

**COMPOSICIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS GERMINABLE EN UN  
FRAGMENTO DE BOSQUE SECO EN EL MUNICIPIO DE PATÍA, CAUCA.**



**ASTRID LUCERO ERAZO ERAZO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYAN, 2016**

**COMPOSICIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS GERMINABLE EN UN  
FRAGMENTO DE BOSQUE SECO EN EL MUNICIPIO DE PATÍA, CAUCA.**

**ASTRID LUCERO ERAZO ERAZO**

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

**DIRECTOR**

**HERNANDO VERGARA VARELA.**

**Biólogo. Doctor en Ciencias**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYAN, 2016**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

Director \_\_\_\_\_  
HERNANDO VERGARA VARELA, Ph.D

Jurado \_\_\_\_\_  
GIOVANNI VARONA, Esp

Jurado \_\_\_\_\_  
DIEGO MACÍAS PINTO, M.Sc

Fecha y lugar de sustentación: Popayán, 5 de mayo de 2.016

TABLA DE CONTENIDO	
INTRODUCCIÓN .....	5
JUSTIFICACIÓN .....	9
OBJETIVOS .....	11
OBJETIVO GENERAL .....	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
MARCO TEORICO.....	12
ANTECEDENTES .....	16
ÁREA DE ESTUDIO.....	18
MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
1. Fase de campo.....	20
2. Vegetación en pie.....	22
3. Diseño del muestreo del banco de semillas .....	22
4. Análisis de datos .....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	36
RECOMENDACIONES .....	37
BIBLIOGRAFÍA .....	38
ANEXOS .....	48

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Cartografía de los relictos de BST para el valle del río Patía.....	18
<b>Figura 2.</b> Polígono del bosque La Pachuca, Patía, Cauca, Colombia y la ubicación exacta de cada parcela. ....	21
<b>Figura 3:</b> Abundancia relativa de especies según el hábito de crecimiento.....	29
<b>Figura 4:</b> Análisis de clúster para el índice de similitud de Jaccard.....	34

## Índice de tablas

**Tabla 1.** Vegetación en pie.....23

**Tabla 2.** Comparación de la riqueza florística en muestreos de 0,1 ha. de los bosques secos estudiados en Colombia.....25

**Tabla 3.** Abundancia relativa de especies en el transecto de BST La Pachuca .....26

**Tabla 4.** Densidad de semillas en distintos bosques húmedos tropicales.....27

## RESUMEN

La regeneración natural juega un papel fundamental en el mantenimiento de la diversidad de los bosques tropicales. Dicho proceso ocurre en múltiples fases: producción y dispersión de semillas, germinación y establecimiento de plántulas. El objetivo de este estudio fue evaluar la composición del banco de semillas germinable en un fragmento de bosque seco en el municipio de Patía, Cauca. El área de estudio se ubica en el valle del Patía, Cauca en un fragmento de bosque seco, que tienen un área aproximada de 10 ha. entre las coordenadas N: 2°02'33,3"; W: 77°04'26.5. La metodología incluyó el establecimiento de transectos, longitud comprendida entre el centro y un punto en la matriz a 25 m del perímetro. Se ubicaron parcelas cada 25 m donde se sacaron muestras de suelo de 20cm de profundidad. Las muestras se descompactaron en bandejas y se ubicaron en un vivero en la finca Versailles para realizar su respectivo monitoreo. Durante seis meses germinaron en total 92 individuos en el banco de semillas distribuidas en 17 morfo-especies. Las especies más abundantes fueron *spermacoce* sp. con un 20,65%, seguida de *Guazuma ulmifolia*, *Calea* cf. *glomerata*, *Eugenia* sp. y *Phytolacca rivinoides* con un 16,3%, 14,13%, 10,87% y 7,6% respectivamente. Teniendo en cuenta el hábito de crecimiento de las especies se observa que el banco de semillas germinable está compuesto por cerca del 70% por hierbas y arbustos y el 30% del total de la abundancia y riqueza encontrada está representada por especies arbóreas. Las especies que aparecen en el banco de semillas germinable se encuentran principalmente en la matriz del fragmento del bosque seco de La Pachuca, esto indica que el área de estudio si está siendo influenciada por las especies de una matriz ganadera y que puede existir un efecto de borde.

Palabras clave: Bosque seco tropical, banco de semilla, abundancia, riqueza.

## INTRODUCCION

El Bosque seco Tropical (BST) es aquella formación vegetal distribuida entre los 0-1000 m de altitud; presenta temperaturas entre los 17 y 25°C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año (Pizano y García 2014; Murphy y Lugo 1986, IAVH 1997). La temperatura media anual es superior a los 25 °C, alcanzando temperaturas máximas de 38 °C (IAVH 1995, 1997; CVC 1994).

En el valle del Patía el uso de la tierra se basa en las actividades agrícolas, ganaderas y extractivas y debido a estas actividades de uso las grandes extensiones de bosque seco han disminuido en pocos años (Vergara, 2015), transformando una matriz continua en parches aislados, siendo esta fragmentación de los bosques una de las principales amenazas que enfrenta la riqueza biológica del país (Kattan, 2002); debido a la disminución del área total del hábitat que se refleja en tasas de colonización bajas y tasas de extinción altas; además se incrementa el borde, lo que provoca cambios en los factores bióticos y abióticos (Bustamante y Grez, 1995).

En este estudio se evaluó la composición del banco de semillas germinable en un fragmento de Bosque seco Tropical en la Vereda Piedra de Moler, Municipio de Patía, Cauca, además de identificar cambios en la composición del mismo a medida que se avanza desde la matriz hacia el interior del bosque. De este modo se conocerá el potencial que tiene este fragmento de bosque seco para regenerarse con el fin de dar recomendaciones para restaurar un área tan importante como es esta formación vegetal en Colombia. También dar aportes para combatir la degradación y desertificación presentes para mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio.

El presente trabajo de grado se realiza en el marco general del Proyecto: “Los bordes como amortiguadores de la degradación de los fragmentos de bosque seco tropical”. Convenio entre la universidad ICESI, la Universidad del Valle y la Universidad del Cauca, financiado por Ecopetrol.



## JUSTIFICACIÓN

En las últimas décadas se ha evidenciado la pérdida de la cobertura vegetal en los diferentes ecosistemas tropicales, la principal causa de esta pérdida es la deforestación la cual repercute en la destrucción de los bosques y disminución de hábitats y al mismo tiempo de riqueza de especies (MacArthur, 1963).

Actualmente se considera que el Bosque Seco Tropical (BST) es uno de los ecosistemas más amenazados en el Neotrópico (Janzen, 1983). Análisis espaciales demuestran además que aproximadamente el 97% del BST que queda actualmente está amenazado por factores antropogénicos como la fragmentación, la expansión agrícola, la ganadería, el fuego y la minería (Miles *et al.*, 2006). Debido a la fertilidad de sus suelos ha sido punto de desarrollo de poblaciones humanas y objeto de una intensa transformación (Janzen, 1983; Ceballos *et al.*, 1995). Además según el Ministerio del medio Ambiente (2002), las áreas secas del departamento del Cauca, son áreas potenciales a la desertificación debido a la pérdida de sus coberturas boscosas principalmente.

Los bosques secos actuales representan apenas el 8 % del ecosistema original (García *et al.*, 2014), es decir que presentan un altísimo grado de relictualidad representados en pequeños parches relegados en muchos casos a cordones riparios con alto grado de fragmentación y conectividad reducida.

Además es importante mencionar que en Colombia el bosque seco está muy mal representado en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Dadas las connotaciones de tamaño del Sistema de Parques Nacionales, el aporte de bosque seco al SPNN es de apenas el 0,12%, mientras que el aporte para las áreas protegidas de tipo regional es del 0.88%, que a pesar de ser 7.5 veces mayor continúa siendo insuficiente y en ambos casos inferior al 1% (García *et al.*, 2014)

En la región del valle seco del río Patía existían cerca de 11 fragmentos (Torres y Patiño, 1998), actualmente atendiendo el mapa de la figura 1, existen cerca de 25 fragmentos. La mayoría de estos remanentes de bosques son propiedad privada y presentan una fuerte actividad ganadera, la cual ha sido la principal causa de la

transformación de bosque seco tropical que ha llevado a una reducción aproximadamente del 10% de su cobertura vegetal original para finales del siglo XX, siendo reemplazados por potreros arbolados, pastizales, campos agrícolas y asentamientos humanos (Díaz y Gómez, 2006), lo que ha generado problemas de degradación de tierras ligadas a un proceso de desertificación transformando aún más la estructura y composición de estos ecosistemas debido a la inevitable fragmentación del hábitat.

