

**CARACTERIZACIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS GERMINABLE (BSG) EN UN
BOSQUE RIPARIO Y UN AGROECOSISTEMA DE CAFÉ EN LA VEREDA
POTRERILLO - CORREGIMIENTO DE PESCADOR - CALDONO - CAUCA**



SANDRA MILENA VIVAS TRUJILLO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2018**

**CARACTERIZACIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS GERMINABLE (BSG) EN UN
BOSQUE RIPARIO Y UN AGROECOSISTEMA DE CAFÉ, EN LA VEREDA
POTRERILLO - CORREGIMIENTO DE PESCADOR - CALDONO - CAUCA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de:
BIÓLOGA**

SANDRA MILENA VIVAS TRUJILLO

**DIRECTOR
GIOVANNI VARONA BALCÁZAR Esp.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2018**

Nota de aceptación

Giovanni Varona Balcazar Esp. (Director)

Hernando Vergara Dr. (Jurado)

Bernardo Ramírez Esp. (Jurado)

Popayán 12 de Octubre de 2018.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. JUSTIFICACIÓN.....	13
3. OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo general	14
3.2 Objetivos específicos.....	14
4. MARCO TEÓRICO	15
4.1 Banco de semillas.....	15
4.2 Relación de la vegetación en pie con el banco de semillas germinable	15
4.3 El banco de semillas germinable del suelo en procesos de restauración.....	16
5. ANTECEDENTES	17
6. MATERIALES Y MÉTODOS	19
6.1 Área de estudio.....	19
6.2 Fase de campo.....	20
6.3 Muestreo del banco de semillas.	21
6.4 Vegetación en pie.....	23
7. ANÁLISIS DE LOS DATOS	24
7.1 Composición del banco de semillas.	24
7.2 Similitud entre parcelas.....	24
7.3 Comparación del banco de semillas con la vegetación en pie.	24
8. RESULTADOS.....	25
8.1 Composición del banco de semillas (abundancia y riqueza)	25
8.2 Similitud entre parcelas	29
8.3 Comparación del banco de semillas con la vegetación en pie	30
9. DISCUSIÓN	35
9.1 Composición del banco de semillas (riqueza y abundancia)	35
9.2 Similitud entre parcelas (BR – C).....	36
9.3 Relación entre vegetación y banco de semillas germinable (BSG)	
37	
10. CONCLUSIONES.....	39
11. RECOMENDACIONES	40
ANEXOS	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de la zona de estudio para la investigación. Vereda Potrerillo - Corregimiento de Pescador - Municipio de Caldono- Departamento del Cauca – Colombia.....	20
Figura 2 Diseño de las parcelas de muestreo del Banco de semillas germinable en el suelo (BGS) y de las parcelas para muestrear vegetación en pie.	21
Figura 3 Forma en la que se tomaron las muestras de suelo del Banco de Semillas Germinable (BSG) en las dos parcelas BR (bosque ripario) y C (cafetal).	22
Figura 4 Bandejas con las muestras de suelo en la casa germinadora.....	23
Figura 5 Abundancia y riqueza de especies del Banco de Semillas Germinable del Bosque Ripario (BR).	28
Figura 6 Abundancia y riqueza de especies del Banco de Semillas Germinable del Cafetal (C).	29
Figura 7 Índice de similitud Jaccard entre las parcelas analizadas (BR) y (C).	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Abundancia de especies encontradas por tipo de banco de semillas en lugares muestreados.....	25
Tabla 2 Abundancia relativa del banco de semillas germinable en las parcelas evaluadas en el bosque subandino de la Vereda Potrerillo, Corregimiento de Pescador, Municipio de Caldono.....	26
Tabla 3 Riqueza de la vegetación en pie en las dos parcelas muestreadas BR y C.....	30
Tabla 4 Riqueza y abundancia de la vegetación en pie colectada del bosque ripario BR	32
Tabla 5 Riqueza y abundancia de la vegetación en pie colectada en la parcela del cafetal.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Bandejas con muestras de suelo.....	45
Anexo 2 Colecta de vegetación	47
Anexo 3 Fotos de plántulas	48

DEDICATORIA

Este logro es por y para mis padres, Tulio Efrén Vivas Trujillo y Aura Nínfa Trujillo Prieto, quienes me han enseñado que en la vida hay que construir propósitos y metas y con lucha y esfuerzo lograr lo que me propongo, los AMO.

A mis hermanos Isabel Cristina Vivas Trujillo y Luis Felipe Vivas Trujillo, a mi sobrina Sahara Isabel Manjares Vivas y a mi novio y compañero Carlos David Gallego porque han sido siempre mi apoyo incondicional, los amo.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, hermanos y sobrina por su amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional durante mi aprendizaje universitario.

A mi director, el Especialista Giovanni Varona por su guía, apoyo y confianza durante el tiempo de la investigación.

Al profesor Diego Macías por sus aportes en la clasificación de morfoespecies y consejos para un mejor desarrollo del proyecto.

A mi novio y amigo Carlos David Gallego por ser mi compañero de campo y por brindarme siempre su apoyo y consejos durante el proyecto.

A mi tía Cecilia y mi primo Manolo por permitirme desarrollar la investigación en su finca y por brindarme el apoyo durante el proceso de campo.

A mi colega y primo Adalberto Trujillo, por su compañía en la colecta de vegetación.

Al profesor Bernardo Ramírez y a mis compañeros Jorge Becoche, Antonio Hoyos, Cesar Burbano, Laura Rengifo y Lindalía Pinzón, por el apoyo brindado en la clasificación de la vegetación.

A mis amigos Laura Rengifo, Lindalía Pinzón, Diana Quintero, Heidy Aza, Gabriel Loaíza, Cristian Lasso, Felipe Orozco, Daniel Muñoz, por el tiempo compartido durante este proceso universitario y por todos los aprendizajes que llegaron al cruzar nuestro camino académico y social.

A la vida y a cada una de las personas que topé en mi caminar.

RESUMEN

La expansión de la frontera agrícola, con la implementación de cultivos como el café, yuca y plátano son los factores que alteran la diversidad vegetal en los ecosistemas subandinos, estos pueden tener mecanismos de regeneración natural mediante la dispersión de semillas, las cuales deben establecerse y encontrar las condiciones ambientales apropiadas para dar inicio al proceso de restablecimiento o restauración de los mismos.

Por tanto esta investigación tuvo como objetivo caracterizar el banco de semillas en un bosque subandino, ubicado en el Departamento del Cauca, Municipio de Caldoño. El estudio se realizó en la Vereda Potrerillo, en la finca Gualanday, la cual tiene un área aproximada de 10 ha. Para el desarrollo de esta investigación, se implementó la construcción de parcelas en zig-zag con 45 metros de longitud total en dos zonas (Bosque Ripario (BR) y Cafetal (C)). En cada parcela se tomaron muestras de suelo cada tres metros, de los tres tipos de banco (banco transitorio (0-5 cm), banco persistente a corto plazo (5-10 cm) y persistente a largo plazo (10-15 cm)). Las muestras tomadas fueron colocadas en bandejas con arena previamente esterilizada, se regaron cada dos días y se tomaron datos de germinación y abundancia en cada monitoreo. Durante los 6 meses de monitoreo a las muestras de suelo, se registraron 299 individuos en el banco de semillas germinable, distribuidas en 22 morfoespecies. Las familias más abundantes fueron Poaceae con un 34%, seguida por Asteraceae con un 21%, Commelinaceae 10% y Cyperaceae con 12% respectivamente, Caryophyllaceae con un 5% Lamiaceae con 4%, Malvaceae y Apiaceae con 2%, Phytolaccaceae, Myrtaceae, Hypoxidaceae, Phyllanthaceae, Rubiaceae con un individuo respectivamente. Se pudo evidenciar que el banco de semillas está compuesto en su gran mayoría por hierbas y arbustos; las especies arbóreas fueron representadas por 4 individuos y en 4 especies. El banco de semillas tuvo mayor riqueza de especies en la zona del Cafetal y estuvo mejor representado por el banco transitorio (0-5 cm), indicando que la similitud entre las parcelas es bajo y que la zona estudiada presenta y ha presentado disturbios que afectan la aparición de especies propias.

Palabras claves: Bosque subandino, banco de semillas, riqueza, abundancia, similitud y vegetación en pie.

1. INTRODUCCIÓN

Colombia es uno de los 12 países más megadiverso del mundo, por lo tanto tiene una amplia variedad de ecosistemas representados, desde páramos hasta bosques andinos, selvas húmedas tropicales, bosques secos, humedales, sabanas y zonas áridas (Romero *et al.*, 2008).

Los Andes colombianos abarcan un área aproximada de 280.000 km², que corresponde al 24,52% del territorio nacional. Consta de tres cadenas montañosas independientes y más o menos paralelas: la cordillera Occidental, la cordillera Central y la cordillera Oriental, que se disponen en el eje norte-sur y se encuentran separadas por los valles de los ríos Magdalena y Cauca. De acuerdo al sistema cordillerano y a su ubicación y geomorfología se presentan diferentes ambientes físicos, permitiendo la formación de pisos térmicos con condiciones ambientales distintos. De las 9.500.000 hectáreas de los Andes Colombianos se reporta que 2.750.000 hectáreas son ecosistemas naturales, denotando que es una región que presenta condiciones ambientales favorables para la implementación de diversos cultivos como el café y pastos para ganadería (Rodríguez *et al.*, 2006). De hecho IAvH (2003) afirma que la implementación de agroecosistemas en el piso bioclimático subandino corresponde a los pastos y asociaciones de vegetación secundaria como también los cultivos de café y de otros productos.

