.

		Familia	Especie	Banco transitorio	Banco persistente a corto plazo	Banco persistente a largo plazo
		Asteraceae	SP1	3	3	8
		Asteraceae	SP2	5	10	9
		Asteraceae	SP3	9	4	2

		Asteraceae	SP4	12	5	3
			SP5	2	1	0
		Asteraceae	<i>Galisonga quadriradiata</i>	6	0	0

			Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	0	2	0
			Asteraceae	SP8	5	4	0
			Commelinaceae	<i>Callisia gracilis</i>	2	8	4
			Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	4	0	5

			Loasaceae	<i>Nasa ramirezii</i>	3	4	0
			Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp	4	3	0
			Piperaceae	<i>Peperomia epilobioides</i>	4	6	0
			Piperaceae	<i>Peperomia acuminata</i>	4	0	0

		Rosaceae	<i>Duchesnea indica</i>	3	0	0
		Solanaceae	<i>Solanum asperolanatum</i>	1	0	0
		Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	3	0	0
		Urticaceae	<i>Pilea parietaria</i>	10	4	0

				Sp9	2	0	0
				Sp7	4	0	0
Sección intervenida							
			Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	6	1	0

			Poaceae	Sp10	2	0	0
			Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	20	5	0
			Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i>	15	5	0
			Oxalidaceae	<i>Oxalis sp</i>	8	0	0

				Sp11	30	0	0
--	--	--	--	------	----	---	---

Anexo C. Índice de Shannon para el banco de semillas de la zona conservada e intervenida.

Índice de Shannon para los tres tipos de banco de semillas en las dos secciones de bosque (conservada e intervenida). SECCION CONSERVADA													
Familia	Especie	Banco transitorio	Ni	Ln ni	ni(Ln ni)	Banco persistente a corto plazo	Ni	Ln ni	ni(Ln ni)	Banco persistente a largo plazo	Ni	Ln ni	ni(Ln ni)
Asteraceae	SP1	3	0,03658537	1,098612289	0,04019313	3	0,05555556	-2,89037176	-0,16057621	8	0,36363636	-1,01160091	-0,36785488
Asteraceae	SP2	5	0,06097561	1,609437912	0,09813646	10	0,18518519	-1,68639895	-0,3122961	9	0,40909091	-0,89381788	-0,36565277
Asteraceae	SP3	9	0,1097561	2,197224577	0,2411588	4	0,07407407	-2,60268969	-0,19279183	2	0,09090909	-2,39789527	-0,21799048
Assteraceae	SP4	12	0,14634146	2,48490665	0,36364488	5	0,09259259	-2,37954613	-0,22032835	3	0,13636364	-1,99243016	-0,27169502
	SP5	2	0,02439024	0,693147181	0,01690603	1	0,01851852	-3,98898405	-0,07387007	0	0	0	0
urticaceae	<i>Pilea parietaria</i>	10	0,12195122	2,302585093	0,28080306	4	0,07407407	-2,60268969	-0,19279183	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	0	0	0	0	2	0,03703704	-3,29583687	-0,12206803	0	0	0	0
Piperaceae	<i>Peperomia acuminata</i>	4	0,04878049	1,386294361	0,06762412	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	SP8	5	0,06097561	1,609437912	0,09813646	4	0,07407407	-2,60268969	-0,19279183	0	0	0	0
loasaceae	<i>Nasa ramirezii</i>	3	0,03658537	1,098612289	0,04019313	4	0,07407407	-2,60268969	-0,19279183	0	0	0	0
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	3	0,03658537	1,098612289	0,04019313	0	0	0	0	0	0	0	0
asteraceae	<i>Galisonga quadriradiata</i>	6	0,07317073	1,791759469	0,13110435	0	0	0	0	0	0	0	0
fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	4	0,04878049	1,386294361	0,06762412	0	0	0	0	5	0,22727273	-1,48160454	-0,3367283
solanaceae	<i>Solanum asperolanatum</i>	1	0,01219512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp	4	0,04878049	1,386294361	0,06762412	3	0,05555556	-2,89037176	-0,16057621	0	0	0	0
Rosaceae	<i>Duchesnea indica</i>	3	0,03658537	1,098612289	0,04019313	0	0	0	0	0	0	0	0
Piperaceae	<i>Paperomia epilobioides</i>	4	0,04878049	1,386294361	0,06762412	6	0,11111111	-2,19722458	-0,24413606	0	0	0	0
	SP9	2	0,02439024	0,693147181	0,01690603	0	0	0	0	0	0	0	0
commelinaceae	<i>Callisia gracilis</i>	2	0,02439024	0,693147181	0,01690603	8	0,14814815	-1,9095425	-0,28289519	4	0,18181818	-1,70474809	-0,3099542
Total		82	1	4,406719247	4,40671925	54	1	0	0	22	1	0	0
					0,30508452				-0,11739568				-0,09349378