De este modo es de vital importancia realizar estudios encaminados a la recuperación de la cobertura vegetal, la cual está conducida por una sucesión secundaria dependiente de factores bióticos y abióticos (Bedoya *et al.*, 2010). El banco de semillas es uno de los elementos bióticos más importantes para la permanencia y regeneración del bosque y su alteración interrumpe el proceso sucesional del bosque, por lo tanto el presente estudio brinda información importante acerca del estado de la sucesión vegetal, de las especies potencialmente capaces de reemplazar a las existentes, además con el atributo de ser un reservorio de variabilidad genética de las especies que allí se encuentran. Las semillas almacenadas en el suelo también juegan un papel importante en la colonización de áreas perturbadas, ya que facilita el mantenimiento y la recuperación de la vegetación de un área, principalmente de las especies pioneras (Tekle y Bekele, 2000), esto con el fin de generar una estrategia para aprovechar su dinámica en procesos de restauración ecológica (Peña *et al.*, 2005); De este modo conocer los factores que determinan el surgimiento en forma natural de la vegetación, permite planear y dirigir mejor los esfuerzos de la restauración (Bedoya *et al.*, 2010).

Así, al incrementar los esfuerzos de investigación en los bosques secos nos permite conocer y entender mejor su ecología, funcionamiento y valor ecosistémico para asegurar de esta forma su conservación (Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2005).

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la composición del banco de semillas germinable en un fragmento de bosque seco en el municipio de Patía, Cauca.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar taxonómicamente las especies presentes en el banco de semillas germinables del fragmento de bosque seco.
- Determinar abundancia y riqueza de especies presentes en el banco de semillas germinable en el área de estudio.
- Comparar la composición del banco de semillas germinable respecto a la matriz, borde, interior y control.

## MARCO TEORICO

### **Bosque Seco Tropical**

El bosque seco tropical (Bs-T) es aquella formación vegetal con una cobertura boscosa continua que se distribuye entre los 0 – 1000 m de altitud, presenta temperatura superior a 24°C y existe una fuerte estacionalidad de lluvias marcadas por una época seca de 4 a 6 meses al año. Se caracteriza principalmente porque la evapotranspiración supera ampliamente la precipitación. Estas características muestran una serie de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento en plantas y animales (Pizano *et al.*, 2014; Murphy y Lugo, 1986; IAVH, 1998).

Una de las características principales de las plantas de bosque seco son las adaptaciones que presentan debido al déficit de agua como son la pérdida de follaje, presencia de hojas compuestas y folíolos pequeños, además presencia de aguijones o espinas (IAVH, 1995).

En Colombia se ha ido perdiendo vertiginosamente la cobertura de los bosques secos tropicales, su extensión total debió alcanzar unos 80.000 km<sup>2</sup>, algo más del 7,3% del territorio nacional. Los bosques secos representan el 50% de las áreas boscosas en Centroamérica y el 22% en Sudamérica (Murphy y Lugo, 1986). Para la segunda década del siglo XX, su distribución a lo largo de la planicie y serranías bajas del Caribe, de las partes medias de los valles de los ríos Cauca y Magdalena, de las islas de San Andrés y Providencia y de algunos enclaves secos de los valles transversales de las Cordilleras Oriental y Occidental (Hernández y Carrizosa, 1990), había disminuido entre el 8 y el 10%, es decir que unos 8.000 km<sup>2</sup> habían sido sustituidos por pastizales, campos agrícolas y asentamientos humanos. La introducción al país de la raza bovina cebú, a finales del siglo XIX y comienzos del XX, que se concentró en los climas cálidos estacionales de sabana, la región Caribe (INGEOMINAS, 1992) y de los valles interandinos, fue la principal causa de transformación del bosque seco tropical. Para la década de 1950, más de la mitad de la extensión original, unos 45.000 km<sup>2</sup>, habían desaparecido debido

a la expansión ganadera, a la instalación de extensos cañaduzales en el valle alto y medio del río Cauca, a la construcción de vías y a la colonización de terrenos baldíos.

### **Banco de semillas**

Se define como el grupo de semillas viable presente en y sobre el suelo en un determinado tiempo (Simpson *et al.*, 1989, Van der Valk, 1992), que son capaces de reemplazar a las plantas que mueren naturalmente, por enfermedades, o consumo de animales (Baker, 1989). Se considera un conjunto dinámico por el continuo flujo de semillas y tiene la particularidad de producir plántulas de manera continua por muchos años, dependiendo de los periodos de dormancia de las semillas que lo conforman (Khurana y Singh, 2001). Para permanecer en el tiempo, el banco de semillas presenta diferentes condiciones determinadas por las estrategias de regeneración que las especies exhiben. Según Garwood, (1989) los bancos de semilla en el trópico 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. No obstante, las semillas sobre la superficie del suelo no persisten por largos periodos, y su entierro claramente favorece la persistencia (Thompson *et al.*, 1993).

La formación de un banco de semillas comienza con la dispersión de las mismas por parte de la planta madre o por acción de animales creando un banco de semillas que constituye un depósito con semillas dormantes de diferentes especies, con un gran número de especies pioneras (Dalling *et al.*, 1997). La formación del banco puede darse también cuando las semillas caen a grietas en el suelo y son cubiertas por el sedimento durante la inundación, o también cuando las partículas son solapadas sobre los suelos por el viento (Baskin y Baskin 2001).

El banco de semillas es un componente importante, la descripción de sus características (composición, tamaño, permanencia) en un bosque o terreno en particular, permite obtener información sobre el estado de sucesión, el grado de perturbación y los mecanismos de dispersión de semillas, además de la importancia productiva, ya que el banco de semillas cumple un papel fundamental en la recuperación de áreas que sufrieron procesos de disturbio ya que provee material e información que facilitaran procesos de restauración ecológica en áreas que sean necesarias.

### **Borde**

El borde se ha definido como la zona de transición entre hábitats adyacentes. Términos como ecotono ('ecotone') o límite ('boundarie') se han utilizado como sinónimos de borde ('edge') y la diferencia entre ellos no es clara. Sarlov-Herlin (2001) revisó la utilización de los tres conceptos en la literatura y encontró que el término ecotono se utiliza para indicar la transición entre formaciones continentales o comunidades a una escala espacial más amplia (Weltzin y McPherson, 1999), como por ejemplo en las transiciones entre ambientes acuáticos y terrestres. El concepto de límite ha sido ampliamente utilizado con distintos significados, desde el término administrativo o político hasta el funcional en ecología del paisaje, considerado al límite como el filtro que regula el intercambio de materia y energía entre hábitats (Wiens, 1995) (Martin *et al.*, 2001).

A pesar de que los bordes han sido extensivamente estudiados, la definición y medición del borde genera varias restricciones al depender del investigador u observador, del organismo o variable estudiada y de la escala espacial del estudio (Lidicker *et al.*, 1999). La percepción de un borde por un artrópodo variará mucho de la de un mamífero. Por ello los bordes pueden ser específicos para una especie y según recientes estudios con mamíferos pequeños la percepción del borde puede ser relativa al sexo o edad de los animales dentro de una misma especie (Lidicker *et al.*, 1999).

## **Efectos de borde**

El término 'efecto de borde' fue utilizado por primera vez en 1933 por Leopold, quien lo uso para explicar la alta riqueza de especies cinegéticas registrada en los bordes (Lopez, 2004). Posteriormente el concepto incluyó los efectos negativos de borde sobre la comunidad forestal y ha sido ampliamente estudiado para el diseño de zonas de amortiguamiento en áreas naturales protegidas (Bogaert *et al.*, 2001; Revilla *et al.*, 2001). En nuestros días, el concepto comprende un amplio espectro de procesos, influencias mutuas y flujos ecológicos que pueden resultar en cambios en la estructura y composición de los bordes y hábitats adyacentes (Fry y Sarlov-Herlin, 1997; Fagan *et al.*, 1999; Sarlov, 2001).

El efecto de borde puede definirse como el resultado de la interacción de dos ecosistemas adyacentes (Murcia, 1995) o cualquier cambio en la distribución de una variable dada que ocurre en la transición entre hábitats (Lidicker *et al.*, 1999).

## **Restauración ecológica**

Es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. Con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre (SER, 2004).

## ANTECEDENTES

Los estudios sobre bancos de semillas en la dinámica de la vegetación son de gran importancia para la realización de trabajos sobre restauración ecológica, sin embargo la gran mayoría de las investigaciones se han llevado a cabo en zonas templadas y solo una pequeña fracción se ha interesado en los ecosistemas tropicales, y estos estudios incluyen principalmente los bosques húmedos, siendo pocos los estudios en bosques secos. De los pocos trabajos disponibles, es difícil establecer principios generales relativos a la composición y el funcionamiento de los bancos de semillas en ecosistemas tropicales secos (Skoglund, 1992).

