



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

**ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO DE SEMILLAS, DEL BOSQUE
PALICTAHUA, EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, CANTON PENIPE,
SECTOR AGUAS TERMALES.**

TRABAJO DE TITULACION
PROYECTO DE INVESTIGACION PARA TITULACION DE GRADO

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERO FORESTAL**

ARROYO CADENA DARWIN PATRICIO

RIOBAMBA-ECUADOR

2018

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado: **ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO DE SEMILLAS, DEL BOSQUE PALICTAHUA, EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, CANTON PENIPE, SECTOR AGUAS TERMALES**, de responsabilidad del señor Darwin Patricio Arroyo Cadena ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada para su presentación.

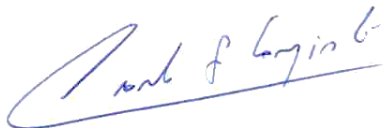
TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN



.....
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda
DIRECTOR

13-08-2018

.....
FECHA



.....
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba
ASESOR

13-08-2018

.....
FECHA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Darwin Patricio Arroyo Cadena, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos y constantes del documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 13 de Agosto del 2018


.....

Darwin Patricio Arroyo Cadena

171622981-8

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual del autor conjuntamente con la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado especialmente a mis padres Patricio Palomeque y Ximena Cadena, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su apoyo incondicional mantenido a través del tiempo.

Mis hermanos, Mauricio, Patricia y Diego por estar conmigo cuando más lo necesite y brindarme su apoyo y consejos, los quiero mucho.

A mi novia Erika Godoy, por todo el apoyo brindado durante gran parte de mi etapa estudiantil.

Este trabajo va dedicado a todos ustedes, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

A:

A la Escuela de Ingeniería Forestal, por el magnífico aporte a mi formación académica profesional a través de su

A mi familia, por su esfuerzo infinito, por ser mi soporte y mi motivación fundamental y por haberme regalado esta gran herencia.

Al Ing. Eduardo Salazar y al Ing. Carlos Carpio por su tiempo, colaboración, motivación, y aporte desinteresado para la elaboración y culminación de este trabajo.

De manera muy especial a mis amigos y amiga quienes me han apoyado incondicionalmente a lo largo de esta parte de mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE ANEXOS.....	iii
I. ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO DE SEMILLAS DEL BOSQUE PALICTAHUA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, CANTON PENIPE, SECTOR AGUAS TERMALES.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	1
A. JUSTIFICACIÓN.....	3
B. OBJETIVOS.....	4
1. General.....	4
2. Específicos.....	4
C. HIPOTESIS.....	4
1. Hipótesis alternante.....	4
2. Hipótesis nula.....	4
III. REVISION DE LITERATURA.....	5
A. QUE ES UN BOSQUE.....	5
B. RESTAURACION FORESTAL.....	5
C. BIOLOGIA Y GERMINACION DE LAS SEMILLAS.....	7
D. BANCO DE SEMILLAS.....	8
E. DEFINICION DE BANCO DE SEMILLAS.....	8
F. TIPOS DE BANCOS DE SEMILLAS DEL SUELO.....	9
G. LATENCIA Y LONGEVIDAD DE LAS SEMILLAS.....	11
H. RELACION ENTRE EL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO Y LA VEGETACION EXISTENTE.....	13
I. DINAMICA DE LA POBLACION DEL BANCO DE SEMILLAS.....	13
J. DENSIDAD DE LA POBLACION DE UN BANCO DE SEMILLAS.....	15
K. MUESTREO DE LOS BANCOS DE SEMILLAS.....	16
L. QUE ES UN TRANSECTO.....	19
M. ESQUEMA DE MUESTREO.....	19
N. IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES MONTANOS.....	20
O. INDICE DE DIVERSIDAD.....	21

IV.	MATERIALES Y METODOS	26
A.	CARACTERIZACION DEL LUGAR	26
1.	Localización	26
2.	Características climáticas	26
3.	Clasificación ecológica:	26
B.	MATERIALES Y EQUIPOS	27
1.	Materiales de campo	27
2.	Materiales de vivero	28
3.	Materiales de oficina	28
4.	Materiales informáticos	28
C.	METODOLOGIA	28
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	31
A.	IDENTIFICACION DE ESPECIES	31
1.	Georreferenciación del área de estudio:	31
2.	Identificación de especies vegetales:	33
B.	DETERMINACION DE LA IMPORTANCIA ECOLOGICA DE LAS ESPECIES	35
1.	Importancia de las familias	35
2.	Importancia de especies	37
3.	Índices de diversidad	39
4.	Similitud entre transectos	41
5.	Germinación del banco de semillas	42
6.	Densidad del banco de semillas	43
VI.	CONCLUSIONES	45
VII.	RECOMENDACIONES	46
VIII.	RESUMEN	47
IX.	SUMMARY	48
X.	BIBLIOGRAFÍA	49
XI.	ANEXOS	55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estrategias Biológicas de las especies para el logro de su dispersión en el espacio y en el tiempo.....	15
Tabla 2. Rangos y clasificación de elevaciones.....	27
Tabla 3. Tipos de clima.....	27
Tabla 4. Coordenadas de cada transecto.....	33
Tabla 5. Especies registradas en el área de estudio, bosque Palictahua.....	33
Tabla 6. Valor de importancia de familias presentes en el banco de semillas.....	35
Tabla 7. Valor de importancia de especies.....	37
Tabla 8. Índices de diversidad de Simpson y Shannon.....	39
Tabla 9. Presencia de especies en los Transectos 1 y 2.....	41
Tabla 10. Similitud de especies entre transectos.....	42
Tabla 11. Principales patrones de germinación presentados del banco de semillas....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la ubicación de los puntos de muestreo y las muestras en un transecto de 10 m.	20
Figura 2. Mapa de ubicación del bosque Palictahua.....	31
Figura 3. Ubicación de transectos a 3 223 y 3 216 msnm respectivamente dentro de un fragmento del bosque Palictahua, clasificado como bosque montano alto.....	32
Figura 4. Valor de importancia de las familias	36

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Ruta de ingreso al bosque	55
Anexo 2. Vegetación a 3 221 msnm	55
Anexo 3. Selección de sitio para establecimiento de transectos	55
Anexo 4. Establecimiento de transectos	56
Anexo 5. Limpieza de hojarasca de cada subunidad muestral	56
Anexo 6. Subunidad muestral	56
Anexo 7. Toma de muestras con barreno	57
Anexo 8. Almacenamiento de muestra en bolsa plastica.....	57
Anexo 9. Recolección de tres subunidades muestrales por punto	57
Anexo 10. Desinfección de camas	58
Anexo 11. Desinfección de bandejas contenedoras de madera	58
Anexo 12. Desinfección de arena	58
Anexo 13. Capa de arena de 0,03m	59
Anexo 14. Muestras de suelo por punto para su deposito en bandejas contenedoras.....	59
Anexo 15. Tamizaje de muestras de suelo.....	60
Anexo 16. Banco de semilla en bandeja contenedora	60
Anexo 17. Protección contra contaminación del banco de semillas.....	60
Anexo 18. Primera emergencia.....	61
Anexo 19. Desarrollo de emergencias en los primeros 8 días	61
Anexo 20. Bandeja testigo con sustrato inerte.....	61
Anexo 21. Riego a bandejas	62
Anexo 22. Plántulas a los 16 días de establecido el ensayo	62
Anexo 23. Plántulas a los 31 días de establecido el ensayo	62
Anexo 24. <i>Bocconia integrifolia</i> a los 36 días.....	63
Anexo 25. <i>Passiflora sp</i> a los 46 días	63
Anexo 26. Ensayo en bandeja 1 transcurridos 52 días	63
Anexo 27. Ensayo en bandeja 2 transcurridos 52 días	64
Anexo 28. Plántulas a los 79 días Bandeja 1	64
Anexo 29. Plántulas a los 79 días Bandeja 2	64
Anexo 30. Bandeja testigo a los 79 días	65
Anexo 31. Repique a los 101 días, <i>Tournefortia fuliginosa</i>	65

Anexo 32. Repique a los 101 días de especie arbórea, <i>Citharexylum sp</i>	65
Anexo 33. Repique de <i>Drymaria ovata</i>	66
Anexo 34. Repique de <i>Rubus sp</i> y <i>Amaranthus sp</i>	66
Anexo 35. Ensayo a los 136 días	66
Anexo 36. Especie de familia Indeterminada	67
Anexo 37. Especie <i>Indeterminada 1</i> perteneciente a la familia Asteraceae	67
Anexo 38. <i>Drymaria sp</i>	67
Anexo 39. <i>Gallisoga parvifolia</i>	68
Anexo 40. <i>Oxalis corniculata</i>	68
Anexo 41. <i>Boehmeria sp</i>	68
Anexo 42. <i>Gamocheta americana</i>	69
Anexo 43. <i>Citharexylum sp</i>	69
Anexo 44. <i>Amaranthus sp</i>	69
Anexo 45. <i>Passiflora sp</i>	70
Anexo 46. <i>Datura sp</i>	70
Anexo 47. Herborización de <i>Rubus sp</i>	70

I. ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO DE SEMILLAS, DEL BOSQUE PALICTAHUA, EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, CANTON PENIPE, SECTOR AGUAS TERMALES.

II. INTRODUCCIÓN.

FAO (2015), refiere que desde 1990 se han perdido unas 129 millones de hectáreas de bosques, una superficie casi equivalente a la de Sudáfrica, de acuerdo con el estudio sobre los bosques más completo de la FAO hasta la fecha “la Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015”.

Según MAE (2013), el Ecuador posee una gran diversidad biológica y un alto grado de endemismo, la flora del Ecuador comprende, según algunos autores, entre 20.000 y 25.000 especies de plantas vasculares (p.5).

El recurso forestal, añade MAE (2013), es uno de los más importantes con que cuenta el Ecuador y al ser considerado como uno de los ecosistemas más megadiversos del mundo, se encuentra en una situación de extrema preocupación, debido principalmente a la elevada tasa de deforestación que registra el país, la mayor de Latinoamérica en relación de su superficie (p.5).

A esto se suma la falta de incentivos para el manejo sustentable de los bosques a comunidades y a pequeños propietarios; y acciones de forestación y reforestación aisladas sin una lógica nacional. Todo lo anterior amenaza el mantenimiento del Patrimonio Natural de los Ecuatorianos para las futuras generaciones, siendo indispensable el accionar de la Autoridad Nacional Ambiental, para crear las condiciones y mecanismos que favorezcan la conservación y el manejo sostenible de los recursos naturales (MAE, 2013, p. 2).