La selva subandina según la clasificación de Cuatrecasas (1958), corresponde a bosques húmedos situados entre los 1.050 y 2.400 msnm, aunque estos rangos pueden variar de acuerdo a la vertiente y la cordillera. Para el caso de la cordillera Occidental el rango varía entre los 1.100 y 2.200 msnm, para la vertiente occidental (Rudas *et al.*, 2007), presentando temperaturas entre los 14 y 24°C (piso térmico basal), con precipitaciones entre los 1.700 y 2.500 mm anuales (Rodríguez *et al.*, 2006).

La economía del municipio de Caldon se basa en actividades agropecuarias y está representada fundamentalmente por los cultivos de café, fique, yuca, caña panelera, frutales y cultivos de pancoger como frijol, maíz y hortalizas de huertas caseras. A pesar de que existen diferentes actividades agrícolas para el sostenimiento económico, se puede establecer que el café es la actividad más representativa en la zona Caballete *et al.*, (1999), por tanto, el ecosistema se ha visto afectado por todas las intervenciones del hombre reduciendo la cobertura vegetal y afectando la biodiversidad de la zona. Dicha biodiversidad es importante porque constituye el sostén de una gran variedad de servicios ambientales de los cuales dependen diversas especies y la sociedad humana.

Cuando se pierde algún elemento de la biodiversidad los ecosistemas pierden la capacidad de recuperación y los servicios que prestan se ven amenazados (Andrade, 2011). Los bosques en Caldono representan el 14% del territorio y los pastos el 51.35%, lo que nos demuestra la gran intervención que presenta el municipio de Caldono Caballero *et al.*, (1999).

En este estudio se caracterizó el banco de semillas germinable (BSG) en un fragmento de bosque subandino BR (Bosque Ripario) y en un cafetal (C) en la vereda Potrerillo, Corregimiento de Pescador y Municipio de Caldono, Cauca. Se identificaron los cambios que se presentaron en el banco de semillas germinable entre los sitios analizados, además de evaluar la relación existente entre la vegetación en pie y las morfoespecies de las muestras de suelo tomadas con el fin de establecer medidas a futuro que permitan restaurar estos ecosistemas que se han visto afectados por las diversas intervenciones del hombre para abastecer sus necesidades primarias.

2. JUSTIFICACIÓN

Colombia fue un territorio básicamente cubierto por selvas y bosques, abarcando el 84% de la totalidad del territorio, y el resto del porcentaje se distribuía en humedales, sabanas, paramos y zonas secas; el 60% del territorio Colombiano permanece sin modificaciones, siendo el 40% intervenido para actividades agropecuarias para el sostén de la población (Marquez, 2003). Por lo cual se puede concluir que el país vive un proceso acelerado de transformación de su hábitat y de los bosques naturales.

Los bosques Subandinos, son ecosistemas que a lo largo de toda su extensión, presentan las tres cordilleras (central, occidental y oriental), las cuales tienen condiciones ambientales favorables que le permiten poseer alta biodiversidad y gran número de población humana, quienes implementan actividades agrícolas y ganaderas para su sustento (IAvH, 2003). Durante el período 1985-2000, se realizó una investigación sobre los ecosistemas naturales boscosos Subandinos, encontrando que estos han perdido casi 400.000 ha de su territorio; de las cuales una proporción ha sido utilizada para actividades agropecuarias, registrando además coberturas de suelo seminaturales (vegetación secundaria) a lo largo de sus tres cordilleras (Rudas *et al.*, 2007), lo que implica una reducción de sus fragmentos y de su dinámica, disminuyendo la conectividad, la abundancia y riqueza de especies de este ecosistema.

Es de vital importancia realizar estudios encaminados a la recuperación de la cobertura vegetal, la cual está constituida por una sucesión secundaria dependiente de factores bióticos y abióticos (Bedoya *et al.*, 2010). Siendo esta investigación importante para informar a la comunidad sobre el estado sucesional de los bosques y del Agroecosistema (cafetal), ya que el banco de semillas es un potencial regenerador natural de ecosistemas alterados y naturales.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Caracterizar el banco de semillas germinable (BSG) en un Bosque Ripario y en un cultivo de café sin sombra en la finca Gualanday, Vereda Potrerillo, Municipio de Caldon, Departamento del Cauca.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar la composición (riqueza, abundancia relativa) del banco de semillas germinable del suelo en los dos sistemas a estudiar.
- Determinar la similitud del banco de semillas germinable (BSG) en los dos sistemas analizados, bosque ripario y cultivo de café sin sombra.
- Comparar la composición de especies del banco de semillas del suelo con las especies de plantas muestreadas en la finca Gualanday.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Banco de semillas

Es definido como un grupo de semillas viables presentes en y sobre el suelo o asociadas a la hojarasca en un tiempo determinado (Simpson *et al.*, 1989), capaces de reemplazar plantas adultas, tanto a las anuales, las cuales mueren de forma natural o artificial, como a las perennes, que son susceptibles a la muerte por enfermedades, perturbación o consumo por animales incluido el hombre (Baker, 1989). Se considera un conjunto dinámico, ya que existe un flujo continuo de aportes y pérdidas de semillas, que le confieren una dimensión espacial; dichos aportes están originados por la lluvia de semillas (dispersión local) y por la llegada de diásporas de otras zonas, dispersión a larga distancia (Piudo y Caveró, 2005); dicha población de semillas enterradas en el suelo, en el momento en que las condiciones ambientales y fisiológicas permitan su germinación, reemplazarán a las plantas que han muerto por condiciones naturales o antrópicas (Marañón, 2001).

Existen diferentes tipos de bancos de semillas en el suelo, los cuales se clasifican dependiendo de la profundidad en la que se encuentren; entre ellos está el banco transitorio, que está formado por semillas que persisten en el suelo menos de un año, el persistente a corto plazo, el cual está formado por las semillas que persisten en el suelo más de un año pero menos de cinco años y el persistente a largo plazo formado por semillas que persisten en el suelo al menos durante cinco años (Thompson y Grime, 1979).

4.2 Relación de la vegetación en pie con el banco de semillas germinable

La producción de semillas de la vegetación pasada y actual junto con la longevidad de la semilla determina la naturaleza del banco de semillas; este banco sirve como un componente importante en la dinámica de las comunidades vegetales. El banco de semillas del suelo juega un papel importante en la composición de diferentes comunidades vegetales y especialmente en su conservación. Históricamente se ha demostrado que el banco de semillas del suelo es de gran importancia para la propagación de especies individuales y también se ha encontrado que es un determinante importante de la diversidad de especies vegetales y de la dinámica poblacional. Los bancos de semillas mantienen la base material para la sucesión de la vegetación (Cui *et al.*, 2016).

La presencia de semillas en el banco de especies no presentes en la vegetación del bosque puede significar que estos son residuos de la vegetación

anterior o que ellas hayan sido acarreadas de otras áreas por aves o por escorrentía (Ponce y Montalvan, 2005)

4.3 El banco de semillas germinable del suelo en procesos de restauración

El banco de semillas germinable es un reservorio de semillas en el suelo, no germinadas y que representa diversas especies, genotipos y fenotipos, las cuales son potencialmente capaces de reemplazar plantas adultas, una vez dadas las condiciones de humedad, luz y temperatura para su germinación; de esta manera, la vegetación inicial después de un disturbio, estará determinada por la composición del banco de semillas, que puede ser muy diferente de la vegetación predisturbio (Baker, 1989; Garwood, 1989). No obstante, la composición y abundancia de las especies dentro del banco de semillas varía en espacio y tiempo, debido en gran parte a los modelos de dispersión de semillas y emergencia de plántulas (Brokaw, 1986). Dicha reserva asegura que en el momento que existan las condiciones favorables para su germinación se dará inicio al proceso de sucesión vegetal proporcionando herramientas para procesos de restauración.

5. ANTECEDENTES

Los estudios sobre bancos de semillas son de gran importancia para el conocimiento del estado de los ecosistemas y para establecer procesos de restauración ecológica.

Entre algunos estudios efectuados sobre el banco de semillas germinables, encontramos el realizado por Piudo y Caveró, (2005), quienes desarrollan la investigación en un carrascal de Navarra en el Mediterráneo, comparando metodologías (métodos de separación, métodos de germinación y métodos de enterramiento), en diferentes zonas (control, quemada y desbrozada). Así mismo, Ferri *et al.*, (2009) realizan un estudio en donde hacen un aporte sobre la descripción de la composición del banco de semillas del espinal en Córdoba, Argentina, con el fin de obtener datos que permitan dar respuesta a los disturbios que se pueden presentar. Además, el trabajo de Cui *et al.*, (2016), exploran la relación entre la vegetación en pie y el banco de semillas del suelo en cuatro tipos de cobertura vegetal en la línea costera del lago Taihu, China, importante para entender la dinámica del lugar de estudio.