En cuanto a estudios sobre el banco de semillas en ecosistemas secos existen aportes importantes como el trabajo realizado por Teketay y Granström (1995), en bosques afro-montanos secos en Etiopía. Se destacan las investigaciones aportadas por Uasuf *et al.*, (2009) en los bosques secos de Nicaragua y los estudios realizados por Ferri *et al.*, (2009) en un relicto de bosque xerófilo caducifolio en el Espinal, Córdoba, Argentina. De igual forma Cano-Salgado *et al.*, (2012) estudian la estructura del banco de semillas en el valle semiárido de Zapotitlán, Puebla, México y los trabajos de Álvarez-Aquino *et al.*, (2014), quienes trabajaron sobre banco de semillas, extracción de semillas y germinación en un bosque tropical estacionalmente seco en Veracruz, México.

A nivel nacional los autores que realizan investigaciones sobre el banco de semillas centran su atención en ecosistemas subandinos y de páramo como Cardona y Vargas, (2004), que evaluaron la densidad y abundancia del banco de semillas germinable del suelo para especies leñosas en dos bosques subandinos en diferentes estados sucesionales. Vargas y Trujillo, (2008) evaluaron la variación del banco de semillas en un borde de avance de un parche de bosque altoandino. Cortés M. A., (2013) evaluó la densidad, composición, diversidad y patrón de distribución del banco del banco de semillas germinable del suelo, en dos secciones de un bosque andino (una conservada y otra intervenida).



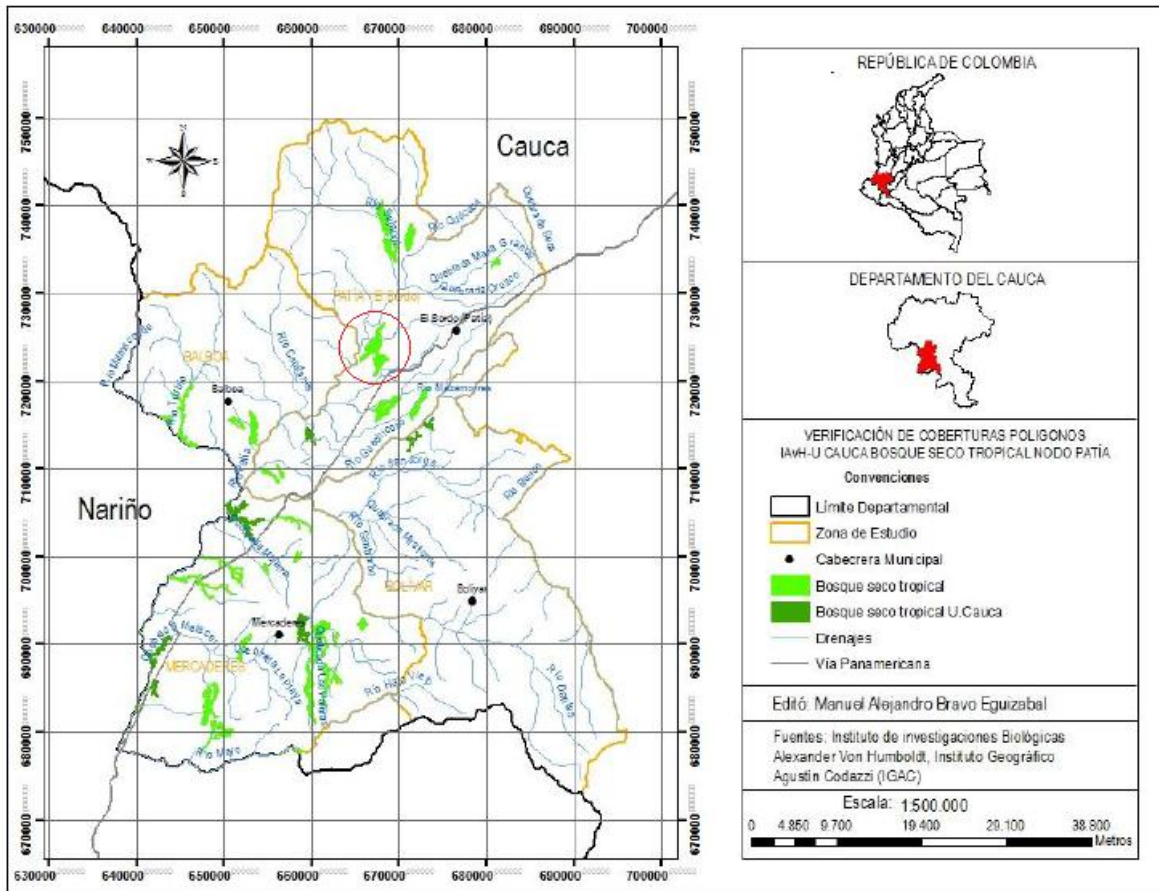
A nivel nacional para los bosques secos tropicales existen trabajos inéditos sobre el banco de semillas germinable que están siendo realizados por la Universidad del Valle e ICESI, sin embargo existen trabajos que se centran principalmente en la flora, fauna y los usos del suelo.

## ÁREA DE ESTUDIO

El municipio del Patía está ubicado al sur occidente del departamento del Cauca, su cabecera municipal es El Bordo, limita al Norte con el municipio del Tambo y La Sierra, al Este con La Sierra y Bolívar, al Sur con Sucre y Mercaderes y al Oeste con Balboa y Argelia.

La precipitación tiene una distribución bimodal, dividida en dos periodos lluviosos (marzo– mayo y octubre-diciembre) que son separados uno del otro por dos periodos secos (enero–febrero y junio–septiembre). Las características secas del valle del Patía están dadas por la escasez de las lluvias durante los meses de junio–septiembre que se relacionan con las altas temperaturas y alta evaporación (1600 mm) (Vergara, 2015)

La zona de muestreo está ubicada entre la vía Patía - El Estrecho, en el corregimiento de Patía en la vereda Piedra de Moler, finca La Pachuca la cual está ubicada a 2°02'33,3" N y 77°04'26.5" W , a una altura de 600 m.s.n.m. Esta finca pertenece a la asociación FUNDEVAP (Fundación para el desarrollo del valle del Patía) y es el centro de reunión de la comunidad Patiana, tiene aproximadamente 18 hectáreas formadas principalmente por potreros arbolados. El área de muestreo es un fragmento de bosque de 10 hectáreas (Figura 1).



**Figura 1.** Cartografía de los relictos de BST para el valle de río Patía, el área de estudio corresponde al relicto señalado en el círculo (Vergara *et al.*, 2014).

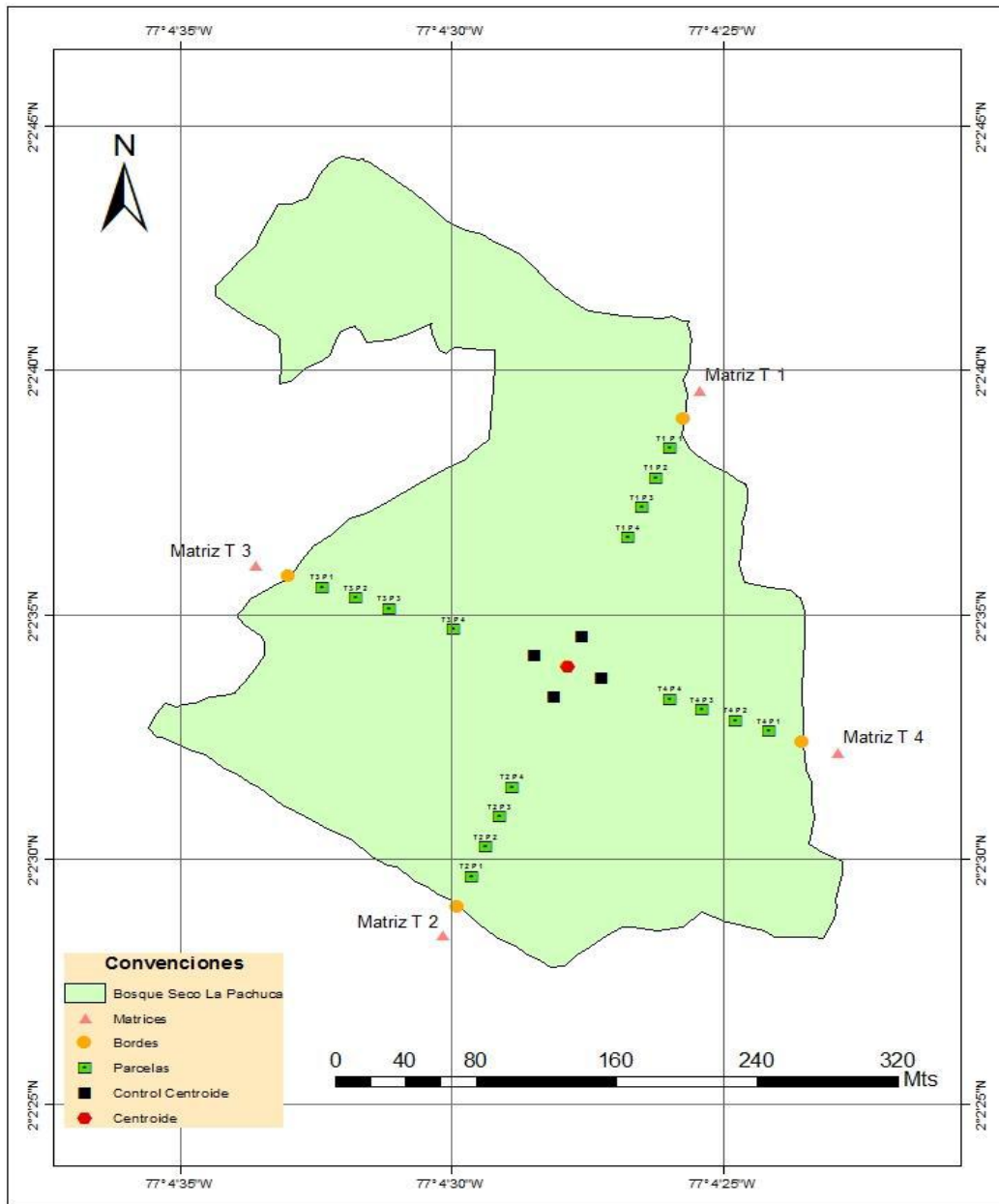
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. Fase de campo**