Según estudios técnicos de valoración económica ambiental, se indica que recuperar una hectárea de bosque natural cuesta entre 2 100 y 2 400 USD y datos arrojados recientemente por parte del Proyecto Evaluación Natural Forestal del Ministerio del Ambiente indican que el Ecuador anualmente pierde 70 000 hectáreas de bosque natural al año; por tanto, el Ecuador está perdiendo anualmente un capital natural valorado en 161 000 000 USD. (MAE, 2013, p. 2)

MAE (2013) Afirma que a causa de lo anteriormente mencionado se presenta la siguiente problemática:

- Varios caudales de agua se encuentran contaminados, entre otros factores, por exceso de sedimentos producidos por malas prácticas agropecuarias, limitándose su uso. De igual manera, las cuencas hidrográficas se encuentran en franco proceso de deterioro, con poco poder de control sobre inundaciones en las épocas de lluvia y escasez de agua durante los períodos de estiaje.
- La ocupación sistemática del bosque tropical húmedo y de los flancos andinos incide directamente en la pérdida de especies animales y vegetales, sin que sea posible el aprovechamiento de su potencial científico, ecológico y económico.
- Las políticas nacionales de colonización, fomentan la invasión de las áreas naturales y la conversión de bosques en pastizales y/o plantaciones (p. 6).

“El bosque montano es uno de los ecosistemas menos conocidos y mayormente amenazados en el Ecuador,” (Vásconez & Mena, 1995)

El efecto de los gradientes altitudinales sobre la diversidad de especies se manifiesta por una tendencia general para diversos grupos en que la diversidad de especies disminuye a mayores alturas (Alvizu, 2004).

A. JUSTIFICACIÓN

El proyecto de Creación de un banco de semillas, se ejecutara con el firme propósito de contribuir a la recopilación de datos y estadísticas del sector dentro del ámbito forestal, adicionalmente esta metodología serviría en proyectos de conservación y restauración de bosques nativos de nuestro país, ya que basándome en experiencias personales adquiridas a nivel institucional, he visto la necesidad de establecer una metodología, para una correcta restauración y conservación de bosques.

Por estas razones la presente investigación al no haber sido realizada aún en el país, a futuro debería ser tomada en cuenta por los entes reguladores del control de procesos de restauración y conservación, de bosques y cuencas hidrográficas, para su aplicación en el respectivo control de los planes de restauración que tienen que cumplir las instituciones públicas y privadas de manera obligatoria y con responsabilidad ambiental.

Cabe mencionar que en el sector previamente ya se han realizado estudios, según Caranqui (2011), “ANÁLISIS FLORÍSTICO ALTITUDINAL EN EL BOSQUE MONTANO DE TAMBO PALICTAHUA, PENIPE, CHIMBORAZO a 2 780 m.s.n.m y a 3 410 m.s.n.m.” lo cual contribuirá con la comparación, clasificación e identificación de especies vegetales.

B. OBJETIVOS

1. General

- Establecer un banco de semillas, del bosque Palictahua, en la Provincia de Chimborazo, Cantón Penipe, Sector Aguas termales.

2. Específicos

- Evaluar la emergencia de las semillas obtenidas en las muestras de suelo del bosque.
- Identificar las especies obtenidas en el bosque
- Determinar el índice de diversidad.

C. HIPOTESIS

1. Hipótesis alternante

- Hay un índice alto de diversidad de semillas viables en el banco establecido

2. Hipótesis nula

- Hay un índice bajo de diversidad de semillas viables en el banco establecido

III. REVISION DE LITERATURA

A. QUE ES UN BOSQUE

REDD+ (2016), menciona que por lo general, un bosque involucra parámetros de umbrales que incluyen una superficie mínima, altura mínima de árboles y nivel mínimo de cubierta de copas. (p.10)

Según Angelsen et al. (2009), las definiciones más comúnmente utilizadas de bosque son las de la Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y Alimentos (FAO) y los Acuerdos Marrakesh del Protocolo de Kioto. (p.21)

La FAO, define a un bosque como un área con árboles de más de cinco metros de altura y con una cobertura del dosel superior al 10%, en áreas de más de media hectárea. Esta definición no incluye áreas que son de uso agrícola o urbano, pero sí incluye las plantaciones utilizadas para fines forestales o de protección, espacios protegidos y de interés científico, histórico o cultural. (REDD+, 2016, p.11)

B. RESTAURACION FORESTAL

Martínez (2000), menciona que entender procesos como la sucesión primaria, la sucesión secundaria, los diferentes mecanismos que se han propuesto en la invasión de especies, la importancia del banco de semillas en la regeneración de comunidades, la identificación de especies clave en el proceso sucesional y su comportamiento demográfico, los procesos fenológicos, el papel que desempeñan las perturbaciones en la estructura de una comunidad y la dinámica de los ciclos biogeoquímicos, permitirá utilizarlos en una estrategia de restauración ecológica de comunidades y ecosistemas. (p.12)

SER como se citó en (Fernández, et al., 2010), afirma que en la restauración, la trayectoria comienza con el ecosistema alterado y va progresando hacia el estado esperado de

recuperación, lo que se expresa en términos de metas de un proyecto de restauración relacionados a un ecosistema de referencia.

Según Fernández et al. (2010), un ecosistema de referencia sirve de modelo para planificar un proyecto de restauración ecológica y posteriormente para su evaluación. Por lo regular la referencia representa un punto o puntos de desarrollo ubicados dentro de la trayectoria ecológica del ecosistema en restauración. Por lo tanto, se espera que el ecosistema en restauración emule ciertos atributos del ecosistema de referencia, el cual puede consistir en uno o varios sitios específicos que contienen el ecosistema modelo, una descripción escrita o una combinación de ambos. La información de relevancia en relación a la referencia incluye sus componentes bióticos y abióticos. (p. 20)

Willis & Birks (2006), refieren que las fuentes de información que se pueden usar para describir un ecosistema de referencia incluyen:

descripciones ecológicas, listado de especies y mapas del sitio del proyecto antes del daño; fotografías históricas y recientes, tanto aéreas como terrestres; remanentes del sitio a restaurar que indiquen las condiciones físicas anteriores y la biota; descripciones ecológicas y listado de especies de ecosistemas similares e intactos; especímenes de herbarios y museos; versiones históricas e historias orales de personas familiarizadas con el sitio del proyecto antes del daño; y evidencias paleoecológicas, por ejemplo, polen fosilizado, carbón, historia de los anillos de los árboles y basureros de roedores.

Las intervenciones que se emplean en la restauración varían mucho de un proyecto a otro, dependiendo de la extensión y la duración de las perturbaciones pasadas, de las condiciones culturales que han transformado el paisaje y de las oportunidades y limitaciones actuales. En la más simple de las circunstancias, la restauración implica eliminar o modificar una alteración específica, de manera de permitir que los procesos ecológicos se recuperen por sí solos. (SER, 2004).

Balaguer (2002), afirma que la cubierta vegetal difícilmente llega a restaurarse hacia lo que fue la comunidad original de referencia, manifestando la irreversibilidad de la pérdida de biodiversidad debida a los cambios antrópicos. Las herramientas con las que contamos para la recuperación es la producción de especies para la obra, conectar el espacio a restaurar con otros menos degradados, y utilizar el banco de semillas existente en el suelo. La restauración no asegura la reproducción exacta del proceso histórico sucesional que generó las comunidades vegetales actuales, más aún la recuperación es improbable cuando la mayor parte de las especies originales ha sido eliminada en grandes áreas y no existen fuentes de colonizadores

C. BIOLOGIA Y GERMINACION DE LAS SEMILLAS

Según Bradford & Nonogaky (2007), la formación, dispersión y germinación de semillas, son eventos fundamentales en el ciclo de vida de las plantas gimnospermas y angiospermas. La propagación sexual de las plantas se da por medio de las semillas, las cuales tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie.

Ryding (1995), afirma que las semillas son estructuras complejas que consisten, en general, en: i) El embrión, que es el producto de la fusión entre el óvulo con el núcleo espermático. ii) El endospermo que provee de nutrientes al embrión para el desarrollo y el crecimiento de la plántula.

Suárez & Melgarejo (2017), afirman que “Para que la semilla cumpla con su objetivo, es necesario que el embrión se transforme en una plántula que sea capaz de valerse por sí misma, mediante mecanismos metabólicos y morfogenéticos, conocidos como proceso de germinación. El proceso de germinación está constituido por varias fases: i) Absorción de agua por la semilla o imbibición; ii) Activación del metabolismo y proceso de respiración, síntesis de proteínas y movilización de sustancias de reserva; iii) Elongación del embrión y ruptura de la testa a través de la cual se observa salida de la radícula.” (p. 14)

La germinación está influenciada tanto por factores internos como externos. Dentro de los factores internos están la viabilidad del embrión, la cantidad y calidad del tejido de reserva y los diferentes tipos de dormancia. Algunos de los factores externos que regulan el proceso son el grosor de la testa, disponibilidad de agua, temperatura y tipos de luz. El estudio de la biología y fisiología de las semillas es de vital importancia para el hombre, ya que la mayoría de las especies cultivadas como los cereales son propagadas a partir de semillas sexuales (Russo, Bruton, & Sams, 2010).

D. BANCO DE SEMILLAS

Según Granados & López (2001), como se cita en (Gamez & White, 2009), La población de semillas en el suelo es generalmente llamado banco de semillas o “pool” de semillas; se puede pasar del banco a plántula si se recupera el tamiz que provoca el ambiente, otras semillas mueren o siguen en latencia. (p. 4)

El banco y la lluvia de semillas, son los procesos ecológicos de mayor relevancia en la reaparición de la vegetación en un terreno determinado. El primero, constituye el mecanismo más importante para la regeneración de la vegetación con especies pioneras, en terrenos donde el uso del suelo no ha sido muy intenso (Dalling, 2002).

En general, la vegetación de un lugar está formado por un componente real y un componente potencial, la primera representada por los individuos de las especies presentes en el área y la segunda por semillas y propagulos presentes en el suelo, según Guevara & Gómez, como se citó en (Gamez & White, 2009).

E. DEFINICION DE BANCO DE SEMILLAS

Marañón (2001), afirma que, “se denomina banco de semillas en el suelo al conjunto de semillas viables presentes en el suelo de un hábitat en un momento determinado, bien enterradas o bien mezcladas con la hojarasca y broza en la superficie” (p. 154).

El banco de semillas del suelo, se ha definido como el grupo de semillas viables presentes en y sobre el suelo o asociadas a la hojarasca en un tiempo determinado (Simpson, Leck, & Parker, 1989), potencialmente capaces de reemplazar las plantas anuales, las que mueren por causas naturales o no, las susceptibles a muerte por enfermedad, perturbación o consumo de animales incluidos los humanos (Baker, 1989).

Piudo & Cavero (2005), considera que es un conjunto dinámico, ya que existe un flujo continuo de aportes y pérdidas de semillas, que le confieren una dimensión espacial.

Khurana & Singh (2001), refiere que un banco de semillas tiene la particularidad de producir plántulas de manera continua por varios años, debido a los diferentes periodos de dormancia de las semillas que lo conforman.