Entre los estudios Nacionales que realizan aportes sobre el banco de semillas germinable en los bosques Subandinos, encontramos el desarrollado por Cardona y Vargas (2004), quienes evaluaron la densidad y abundancia del (BSG) en dos bosques subandinos en diferente estado sucesional (bosque maduro - bosque secundario). De igual manera, Montenegro *et al.*, (2006), llevan a cabo estudios en seis parches de vegetación en una zona conservada del humedal Jaboque, evaluando la composición, densidad, tipo de banco de semillas, similitud entre la composición del banco de semillas y la vegetación, Calderon *et al.*, (2009) ejecutan un estudio en la Estación de Monitoreo de Biodiversidad del Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual de la Universidad de la Amazonia, analizando el banco de semillas y la lluvia de semillas como mecanismos de regeneración natural en seis tipos de cobertura vegetal: bosque intervenido, bosque ripario, rastrojo, borde de bosque, arreglo agroforestal y potrero, con el fin de identificar las especies pioneras del bosque.

Otro aporte importante dentro de los estudios sobre el banco de semillas para tratar de entender la dinámica de este, ha sido realizado por Bedoya *et al.*, (2010), quienes desarrollaron una revisión sobre el significado del banco de semillas del suelo, sus características, los factores intrínsecos y extrínsecos que permiten su existencia, además de discutir la importancia sobre la recuperación y conservación de la comunidad vegetal.

Entre otros estudios de importancia sobre banco de semillas encontramos el realizado por Cortés (2013), quien estudió dos secciones de un bosque andino, una conservada y otra intervenida, evaluando la densidad, composición, diversidad y patrón de distribución del banco de semillas germinable (BSG) del suelo, Velez (2014) también hizo estudio la densidad, composición, diversidad y patrón de distribución del banco de semillas germinable (BSG), analizando tres áreas con vegetación contrastante; un área abierta, un ecotono hasta el área boscosa, evaluando BSG en diferentes profundidades.

A su vez Romero, Baquero y Beltran (2016), realizaron el estudio del banco de semillas germinable en un ecosistema subandino, ubicado en el municipio de San Bernardo Cundinamarca, teniendo en cuenta tres sitios disturbados por actividades agrícolas, ganaderas y plantaciones forestales.

Por otro lado Majin (2017), desarrolló un estudio en un bosque andino en el resguardo indígena de Paniquitá, ubicado en el Municipio de Sotará, Departamento del Cauca, en donde evaluó la densidad, composición, diversidad y patrón de distribución del banco de semillas germinable (BSG) en dos zonas, una conservada y la otra intervenida.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

El municipio de Caldono se encuentra ubicado al norte del departamento del Cauca, limita al Norte con Santander de Quilichao, al Oriente con Jambaló, al Sur con Silvia y al Occidente con Piendamó. Pertenece a la cuenca del alto Río Cauca y su principal río es el Ovejas. Se caracteriza por presentar una precipitación anual entre 2.000 y 2.016 mm; altitud de 1560 msnm; temperatura ambiente de 18°C (Caballero *et al.*, 1999); se clasifica como una zona de Bosque muy húmedo Premontano Bh/PM, según Holdridge (1967). Su topografía es ondulada con colinas bajas; sus suelos son arcillosos formados a partir de cenizas volcánicas.

La construcción de la panamericana en las décadas de los 40 y 50 del siglo pasado aceleraron los diversos procesos de deforestación y explotación de los suelos. La agricultura es una de las actividades más usadas en esta zona, la cual ha tenido manejos inadecuados, acelerando procesos erosivos en sectores del Pital, Pescador y Siberia (Caballero *et al.*, 1999)

El sitio de muestreo pertenece al Corregimiento de Pescador, en la vereda Potrerillo, finca Gualanday, la cual está ubicada en las coordenadas geográficas 02° 49' 55.4" N y 76° 33' 22.3" W, a una altura de 1560 msnm. Corresponde a una zona de Bosque Andino secundario, ya que ha estado en un proceso de regeneración debido a las actividades agropecuarias que se han desarrollado en esta zona, siendo la base de su economía. Esta finca pertenece a una familia caficultora, aunque en los últimos meses también han implementado actividades pecuarias (ganadería, porcicultura) para abastecer sus necesidades. A pesar de desarrollar actividades que alteran la dinámica del ecosistema, esta familia protege el Bosque Ripario, el cual rodea el Río Cabuyal. La finca Gualanday cuenta con 10 hectáreas repartidas entre Bosque Ripario, zona cafetal y zonas pecuarias. El área de muestreo fue dividida en dos zonas, identificadas como: BR (Bosque Ripario) y C (cafetal), en donde se realizó la toma de muestras del suelo para cada tipo de banco de semillas germinable (BSG). (Figura. 1)

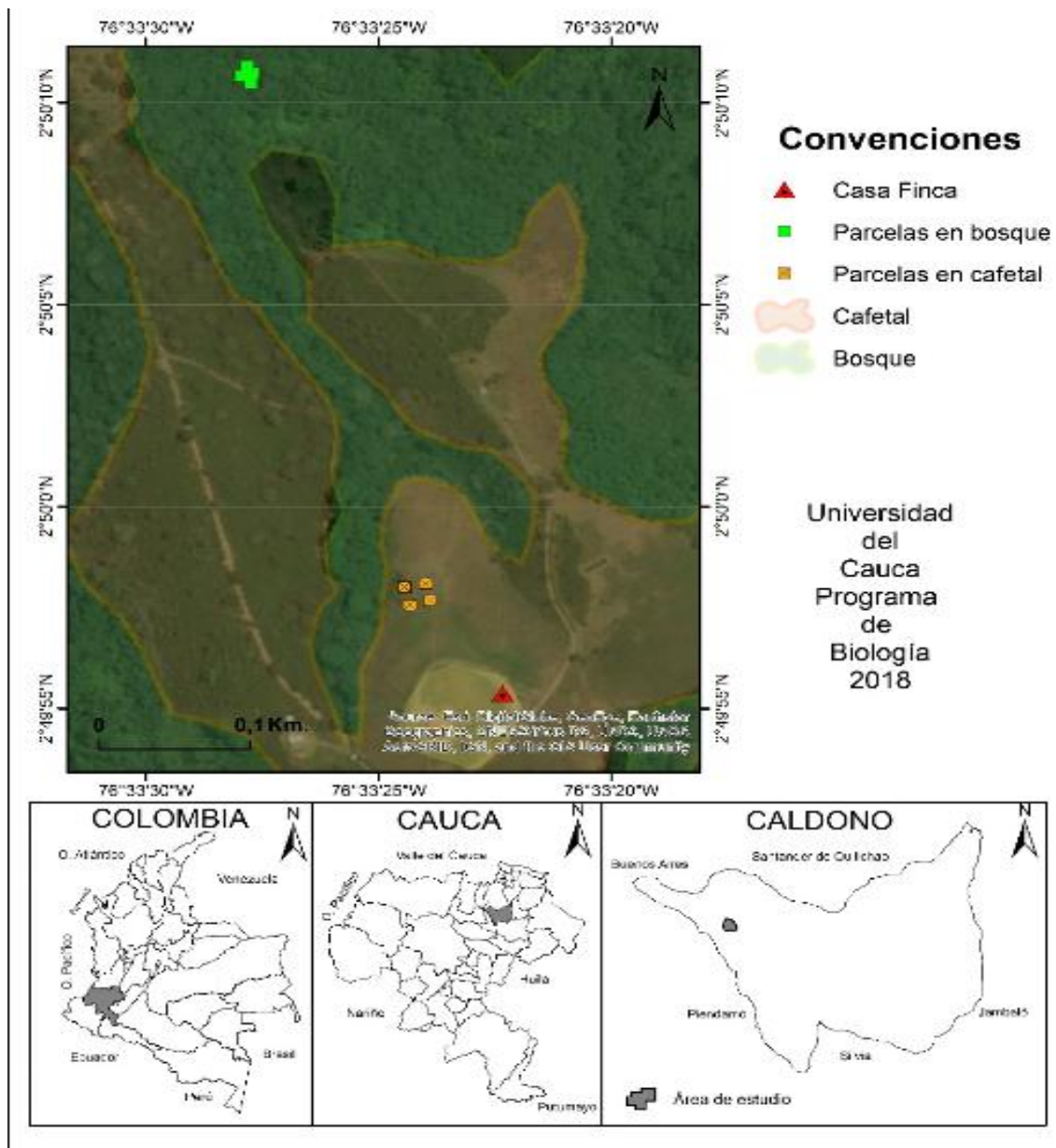


Figura 1 Ubicación geográfica de la zona de estudio para la investigación. Vereda Potrerillo - Corregimiento de Pescador - Municipio de Caldono- Departamento del Cauca – Colombia.

6.2 Fase de campo

Para desarrollar la investigación se realizaron dos salidas de reconocimiento con el fin de elegir los puntos de muestreo de las dos zonas escogidas previamente, BR (Bosque Ripario) y C (cafetal) en la finca Gualanday.

En el Bosque Ripario, la parcela fue ubicada en una planicie, teniendo en cuenta la pendiente. Por el contrario para el cafetal la parcela fue ubicada de manera aleatoria.

6.3 Muestreo del banco de semillas.

En cada sistema, Bosque Ripario y Cafetal sin sombra (BR y C) se construyeron parcelas con longitud total de 45 metros, las cuales siguieron una figura de zig-zag con un ángulo de 45° (Cardona y Vargas, 2004) (Figura 2) Las muestras de suelo fueron tomadas cada 3 metros, realizando un cilindro con un diámetro de 18 cm con ayuda de una hoyadora (Figura 3). Para tomar estas muestras correctamente se marcó la hoyadora con cinta de enmascarar con las profundidades adecuadas (0-5 banco transitorio, 5-10 banco persistente a corto plazo, 10-15 banco persistente a largo plazo) (Thompson y Grime, 1979); además se midió con una cinta métrica la profundidad del hoyo para asegurarse que la muestras estuvieran bien tomadas. Posteriormente las muestras fueron recogidas en una bolsa plástica previamente rotulada, se llevaron al cuarto germinador para poner las muestras descompactadas en bandejas en donde se realizó el monitoreo de la germinación de la semillas.