Para la realización del trabajo de campo se seleccionó un fragmento de bosque seco ubicado en la finca La Pachuca en la cual se hizo una jornada de campo previa de reconocimiento.

La metodología siguió los lineamientos generales del proyecto “Los bordes como amortiguadores de la degradación de los fragmentos de bosque seco tropical” convenio entre la Universidad Icesi, Universidad del Valle y Universidad del Cauca y financiado por Ecopetrol.

En el fragmento se trazaron cuatro ejes, dos sobre el eje mayor que recorre el transecto y dos sobre el eje perpendicular que lo intercepta en el centroide (Figura 2).



**Figura 2.** Polígono del bosque La Pachuca, Patía, Cauca, Colombia y la ubicación exacta de cada parcela. (Diseño general del muestreo).

En cada transecto se establecieron estaciones de muestreos, representadas por parcelas de 10x2m. Se ubicó una parcela de borde sobre cada eje, para un total de cuatro parcelas de borde; dentro del fragmento se establecieron cuatro

parcelas distanciadas cada una 20m, para un total de 16 parcelas. Las cuatro parcelas de control se establecieron a 20m del centroide y también se establecieron cuatro parcelas en la matriz del fragmento. Para un total de 28 parcelas. Cada parcela se delimito con tubos de PVC.

## **2. Vegetación en pie**

En cada parcela del transecto se registraron los individuos con diámetro a la altura del pecho mayor o igual a 2.5 cm. Para cada individuo se identificó la especie y se midió el perímetro del tallo (CAP), altura total, y el hábito de crecimiento. Se colectaron especímenes para su identificación y las muestras fueron incluidas en el herbario de la universidad del Cauca - CAUP.

También se tuvo en cuenta la presencia de individuos dentro de la parcela con un DAP menor al establecido, ya que podían aportar al banco de semillas.

## **3. Diseño del muestreo del banco de semillas**

En cada parcela se tomó de manera aleatoria y con la ayuda de una draga de 13 cm de diámetro una muestra de suelo de 20 cm de profundidad, las muestras se descompactaron y se ubicaron en bandejas de aluminio previamente rotuladas para su germinación, las cuales fueron llevadas a una casa de malla en la finca Versailles, donde se realizó riego diario y se evaluaron durante seis meses. Cada mes se contaron e identificaron las plántulas que germinaron en las bandejas. Los individuos que no fueron identificados se trasplantaron a bolsas de 1kg previamente etiquetadas para su posterior identificación.

## **4. Análisis de datos**

### **4.1. Composición del banco de semillas germinable**

Para estimar la composición del banco de semillas se evaluó la abundancia (número de individuos emergidos en el banco) y la riqueza (Número de especies) en cada parcela.

### **4.2. Similaridad entre parcelas**

Para comparar la composición del banco de semillas entre las parcelas (Matriz, borde, interior y control) se calculó el coeficiente de similitud de Jaccard el cual relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas (Villareal *et al.*, 2006). Tanto el índice como el coeficiente fueron calculados haciendo uso EstimateS versión 9.1.

Se realizó una búsqueda de relación entre dos variables categóricas (Especies y sitio de muestreo) mediante la prueba no paramétrica Chi-cuadrado ( $X^2$ ) y se plantearon las siguientes hipótesis

H<sub>0</sub>: La aparición de las especies respecto a su hábito de crecimiento no depende del sitio de muestreo (matriz, borde, P1, P2, P3, P4 y C).

H<sub>1</sub>: La aparición de las especies respecto a su hábito de crecimiento depende del sitio de muestreo (matriz, borde, P1, P2, P3, P4 y C).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los resultados se tuvo en cuenta el transecto uno para un mejor manejo de los datos, ya que los demás transectos al ser repeticiones no mostraron información suficiente.

La germinación y viabilidad de las semillas al igual que el trasplante de las plántulas dependía del éxito del banco de semillas, en este caso los resultados revelaron en muestras obtenidas al azar, que ninguna de las bandejas tenía semillas viables o en descomposición por lo tanto no se realizaron estudios sobre la dormancia de las semillas lo que garantiza que la germinación ocurre cuando las condiciones son favorables (Van der valk, 1992).

### 1. Vegetación en pie

En total se registraron 66 individuos distribuidos en 8 familias botánicas y 10 especies entre árboles, arbustos y lianas en el transecto del fragmento de bosque seco tropical La Pachuca (Tabla1).

**Tabla 1. Vegetación en pie.**

<b>Especie</b>	<b>Familia</b>	<b>Nº Individuos</b>	<b>Abundancia relativa</b>
<i>Eugenia</i> sp	Myrtaceae	32	48,48
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Fabaceae	10	15,15
<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae	7	10,60
<i>Bunchosia</i> sp	Malpighiaceae	6	9,09
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	3	4,54
<i>Erythroxylum</i> sp	Erythroxylaceae	3	4,54
<i>Cassia grandis</i>	Fabaceae	2	3,03
<i>Pisonia aculeata</i>	Nyctaginaceae	1	1,51
<i>Croton hibiscifolius</i>	Euphorbiaceae	1	1,51



<i>Albisia guachapele</i>	Fabaceae	1	1,51
<b>TOTAL</b>		66	100

El transecto estudiado del bosque seco La Pachuca está dominado por *Eugenia* sp con un 48.48%, seguida de *Pithecellobium lanceolatum* y *Crescentia cujete* con una abundancia relativa de 15.15% y 10.6% respectivamente. Estas especies pertenecen a las familias más representativas de los bosques secos tropicales en Colombia Fabaceae, Myrtaceae y Bignoniaceae (Carrillo *et al.*, 2007).

La riqueza de especies, del bosque La Pachuca se encuentra en un estado crítico en comparación con otros BST de Colombia como los de Cerro Tasajero, los Colorados, Neguanje, Santo Tomas, Colosó, Galerazamba, Mariquita, y Mateguadua (Tabla 2), La riqueza florística del bosque La Pachuca en muestreos de 0,1 ha y con individuos con DAP  $\geq$  5cm en comparación a las registradas en el BST de Mateguadua en el valle del Cauca muestran una diferencia de 27 especies menos, siendo esta localidad la de menos riqueza reportada en este tipo de ecosistemas (Erazo *et al.*, 2014)

**Tabla 2.** Comparación de la riqueza florística en muestreos de 0,1 ha de los bosques secos estudiados en Colombia. Modificado de Carrillo *et al.*, (2007).

<b>Localidades</b>	<b>N° especies con DAP <math>\geq</math> 2,5 cm</b>	<b>N° de individuos</b>
Los Colorados	120	492
Colosó	110	315
Mariquita	94	337
Santo Tomás	77	382
Neguanje	67	326
Cerro Tasajero	60	281
Galerazamba	52	228
Mateguadua	44	300
La Pachuca	17	369

## **2. Identificación taxonómica de las especies del banco de semillas**

De las 17 especies en el banco de semillas se identificaron siete hasta especie dos de las cuales (*Guazuma ulmifolia* y *Cassia grandis*) representan especies de importancia económica para la comunidad, usadas en semilleros para su posterior siembra en potreros para forrajeo y sombra del ganado.