Esta población de semillas, se encuentra por lo general dominada por las semillas de unas pocas especies de árboles y arbustos pioneros, en espera de las condiciones ambientales propicias para germinar (Dalling, 2002).

A diferencia del rebrote, el banco de semillas permite la conservación de la variabilidad genética según Baker, citado por (Bedoya, Estévez, & Castaño, 2010, p. 79).

F. TIPOS DE BANCOS DE SEMILLAS DEL SUELO

El banco de semillas, presenta una serie de alternativas para permanecer en el tiempo, condición determinada por las estrategias de regeneración que las especies exhiben. En este sentido, los bancos de semillas en el trópico según Garwood (1989), pueden ser:

Transitorios: compuestos por semillas de corta viabilidad y no dormantes. Persistentes: los que presentan semillas con dormancia facultativa. Pseudo-persistentes: compuestos por semillas no dormantes que se dispersan continuamente durante el año. Transitorios estacionales: en esta categoría se incluyen los compuestos por semillas que tienen

dormancia estacional. Y los transitorios retardados: compuestos por semillas con germinación retardada no asociada con condiciones adversas estacionales. No obstante, las semillas sobre la superficie del suelo no persisten por largos periodos, y su entierro claramente favorece la persistencia.

Clave Dicotomica del tipo banco de semillas, adaptado de (Thompson et al. 1997)

Se encuentran semillas de una especie en las muestras de suelo de un habitat determinado.

1. La muestras de suelo se han separado según la profundidad..... 2
1. Las muestras de suelo no se han subdividido..... 6
2. La especie también está presente en la vegetacion..... 3
2. La especie está ausente en la vegetación epigea..... 4
3. Sólo está presente en la muestra superficial de suelo..... **Transitorio**
3. Más frecuente en la muestra superficial, pero también se presenta en las muestras de suelo más profundas..... **Persistente a Corto Plazo**
3. Al menos tan frecuente en las muestras de suelo profundas como en las superficiales..... **Persistente a Largo Plazo**
4. Hace menos de 5 años que la especie creció en el sitio 5
4. Hace más de 4 años que la especie creció por última vez en el sitio..... **Persistente a Largo Plazo**
5. Más frecuente en la muestra superficial, pero también se presenta en las muestras de suelo más profundas..... **Persistente a Corto Plazo**
5. Al menos tan frecuente en las muestras de suelo profundas como en las superficiales..... **Persistente a Largo Plazo**
6. La especie está presente en la vegetación..... **Presente**
6. La especie está ausente de la vegetación..... **7**

7. Hace menos de 5 años que La especie creció en el sitio por última vez..... **Persistente a Corto Plazo (al menos)**

7. Hace más de 4 años que la especie creció por última vez en el sitio **Persistente a Largo Plazo**

G. LATENCIA Y LONGEVIDAD DE LAS SEMILLAS

Marañón (2005), menciona que “La primera condición que se debe cumplir para que una semilla pueda entrar a formar parte del banco del suelo es que no germine inmediatamente. Es decir, la semilla debe tener algún tipo de dormición o latencia que retrase su germinación” (p. 145)

Las semillas que formar parte del banco de semillas del suelo deben cumplir una segunda condición: mantenerse viables durante un tiempo dilatado, debiendo tener mecanismos de reparación de daños estructurales y genéticos que ocurren naturalmente con el tiempo, en el proceso de envejecimiento de la semilla. No todas las semillas son capaces de alcanzar una longevidad moderada y mantenerse viables, enterradas en el suelo durante largo tiempo; por ejemplo es de sobra conocido que las bellotas (las semillas, en realidad frutos de las encinas, alcornoques y otros árboles del género *Quercus*) no se pueden almacenar de un año para otro porque pierden su viabilidad. En el otro extremo existen casos excepcionales como las semillas del Loto de Asia (*Nelumbo nucifera*) que fueron recuperadas después de haber estado enterradas en el fondo de un estanque durante más de 1 300 años (la edad fue datada con la técnica del C₁₄) y que “despertaron”, germinando y desarrollando plantas normales. (Marañón, 2005, p. 146)

En una mancha de vegetación densa, las condiciones son bastante desfavorables para el establecimiento de nuevas plántulas, debido principalmente a la competencia que ejercen las plantas adultas por el espacio, la luz, el agua y los nutrientes. El reclutamiento de plántulas suele quedar reducido a los lugares donde algún tipo de perturbación ha creado un claro; se ha definido el claro (gap) como un área desprovista de vegetación, que es

adecuada para el establecimiento de nuevas plántulas (Fenner & Kitajima, 1999). Se han descrito tres mecanismos principales de detección de claros: la estimulación por la luz, por las temperaturas fluctuantes y por una concentración alta de nitratos en el suelo (Fenner, 1995). La exposición a la luz solar estimula la germinación de gran parte de las semillas durmientes. Este mecanismo les asegura que ya no están enterradas muy profundas (con el riesgo de una germinación letal) y que no están cubiertas por una vegetación densa. Sin embargo, si se exponen las semillas a una luz filtrada por el follaje de la vegetación (rica en rojo-lejano), con frecuencia se induce una dormición secundaria. Así, mientras que la luz blanca es señal de que existe un claro abierto y estimula la germinación, la luz rica en rojo-lejano es señal de cubierta densa e inhibe la germinación (Marañón, 2001, p. 162).

Pero además, algunas semillas son capaces de discriminar la cualidad espectral de la luz. Si se exponen a la luz blanca germinan normalmente, pero si se iluminan con luz enriquecida en la zona de rojo-lejano del espectro (como la que resulta de filtrar la luz solar a través de las copas de los árboles) se induce el letargo de las semillas. Esta respuesta diferencial a dos tipos de luz se ha interpretado como un mecanismo para detectar claros: la luz blanca es señal de que se ha abierto un claro en el bosque o matorral y estimula la germinación, mientras que la luz rica en rojo-lejano es señal de que la semilla está bajo cubierta vegetal densa e inhibe la germinación (Marañón, 2005, p. 146).

La respuesta a las fluctuaciones de temperatura es otro posible mecanismo para detectar la apertura de claros en la vegetación, que puede además funcionar como sensor de profundidad a la que está enterrada la semilla. La masa vegetal del bosque es un buen aislante y amortigua los cambios bruscos de temperatura, mientras que en las zonas abiertas y despejadas la temperatura presenta grandes fluctuaciones. Por otro lado, el suelo también actúa como aislante y amortigua los cambios de temperatura; por ejemplo, en un prado de Inglaterra durante el verano se midieron en superficie fluctuaciones diarias de hasta 15°C, mientras que a escasa profundidad (8cm) la diferencia fue solo de 1°C. La respuesta positiva a temperaturas fluctuantes para inducir la germinación le permitirá a la semilla detectar, por un lado que se ha abierto un claro en el bosque y por otro lado, que no está enterrada en el suelo a demasiada profundidad (Marañón, 2005, p. 147).

Los nitratos del suelo son una fuente esencial de nitrógeno para las plantas y su concentración es muy sensible a las condiciones del medio. En un suelo con gran densidad de raíces de plantas adultas que los están absorbiendo intensamente, la concentración de nitratos suele ser baja. Por el contrario en un suelo removido aumentan los niveles de nitratos debido a la acción de las bacterias nitrificantes. Pues bien, en algunas semillas se ha seleccionado una respuesta diferencial a la concentración de nitratos en el suelo, de forma que una escasez de nitratos inhibe la germinación (y de esta forma evita la competencia de las plantas ya establecidas) mientras que una abundancia de nitratos la estimula (representaría una señal de suelo removido y apertura de un claro en la vegetación) (Marañón, 2005, p. 147).

H. RELACION ENTRE EL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO Y LA VEGETACION EXISTENTE

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 & Montalbán, 2005, p. 65).

En los lugares perturbados la coincidencia es mayor comparado con bosques no intervenidos o selvas. Se ha visto que la semilla de tamaño pequeño se produce en mayor cantidad, se dispersan más ampliamente y forman bancos de semillas del suelo; por tanto es frecuente que estén presentes no solo en el sitio donde se están creciendo físicamente las plantas progenitoras, sino también en los sitios donde se están dispersando. Por ello, el banco de semillas del suelo de bosques y selvas tiene un gran contenido de este tipo de semillas y no es una copia fiel de la vegetación que está creciendo a su alrededor según (Moreno, 1996) citado por (Ponce & Montalbán, 2005).

I. DINAMICA DE LA POBLACION DEL BANCO DE SEMILLAS

Al igual que todo en la naturaleza el banco de semillas del suelo no es estático y tiene una actividad y dinámica propia. Entran por la lluvia de semillas y salen cuando desaparecen ya sea porque germinen o por que mueran por envejecimiento o bien que sean atacadas por hongos, bacterias etc., o que sean depredadas por otros organismos. Las semillas tienen todavía un cuarto destino posible: permanecer latentes formando parte del banco de semillas del suelo (Moreno, 1996, p. 38).

La composición final de una comunidad forestal no perturbada se puede atribuir, tanto a la oportunidad como a la competencia; la primera selecciona entre las especies pioneras potenciales, y la segunda establece un equilibrio dinámico en la estructura y el patrón del bosque según (Poore, 1964) citado en (Wadsworth, 2000, p. 81).

Las semillas de casi todas las especies del estrato inferior de los bosques montanos muy húmedos de Colombia son distribuidas por aves según (Hilty, 1980), citado en (Wadsworth, 2000, p. 98).

Según Glenn-Lewin et al. (1992), el éxito en la dispersión depende de cinco factores estrictamente vinculados a las semillas: cantidad producida, forma de transporte, periodo y distancia de dispersión e índice de semillas dispersas. Al respecto (Mortimer, 1974) demostró que la traslación horizontal de las semillas, en algunos casos de hasta 38 cm por día, se debe a la acción de los animales, la lluvia o la forma redondeada de la semilla, que facilita su rodamiento en superficie. Mientras que el movimiento vertical se puede explicar ya que las semillas penetran en el suelo a través de canales o ralladuras de origen biológico, ya sea por la acción animal o en espacios dejados por raíces muertas. Asimismo, semillas pequeñas pueden penetrar en el suelo por acción de las lluvias o alojarse en grietas provocadas por la sequía. En particular, las plantas herbáceas son excepcionales colonizadoras y su gran capacidad de dispersión está asociada a un conjunto de atributos o estrategias biológicas, las que se detallan en la Tabla 1 (Cook, 1980) citado en (De Souza Maia, Maia, & Perez, 2006).

Tabla 1. Estrategias Biológicas de las especies para el logro de su dispersión en el espacio y en el tiempo.