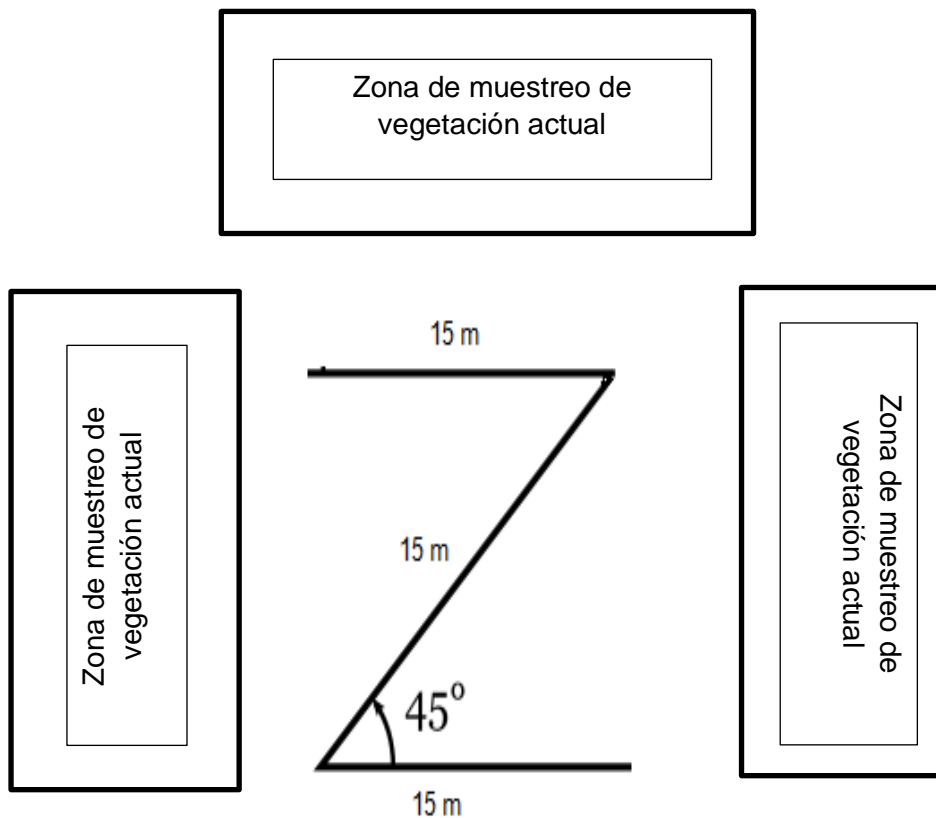


Figura 2 Diseño de las parcelas de muestreo del Banco de semillas germinable en el suelo (BGS) y de las parcelas para muestrear vegetación en pie.



Figura 3 Forma en la que se tomaron las muestras de suelo del Banco de Semillas Germinable (BSG) en las dos parcelas BR (bosque ripario) y C (cafetal).

Para la germinación de semillas se implementó el método indirecto o de emergencia de plántulas, para el cual las muestras de suelo tomadas se extendieron en un substrato estéril (arena) de 2 mm de espesor en unas bandejas previamente rotuladas y con orificios en su parte posterior para el drenaje de agua; las muestras de suelo se extendieron homogéneamente en las bandejas para que todas las semillas allí contenidas tuvieran las mismas oportunidades de germinar (Piudo y Cavero, 2005). Estas muestras fueron llevadas a un cuarto germinador, el cual estuvo cerrado con polisombra para evitar la contaminación con agentes externos. Las bandejas fueron regadas día de por medio y cada mes se contabilizó la germinación de las plántulas (Mostacedo y Fredericksen, 2000) y posteriormente fueron trasplantadas a bolsas plásticas negras y bandejas germinadoras rotuladas para su posterior identificación. Las muestras se trasplantaron para evitar la inhibición de germinación de otras semillas presentes (Figura 4).



Figura 4 Bandejas con las muestras de suelo en la casa germinadora.

6.4 Vegetación en pie

En cada parcela, BR (Bosque Ripario) y C (Cafetal) se registró, de manera aleatoria, la vegetación que se encontraba en los alrededores de estas parcelas, teniendo en cuenta para cada individuo el hábito de crecimiento de las especies presentes en el bosque ripario (BR) y cafetal (C); posteriormente se realizó la identificación taxonómica hasta especie de cada muestra colectada; finalmente se depositaron en el Herbario de la Universidad del Cauca (CAUP).

También se tuvo en cuenta la presencia de individuos o morfo especies entre las parcelas, ya que podían aportar al banco de semillas.

7. ANÁLISIS DE LOS DATOS

7.1 Composición del banco de semillas.

Para evaluar la composición del banco de semillas se evaluó la abundancia (número de individuos emergidos en el banco) y la riqueza (número de especies) en los tipos de banco y en cada parcela BR (Bosque Ripario) y C (Cafetal).

7.2 Similitud entre parcelas.

Para realizar la comparación de la composición del banco de semillas entre las parcelas BR (Bosque Ripario) y C (Cafetal), se calculó el índice de similitud cualitativa de Jaccard, coeficiente que indica qué tan similares/disímiles son las muestras (Moreno 2001). Este coeficiente se calculó haciendo uso de Past versión 2.17c.

7.3 Comparación del banco de semillas con la vegetación en pie.

Para desarrollar esta comparación se realizó la colecta de vegetación y su identificación taxonómica, y posteriormente se relacionó con lo encontrado en el banco de semillas.

8. RESULTADOS

8.1 Composición del banco de semillas (abundancia y riqueza)

En total en el Banco de Semillas de los dos sitios muestreados germinaron 307 individuos, de los cuales 235 pertenecieron al banco del Cafetal y 72 al banco del Bosque Ripario (Tabla1); se encontraron 13 familias, distribuidas en 11 géneros y 22 morfo especies, de las cuales 10 se identificaron hasta especie, 2 hasta género, 4 hasta familia y 6 indeterminados (Tabla 2). Estas plántulas se trasplantaron a bolsas plásticas negras y se regaron diariamente durante los meses de la investigación, en los cuales no se logró obtener información suficiente (anexo 1).

Tabla 1 Abundancia de especies encontradas por tipo de banco de semillas en lugares muestreados.

CAFETAL				
Especie	Banco transitorio	Banco persistente a corto plazo	Banco persistente a largo plazo	Abundancia en %
<i>Asteraceae sp2</i>	6	0	0	3
<i>Asteraceae sp7</i>	6	0	0	3
<i>Coffea arabica</i>	1	0	0	0
<i>Cyperaceae sp8</i>	11	3	0	6
<i>Drymaria ovata</i>	15	0	0	6
<i>Emilia coccinea</i>	12	8	1	9
<i>Galinsoga quadriradiata</i>	20	0	0	9
<i>Hydrocotyle sp</i>	2	0	0	1
<i>Hypoxis decumbens</i>	1	0	1	1
<i>Lamiaceae sp1</i>	13	0	0	6
<i>Poaceae sp11</i>	73	15	0	37
<i>Phyllanthus niruri</i>	7	0	2	4
<i>Sida rhombifolia</i>	6	0	0	3
sp3	0	15	0	6
sp4	0	15	0	6
sp5	1	0	0	0
sp6	0	0	1	0
TOTAL	174	56	5	100

BOSQUE RIPARIO				
Cyperaceae sp8	18	5	0	32
Poaceae sp11	15	0	0	21
<i>Phytolacca bogotensis</i>	1	0	0	1
<i>Psidium</i> sp	1	0	0	1
sp10	1	0	0	1
sp9	0	1	0	1
<i>Tradescantia zanonía</i>	15	7	8	43
TOTAL	51	13	8	100

Tabla 2 Abundancia relativa del banco de semillas germinable en las parcelas evaluadas en el bosque subandino de la Vereda Potrerillo, Corregimiento de Pescador, Municipio de Caldoño.

FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA
Apiaceae	<i>Hydrocotyle</i> sp	2	1%
Asteraceae	sp2	6	2%
Asteraceae	<i>Emilia coccinea</i>	21	7%
Asteraceae	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	20	7%
Asteraceae	sp7	6	2%
Cariophyllaceae	<i>Drymaria ovata</i>	15	5%
Commelinaceae	<i>Tradescantia zanonía</i>	30	10%
Cyperaceae	sp8	37	12%
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i>	1	0%
Lamiaceae	sp1	13	4%
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	6	2%
Myrtaceae	<i>Psidium</i> sp	1	0%
NI	sp3	15	5%
NI	sp4	15	5%
NI	sp5	1	0%
NI	sp6	1	0%
NI	sp9	1	0%

NI	sp10	1	0%
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	9	3%
Phytolacaceae	<i>Phytolacca bogotensis</i>	1	0%
Poaceae	sp11	103	34%
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	1	0%
TOTAL		306	100%

*NI: no identificada

El banco de semillas del Bosque Ripario (BR) estuvo representado por 7 morfo especies, de las cuales tres fueron especies arbóreas, y solo un individuo fue determinado taxonómicamente, perteneciendo a la familia Myrtaceae y clasificándose como *Psidium* sp; los otros dos individuos (sp 9 y sp 10) no pudieron ser determinadas porque su desarrollo no permitió la identificación taxonómica durante el desarrollo de la investigación, cada especie estuvo representada por un solo individuo respectivamente. Además de lo anterior, se presentaron cuatro individuos herbáceos, pertenecientes a las familias Phytolacaceae (*Phytolacca bogotensis*) Poaceae (sp 11), Cyperaceae (sp 8) y Commelinaceae (*Tradescantia zanonía*). Cada especie estuvo representada por 1, 15, 23 y 30 individuos respectivamente, para un total de 72 individuos en el banco de semillas del bosque ripario (BR) (figura 5).