Nueve especies lograron ser identificadas hasta género y una especie solo hasta familia debido a la falta de información. Estas plántulas se trasplantaron a bolsas negras y se regaron diariamente durante los meses de la investigación, en los cuales no se logró obtener información suficiente ya que las plántulas no lograron establecerse.

Es importante mencionar que muchas de las plantas que se encontraron eran usadas como medicinales, alimenticias, forrajeo y cercas vivas por lo tanto debido a que son plantas de importancia para la comunidad Patiana fueron identificadas por ellos más fácilmente y por ende son más conservadas que las especies poco conocidas.

## **3. Abundancia y riqueza del banco de semillas germinable**

En total germinaron 92 individuos en el banco de semillas distribuidas en 17 morfo especies presentes en las bandejas instaladas en la casa de malla del transecto evaluado en el fragmento de bosque seco tropical La Pachuca (Tabla 3).

**Tabla 3.** Abundancia relativa de especies del banco de semillas germinable en el transecto de BST La Pachuca

<b>Familia</b>	<b>Especies</b>	<b>Numero individuos</b>	<b>abundancia relativa</b>
Rubiaceae	<i>Spermacoce</i> sp.	19	20,65
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	15	16,30
Asteraceae	<i>Calea</i> cf. <i>glomerata</i>	13	14,13
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	10	10,87
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca rivinoides</i>	7	7,61
Verbenaceae	Verbenaceae	6	6,52
Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.	5	5,43
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> cf. <i>cotinifolia</i>	3	3,26
Poaceae	<i>Olyra</i> sp.	3	3,26
Fabaceae	<i>Senna</i> sp.	2	2,17
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> sp.	2	2,17
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.	2	2,17
Vitaceae	<i>Cissus</i> sp.	1	1,09
Gesneriaceae	<i>Kohleria</i> cf. <i>spicata</i>	1	1,09
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta</i> cf. <i>cayennensis</i>	1	1,09
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	1	1,09
Fabaceae	<i>Cassia grandis</i>	1	1,09
	Total	92	100

Las especies más abundantes fueron *Spermacoce* sp. con un 20,65%, seguida de *Guazuma ulmifolia*, *Calea* cf. *glomerata*, *Eugenia* sp. y *Phytolacca rivinoides* con un 16,3%, 14,13%, 10,87% y 7,6% respectivamente.

Según Skoglund (1992), los bancos de semillas tropicales se suponen pequeños. Esta suposición se basa principalmente en los datos de los ecosistemas de bosques tropicales húmedos que en general parecen tener un bajo número de

semillas / m<sup>2</sup> (Tabla 4). Las investigaciones en ecosistemas tropicales secos también han revelado densidades muy bajas. Por ejemplo Lieberman (1979) encontró un máximo de 160 semillas / m<sup>2</sup> (profundidad 0-5 cm) en un bosque seco en Ghana. Las densidades más bajas se encuentran en las zonas más secas. Todas las semillas pertenecían a especies no leñosas, ya sean pastos o hierbas.

**Tabla 4.** Densidad de semillas en distintos bosques húmedos tropicales (Skoglund, 1992)

Referencia	Densidad semillas/m <sup>2</sup>	Profundidad cm
Keay (1962)	233	3
Guevara y Gomez-Pompa (1972)	175-689	12
Liew (1973)	<25	15
Uhl y Clark (1983)	180	5
Young (1985)	2200	40
Young, Ewel y Brown (1987)	6800-9500	20
Alvarez-Buylla y Martinez-Ramos (1990)	Ca. 5000	10

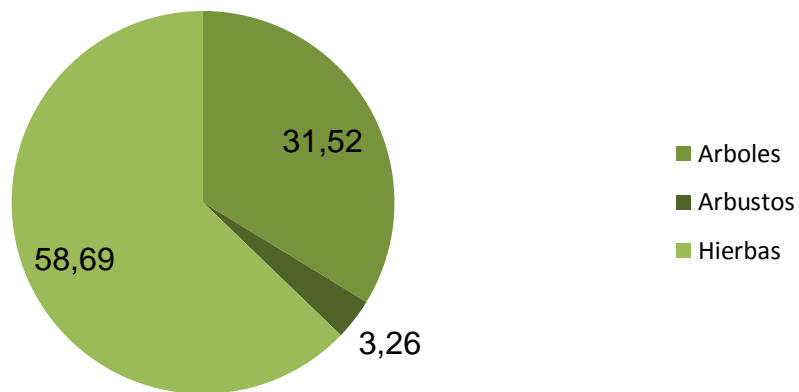
Teniendo en cuenta el hábito de crecimiento de las especies encontradas en el banco de semillas germinable se observa que un 58,69 son hierbas y el 3,26 está representado por arbustos (Figura 3).

El 31,52% está representada por cuatro especies (*Guazuma ulmifolia*, *Eugenia* sp, *Euphorbia* cf. *cotinifolia* y *Cassia grandis*) que presentan un hábito de crecimiento arbóreo y el 6,52% restante lo conforma una especie de la familia Verbenaceae.

De las especies del banco de semillas germinable solo tres se encuentran en la vegetación en pie: *Guazuma ulmifolia* que presenta la mayor abundancia en el banco de semillas germinable pero no en la vegetación en pie que estaba representada por un 4,54%; seguida de *Eugenia* sp representada en la vegetación

en pie con un 48.48% y finalmente *Cassia grandis* con 3.0% en la vegetación en pie.

Lo cual hace referencia al bajo número de especies arbóreas y la alta representatividad de hierbas, las cuales aparecen en los primeros estadios de una sucesión temprana, son plantas que se encuentran principalmente en la matriz del fragmento del bosque seco de La Pachuca, esto indica que el área de estudio si está siendo influenciada por las especies de una matriz ganadera y que puede existir un efecto de borde.



**Figura 3:** Abundancia relativa de especies según el hábito de crecimiento.

El bosque seco La Pachuca es un fragmento con una sucesión secundaria y por lo tanto las especies que logran establecerse en el banco de semillas y emerger son especies conocidas como pioneras, ya que estas para asegurar una dispersión exitosa aumentan el número de semillas (aun cuando esto signifique producir semillas más pequeñas) (Dalling J. 2002).

En un estudio realizado en Panamá y Costa Rica se compararon los bancos de semillas entre bosques secundarios de Panamá y bosques secundarios del Caribe costarricense, donde se evidenció la influencia de la vegetación circundante en la composición del banco de semillas. Se encontró que el banco de semillas de los

bosques de Costa Rica estaba dominado por hierbas y ciperáceas, arbustos y lianas constituyendo más del 75% de la riqueza y abundancia encontradas, situación que se explica por la presencia de pastizales y campos baldíos aledaños (Dupuy y Chazdon 1998). En Panamá, los bosques estaban rodeados de bosques primarios y secundarios muy viejos. Allí el banco de semillas estaba dominado por semillas de árboles; las hierbas, las ciperáceas y las lianas constituyeron menos del 10% de la abundancia total encontrada y menos del 36% de la riqueza de especies (Dalling y Denslow 1998, Dalling y Guariguata, 2002)

Este estudio sirve de base importante para explicar los resultados encontrados en La Pachuca que es un fragmento cercado y rodeado de potreros arbolados, un humedal, una matriz ganadera y cultivos de cacao (*Theobroma cacao*), maíz (*Zea mays*) y plátano (*Musa sp.*). Además el uso de la tierra que se ha dado en este fragmento como pastoreo constante y cultivos por largos periodos de tiempo hacen que el bosque pese a estar relativamente en buen estado en cuanto a la producción y dispersión de semillas, no garantiza que el reclutamiento de semillas y el establecimiento de las plántulas sea favorable, por lo tanto el banco de semillas, la lluvia de semillas y diferentes trabajos de restauración ecológica pueden constituir una fuente de propágulos importantes para la regeneración del bosque seco La Pachuca.

En La Pachuca también es de gran importancia destacar el uso del suelo para la ganadería ya que el pastoreo introduce un nuevo tipo de perturbación que permite a las especies de “malezas” y otras entrar en el sistema. La destrucción de las raíces a través del pisoteo del ganado puede ser el factor más importante. Esto significa que el número de semillas viables en el suelo se incrementará con intensidad de pastoreo, teniendo en cuenta que las especies de “malezas” a menudo tienen bancos de semillas persistentes (Skoglund, 1992) como se observó en este fragmento donde la mayoría de las especies eran hierbas y arbustos de la matriz ganadera.