Dispersión en el espacio	Dispersión en el tiempo
Plantas de vida larga	Plantas de vida corta
Población de plantas estable	Población de plantas inestable
Índices de crecimiento relativamente bajos	Índices de crecimiento relativamente altos
Marcada capacidad competitiva	Restringida capacidad competitiva
Defensa contra predadores de las plantas	Defensa contra predadores de las semillas
Semillas y frutos grandes	Semillas pequeñas
Dormición innata, transitoria	Dormición Forzada dependiente de la profundidad de entierro
Elevado Índice de deterioro de la población de semillas en el suelo	Bajo índice de deterioro de la población de semillas en el suelo
Curva de Dispersión achatada	Curva de dispersión ascendente

Fuente: Cook 1980

Las especies pioneras exigentes de luz y algunas especies oportunistas podrían necesitar luz para germinar y entonces, deben mantenerse en el piso forestal antes de la germinación (Schulz 1960). Las especies oportunistas capaces de germinar a la sombra tendrían que soportar, eventualmente, un clima seco. Algunas deben estar en contacto directo con los minerales del suelo para germinar (Schulz 1960). Las semillas frescas de *Schefflera morototoni*, una especie pionera del bosque, sembrada en vivero en Puerto Rico no germinó durante muchos meses, lo que indica dormancia fisiológica (Wadsworth 1945). Se han identificado cuatro causas para ese tipo de dormancia aparente: (1) desarrollo incompleto de la semilla hasta después de dispersada; (2) la germinación requiere ser activada por un fotoperíodo, luz o temperatura; (3) la germinación debe superar una sustancia inhibidora en el revestimiento de la semilla; y (4) la semilla posee un revestimiento impermeable que impide la filtración del agua. (Wadsworth, 2000, p. 99)

J. DENSIDAD DE LA POBLACION DE UN BANCO DE SEMILLAS

Besnier (1989), refiere que la densidad de población de banco de semillas del suelo es extremadamente variable. Las poblaciones mayores del orden de las 30 mil a 80 mil semillas por metro cuadrado se encuentran en suelos cultivados, las densidades medias

entre 5 mil a 30 mil semillas por metro cuadrado suelen encontrarse en prados artificiales, especialmente en los anuales y en los pastizales; las densidades inferiores a las 5 mil semillas por metro cuadrado son propias de praderas de gramíneas perennes y bosques (Gamez & White, 2009, p. 12).

Según Gamez & White (2009), Se determina la densidad de semillas por metro cuadrado, haciendo uso de la fórmula establecida para calcular número de árboles por hectárea de Sörgel, (1985), adaptada para determinar el número de semillas por metro cuadrado. A continuación se detalla el procedimiento:

$$N^{\circ} \text{ de semillas}/m^2 = \frac{1}{Nm \times Ac} \times \Sigma \text{ sem}$$

Donde:

Nm: número de muestras

Ac: área del cilindro utilizado (m²)

Σ Sem: sumatoria de las semillas

K. MUESTREO DE LOS BANCOS DE SEMILLAS

Los bancos de semillas por lo general están confinados a la superficie del suelo o a sus 30 cm superiores si bien algunas especies perennes pueden mantener las semillas en bancos de semillas sobre la tierra (p. ej., los conos serondos de *Pinus contorta* Douglas ex Loudon). Por lo tanto, el muestreo del suelo es un componente necesario de los estudios de bancos de semillas. Las preguntas obvias que se pueden presentar son: ¿cuántas muestras de suelo y de qué tamaño deben ser tomadas?

La distribución horizontal de las semillas en el suelo determina, en parte, cuantas muestras de suelo deben ser tomadas. Las semillas de las malezas por lo general no están distribuidas al azar en el campo. Si así lo fuera, los muestreos para los bancos de semillas serían más simples. Al contrario, los bancos de semillas en los campos agrícolas casi siempre están agrupados según (Wiles & Schweizer, 1999); (Chauvel et al., 1989), como se citó en (Forcella, Webster, & Cardina, 2007). Esta agrupación puede ser el resultado

de una dispersión muy limitada más allá de las plantas parentales tal como ocurre en las malezas de maduración temprana en cultivos de maduración tardía (p. ej., *Avena fatua* L. en soja); o en el caso de la dispersión facilitada por el hombre de malezas de maduración sincrónica con los cultivos, cuando las semillas son dispersadas en fajas en el campo como resultado del pasaje de las cosechadoras (p. ej., *A. fatua* en trigo). Tal agrupación afecta los resultados del muestreo de los bancos de semillas en el suelo (Forcella et al., 2007).

¿Qué tamaño de muestra?

El diámetro de la muestra por lo general depende del equipo disponible. Muchos de los equipos manuales para muestreo de suelos fueron desarrollados para las investigaciones pedológicas y la mayor medida disponible es, por lo general, de 2-3 cm. de diámetro. Sin embargo, teóricamente, cualquier diámetro de muestra es adecuado para muestrear bancos de semillas de malezas si bien algunas medidas son sin duda más prácticas que otras (Forcella et al., 2007).

Según Forcella et al. (2007), (...), para muestrear adecuadamente los bancos de semillas son necesarias menos muestras de gran diámetro que muestras de tamaño pequeño. Sin embargo, con las muestras de diámetros grandes se reúnen rápidamente grandes cantidades de suelo que pueden agobiar al investigador. Por ejemplo, una muestra de 10 cm. de diámetro y 15 cm. de profundidad tiene un peso seco de 1-2 kg. Hipotéticamente, en el caso que se tomen 10 muestras por parcela, el peso total de la muestra -suelo y agua- podría llegar a 20 kg. Si el experimento tuviera 10 tratamientos y cinco repeticiones la masa total de suelo muestreado sería de alrededor de 1 000 kg. Tal cantidad de suelo puede ser difícil de transportar desde el lugar del experimento e incluso de movilizar dentro del laboratorio.

En contraste, el suelo en muestras reducidas (p. ej., 2 cm. de diámetro) podría pesar entre 50 y 100 gr lo cual hace que sea fácil de transportar y manejar. Sin embargo, la posibilidad de detectar semillas en esas cantidades pequeñas de suelo son muy bajas por lo que será necesario aumentar el número de muestras a fin de compensar la operación. Existen pocos

estudios que comparan las medidas de las muestras para evaluar la eficiencia del muestreo. Benoit et al. (1989) encontraron que barrenos con diámetros de 1,9, 2,7 y 3,3 cm. no diferían en cuanto a la estimación de semillas de *Chenopodium album* cuando el volumen de suelo muestreado era similar. Si bien el mayor y el menor de esos diámetros difieren solamente en un factor de 1,7, los volúmenes mayores y menores del suelo muestreado de una sola muestra extraída por esos barrenos diferían en un factor de 3. En otras palabras, se necesitarían el triple de muestras de 1,9 cm. de diámetro comparadas con muestras de 3,3 cm. de diámetro para estimar densidades similares de los bancos de semillas. El trabajo adicional necesario para extraer más muestras pequeñas puede no compensar la facilidad de usar esas muestras de diámetro menor. (Forcella et al., 2007)

Sin embargo, hay otros factores involucrados en la elección de los diámetros de los aparatos para obtener muestras. Los factores más importantes son la textura y el contenido de agua del suelo. Los suelos húmedos con un alto porcentaje de arcillas expansivas son sin duda difíciles de extraer de los barrenos de muestreo, especialmente en el caso de tubos pequeños. Los barrenos con diámetros de hasta 10 cm. deberían ser considerados para tal tipo de suelos. La aplicación de aceites no tóxicos (aceites vegetales) al implemento extractor contribuye a evitar que la arcilla se adhiera al barreno. Los orificios en las paredes del tubo, unos pocos milímetros más angostos que el diámetro del tubo de muestreo, también pueden ayudar a prevenir que el suelo se adhiera fuertemente a las paredes interiores del tubo. Sin embargo, es probable que estos tipos de herramientas para extracción de muestras compriman los suelos de baja densidad a medida que la herramienta se introduce en el suelo. Esta compactación del núcleo afecta la confiabilidad de la profundidad del muestreo. En contraste, los suelos excesivamente secos pueden resistir a la penetración de las herramientas para muestreo. En estos casos pueden ser más prácticos barrenos estrechos que los barrenos recomendados de 5 cm. de diámetro. Los investigadores deben enfrentar la situación en forma práctica y balancear los múltiples factores en el momento de elegir el equipo para muestreos. (Forcella et al., 2007)

¿Hasta qué profundidad de suelo es necesario muestrear?

La profundidad a que se deberían tomar las muestras depende completamente de los objetivos de la investigación. En términos generales, pocas plántulas tienen capacidad

para emerger si las semillas están enterradas a más de 10 cm de profundidad. Las excepciones pueden incluir especies de semillas grandes tales como *Avena fatua* y *Xanthium strumarium*. Por esta razón, las muestras de suelo raramente deben exceder los 10 cm. de profundidad. (Forcella et al., 2007)

L. QUE ES UN TRANSECTO

En ecología un transecto es una técnica de observación y registro de datos. Donde haya una transición clara – o supuesta – de la flora y la fauna o de parámetros ambientales, es útil hacer un estudio detallado a lo largo de una línea (real o imaginaria, que denominaremos transecto) que cruce a través de la zona. Debe ponerse mucha atención en la elección de esta línea que debe atravesar las zonas que son diferentes a primera vista o supuestamente. (Osorio, 2013)

La línea se puede señalar en el suelo con un cordón o, para que resulte más visible con una cinta de plástico. Para que un transecto sea útil, los estudios de animales y plantas deben acompañarse de algunos datos ambientales. La posición del transecto (o cualquier otra observación detallada) se indicará con claridad y precisión en el mapa de la zona. El transecto es una banda de muestreo sobre la que se toman los datos definidos previamente.

Este método de inventario ha sido utilizado para la estimación de la cobertura de especies de carácter arbustivo, la abundancia de especies de flora o fauna, ya que este método se ajusta bien a su movilidad. (Osorio, 2013)

M. ESQUEMA DE MUESTREO

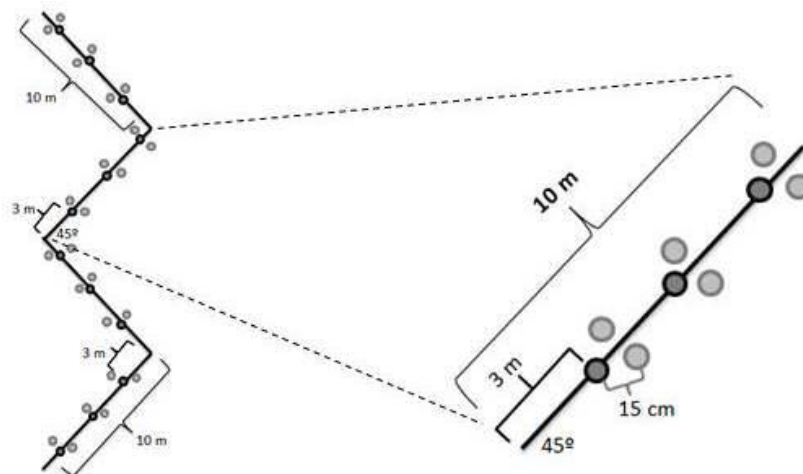


Figura 1. Esquema de la ubicación de los puntos de muestreo y las muestras en un transecto de 10 m.