La parcela del bosque ripario (BR) estuvo mayormente representado por el banco transitorio con 6 especies y 51 individuos, seguido del banco persistente con 3 especies y 13 individuos y por último y con menor número de especies e individuos (1 -8) el banco persistente a largo plazo; este último se manifestó solo con una especie, *Tradescantia zanonía*.

El banco de semillas del cafetal (C), también estuvo representado por especies herbáceas además de especies gramíneas. Entre las especies herbáceas encontramos la familia Asteraceae, siendo la de mayor riqueza en este fragmento analizado; la cual estuvo representada por cuatro especies (sp 2, *Emilia coccinea*, *Galinsoga quadriradiata* y sp 7), cada una hizo presencia en este banco de semillas con 6, 21, 20 y 6 individuos respectivamente y se manifestó con un 24% de abundancia.

Además, la familia Poaceae (sp 11) en la parcela del cafetal, fue la más abundante con 88 individuos, representando el 37 % de abundancia, seguida de la familia Cyperaceae (sp 8), con 14 individuos y con el 6 %,

Cariophyllaceae (*Drymaria ovata*), sp 3 y sp 4 con 15 individuos y con 6% cada una, Lamiaceae sp1 con 13 individuos y 6%, Phyllanthaceae (*Phyllanthus niruri*) con 9 individuos y con el 4%, Malvaceae (*Sida Rhombifolia*) con 6 individuos y con el 3%, Hypoxidaceae (*Hypoxis decumbens*), Apiaceae (*Hydrocotyle* sp) con 2 individuos y con el 1 % cada una y Rubiaceae (*Coffea arabica*), sp 5 y sp 6 con un individuo cada una y con el 0% de abundancia en el banco de semillas del cafetal (figura 6).

El cafetal estuvo representado mayoritariamente por el banco transitorio con 14 especies y con 174 individuos, seguido del banco persistente a corto plazo con 5 especies y con 56 individuos y en menor cantidad el banco persistente a largo plazo con 4 especies y 5 individuos.

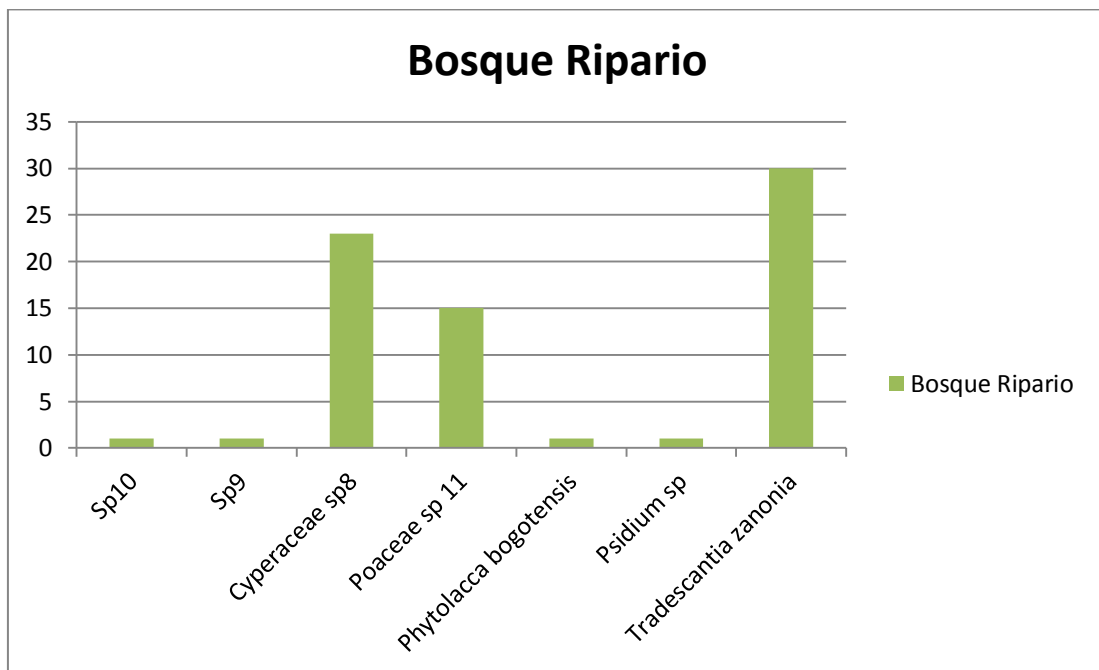


Figura 5 Abundancia y riqueza de especies del Banco de Semillas Germinable del Bosque Ripario (BR).

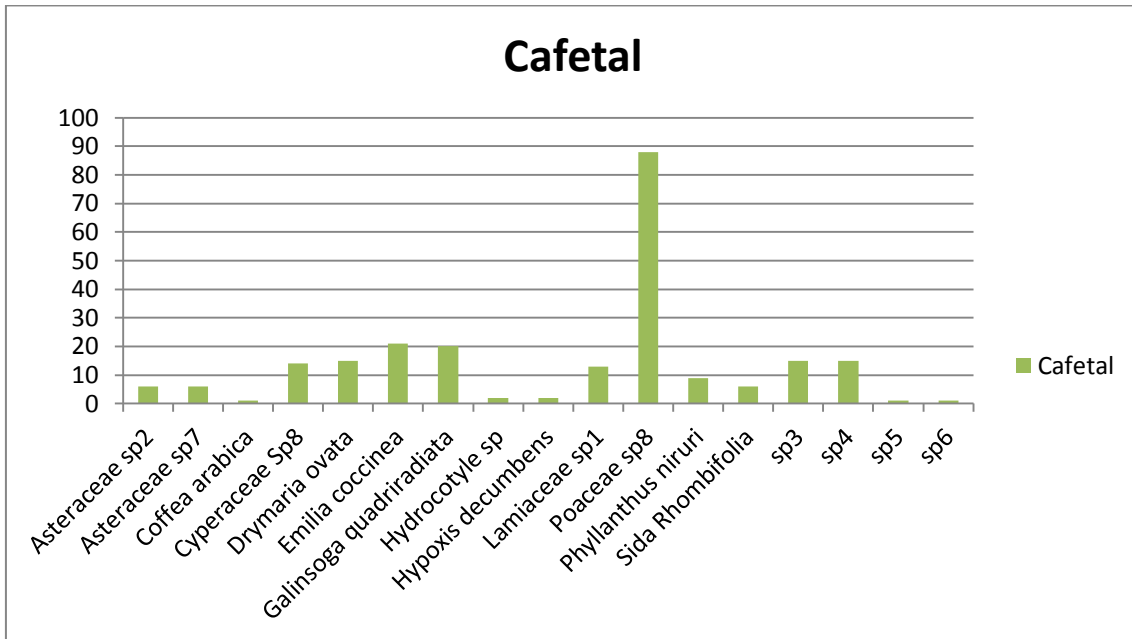


Figura 6 Abundancia y riqueza de especies del Banco de Semillas Germinable del Cafetal (C).

8.2 Similitud entre parcelas

Al aplicar el índice de Jaccard, se encontró que la similitud entre las parcelas evaluadas en cuanto al banco de semillas es de 0.09. Indicando que la relación entre las especies encontradas es baja, es decir, que de las 22 morfoespecies encontradas en las dos parcelas analizadas (BR – C), solo se comparten dos especies (Cyperaceae sp 8 y Poaceae sp 11).

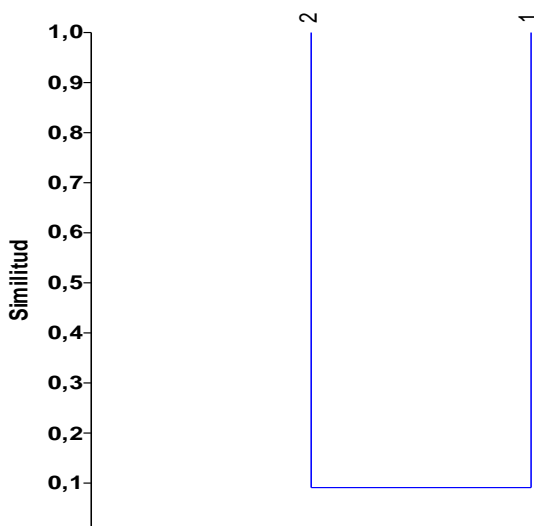


Figura 7 Índice de similitud Jaccard entre las parcelas analizadas (BR) y (C).

8.3 Comparación del banco de semillas con la vegetación en pie

La colecta de vegetación realizada en las zonas aledañas a las parcelas del banco de semillas germinable (BSG) BR y C, estuvo representada por 54 especies (Tabla 3), y con un total de 471 individuos colectados, lo que incluye a hierbas, arbustos y árboles.