Por lo tanto el banco de semillas germinable está compuesto por cerca del 70% por hierbas y arbustos y un 30% del total de la abundancia y riqueza encontrada

está representada por especies arbóreas. Este patrón se observa en diferentes estudios sobre los bancos de semillas en los bosques secos tropicales, los cuales están dominados por hierbas y pastos con un escaso número de especies leñosas, como se logra observar en los estudios realizados por Teketay y Granström (1995) quienes estudiaron el banco de semillas del suelo en cuatro bosques afro-montanos secos en Etiopía a lo largo de parcelas separando en cada una cuatro capas de suelo (capa de hojarasca y tres de suelo mineral cada vez más profundos, cada 3cm de espesor). En los cuatro sitios encontraron en total 167 especies, de las cuales 119 eran hierbas dicotiledóneas, 20 eran arbustos, 12 hierbas y/o juncias, 9 especies trepadoras y solo 7 árboles. Otro aporte importante es el de Ferri *et al.*, (2009) que describe la composición del banco de semillas en un relicto de bosque xerofítico caducifolio en el Espinal, Córdoba, Argentina. En total se registraron 44 especies en el banco, pertenecientes a 18 familias, de las cuales 12 fueron pastos. Solamente tres especies de leñosas aparecieron en el banco, dos árboles y un arbusto, el resto fueron herbáceas de las familias Poaceae y Asteraceae.

Álvarez-Aquino *et al.*, (2014), quienes trabajaron el banco de semillas, hicieron extracción de semillas y germinación en un bosque tropical estacionalmente seco en Veracruz, México. Encontraron una dominancia de hierbas y pastos por lo que la similitud entre la composición de especies del banco y la vegetación fue baja.

A nivel nacional las investigaciones sobre bancos de semillas centran su atención en ecosistemas subandinos y de páramo; autores como Vargas y Trujillo (2008) y Cortés (2013) encontraron hasta tres veces o más, especies leñosas en los bancos de semillas de estos bosques.

Los resultados de la densidad del banco de semillas parecen variar mucho de una localidad a otra, pero no se sabe si esta variación corresponde a las características intrínsecas de los sitios estudiados o a las metodologías empleadas (Garwood 1989, Dalling y Denslow 1998).

Al inicio de esta investigación las primeras muestras de suelo se tomaron con un barreno de 5cm de diámetros siguiendo los lineamientos del proyecto “Los bordes como amortiguadores de la fragmentación de los bosques secos tropicales” y

después de 6 meses no se obtuvo resultado alguno, por lo tanto se ajustó la metodología cambiando el diámetro de 5cm a 13cm con lo que se logra obtener los resultados aquí presentados.

Existen también variaciones que se pueden atribuir a una mayor densidad de especies pioneras en los bosques jóvenes, un mayor número de semillas aportadas por las hierbas presentes en los campos y en los pastizales que suelen circundar a los bosques secundarios y finalmente el uso que se le haya dado a la tierra en cada localidad (Uhl *et al.*, 1981, Purata, 1986, Quintana-Ascencio *et al.*, 1996) y la Pachuca no es ajena a cada uno de estos atributos.

La regeneración natural juega un papel fundamental en el mantenimiento de la diversidad de los bosques tropicales y este proceso ocurre en diferentes fases como la producción y dispersión de semillas, germinación y establecimiento de las plántulas y cada una de estas representa un cuello de botella debido a que los estadios más tempranos en el ciclo de vida de las plantas (semilla y plántula) son las más vulnerables, y por ende están sujetas a altos riesgos de mortalidad (Norden N., 2014).

Gamboa (2015), evaluó la lluvia de semillas en el fragmento de bosque seco tropical de La Pachuca, y registró un total de 8680 semillas distribuidas en 21 trampas, de las cuales las más abundantes son *Eugenia* sp con 2393 semillas seguido de *Guazuma ulmifolia* con 1700 semillas, esto indica que existe una producción y dispersión de semillas, que no logran establecerse en el banco de semillas; lo cual influye en la regeneración del bosque, debido posiblemente a la compactación y erosión del suelo, pisoteo de ganado e inundaciones casos que ocurren en el área de estudio.

De las especies arbóreas, *Guazuma ulmifolia* es una de las especies que mejor logra dispersar sus semillas, lo que explica su establecimiento en el banco de semillas con el mayor número de individuos germinados; esto no se refleja en la vegetación en pie ya que solo representa un 4.5%. Esto tal vez se deba a la morfología del fruto, una estrategia para evitar la depredación de semillas y lograr



un reclutamiento es recurrir a la producción masiva de semillas característico de *G. ulmifolia*. *Eugenia sp* es la especie con mayor abundancia en la dispersión de sus semillas y en la vegetación en pie; en el banco de semillas representa solo un 7, 54%. *Cassia grandis* presenta mayor dificultad para ser dispersada (con 37 semillas) y en el banco de semillas está representada solo con un 0.6%, esto nos indica que es una especie que debido al tamaño de sus frutos y semillas no es dispersada ni consumida fácilmente, posiblemente por la dureza de su testa. Por consiguiente las semillas grandes son frecuentes en plantas que requieren sombra en sus primeros estadios para lograr establecerse y por lo tanto tienen una gruesa testa y mayor tejido de reserva, por el contrario las semillas de tamaño reducido (menores a 1g de masa) son propias de especies pioneras que se encuentran en claros o matrices y campos agrícolas y por su tamaño pueden dispersarse a grandes distancias según lo reporta Dalling (2002).

Los estudios de Taffur (2015) sobre lluvia de semillas en el Parque Nacional Regional El Vínculo muestra una abundancia de semillas de 21820, superando en más del 50% los resultados para los estudios de La Pachuca, lo que representa un bajo potencial de regeneración para el bosque en estudio ya que la regeneración de especies de plantas en los bosques, se debe a la entrada de propágulos desde la lluvia de semillas (Álvarez y García, 1991). Por lo tanto si la dispersión de semillas es baja para el área de estudio y es considerada como un primer filtro para la regeneración natural, la probabilidad de que un buen porcentaje de estas semillas germinen también es muy reducido lo que hace probable que la regeneración natural sea muy lenta y que realmente este fragmento de bosque seco tropical necesita acciones inmediatas para su protección y conservación.

### **Similaridad entre parcelas**

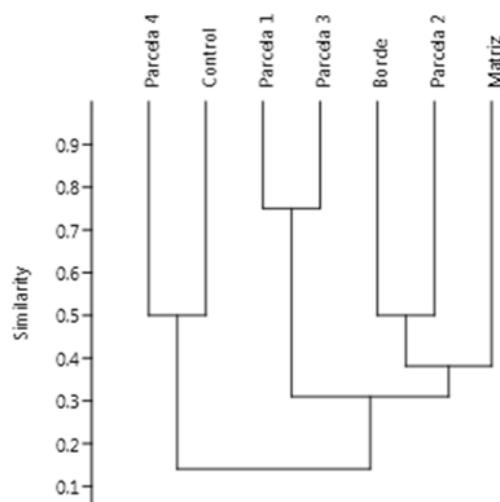
Las parcelas de muestreo estaban distanciadas cada una a 25 m. Por lo tanto: parcela de Matriz (25 m del borde), Borde (0m), Parcela 1 (25m), Parcela 2 (50m), Parcela 3 (75m) para efectos del estudio se identificaron como parcelas de borde.

La Parcela 4 (100m) y el Control (a 20m del centroide) se consideraron parcelas de interior.

La composición del banco de semillas entre las cuatro unidades experimentales (Matriz, borde, interior y control) se analizó atendiendo al cambio biótico a través de gradientes ambientales, (Whittaker, 1972, citado en Moreno C., 2000).

Las proporciones o diferencias se evaluaron con base en el índice de similitud de Jaccard, coeficiente que nos indica qué tan similares/disímiles son las muestras. Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas, por lo tanto se evaluó la presencia y ausencia de las especies emergentes en el banco de semillas en las bandejas.

Los análisis realizados, usando el índice de similitud de Jaccard indican que el bosque en general comparte las mismas especies en los gradientes ambientales evaluados. Las parcelas P4 y control consideradas parcelas de interior se comportan como un grupo aparte con una similaridad de 0.5, mientras las demás parcelas (P1, P2, P3 borde y matriz) conforman un segundo grupo.



**Figura 4:** Análisis de clúster para el índice de similitud de Jaccard

Se plantearon dos hipótesis:

H<sub>0</sub>: La aparición de las especies respecto a su hábito de crecimiento no depende del sitio de muestreo (matriz, borde, P1, P2, P3, P4 y C).

H<sub>1</sub>: La aparición de las especies respecto a su hábito de crecimiento depende del sitio de muestreo (matriz, borde, P1, P2, P3, P4 y C).