(Cardona & Vargas, 2004)

N. IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES MONTANOS

Los patrones de diversidad vegetal en los bosques montanos evidencian valores muy altos en la diversidad beta y gama, siendo lo opuesto a lo observado en bosques amazónicos (Gentry, 1995; Churchill et al.1995). Los bosques montanos presentan patrones excepcionales en el recambio de especies y comunidades debido, en parte, a la enorme heterogeneidad de hábitats producto de las fuertes gradientes ambientales según (Kessler et al., 2001); (Kessler, 2002); (Jorgensen & León-Yanez, 1999), como se citó en (Cuesta, Peralvo, & Valarezo, 2009, p. 16)

La diversidad de estos bosques disminuye al incrementarse la elevación por encima de los 1.500m. Debajo de este límite, los bosques montanos son tan diversos como los de tierras bajas y presentan patrones de composición florística similares a éstos (Gentry,1995).

Las especies arbóreas de la familia *Leguminosae* y *Bignoniaceae*, en el caso de las lianas, representan las familias más diversas en ambos casos. Por encima de los 1.500 m, los bosques montanos pierden diversidad pero su composición florística es marcadamente distinta, con una predominancia de especies y géneros de origen laurásico. La familia

Lauraceae es preponderantemente la más rica en especies leñosas (mayores a 2,5cm de DAP) en todos los bosques montanos de los Andes localizados entre 1.500 y 2.900 m de elevación, seguida por las familias *Rubiaceae* y *Melastomataceae*. En elevaciones superiores, las familias *Asteraceae* y *Ericaceae* pasan a ser los elementos de la flora leñosa más rica en especies (Gentry, 1995).

Balslev (1998) estimó que la mitad de la flora de Ecuador se encuentra en el 10% de la superficie nacional, área representada por las regiones entre los 900 y 3.000 m de elevación, citado en (Cuesta et al., 2009).

O. INDICE DE DIVERSIDAD

La diversidad de especies se expresa comúnmente mediante la cantidad de especies por unidad de terreno: la cantidad de especies aumenta a medida que aumenta la superficie. Una medida bruta de la “importancia” de cualquier especie puede ser expresada en términos de la dominancia, densidad y frecuencia según (Curtis & McIntosh, 1950) como se citó en (Wadsworth , 2000).

La diversidad de especies a menudo se considera una medida de la estabilidad del ecosistema según (Stern & Roche, 1974) y citado por (Wadsworth, 2000).

Diversidad (diversidad específica o de especies): riqueza y grado de distribución equitativa de las especies de una comunidad (~taxocenosis).

Riqueza de especies: número de especies de una comunidad, taxocenosis o área

Equitatividad: grado de igualdad de la distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies; el valor máximo ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia. (Uah, 2015)

Índices para medir la diversidad alfa: Existen varios índices para medir la diversidad alfa, cada uno ligado al tipo de información que se desea analizar, es decir, que algunas de las variables, tienen maneras diferentes de analizarse. Si las dos variables respuesta que se están analizando son número de especies (riqueza específica) y datos estructurales (por ejemplo abundancias), cada uno de ellos se podrá analizar diferencialmente para obtener más información complementaria. Existen varios métodos para cuantificar la diversidad a nivel local o alfa (por ejemplo margalef, shanon, simpson, Berguer y Parker).

Índices de Diversidad: La diversidad de especies se puede definir como el número de especies en una unidad de área, tiene dos componentes principales la riqueza (número de especies) y la equitatividad (número de individuos de una sola especie). Generalmente en las evaluaciones biológicas se usan índices de diversidad que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies, la estimación se realiza a través de diferentes índices, los más usados son el de Shannon- Wiener, el de Simpson, Berguer Parker y margaleff. **Índice de Simpson:** Los índices de dominancia se basan en parámetros inversos a los conceptos de equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, para lo cual el índice más común para utilizar es el índice de Simpson. El índice de dominancia de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. (Pielou, 1969). A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Por ello el Índice de Simpson se presenta habitualmente como una medida de la dominancia, como se acaba de indicar. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies. Entonces entre más aumente el valor a uno, la diversidad disminuye. (Pielou, 1969). Este índice de Simpson de dominancia $D = \sum p_i^2$ estima si en un área determinado hay especies muy dominantes al sumar términos al cuadrado le da importancia a las especies muy abundantes y por tanto la dominancia dará una cifra alta, cercana a uno que es el valor máximo que toma el índice, si la dominancia es alta la diversidad será baja como ya fue mencionado. (Lamprecht, 1962). El índice de Simpson precisa el valor de p_i , Siendo $p_i = n_i / N$, donde n_i es el número de individuos de la especie „i“ y N es la abundancia total de las especies. Con otras palabras, p_i es la

abundancia proporcional de la especie „i“: Si bien este índice depende de la cantidad de categorías que es posible reconocer, da También una idea de homogeneidad general partiendo de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa. Tomando en cuenta que el valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad y que la dominancia es alta según (Lamprecht, 1990), citado por (Orellana, 2001).

Dado de que queremos un índice que aumenta con la diversidad en vez de disminuir, sería mejor si podemos interpretar el índice en una forma directa en este sentido. Entonces es común usar el recíproco y el inverso del índice de Simpson

$\Delta-1/D$

invD=1-D

Para ver mejor como D (la probabilidad de un encuentro intraspecífico) aumenta cuando la comunidad es menos equitativa piensa en el ejemplo de una comunidad con una especie diez veces más abundante que las demás. (Golicher, 2012)

Índice de Shanon-Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988); (Peet, 1974); (Baev & Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

(Vázquez, 2008)

El índice de Shannon, H, mide más o menos lo mismo que D, pero su lógica teórica está más profundamente basada en la teoría informática. Esto hace su interpretación un poco menos intuitiva. Sin ir a más detalle H normalmente toma valores entre 1 y 4.5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos". Por razones que no son tan obvias como el caso de Shannon el máximo valor que puede tomar H es el logaritmo de S, $\ln(S)$, o sea si la comunidad es completamente equitativa $\exp(H)=S$. Para confundir el asunto un poco, la derivación original de Shannon fue con logaritmos al base de dos y algunos autores todavía lo usan así. (Golicher, 2012).

Índices de Sorensen: Este índice es el más utilizado para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas.

$$Iss = \frac{2C}{(A + B)} \times 100$$

(Soria & Paz, 2014)

Índice de valor de importancia por familia (IVF)

Este índice es propuesto por (Matteucci & Colma, 1982), corresponde a la suma de la diversidad relativa (entendida como riqueza), la abundancia relativa y la dominancia relativa de todos los individuos de una familia en una muestra para posicionar la importancia de las familias de árboles (Mori & Boom, 1987).

$$IVIF = \frac{D_r + A_r + Div_r}{3}$$

Donde:

D_r = Dominancia relativa

A_r = Abundancia relativa

Div_r = Diversidad relativa [relación porcentual entre el número de especies de una determinada familia (N° sp) y el número total de especies encontradas (N° total sp)]:

$$Div_r = \left(\frac{N^\circ \text{ sp de una familia}}{N^\circ \text{ total de sp}} \right) * 100$$

Abundancia relativa

Indica el % de participación que tiene cada una de las especies en un determinado área y se expresa como la relación porcentual entre el número de individuos de una especie determinada con el total de individuos en un área determinada (Matteucci & Colma, 1982).

Ademas el medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Magurran, 1988).

$$Ar = \left(\frac{Ni}{\sum N} \right) x 100$$

(Sonco, 2013)

IV. MATERIALES Y METODOS

A. CARACTERIZACION DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en la Provincia de Chimborazo, Cantón Penipe, Sector Aguas Termales.

Coordenadas UTM del sitio, Zona 17S, Datum WGS 84:

SECTOR	X	Y	Altura(msnm)
Aguas termales	783259	9833255	3081

Fuente: Elaboración propia

2. Características climáticas

Chimborazo (Cantón Penipe)

- a. Altura: (2 200-5 000) msnm
- b. Temperatura promedio: 12,5°C
- c. Precipitación anual: (800 a 2 000) mm
- d. Humedad relativa: >80%

Datos tomados del Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial del Cantón Penipe

(GAD CANTONAL PENIPE, 2015)

3. Clasificación ecológica:

a. Chimborazo (Cantón Penipe)

Según MAE (2014), el área de estudio pertenece según su rango altitudinal a Montano alto por encontrarse a 3081 msnm, y el Clima es Ecuatorial de Alta Montaña.

Tabla 2. Rangos y clasificación de elevaciones

Clasificación de elevación	altitud (m.s.n.m)	Superficie (ha)
Montano	1 900-2 800	6 459,88
Montano alto	2 800-3 600	17 336,25
Páramo	3 600-4 300	11 561,88
Subnival	Mayor a 4 300	1 300,38
Total		36 658,39

Fuente: (MAE, 2014)

Tabla 3. Tipos de clima

Tipo de clima	Hectárea	Porcentaje
TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	0,89	0,002
NIVAL	4 499,5	12,274
ECUATORIAL MESOTERMICO SEMI-HUMEDO	1 185,16	3,233
ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA	30 972,84	84,49
TOTAL	36 658,39	100

Fuente: (SIN, 2014)

El 84,49% del territorio cantonal, se caracteriza por tener un clima Ecuatorial de Alta Montaña, que se caracteriza por situarse siempre por encima de los 3000 m.s.n.m. La vegetación natural llamada matorral en el piso más bajo, es reemplazada en el piso inmediatamente superior por un espeso tapiz herbáceo frecuentemente saturado de agua, el páramo. (GAD CANTONAL PENIPE, 2015)

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales de campo

GPS Garmin 64S, clinómetro, libreta de campo, barreno, flexómetro, piola, estacas, bolsas negras, cinta, lonas, cámara fotográfica, machete.

2. Materiales de vivero

Cajas de madera, malla blanca, vitavax, bomba de fumigar, saranda, arena, cámara fotográfica, libreta de apuntes, pie de rey, flexómetro, aspersor.

3. Materiales de oficina

Computadora, impresora.

4. Materiales informáticos

Microsoft office, Microsoft Excel, Arcgis.

C. METODOLOGIA

Para el presente estudio se utilizó la metodología de muestreo citada por Romero, Baquero, & Beltrán (2015), con la finalidad de evaluar la emergencia de especies presentes en nuestras muestras de suelo, tanto cuantitativamente como cualitativamente con la identificación correspondiente, determinando así, al final de la evaluación los diversos índices de diversidad de especies, datos que serán importantes en futuras investigaciones.