Indice de Shannon para los tres tipos de banco de semillas en las dos secciones de bosque (conservada e intervenida). SECCION INTERVENIDA													
Familia	Especie	Banco transitorio	Ni	Ln ni	ni(Ln ni)	Banco persistente a corto plazo	Ni	Ln ni	ni(Ln ni)	Banco persistente a largo plazo	Ni	Ln ni	ni(Ln ni)
poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	6	0,074074074	-2,60268969	-0,19279183	1	0,09090909	-2,39789527	-0,21799048	0	0	0	0
poaceae	SP10	2	0,024691358	-3,70130197	-0,09139017	0	0	0	0	0	0	0	0
fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	20	0,24691358	-1,39871688	-0,34536219	5	0,45454545	-0,78845736	-0,35838971	0	0	0	0
Rosaceae	<i>Lachemilla orbicula</i>	15	0,185185185	-1,68639895	-0,3122961	5	0,45454545	-0,78845736	-0,35838971	0	0	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp</i>	8	0,098765432	-2,31500761	-0,22864273	0	0	0	0	0	0	0	0
	SP11	30	0,37037037	-0,99325177	-0,36787103	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		81	1	0	0	11	1	0	0	0	0	0	0
					-1,53835405				-0,9347699				

Anexo E. Densidad del banco de semillas en cada sección de bosque.

	Abundancia S. Conservada	Abundancia S. Intervenido	Área de unidad muestral	Densidad S. Conservada	Densidad S. Intervenido
Banco transitorio	82	81	1120	0.07	0.07
Banco persistente a corto plazo	54	11	1120	0.05	0.009
Banco persistente a largo plazo	22	0	1120	0.02	0

Anexo F. Densidad relativa de las especies encontradas en el banco de semillas de las dos secciones de bosque.

	Abundancia absoluta		Densidad relativa	
	S. Conservada	S. Intervenido	S. Conservada	S. Intervenido
<i>Asteraceae sp1</i>	14	0	8.8%	0%
<i>Asteraceae sp2</i>	15	0	9.4%	0%
<i>Asteraceae sp3</i>	15	0	9.4%	0%
<i>Asteraceae sp4</i>	20	0	12.6%	0%
<i>Asteraceae sp8</i>	9	0	5.7%	0%
<i>Galisonga quadriradiata</i>	6	0	3.8%	0%
<i>Callisia gracilis</i>	14	0	8.8%	0%
<i>Trifolium repens</i>	9	25	5.7%	15.8%
<i>Nasa ramirezii</i>	7	0	4.4%	0%
<i>Oxalis mollis</i>	7	0	4.4%	0%
<i>Oxalis sp</i>	0	8	0%	5.0%
<i>Paperomia epilobioides</i>	10	0	6.3%	0%
<i>Pennisetum clandestinum</i>	0	7	0%	4.4%
<i>Poaceae sp10</i>	0	2	0%	1.2%

<i>Duchesnea indica</i>	3	0	1.9%	0%
<i>Lachemilla orbiculta</i>	0	20	0%	12.6%
<i>Solanum asperolanatum</i>	1	0	0.6%	0%
<i>Pilea parietaria</i>	14	0	8.9%	0%
<i>Urtica dioica</i> L.	3	0	1.9%	0%
<i>NI Sp5</i>	3	0	1.9%	0%
<i>NI Sp6</i>	2	0	1.3%	0%
<i>NI Sp7</i>	4	0	2.5%	0%
<i>NI Sp9</i>	2	0	1.3%	0%
<i>NI Sp11</i>	0	30	0%	19%

Anexo H. Fichas

Ficha 1. Especímenes de carpoteca.

FLORA DE COLOMBIA	FAMILIA
Especie	
Municipio	
Altura sobre el nivel del mar	
Planta	
Frutos	
Semillas	
Autor	
# de Colección	
Fecha de Colección	