Chi-cuadrado es la búsqueda de relación entre dos variables categóricas. Cuanto mayor sean las diferencias entre las frecuencias observadas y las esperadas mayor será el valor del estadístico  $X^2$ , y mayor la probabilidad de rechazar la hipótesis nula de independencia entre ambas variables.

En este caso el valor estadístico  $X^2$  es de 203.82 un valor superior al  $X^2$  tabulado (124.34) con 96 grados de libertad (17-1\*7-1) por lo tanto con una significancia de 0,05% rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alternativa: La aparición de las especies depende el sitio de muestreo (matriz, borde, P1, P2, P3, P4 y C). (Tablas 5-8)

Esto indica que la aparición de especies en el banco de semillas germinable desde la matriz, borde, P1, P2, P3, P4 y Control está relacionada con su hábito de crecimiento. La mayoría de las especies emergentes distribuidas desde la matriz hasta la parcela 3 (P3) (75m) son hierbas y arbustos y pertenecen a individuos que se encuentran en la matriz del fragmento y alrededor de la cerca del bosque, esto indica que existe un efecto de borde, por lo tanto la matriz ganadera y agrícola si tiene influencia en el establecimiento de las plantas en el banco de semillas. Las especies encontradas dentro de la estructura del bosque (*G. ulmifolia*, *Eugenia* sp y *C. grandis*) solo logran encontrarse en el banco de semillas a partir de la parcela 4 (P4), es decir a 100m desde el borde del bosque.

## CONCLUSIONES

- El BSG evaluado presentó un alto reporte de especies no leñosas, lo que dificultó la identificación de las especies.
- El banco de semillas del bosque La Pachuca, no está transformado totalmente ya que para la expresión de especies leñosas se necesita de la expresión inicial de especies pioneras.
- La abundancia y riqueza de especies del BSG de La Pachuca es muy bajo en comparación con otro tipo de bosques secos y de ecosistemas.
- Conocer la composición del banco de semillas germinable fue de gran utilidad para comprender el fragmento de bosque seco La Pachuca, con respecto a la sucesión, a las perturbaciones y a las acciones de restauración que se deben ejercer.
- El BSG por tener pocas especies y que en su mayoría no pertenecen a la vegetación en pie nos indica que existe una influencia de la matriz del fragmento de bosque que conlleva aun efecto de borde.
- La aparición de las especies del banco de semillas está relacionada con las unidades de muestreo, es decir que existe una diferencia en cuanto a la composición del BSG desde la matriz hacia el interior del bosque respecto su hábito de crecimiento.
- El efecto de borde sobre el banco de semillas fue evidente en el área de estudio ya que es un bosque con intervención antrópica como tala selectiva, cultivos agrícolas y ganadería durante muchos años.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario tener mayores herramientas como imágenes, colectas de herbarios y guías que permitan la identificación de plántulas.
- Evaluar la composición del BSG en época seca y así mismo en otros bosques secos de la región para compararlos y estimar el potencial de regeneración que tienen los fragmentos de BST.
- Realizar estudios encaminados a alimentar procesos de restauración de estas áreas, considerando que el BST es uno de los ecosistemas más amenazados del trópico.
- Establecer viveros que permitan el mejor establecimiento de las plántulas

## BIBLIOGRAFÍA

Álvarez-Aquino, C., Barradas-Sánchez, L., Ponce-González, O., y Williams-Linera, G. (2014). Banco de semillas del suelo, remoción y germinación de semillas en una selva baja caducifolia en Veracruz, México. *Botanical Sciences*, 92(1): 111-121 pp.

Álvarez, E. y García R. (1991). Seed and forest dynamics: a theoretical framework and an example from the Neotropics [Publicación periódica] // *American Naturalist*. 137(2): 133-154 pp.

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.

Baskin, C. C. y Baskin, J. M. (2001). *Seeds. Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Chapter 7: Germination Ecology of Seeds in the Persistent Seed Bank. 133-137 pp.

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.

Bogaert, J., Salvador-van Eysenrode, D., Impens, I. y van Hecke, P. (2001). The interior-to-edge breakpoint distance as a guideline for nature conservation policy. *Environmental Management*, 27(4): 493-500.

Bustamante, R., y Grez, A. (1995). Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y desarrollo*, 11(2): 58-63 pp.

Cano-Salgado, A., Zavala-Hurtado, J. A., Orozco-Segovia, A., Valverde-Valdés, M. T. y Pérez-Rodríguez, P. (2012). Composición y abundancia del banco de semillas

en una región semiárida del trópico mexicano: patrones de variación espacial y temporal. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(2): 437- 446 pp.

Carrillo-Fajardo, M., Rivera-Díaz, O. y Sánchez-Montaña, R. (2007). Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander) Colombia [Publicación periódica] // *Actual Biol*, 86(29): 55-73 pp.

Cardona, A. C. y Ríos, O. V. (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 pp.

Ceballos, G. B., Mooney, H. A. y Medina, E. (1995). Vertebrate diversity, ecology, and conservation in neotropical dry forests. *Seasonally dry tropical forests*.

Cortés, 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. Tesis de Pregrado en Biología. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia.

CVC. (1994). Informe 90-7. Comparación de la cobertura de bosques y humedales entre 1957 y 1986 con delimitación de las comunidades naturales críticas del valle geográfico del Río Cauca. Cali. Documento interno

Dalling, J.W. K.E Harms y R. Aizprúa. (1997). Seed damage tolerance and seedling resprouting ability of *Prioria copaifera* in Panamá. *Journal of tropical Ecology* 13: 481-490 pp.

Dalling, J. W. y Denslow, J. S. (1998). Soil seed bank composition along a forest chronosequence in seasonally moist tropical forest, Panama. *Journal of Vegetation Science*, 9(5): 669-678 pp.

Dalling, J. W. y Guariguata, M. (2002). Ecología de semillas. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*, 345-375 pp.

Díaz, J. M. y Gómez, F. (2006). Bosque seco tropical Colombia. Banco de Occidente Credencial, Cali, Colombia.

Dupuy, J. M. y Chazdon, R. L. (1998). Long-Term Effects of Forest Regrowth and Selective Logging on the Seed Bank of Tropical Forests in NE Costa Rica. *Biotropica*, 30(2): 223-237 pp.

Erazo, A. L., Gamboa, J., H. y Ramírez, B. (2014) Estructura y composición de un remanente de Bosque Seco en el Municipio de Patía, Departamento del Cauca // Poster, LXIX Congreso Nacional de la ACCB. – Sincelejo.

Etter, A. (1994). Consideraciones generales para el análisis de la cobertura vegetal. IGAC & SIG-PAFC. Memorias del Primer Taller sobre Cobertura Vegetal. Clasificación y Cartografía. Subdirección de Geografía, Instituto

Fagan, W. F., Cantrell, R. S. y Cosner, C. (1999). How habitat edges change species interactions. *The American Naturalist* 153: 165-182 pp.

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.

Fry, G. y Sarlov-Herlin, I. (1997). The ecological and amenity functions of woodland edges in the agricultural landscape, a basis for design and management. *Landscape and Urban Planning* 37: 45-55 pp.



Gamboa, J. H. (2015). Lluvia de semillas asociadas a los bordes de un fragmento de bosque seco tropical en el valle del Patía, Cauca, Colombia. Trabajo de grado. Universidad del Cauca.

García, H., Corzo, G., Isaacs, P. y Etter, A. Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de Bosque seco Tropical en Colombia: Insumos para su gestión. En Pizano, C y H. García (Editores). 2014. El Bosque Seco Tropical en Colombia (Libro). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia.

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: 256-263 pp.

Hernández C y Carrizosa J. (1990) La selva en Colombia [Publicación periódica] // En Selva y Futuro. - Bogotá : Sello Editorial.13-44 pp.

Ingeominas. (1992) Geomorfología y aspectos erosivos del Litoral Caribe colombiano. Publicaciones Geológicas Especiales de Ingeominas, 21:75-111 pp.

Instituto Alexander Von Humboldt, IAVH. (1995). Exploración ecológica a los Fragmentos de bosque seco en el Valle del Río Magdalena (Norte del Departamento del Tolima). Grupo de Exploraciones Ecológicas Rápidas, IAVH, Villa de Leyva. pág. 56

Instituto Alexander Von Humboldt, IAVH. (1997). Caracterización ecológica de cuatro remanentes de Bosque seco Tropical de la región Caribe colombiana. Grupo de Exploraciones Ecológicas Rápidas, IAVH, Villa de Leyva. pág. 76

Instituto Alexander Von Humboldt, IAVH. (1998). El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia. Programa de Inventario de la Biodiversidad. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA.

Janzen, D.H. (1983). Seasonal changes in abundance of large nocturnal Cag-beetles (Scarabaeidae) in Costa Rica deciduous forest and adjacent horse pasture. *Oikos*, 41: 274-283 pp.