Para el logro del Primer Objetivo. (Evaluar la emergencia de las semillas obtenidas en las muestras de suelo del bosque).

1. Como primer procedimiento, se realizó la georreferenciación del sitio en estudio, con la ayuda de un GPS Garmin 64S.
2. Se estableció dos transectos dentro del bosque los cuales median 40 m de longitud, dispuestos en subtransectos de 10 m en zig-zag y a 45° desde cada eje de orientación, aplicando la metodología de Cardona & Vargas (2004), siendo ubicados de acuerdo a la continuidad de la cobertura boscosa teniendo en cuenta que tuvieran las mismas condiciones como rango altitudinal y pendiente.

3. Las Muestras se tomaron por triplicado cada 3 m, limpiando la hojarasca presente, y con la ayuda de un barreno de dimensiones 10 cm de profundidad y de 13 cm de diámetro establecido según la metodología de Cardona & Vargas (2004), obtuvimos un volumen por muestra de $\approx 1\ 327\text{cm}^3$ y por punto de $3981,96\text{cm}^3$. Las muestras fueron depositadas, selladas, etiquetadas y transportadas en bolsas plásticas, hacia el umbráculo de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, donde se le brindo al ensayo condiciones adecuadas como luz y humedad.
4. En tres bandejas de madera de 30 cm de ancho por 45 cm de largo y por 20 cm de alto, las cuales fueron previamente desinfectadas, procedimos a depositar una fina capa arena de aproximadamente 3 cm; Sobre dos bandejas fueron colocadas las muestras de dos transectos, tamizadas y homogenizadas, con el fin de separar raíces y partes vegetativas, (Kalamees & Zobel, 1998; Cárdenas et al., 2002; Cardona A, 2004; Muñoz, 2007; Piudo & Cavero, 2005; Beltrán, 2012), cubriendo ≈ 7 cm de altura en la bandeja, y siendo sometidas a riego dos veces por semana. Se dispusieron a pruebas de emergencia durante 6 meses,

Las bandejas contenedoras fueron cubiertas con un velo, color blanco, el cual nos brindó protección ante diversas formas de contaminación de las muestras por semillas, como puede ser a través del transporte en el agua de riego, excremento de aves, lluvia de semillas locales, etc, y por esta razón se debe establecer una bandeja testigo la cual solo contendrá la capa de arena, para el control de lo antes mencionado.

Para el logro del segundo objetivo, (Identificar las especies obtenidas en el bosque)

5. Las plántulas emergidas fueron repicadas para evitar la competencia entre ellas, y posteriormente contadas y clasificadas por especie. Adicionalmente se presentara un registro visual de las fases de emergencia y desarrollo de las plántulas obtenidas.
6. Después de 8 meses las especies que se presentaron a lo largo del estudio, fueron sometidas al proceso de identificación, siendo herborizadas con sus características morfológicas tales como: raíz, hojas, tallo, flores, vista general de la planta u otra característica que sobresaliera de cada especie, esto gracias a la ayuda del especialista botánico encargado del Herbario de la ESPOCH, Ingeniero Jorge Caranqui.

Para el logro del tercer objetivo, (Determinar el índice de diversidad.)

7. Al finalizar la identificación de especies se determinó el índice de diversidad, utilizando índices de Shannon, Simpson y Sorensen, obteniendo datos informativos y comparativos válidos en nuestra investigación.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

A. IDENTIFICACION DE ESPECIES

Para el cumplimiento del primer objetivo se georreferencio el lugar del cual se obtuvieron las muestras de suelo y el lugar en el cual se realizó el ensayo de emergencias de las semillas.

1. Georreferenciación del área de estudio:

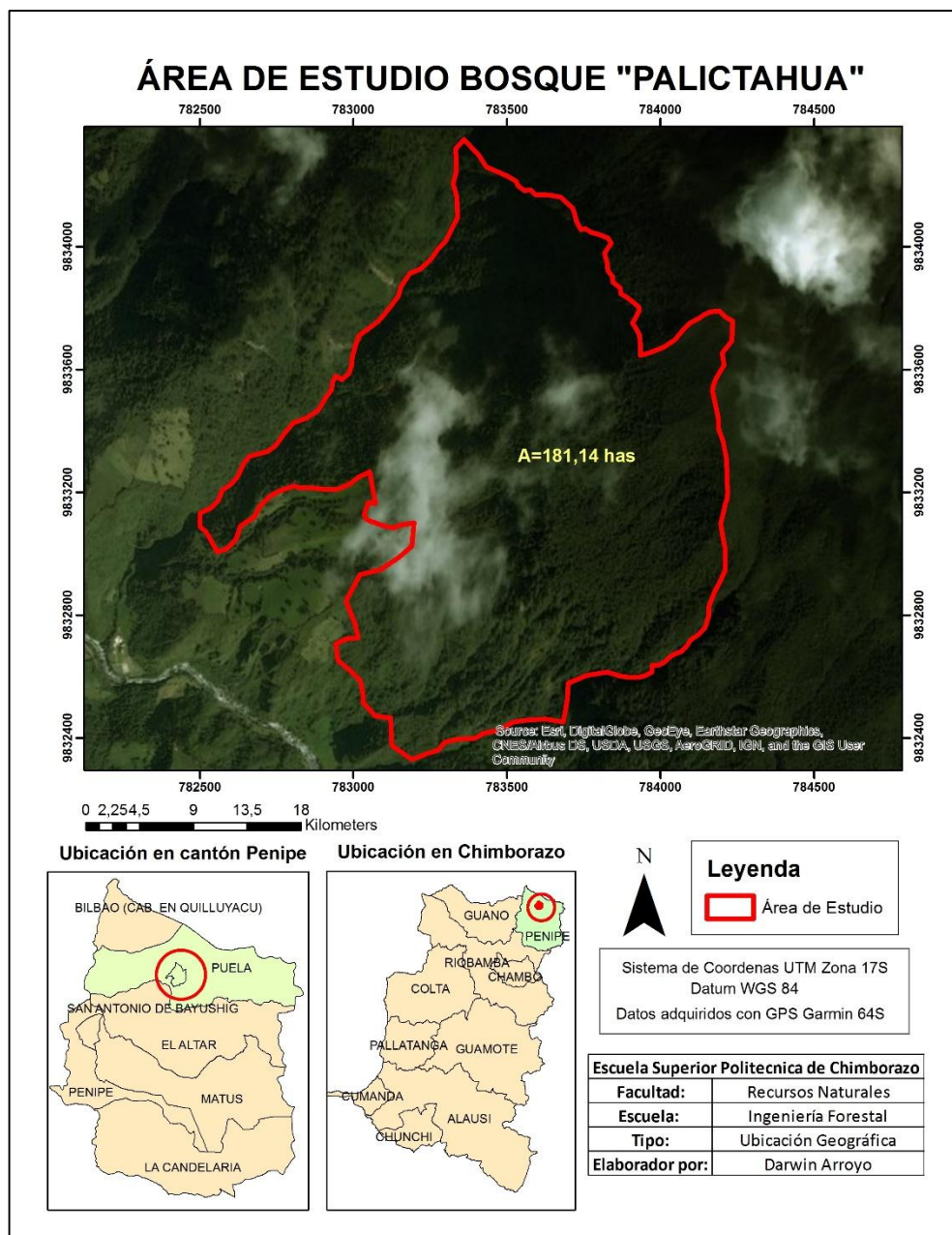


Figura 2. Mapa de ubicación del Bosque Palictahua

La zona de estudio es un bosque que se encuentra ubicado en la cordillera oriental, estribación del Volcán Tungurahua. Es un bosque montano semi perturbado en el sector de Tambo Palictahua, Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo, el área de estudio pertenece según su rango altitudinal a Montano alto por encontrarse por sobre los 2800 msnm, y el Clima es Ecuatorial de Alta Montaña.

Ubicación de transectos:

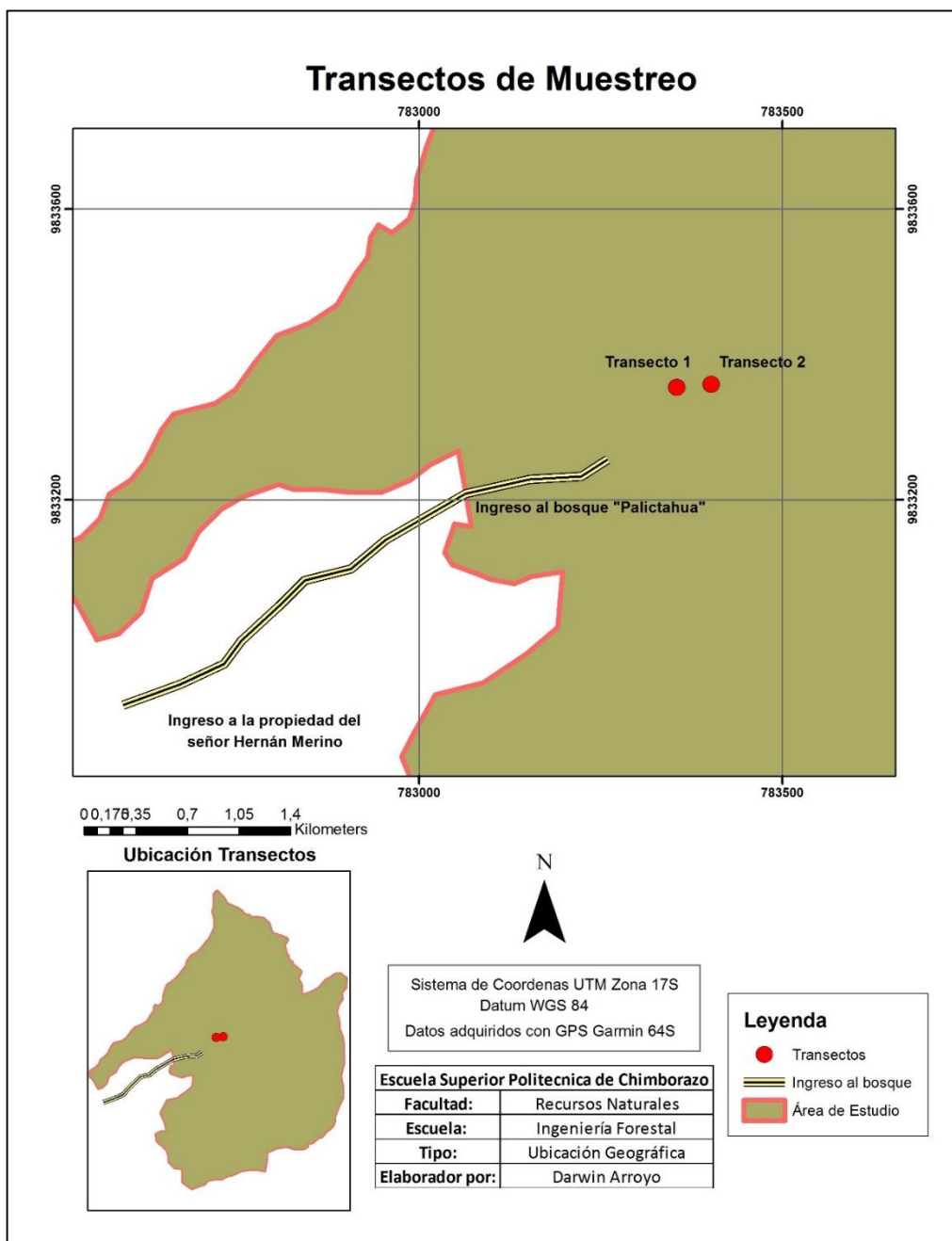


Figura 3. Ubicación de transectos a 3223 y 3216 msnm respectivamente, dentro de un fragmento del Bosque Palictahua, clasificado como Bosque Montano alto

Se delimitó el área de estudio y se procedió a realizar la instalación de los transectos, los cuales fueron ubicados bajo las mismas características de terreno, pendiente (77%), y altitud con la ayuda de un GPS y un clinómetro, las mismas que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Coordenadas de cada transecto

Transectos	X	Y	altura(msnm)
1	783401	9833358	3223
2	783354	9833357	3216

Elaborado por: Arroyo D. 2018

Para el cumplimiento del segundo objetivo se realizó la identificación de las especies.