Tabla 3 Riqueza de la vegetación en pie en las dos parcelas muestreadas BR y C.

FAMILIA	ESPECIE
Anacardiaceae	<i>Mauria sp</i>
Araceae	<i>Anthurium stipitatum</i>
Araliaceae	<i>Oreopanax albanensis</i>
Araliaceae	<i>Oreopanax floribundum</i>
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i>
Asteraceae	<i>Wedelia stuebelii</i>
Asteraceae	<i>Galinsoga quiadriradiata</i>
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>
Asteraceae	<i>Acmella oppositifolia</i>
Asteraceae	<i>Emilia coccinea</i>
Cariophyllaceae	<i>Drymaria ovata</i>
Commelinaceae	<i>Tradescantia zanonía</i>
Cyperaceae	<i>Cyperus hermaphroditus</i>
Fabaceae	<i>Inga densiflora</i>
Salicaceae	<i>Banara guianensis</i>
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i>
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i>
Lauraceae	<i>Nectandra macrophylla</i>
Clusiaceae	<i>Garcinia intermedia</i>
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>
Melastomataceae	<i>Miconia resima</i>
Melastomataceae	<i>Miconia caudata</i>
Melastomataceae	<i>Meriania speciosa</i>
Melastomataceae	<i>Clidemia octona</i>
Melastomataceae	<i>Miconia aeruginosa</i>
Melastomataceae	<i>Miconia sp</i>
Melastomataceae	<i>Clidemia sericea</i>

Fabaceae	<i>Mimosa sp</i>
Moraceae	<i>Ficus maxima</i>
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>
Piperaceae	<i>Piper barbatum</i>
Piperaceae	<i>Peperomia haematolepis</i>
Piperaceae	<i>Piper sp</i>
Piperaceae	<i>Piper crasiinervium</i>
Piperaceae	<i>Peperomia rotundifolia</i>
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>
Poaceae	<i>Ichnanthus sp</i>
Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i>
Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i>
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i>
Poaceae	<i>Oplismenus burmanni</i>
Poaceae	<i>Digitaria ciliaris</i>
Poaceae	<i>Oplismenus hirtellus</i>
Rosaceae	<i>Rubus compactus</i>
Rubiaceae	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>
Rubiaceae	<i>Galium sp</i>
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>
Rubiaceae	<i>Arachnothryx perezii</i>
Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>
Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia</i>
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>
TOTAL ESPECIES	54

En el área denominado Bosque Ripario (BR) se colectaron 36 especies con 301 individuos (tabla 4), siendo la familia Melastomataceae la más predominante, representada por 6 especies (*Miconia resima*, *Miconia caudata*, *Meriania speciosa*, *Clidemia octona*, *Miconia aeruginosa* y *Miconia sp*), con 48 individuos, seguida por la familia Piperaceae, con 5 especies (*Piper barbatum*, *Peperomia haematolepis*, *Piper sp*, *Piper crasiinervium* y *Peperomia rotundifolia*), representada con 35 individuos, seguidos por Araliaceae, Asteraceae, Lauraceae, Poaceae, Rubiaceae y Urticaceae, las cuales fueron representados por dos especies cada uno.

La especie *Tradescantia zanonía*, es abundante en el bosque ripario, representada por 30 individuos aproximadamente, evidenciando también su presencia en el banco de semillas en esta misma parcela, de igual manera la especie *Emilia coccinea*, fue reportada en la vegetación en pie como en el banco de semillas del cafetal (C), con 21 individuos, siendo las dos especies compartidas entre la vegetación en pie y el banco de semillas.

Tabla 4 Riqueza y abundancia de la vegetación en pie colectada del bosque ripario BR

BOSQUE		
FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA
Anacardiaceae	<i>Mauria</i> sp	4
Araceae	<i>Anthurium stipitatum</i>	8
Araliaceae	<i>Oreopanax albanensis</i>	5
Araliaceae	<i>Oreopanax floribundum</i>	9
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i>	6
Asteraceae	<i>Wedelia stuebelii</i>	6
Conmelinaceae	<i>Tradescantia zanonía</i>	30
Cyperaceae	<i>Cyperus hermaphroditus</i>	5
Fabaceae	<i>Inga densiflora</i>	2
Salicaceae	<i>Banara guianensis</i>	7
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i>	4
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	6
Lauraceae	<i>Nectandra macrophylla</i>	7
Clusiaceae	<i>Garcinia intermedia</i>	8
Melastomataceae	<i>Miconia resima</i>	10
Melastomataceae	<i>Miconia caudata</i>	8
Melastomataceae	<i>Meriania speciosa</i>	5
Melastomataceae	<i>Clidemia octona</i>	4
Melastomataceae	<i>Miconia aeruginosa</i>	4
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp	6
Mimosaceae	<i>Mimosa</i> sp	5
Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	4
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	7
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	6
Piperaceae	<i>Piper barbatum</i>	12
Piperaceae	<i>Peperomia haematolepis</i>	5
Piperaceae	<i>Piper</i> sp	8
Piperaceae	<i>Piper crasiinervium</i>	9
Piperaceae	<i>Peperomia rotundifolia</i>	1
Poaceae	<i>Ichnanthus</i> sp	15
Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i>	10
Rubiaceae	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	5
Rubiaceae	<i>Galium</i> sp	4

Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	2
Urticaceaea	<i>Cecropia peltata</i>	6
Urticaceaea	<i>Cecropia angustifolia</i>	7
TOTAL		252

En el cafetal, se registraron 18 especies con 170 individuos (tabla 5), en donde la familia predominante fue Poaceae, con 5 especies (*Brachiaria decumbens*, *Melinis minutiflora*, *Oplismenus burmanni*, *Digitaria ciliaris* y *Oplismenus hirtellus*) con 55 individuos, seguida de la familia Asteraceae con 3 especies (*Bidens pilosa*, *Acmella opisitifolia* y *Emilia coccinea*) con 39 individuos, las familias Verbenaceae y Rubiaceae con 2 especies, (*Lantana cámara*, *Stachytarphe cayennensis*) y (*Coffea arabica*, *Arachbothryx*) respectivamente, las familias Cariophyllaceae, Piperaceae, Malvaceaea, Melastomataceae y Rosaceae, hicieron presencia en el muestreo pero cada una con 1 especie.

Tabla 5 Riqueza y abundancia de la vegetación en pie colectada en la parcela del cafetal

CAFETAL		
FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	7
Asteraceae	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	5
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	8
Asteraceae	<i>Acmella opositifolia</i>	5
Asteraceae	<i>Emilia coccinea</i>	14
Cariophyllaceae	<i>Drymaria ovata</i>	5
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	4
Melastomataceae	<i>Clidemia sericea</i>	9
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	4
Poaceae	<i>Brochiaria decumbens</i>	10
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i>	18
Poaceae	<i>Oplismenus burmanni</i>	12
Poaceae	<i>Digitaria ciliaris</i>	6
Poaceae	<i>Oplismenus hirtellus</i>	9
Rosaceae	<i>Rubus compactus</i>	2
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	50
Rubiaceae	<i>Arachnothryx perezii</i>	2
Verbenaceae	<i>Stachytarphe cayennensis</i>	5
TOTAL		175

Hay mayor número de especies de vegetación en pie en el bosque ripario (BR) (36 especie con 252 de abundancia), ya que ha sido un ecosistema conservado aproximadamente desde hace más 50 años por uno de los propietarios de este predio, Manuel María Vivas Mosquera; y actualmente es también protegido,

evitando implementar cualquier tipo de cultivo y la invasión del ganado. Por el contrario, la zona del cafetal presenta menor número de especies (17 especies y 170 de abundancia), ya que en este fragmento hay un monocultivo lo que implicó la preparación del terreno, removiendo la cobertura vegetal.

9. DISCUSIÓN

La región Andina en los últimos años ha sido foco de la implementación de la ganadería y agricultura por los campesinos con cultivos como el café, caña de azúcar, arroz, palma de aceite, algodón y maíz para su sustento económico; actividades que han llevado a la pérdida de hectáreas de bosques Gonzales *et al.*, (2006). Por tanto, el banco de semillas germinable considerado como el conjunto de semillas viables sobre y en el suelo, son un potencial regenerativo para las comunidades vegetales que han sido perturbadas por cualquier actividad antrópica o natural (Souza *et al.*, 2006).

En esta investigación, desarrollada en un ecosistema subandino del departamento del Cauca, se caracterizó el banco de semillas germinable de un bosque ripario y un cafetal, el cual estuvo representado por 22 morfoespecies con una abundancia de 307 individuos, de las cuales 4 fueron exclusivas para el BSG del bosque ripario (BR), representadas por 72 individuos y 16 morfoespecies exclusivas para el cafetal con abundancia de 235 individuos, de las cuales 2 morfoespecies (Cyperaceae sp 8 y Poaceae sp 11) fueron compartidas entre los dos fragmentos estudiados.