Kattan, G.H. (2002). Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*, 1: 561-582 pp.

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

Lidicker W. Z. J. y Peterson J. A., (1999). Responses of small mammals to habitat edges. En *Landscape Ecology of Small Mammals* [Publicación periódica] // Springer-Verlag / ed. Barrett G.W. y Peles J.D. – Berlin, Germany: 211-227 pp.

Lieberman, D. (1979). Dynamics of forest and thicket on the Accra plains, Ghana. Ph. D. Thesis, University of Ghana, Legon.

López Barrera, F. (2004). Estructura y función en bordes de bosques [Publicación periódica] // *Ecosistemas*. - Edinburgh UK: (13): 67-77 pp.

McArthur W., (1963). An equilibrium theory of insular zoogeography [Publicación periódica] // *Evolution* (17).

Martin, M., Bastardie, F., Richard, D. y Burel, F. (2001). Studying boundary effects on animal movement in heterogeneous landscapes: the case of *Abax ater*

(Coleoptera: Carabidae) in hedgerow network landscapes. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series III-Sciences de la Vie*, 324(11): 1029-1035 pp.

Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S. y Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33(3): 491-505 pp.

Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Desertificación y sequía. Segundo Informe Nacional. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente. 51 pp.

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

Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58- 62 pp

Murphy, P. G. y Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual review of ecology and systematics*, 67-88 pp.

Norden, N. (2014). On the reasons that natural regeneration is important for species coexistence in tropical forests. *Colombia Forestal*, 17(2): 247-261 pp

Peña, J. C., Monroy, A., Álvarez, F. J. y Orozco, M. S. (2005). Uso del efecto de borde de la vegetación para la restauración ecológica del bosque tropical. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 8: 91-98 pp.

Pizano, C., Gonzáles-M. R., Gonzáles M. F., Castro-Lima, F., López, R., Rodríguez, N., Idárraga –Piedrahíta, A., Vargas, W., Vergara –Varela, H., Castaño-Naranjo, A., Devia, W., Rojas, A., Cuadros, H y Lázaro, J. Las plantas de los bosques secos de Colombia. En Pizano, C y H. García (Editores). (2014). El

Bosque Seco Tropical en Colombia (Libro). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia.

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.

Purata, S.E. (1986). Floristic and structural changes during old-field succession in the Mexican tropics in relation to site history and species availability. *Journal of Tropical Ecology*, 2(03): 257-276 pp.

Quintana-Ascencio, P. F., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Domínguez-Vázquez, G. y Martínez-Ico, M. (1996). Soil seed banks and regeneration of tropical rain forest from milpa fields at the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Biotropica*, 192-209 pp.

Revilla E., Palomare F. y Delibes M., (2001). Edge-core effects and the effectiveness of traditional reserves in conservation: Eurasian Badgers in Doñana National Park [Publicación periódica] // *Conservation Biology*, (15): 148-158 pp.

Sánchez, G. A., Quesada, M., Rodríguez, J. P., Nassar, J. M., Stoner, K. E., Castillo, A. y Cuevas, P. (2005). Research Priorities for Neotropical Dry Forests<sup>1</sup>. *Biotropica*, 37(4): 477-485 pp.

Sarlov-Herlin, I. (2001). Approaches to forest edges as dynamics structures and functional concepts. *Landscape Research* 26: 27-43 pp.

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.

Skoglund, J. (1992). The role of seed banks in vegetation dynamics and restoration of dry tropical ecosystems. *Journal of vegetation Science*, 3(3): 357-360 pp.

Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica.

Tafur Juan Carlos, Henao Natalia y Torres Alba Marina. (2015). Abundancia de semillas bajo el efecto de borde en un fragmento de bosque seco [Conferencia] // Poster, VIII Congreso Colombiano de Botánica. - Manizales : [s.n.].

Teketay, D. y Granström, A. (1995). Soil seed banks in dry Afromontane forests of Ethiopia. *Journal of Vegetation Science*, 6(6): 777-786 pp.

Tekle, K. y Bekele, T. (2000). The Role of Soil Seed Banks in the Rehabilitation of Degraded Hillslopes in Southern Wello, Ethiopia<sup>1</sup>. *Biotropica*, 32(1): 23-32 pp.

Thompson, K.; Band, S.R. y Hodgson, J.G. (1993).- Seed Size and Shape Predict Persistence in Soil. *Funct. Ecol.*, 7(2): 236-241 pp.

Torres, Y. y Patiño, E. (1998). Composición florística y estructura de bosques secos, zona norte cuenca del Río Patía, Departamento de Cauca. Memorias Primer congreso de biología de la conservación. Cali, Colombia, Julio 9–12, Universidad del Valle. Instituto Alexander von Humboldt, Programa de Inventario de la Biodiversidad.

Uasuf, A., Tigabu, M. y Odén, P.C. (2009). Of Neotropical Dry Deciduous and Gallery Forests in Nicaragua. *Bois et forêts des tropiques*, (299), 1.

Uhl, C., Clark, K., Clark, H. y Murphy, P. (1981). Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon basin. *The Journal of Ecology*, 631-649 pp.

Van der Valk, A.G. (1992). Establishment, colonization and persistence: 60-102 (en) Glenn-Lewin, D.C.; Peet R.K. y Veblen T.T. (eds.) *Plant Sucesión: Theory and prediction*. Chapman & Hill, London.

Vargas, O; Trujillo, L. (2008). Bancos de semillas en bordes de bosque. En Vargas, O. *Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Colombia. 294 – 306 pp.

Vélez, V. (2014). Patrón de distribución del banco de semillas en un bosque alto andino, Vereda El Cofre, Municipio de Totoró. Tesis de Pregrado Ingeniería forestal. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia.

Vergara V, H., Torres, M. P., Ramirez, B., Macias, D., Zambrano, G., Ledezma, F., Gómez, G., Gamboa, J., Erazo, A., 2014. Informe De Verificación De Coberturas Y Valoración Del Estado De Conservación De Los Bosques Secos Tropicales Del Nodo Valle Del Cauca, Subnodo Patía Caucano, Localidad Departamento Del Cauca- Sector Sur [Informe] : IAVH. - Popayan : [s.n.].

Vergara, V., H. (2015). Patrones de la vegetación y tipos de uso de la tierra en el valle del Patía. *Colombia Forestal*, 18(1).

Villarreal H., Álvarez, S., Córdoba, F., Escobar, G., Fagua, F, Gast, Mendoza, H. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236.

Weltzin J. F y McPherson G. R. (1999) Facilitation of conspecific seedling recruitment and shifts in temperate savanna ecotones [Publicación periódica] // Ecological Monographs, (69): 513-534 pp.

Wiens J. A. (1995) Landscape Mosaics and Ecological Theory [Publicación periódica] // Chapman y Hall. - London, UK : [s.n.].

## ANEXOS

Tabla 5: Habito de crecimiento de especies encontradas en La Pachuca

<b>Arboles</b>	<b>abundancia relativa</b>	<b>Arbustos</b>	<b>Abundancia relativa</b>	<b>Hierbas</b>	<b>abundancia relativa</b>	<b>Especie</b>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	16,30	<i>Senna</i> sp	2,17	<i>Spermacoce</i> sp.	20,65	Verbenaceae
<i>Eugenia</i>	10,87	<i>Solanum</i> sp.	1,09	<i>Hyptis</i> sp	14,13	<b>6, 52</b>
<i>Euphorbia</i> cf. <i>cotinifolia</i>	3,26	<b>Total</b>	<b>3,26</b>	<i>Phytolacca rivinoides</i>	7,61	
<i>Cassia grandis</i>	1,09			<i>Paspalum</i> sp	5,43	
<b>Total</b>	<b>31,52</b>			<i>Olyra</i> sp	3,26	
				<i>Amaranthus</i> sp	2,17	
				<i>Calea</i> cf. <i>glomerata</i>	2,17	
				<i>Stachytarpheta</i> cf. <i>cayennensis</i>	1,09	
				<i>Cissus</i> sp	1,09	
				<i>Kohleria</i> cf. <i>spicata</i>	1,09	
				<b>Total</b>	<b>58,69</b>	



Anexo 2. Plántulas emergentes en el banco de semillas



*Euphorbia cf. cotinifolia*



*Guazuma ulmifolia*



*Hyptis sp*



*Eugenia sp*



*Phytolacca rivinoides*



Verbenaceae



*Paspalum sp*



*Olyra sp*



*Spermacoce sp*



*Senna sp*



*Amaranthus sp*



*Calea cf. glomerata*





*Cissus* sp.



*Solanum* sp.



*Cassia grandis*



*Stachytarpheta* cf. *cayennensis*



*Kohleria* cf. *spicata*