2. Identificación de especies vegetales:

Tabla 5. Especies registradas en el área de estudio, Bosque Palictahua

N°	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	N° IND.
1	ASTERACEAE	<i>Fleischmania</i>	<i>Fleischmania sp.</i>	1
		<i>Bacharis</i>	<i>Bacharis sp.</i>	2
		<i>Gallisoga</i>	<i>Gallisoga parvifolia</i>	2
		<i>Gamocheta</i>	<i>Gamocheta americana</i>	2
			<i>Indeterminada 1</i>	2
			<i>Indeterminada 2</i>	1
			<i>Indeterminada 3</i>	1
			<i>Indeterminada 4</i>	1
		<i>Indeterminada 5</i>	1	
2	URTICACEAE	<i>Boehmeria</i>	<i>Boehmeria sp.</i>	122
3	ROSACEAE	<i>Rubus</i>	<i>Rubus sp.</i>	76
4	AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus</i>	<i>Amaranthus sp.</i>	12
5	PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora</i>	<i>Passiflora sp.</i>	6
6	SOLANACEAE	<i>Datura</i>	<i>Datura sp.</i>	49
		<i>Solanum</i>	<i>Solanum caripense</i>	1
7	BORRAGINACEAE	<i>Tournefortia</i>	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	7

8	CARYOPHYLLACEAE	<i>Drymaria</i>	<i>Drymaria ovata</i>	2
			<i>Drymaria sp 1</i>	1
			<i>Drymaria sp 2</i>	8
9	PAPAVERACEAE	<i>Bocconia</i>	<i>Bocconia integrifolia</i>	4
10	VERBENACEAE	<i>Citharexylum</i>	<i>Citharexylum sp.</i>	3
11	OXALIDACEAE	<i>Oxalis</i>	<i>Oxalis corniculata</i>	44
12	INDETERMINADA		<i>Indeterminada 8</i>	2
	TOTAL		23	350

Elaborado por: Arroyo D. 2018

De los 350 individuos, se lograron identificar 11 familias, donde la identificación taxonómica presentó complicaciones, por tanto, no se pudo asignar familia a una especie; también tenemos 21 géneros de los cuales 6 no fueron asignados, y de las 23 especies, 16 no fueron asignadas.

Las especies más frecuentes fueron *Boehmeria sp.* con 122 individuos seguidos por *Rubus sp.* con 76, *Datura sp.* con 49 y *Oxalis corniculata* con 44 individuos, y aquellas que registraron una sola morfo especie fueron: *Fleischmania sp.*, *Solanum caripense*, *Drymaria sp 1* y las Indeterminadas (2,3,4,5). Cabe destacar que se registró una sola especie arbórea la cual pertenece a la Familia *Verbenaceae*. La familia *Asteraceae* presentó mayor porcentaje de especies con el 39,13% de las especies en estudio, seguida de *Caryophyllacea* con el 13,04%, corroborando así con resultados de investigaciones realizadas por Caranqui (2014) en el cual la Familia *Asteraceae* en vegetación en pie presenta el mayor porcentaje de especies en Bosques montanos.

Por lo contrario, lo mencionado por Acosta & Vargas (2008) en su trabajo de banco de semillas en fragmentos de bosque altoandino en Cundinamarca, donde en total emergieron 805 plántulas (Bosque A 184 plántulas, Bosque B 346 plántulas y Bosque C 275 plántulas), la mayoría de ellas de especies herbáceas nativas como *Phytolacca bogotensis* con algunas especies exóticas típicas de áreas alteradas como *Digitalis purpurea* y *Holcus lanatus*, unas pocas arbustivas de las familias *Melastomataceae* y

Solanaceae, una trepadora *Bomarea sp* y ninguna especie arbórea. Varias especies se encontraron en los tres bosques: *Phytolacca bogotensis*, *Hydrocotyle bonplandii*, *Poa annua*, *Rubus sp1*, *Digitalis purpurea*, *Oxalis medicaginea* y las morfoespecies 1 y 2. Las especies aquí mencionadas pertenecen a las familias *Phytolaceae*, *Plantaginaceae*, *Poaceae*, *Melastomataceae*, *Solanaceae*, *Alstroemeriaceae*, *Arialaceae*, *Rosaceae* y *Oxalidaceae*, concordando así con nuestra investigación solo en tres familias, sabiendo que los dos ecosistemas en comparación presentan condiciones similares.

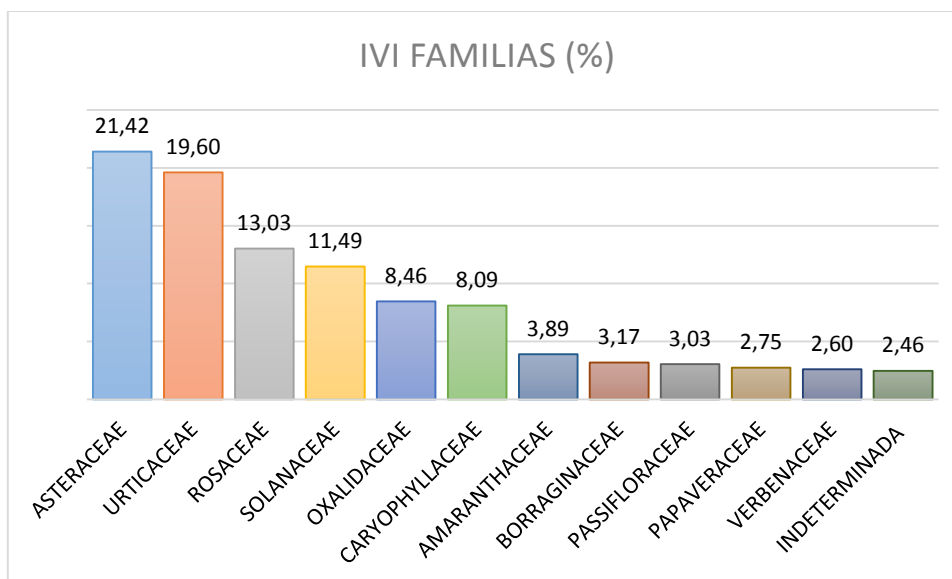
B. DETERMINACION DE LA IMPORTANCIA ECOLOGICA DE LAS ESPECIES

1. Importancia de las familias

Tabla 6. Valor de importancia de familias presentes en el banco de semillas.

ID	FAMILIA	N° DE INDIVIDUOS	D.R (%)	DIV.R (%)	IVI FAMILIAS (%)
1	ASTERACEAE	13	3,71	39,13	21,42
2	URTICACEAE	122	34,86	4,35	19,60
3	ROSACEAE	76	21,71	4,35	13,03
4	SOLANACEAE	50	14,29	8,70	11,49
5	OXALIDACEAE	44	12,57	4,35	8,46
6	CARYOPHYLLACEAE	11	3,14	13,04	8,09
7	AMARANTHACEAE	12	3,43	4,35	3,89
8	BORRAGINACEAE	7	2,00	4,35	3,17
9	PASSIFLORACEAE	6	1,71	4,35	3,03
10	PAPAVERACEAE	4	1,14	4,35	2,75
11	VERBENACEAE	3	0,86	4,35	2,60
12	INDETERMINADA	2	0,57	4,35	2,46
	TOTAL	350	100	100	100

Elaborado por: Arroyo D. 2018

Figura 4. Valor de importancia de las familias

Elaborado por: Arroyo D. 2018

En la tabla 6 se registró las especies obtenidas de las muestras de suelo, el número total de familias fue de 12 con 350 individuos, la familia *Asteraceae* registró el valor más alto de importancia 21,42%, seguido de la familia *Urticaceae* con 19,60%, la familia con menor valor de importancia fue la Indeterminada, con 2,46%, y para comparación de nuestros resultados, y sabiendo que la cantidad de especies que contiene una familia va estrechamente relacionada con el IVI de Familias, tenemos que, a diferencia del estudio realizado por Cantillo et al. (2008), en la Reserva Forestal Cárpatos que hace parte del bosque altoandino a 97 km de Bogotá en Colombia, y que altitudinalmente se halla entre los 2 600 y 3 000 msnm, no se encontraron familias en común ya que las familias de mayor relevancia en cuanto a abundancia fueron: *Cyperaceae*, *Phytolaccaceae* y *Compositae*, mientras que las familias que registraron mayor número de especies fueron *Compositae*, *Rubiaceae* y *Melastomataceae*.

Según Caranqui (2011) en su trabajo de Análisis florístico altitudinal en el bosque montano de Tambo Palictahua, Penipe, Chimborazo, los resultados del Valor de Importancia de familias a 3 410 msnm fueron *Cunnoniaceae* (48,81) *Chloranthaceae*

(14,23) *Solanaceae* (5,30) *Araliaceae* (4,64) *Elaeocarpaceae* (4,39), encontrándose solo la familia *Solanaceae* presente en banco de semillas y en vegetación en pie en los resultados de las dos investigaciones.

Por último cabe mencionar lo realizado por Romero, Baquero, & Beltrán (2015), que en su trabajo de Caracterización del banco de semillas germinable (BSG) en disturbios asociados al pastoreo y plantaciones forestales en bosque subandino del municipio de San Bernardo (Cundinamarca, Colombia), obtiene como resultados que en la cobertura de relicto de bosque se registraron 22 familias y 42 especies. Las familias más representativas fueron *Poaceae* (9 especies), *Asteraceae* (8 especies), *Caryophyllaceae* (3 especies), *Plantaginaceae*, *Polygonaceae*, *Solanaceae* y *Malvaceae* (2 especies cada una respectivamente), concordando con nuestros resultados en 3 familias *Asteraceae* (9 especies), y *Cayophyllaceae*, *Solanaceae* con el mismo número de especies, por lo tanto obteniendo similares valores de importancia sobre todo en las familias mencionadas.