9.1 Composición del banco de semillas (riqueza y abundancia)

De acuerdo a estos resultados podemos inferir que existió una diferencia significativa en cuanto a riqueza y abundancia en el banco de semillas germinable (BSG), en donde el cafetal presenta mayor número de especies e individuos en comparación al bosque ripario (Figura 5 y 6), caso contrario a lo que encontró Vélez, (2014) en un análisis a un área de ecotono, área abierta y un bosque, en donde la mayor abundancia se registró en el ecotono, seguida del bosque y por último el área abierta. Esta diferencia, posiblemente se deba a que desde hace 50 años en el sitio de muestreo se ha cultivado café, plátano, yuca y maíz, lo que implica que a mayor perturbación, mayor será la densidad y número de semillas presentes en el reservorio del suelo (BSG), lo que es corroborado por Velosa *et al.*, (2018) quien evaluó el banco de semillas en un bosque secundario y un pastizal en Villavicencio, encontrando mayor abundancia en el pastizal que en el bosque secundario, así mismo Calderon *et al.*, (2009) evaluó el potencial del BSG en diferentes coberturas vegetales (arreglo agroforestal, bosque ripario, borde de bosque, potrero, bosque intervenido y rastrojo), encontrando también mayor abundancia en el arreglo forestal.

Es importante mencionar también que la parcela del cafetal registró mayor número de especies para la familia Asteraceae (Figura 6), la cual se caracteriza por establecerse en sitios en donde predomina cualquier tipo de disturbio y por presentar una dispersión de semillas por anemocoria o autocoria permitiendo establecerse en la vegetación en pie, resultados que coinciden con el estudio realizado por Romero *et al.*, (2016) en un bosque subandino en San Bernardo Cundinamarca, en donde las familias Asteraceae, Poaceae, Caryophyllaceae, presentaron mayor número de especies debido a la proximidad a zonas con algún tipo de disturbio y a su forma de dispersión. .

Además, la composición del banco de semillas estuvo mejor representado por el banco transitorio (0 – 5 cm), con especies herbáceas y con 225 individuos en los dos lugares de estudio (Tabla 1). Este tipo de especies se caracterizan por producir mayor número de semillas en tiempos cortos, las cuales encuentran más rápido las condiciones ambientales para su germinación y son especies indicadoras de un alto grado de perturbación y fragmentación de los bosques.

Así mismo, el banco persistente a corto plazo y el banco persistente a largo plazo se registraron en el muestreo con menor número de especies y abundancias (5 – 69 y 4 – 5), evidenciando que la presencia de semillas disminuye conforme aumenta la profundidad con tendencia a desaparecer, lo que concuerda con las afirmaciones expuestas por Calderon *et al.*, (2009), Cardenas *et al.*, (2002) y Grombone *et al.*, (2004), quienes evaluaron el banco de semillas en comunidades vegetales de páramo sometido a quema y pastoreo y en un bosque de galería en época húmeda y seca en Brasil, encontrando mayor abundancia de semillas en el banco transitorio y menor abundancias en los bancos persistentes.

9.2 Similitud entre parcelas (BR – C)

Al efectuar el índice de Jaccard, este arrojó una similitud de 0.09 entre el banco de semillas del BR y C (Figura 7), indicando que comparten pocas especies. Resultado evidenciado en la germinación de las muestras en las bandejas, ya que las especies compartidas son 2 (Cyperaceae sp 8 y Poaceae sp 11) de las 22 morfoespecies establecidas en el muestreo de suelo.

Aunque en este estudio no se realizaron análisis de dispersión de semillas, la diferencia puede atribuirse a un bajo intercambio de semillas por dispersión entre las zonas estudiadas (BR y C), ya que el bosque ripario (BR) presenta

mayor sombra, impidiendo que los aportes por anemocoria, zoocoria, hidrocoria, etc, no sean los mismos que se efectúan en el cafetal, el cual no presenta mayor número de especies vegetales en pie que impidan la entrada de semillas por los factores de dispersión anteriormente nombrados; resultados que se corroboran por el estudio por Cui *et al.*, (2016), quienes encontraron una disimilitud entre el banco y la vegetación en pie, atribuyéndola a las estrategias reproductivas y de dispersión.

Así mismo, la diferencia existente entre el banco de semillas del BR y C puede atribuirse también a que los lugares que presentan mayor grado de perturbación contienen mayor riqueza y mayor cantidad de semillas, tal como lo manifestó Piudo y Cavero (2005), quienes realizaron una comparación de metodologías en un carrascal en diferentes zonas de muestreo (zona control, zona quemada y zona desbrozada).

Esta diferencia puede atribuirse a que el banco de semillas del cafetal está dominado por especies herbáceas y en el bosque ripario predominaron especies arbóreas, en contraste con los datos encontrados por Velosa *et al.*, (2018), este tipo de exclusividad de especies es un reflejo en las diferencias de dispersión de semillas, por ejemplo las especies herbáceas tienen un amplio rango de dispersión, hidrocoria, autocoria, zoocoria y anemocoria, lo que incrementa la posibilidad que las semillas colonicen nuevas áreas y formen nuevamente bancos de semillas, mientras que en las especies arbóreas domina la dispersión por autocoria y zoocoria, presentando menor posibilidad de colonizar áreas.

9.3 Relación entre vegetación y banco de semillas germinable (BSG)

La relación existente entre la vegetación en pie y el banco de semillas se ve limitado a dos especies (*Tradescantia zanonía* y *Emilia coccinea*), posiblemente, se deba a las estrategias de dispersión de las especies presentes en la zona, o a la temporada en que se realizó el muestreo del suelo y la colecta de la vegetación, puesto que cada actividad se realizó en temporadas diferentes, por tanto se puede inferir que no existió una relación entre la fructificación de semillas y el muestreo, resultados también planteados por Grombone *et al.*, (2004) en su estudio hecho en Brasil, quienes encontraron una baja relación entre el banco de semillas y la vegetación, debido a que las muestras fueron tomadas en dos estaciones (húmeda y seca).

Vélez, (2014) corrobora que existirá menor oportunidad de una regeneración después de la perturbación hacia el bosque original, debido a la poca o limitada relación existente entre la vegetación en pie y el banco de semillas, resultados que nos dan indicio a la problemática existente en esta zona debido a la perturbación a la que ha sido sometida la zona de estudio.

En el muestreo de vegetación, la familia Melastomataceae, Asteraceae y Poaceae estuvieron representadas con el mayor número de especies (7, 6 y 7), de las cuales Melastomataceae no hizo presencia en el banco de semillas, mientras que Asteraceae tuvo 4 especies y Poaceae no pudo ser determinada, estos resultados se contrastan con los obtenidos por Trujillo (2017), quien encontró en su listado de plantas vasculares, 18 especies para la familia Asteraceae, 17 especies para Poaceae y 13 especies para Melastomataceae, concluyendo que estos ecosistemas subandinos están predominadas por hierbas colonizadoras, es decir, vegetación propia de zonas en recuperación, evidenciando que es un ecosistema que está siendo alterado por actividades antrópicas.

Encontramos que las diferencias que se establecen entre los bancos de semillas y la vegetación, son probablemente cambios impulsados por la alteración de los bosques en la región Andina, por la dispersión espacial de las especies que se establecen en estas áreas perturbadas por cultivos que contribuyen a la pérdida de especies nativas y permitan la colonización de especies herbáceas, las cuales contribuyen con un banco de semillas persistente a largo tiempo.

10. CONCLUSIONES

- El banco de semillas estuvo dominado por especies herbáceas, las cuales son consideradas como especies colonizadoras.
- El banco de semillas estuvo representado por el banco transitorio (0 – 5 cm), siendo un banco superficial e indicando un alto grado de perturbación.
- La abundancia de semillas disminuye conforme aumenta la profundidad de muestreo.
- El banco de semillas del cafetal presentó mayor composición en relación al bosque ripario, posiblemente se deba a la estructura vegetativa.
- La composición del banco de semillas del bosque ripario evidencia en bajas proporciones la comunidad vegetal establecida.
- Se encontró baja similitud entre los bancos de semillas del bosque ripario y cafetal (BR y C), lo que se puede relacionar a la perturbación antrópica de lugar del muestreo.
- La similitud entre el banco de semillas y la vegetación en pie es reducida, posiblemente se deba a la temporada en la que se realizó el muestreo.
- Tener conocimiento sobre la composición del banco de semillas en cualquier ecosistema, es el punto de partida para iniciar procesos de restauración pasiva o asistida.

11. RECOMENDACIONES

- Desarrollar estudios de banco de semillas que permitan la construcción de guías para la determinación de morfoespecies.
- Realizar estudios de banco de semillas germinable en los bosques Subandinos para construir información que nos permita realizar procesos de restauración, ya que son ecosistemas que están siendo muy alterados.
- Construir un vivero con especies que permitan restaurar estos ecosistemas que están siendo tan alterados por actividades antrópicas.
- Realizar la evaluación del banco de semillas con más tiempo para poder identificar las especies que tardan más en establecerse.
- Desarrollar investigaciones en banco de semillas germinable (BSG) que nos permita identificar a que se debe la poca presencia de especies en el banco de semillas de bosques.
- Desarrollar investigaciones sobre la dispersión de semillas en los bosques Subandinos para contrastar sus resultados con los encontrados en el banco de semillas (BSG).

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, M. (2011). Estado del Conocimiento de la Biodiversidad en Colombia y sus Amenazas. Consideraciones para Fortalecer la Interacción Ciencia-Política. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 35 (137): 491-507, ISSN 0370-3908.

Baker, H.G. (1989). Some aspects of the natural history of the seed banks: 9-21 (en) Leck, M.A.; Parker, V. y Simpson R.L. (eds). *Ecology of soil seed banks*. Academic Press INC., San Diego, California.

Bedoya, J. G., Estévez, J. V., y Castaño, G. J. (2010). Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 14(2): 77-91 pp.

Brokaw N.V.L. (1986) Seed dispersal, gap colonization, and the case of *Cecropia insignis*. In: Estrada A., Fleming T.H. (eds) *Frugivores and seed dispersal. Tasks for vegetation science*, vol 15. Springer, Dordrecht.

Caballero, H., Garcia, J., Molano, E., Arcos, L., Panche, L., Menza, M., Medina, V., y Trujillo, H. (1999). Formulacion Plan Basico de Ordenamiento Territorial (POT) del Municipio de Caldone. Recuperado de <http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/caldono/POTDOCUMENTO TECNICO.pdf>

Calderón, C., Correa, M., y Muñoz, J. (2009). Potencial del banco de semillas y la lluvia de semillas en la restauración natural de la Estación de Monitoreo de Biodiversidad del Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual (Florencia-Caquetá, Colombia). *Momentos de Ciencia* 6:(1), pp. 21-31.

Cárdenas, C., Posada, C. y Vargas, O. (2002). Banco de semillas germinable de una comunidad vegetal de páramo húmedo sometido a quema y pastoreo (Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia). *Revista Ecotrópicos* 15 (1): 51-60, Sociedad Venezolana de Ecología.

Cardona, A., y 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*, Vol. 8. N° 17. Pp 60 – 74.

Cortes, M., A. (2013). Caracterización del banco de semillas germinable (BSG) de especies leñosas en un bosque andino en el Resguardo Indígena de Paniquitá, Totoro-Cauca. Trabajo de grado. Universidad del Cauca.

Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la Vegetación Natural de Colombia. Separata de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol X, N° 40, ed. Voluntad Bogotá.

Cui, L., Li, W., Zhao, X., Zhang, M., Lei, Y., Zhang, Y., Gao, Ch., Kang, X., Sun, B., y Zhang, Y. (2016). The relationship between standing vegetation and the soil seed bank along the shores of Lake Taihu, China. *Journal Ecological Engineering* 4081, N° of pages 10.

Ferri, R., Ceballos, M., Vischi, N., Heredia, E., y Oggero, A. (2009). Banco de semillas de un relicto de Espinal (Córdoba, Argentina). *Iheringia*, 64, 93-100 pp.

González, J.J., Etter, A.A., Sarmiento, A.H., Orrego, S.A., Ramírez, C., Cabrera, E., Vargas, D., Galindo, G., García, M.C., Ordoñez, M.F. 2011. Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 64 p.

Garwood, N.C. (1989).- Tropical soil seed banks: a review: 149-209 (en) Leek, M. A.; Parker, V. T y Simpson, R. L. (eds.) *Ecology of soil seed banks*. Academic Press INC., San Diego, California. Hall, J. B. y Swaine, M. D. 1980. Seed stocks in Ghanaian forest soils. *Biotropica* 12: pp 256-263.

Grombone, M. T., Hermógenes, L. F., Yoshio, K. (2004). The Seed Bank of a Gallery Forest in Southeastern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. Vol. 47 (1). pp 793-797.

Instituto Alexander Von Humboldt, IAvH. Informe anual 2003. Proyecto Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad de los Andes Colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. pp 107.

Majin, I. G. (2017). Caracterización del banco de semillas germinable (BSG) en un bosque andino con y sin intervención en el resguardo indígena de Rio Blanco, Sotará, Cauca. Trabajo de grado. Universidad del Cauca.

Marañón, T. (1995). Ecología de los bancos de semillas y dinámica de comunidades mediterráneas. Capítulo 6. En Zmora Rodríguez, R., y Pugnaire de Iraola, F. I. (eds.), Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional. CSIC/AAET.

Marquez, G. (2003). Ecosistemas Estratégicos de Colombia. Revista de la Sociedad Geográfica de Colombia. Vol: 133 fasc: 1 . págs: 87 - 103. ISSN: 0. 2003.

Montenegro, A., Avila, Y., Mendivelso, H., Vargas, O. (2004). Potencial del banco de semillas en la regeneración de la vegetación del humedal Jaboque , Bogotá , Colombia. Caldasia 28 (2): pp 285-306. 2006.

Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA (1). Zaragoza, pp 84.

Mostacedo, B., Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia

Piudo, J. M., y Carveró, R. Y. (2005). Banco de Semillas: Comparación de Metodologías de Extracción, de Densidad y de Profundidad de Muestreo. Publicaciones de Biología. Universidad de Navarra, Serie Botánica. 16: pp 71-85. 2005.

Ponce, L.A., Montalván, H. G. y González, B. A. (2005). Evaluación del banco de semillas del suelo en tres sitios en diferentes estados sucesionales en un bosque seco secundario en Nandarola, Nandaime, Granada.

Rodríguez, N., Armenteras, D., Morales, M. y Romero, M. (2006). Ecosistemas de los andes Colombianos. Segunda Edición. Instituto de Investigación de Reservas Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. pp154.

Romero, M. H., Montenegro, E. y Ortiz, N. (2008). Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006 – 2007. Instituto de Investigación de Recursos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 181 p.

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.

Rudas, G., Marcelo D., Armenteras D., Rodríguez N., Morales M., Delgado L.C. y Sarmiento A. 2007. Biodiversidad y actividad humana: relaciones en ecosistemas de bosque subandino en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 128 p.

Simpson, R. L., Leck, M. A. y Parker V. T. (1989).- Seed banks: General Concepts and methodological issues: 3-8 (en) Leck, M. A.; Parker, V. y Simpson R. L. (eds.) *Ecology of soil seed banks*. Academic Press INC., San Diego, California.

De Souza Maia, M.; F.C. Maia and M.A. Pérez, 2006. Soil seed banks. *Agriscientia XXIII (1)*: 33-44.

Thompson, K. y Grime, J. P. (1979). Seasonal variation in the seed Banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology*, Vol. 67, Nº 3 (Nov., 1979), pp. 893 – 921.

Trujillo, A. (2017). Plantas vasculares y especies potenciales para la restauración ecológica de la microcuenca del río Pescador, Cauca. Trabajo de grado. Universidad del Cauca.

Velosa, V. (2014). Patrón de distribución del banco de semillas germinables de un bosque altoandino en la Vereda el Cofre, Municipio de Totoro, Departamento del Cauca. Trabajo de grado. Universidad del Cauca.

ANEXOS

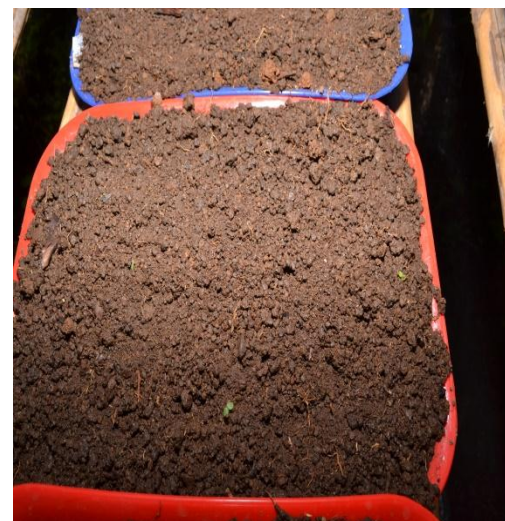
Anexo 1 Bandejas con muestras de suelo



Bandejas con los tipos del suelo en la casa germinadora.



Casa germinadora.



Bandejas con la muestra de suelo a diferentes profundidades.



Plántulas trasplantadas por tipo de banco y área muestreada en bolsas germinadoras negras.

Anexo 2 Colecta de vegetación



Colecta de vegetación en el área de la investigación.



Colecta realizada en la finca Gualanday.

Anexo 3 Fotos de plántulas



Lamiaceae



Drymaria ovata



Emilia coccinea



Coffea arabica



Poaceae



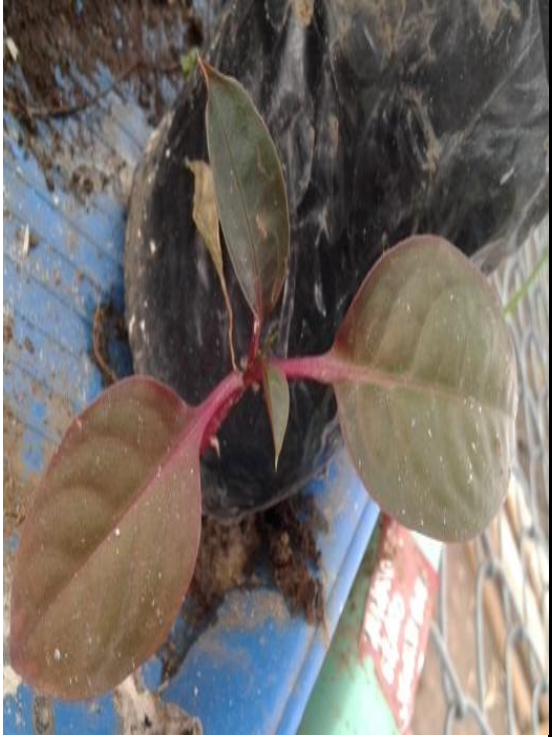
Tradescantia zanonía



Phyllanthus niruri



Galinsoga quadriradiata



Phytolacca bogotensis



Hypoxis decumbens



Psidium sp



sp9



Sp10



Asteraceae sp2