2. Importancia de especies

Tabla 7. Valor de importancia de especies

N°	ESPECIE	N° IND.	D.R (%)	IVI SP (%)
1	<i>Boehmeria sp.</i>	122	34,86	34,86
2	<i>Rubus sp.</i>	76	21,71	21,71
3	<i>Datura sp.</i>	49	14,00	14,00
4	<i>Oxalis corniculata</i>	44	12,57	12,57
5	<i>Amaranthus sp.</i>	12	3,43	3,43
6	<i>Drymaria sp 2</i>	8	2,29	2,29
7	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	7	2,00	2,00
8	<i>Passiflora sp.</i>	6	1,71	1,71
9	<i>Bocconia integrifolia</i>	4	1,14	1,14
10	<i>Citharexylum sp.</i>	3	0,86	0,86
11	<i>Bacharis sp.</i>	2	0,57	0,57
12	<i>Gallisoga parvifolia</i>	2	0,57	0,57
13	<i>Gamocheta americana</i>	2	0,57	0,57
14	<i>Indeterminada 1</i>	2	0,57	0,57
15	<i>Drymaria ovata</i>	2	0,57	0,57

16	<i>Indeterminada 6</i>	2	0,57	0,57
17	<i>Fleischmania sp.</i>	1	0,29	0,29
18	<i>Indeterminada 2</i>	1	0,29	0,29
19	<i>Indeterminada 3</i>	1	0,29	0,29
20	<i>Indeterminada 4</i>	1	0,29	0,29
21	<i>Indeterminada 5</i>	1	0,29	0,29
22	<i>Solanum caripense</i>	1	0,29	0,29
23	<i>Drymaria sp 1</i>	1	0,29	0,29
	TOTAL	350	100	100

Elaborado por: Arroyo D. 2018

En la tabla 7 encontramos el registro de 350 individuos, perteneciente a 12 especies y 21 géneros, la mayor importancia registró la especie *Boehmeria sp.* con 34,86%, seguida de la especie *Rubus sp.* con 21,71%. Las especies con menor importancia fueron *Drymaria sp 1*, *Solanum caripense*, *Fleischmania sp.* y las Indeterminadas 2, 3, 4, 5 con 0,29%.

A diferencia de lo mencionado en la investigación realizada por (Cantillo et al., 2008) en la Reserva Forestal Cárpatos, las especies más abundantes para el banco de semillas fueron *Phytolacca bogotensis* Familia *Phytolacaceae*, *Carex albolutenscens* Familia *Cyperaceae*, *Digitalis purpurea* Familia *Plantaginaceae*, *Borreria sp.* Familia *Rubiaceae* y *Ageratina sp.* Familia *Asteraceae*, con valores entre el 15% y el 6% de la abundancia relativa total. Para el caso de las especies arbóreas, las más representativas fueron *Cestrum mutisi*, *Buddleja bullata*, *Solanum inopinum*, *Axinaea macrophylla* y *Miconia denticulata*, entre otras; estas especies individualmente presentan un porcentaje poco significativo, pues todas están por debajo del 2,2% del total de la abundancia relativa, por esta razón al analizar y entrar en comparación las dos investigaciones nos remitimos a las especie de las Familias *Asteraceae* y *Solanaceae*, que si bien están presentes en los resultados de las dos investigaciones, no concuerdan con el valor importancia de especies obtenidos.

También cabe mencionar que en el trabajo de Acosta & Vargas (2008) del banco de semillas en fragmentos de bosque altoandino en Cundinamarca, no se encontró similitud ya que las especies con mayor abundancia relativa en cada bosque fueron: Bosque A, *Digitalis purpurea* (0,196%), *Holcus lanatus* (0,179%) y *Phytolacca bogotensis* (0,16%) pertenecientes a las Familias *Plantaginaceae*, *Poaceae*, *Phytolaceae* respectivamente; en el Bosque B, *Cyperaceae* indeterminada sp1 (0,188%), *Poa annua* (0,171%) y *Phytolacca bogotensis* (0,145%) pertenecientes a las Familias *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Phytolaceae* y en el Bosque C, *Phytolacca bogotensis* (0,345%), *Poa annua* (0,255%) e *Hydrocotyle bonplandii* (0,2%) pertenecientes a las Familias *Phytolaceae*, *Poaceae*, y *Araliaceae*.

3. Índices de diversidad

Tabla 8. Índices de diversidad Simpson y Shannon

N°	ESPECIE	N° IND.	Pi	Pi ²	Log e Pi	Pi(Log e Pi)
1	<i>Fleischmania sp.</i>	1	0,0029	8,16E-06	-5,8579	-0,0167
2	<i>Bacharis sp.</i>	2	0,0057	3,27E-05	-5,1648	-0,0295
3	<i>Gallisoga parvifolia</i>	2	0,0057	3,27E-05	-5,1648	-0,0295
4	<i>Gamocheta americana</i>	2	0,0057	3,27E-05	-5,1648	-0,0295
5	<i>Indeterminada 1</i>	2	0,0057	3,27E-05	-5,1648	-0,0295
6	<i>Indeterminada 2</i>	1	0,0029	8,16E-06	-5,8579	-0,0167
7	<i>Indeterminada 3</i>	1	0,0029	8,16E-06	-5,8579	-0,0167
8	<i>Indeterminada 4</i>	1	0,0029	8,16E-06	-5,8579	-0,0167
9	<i>Indeterminada 5</i>	1	0,0029	8,16E-06	-5,8579	-0,0167
10	<i>Boehmeria sp.</i>	122	0,3486	1,22E-01	-1,0539	-0,3674
11	<i>Rubus sp.</i>	76	0,2171	4,72E-02	-1,5272	-0,3316
12	<i>Amaranthus sp.</i>	12	0,0343	1,18E-03	-3,3730	-0,1156
13	<i>Passiflora sp.</i>	6	0,0171	2,94E-04	-4,0662	-0,0697
14	<i>Datura sp.</i>	49	0,1400	1,96E-02	-1,9661	-0,2753
15	<i>Solanum caripense</i>	1	0,0029	8,16E-06	-5,8579	-0,0167
16	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	7	0,0200	4,00E-04	-3,9120	-0,0782

17	<i>Drymaria ovata</i>	2	0,0057	3,27E-05	-5,1648	-0,0295
18	<i>Drymaria sp 1</i>	1	0,0029	8,16E-06	-5,8579	-0,0167
19	<i>Drymaria sp 2</i>	8	0,0229	5,22E-04	-3,7785	-0,0864
20	<i>Bocconia integrifolia</i>	4	0,0114	1,31E-04	-4,4716	-0,0511
21	<i>Citharexylum sp.</i>	3	0,0086	7,35E-05	-4,7593	-0,0408
22	<i>Oxalis corniculata</i>	44	0,1257	1,58E-02	-2,0737	-0,2607
23	<i>Indeterminada 6</i>	2	0,0057	3,27E-05	-5,1648	-0,0295
	TOTAL	350	1,0000	2,0691E-01		-1,9710

Elaborado por: Arroyo D. 2018

$$\text{I.D. SIMPSON} = 1 - \sum P_i^2$$

$$\text{I.D.} = 1 - 0,2069$$

$$\text{I.D.} = 0,793094$$

$$\text{I.D. SHANNON} = -\sum [p_i \cdot \log(p_i)]$$

$$\text{I.D.} = - [-1,9710]$$

$$\text{I.D.} = 1,9710$$

El índice de diversidad de Simpson del muestreo es de 0,79309 lo que indica que la comunidad en estudio tiende a ser diversa, como lo menciona Pielou. (1969). En contraste a lo presentado por Romero et al. (2015), donde el índice de Simpson presentó diferencia entre las unidades de cobertura; para el relicto de bosque (0.90), seguida por el pastizal (0.88) y plantación (0.86), siendo valores cercanos a nuestros resultados.

A su vez según lo mencionado por Golicher (2012), respecto al Índice de Shannon, y al no tener un valor sobre 3, la diversidad tendría tendencia a ser medianamente diversa, y comparando con lo realizado por Acosta & Vargas (2008), en su investigación del banco de semillas en fragmentos de bosque altoandino en Cundinamarca, el cual obtiene en cada fragmento de bosque un índice de Shannon de 2,51; 2,54 y 1,80, podemos interpretar que dos de estos valores son superiores en cuanto a diversidad.

En otra investigación cabe indicar que Romero et al., (2015) determino el índice de Shannon-Wiener donde indicó que el sitio más diverso fue el relicto de bosque (2.71);

seguido por pastizal (2.59) y plantación (2.52), siendo todos estos valores muy superiores a los obtenidos en nuestra investigación, por lo tanto corroborando así la interpretación de nuestros resultados como un banco de semillas medianamente diverso en comparación a otros sitios.

4. Similitud entre transectos

Tabla 9. Presencia de especies en los Transectos 1 y 2

N°	ESPECIE	TRANSECTOS	
		1	2
1	<i>Fleischmania sp.</i>	X	
2	<i>Bacharis sp.</i>	X	
3	<i>Gallisoga parvifolia</i>	X	X
4	<i>Gamocheta americana</i>	X	
5	<i>Indeterminada 1</i>	X	
6	<i>Indeterminada 2</i>		X
7	<i>Indeterminada 3</i>		X
8	<i>Indeterminada 4</i>	X	
9	<i>Indeterminada 5</i>	X	
10	<i>Boehmeria sp.</i>	X	X
11	<i>Rubus sp.</i>	X	X
12	<i>Amaranthus sp.</i>	X	X
13	<i>Passiflora sp.</i>	X	X
14	<i>Datura sp.</i>	X	X
15	<i>Solanum caripense</i>	X	
16	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	X	X
17	<i>Drymaria ovata</i>	X	
18	<i>Drymaria sp 1</i>		X
19	<i>Drymaria sp 2</i>	X	X
20	<i>Bocconia integrifolia</i>		X
21	<i>Citharexylum sp.</i>		X

22	<i>Oxalis corniculata</i>	X	X
23	<i>Indeterminada 6</i>	X	
	N° de especies	18	14

Elaborado por: Arroyo D. 2018

Tabla 10. Similitud de especies entre transectos

	1 vs 2
Índice de similitud (%)	56,25
N° de especie similares	9
N° de especies diferentes	14

Elaborado por: Arroyo D. 2018

El porcentaje de similitud (Tabla 10) entre los transectos 1 y 2 es 56,25%, interpretando de tal forma que la similitud tiene tendencia a ser media, lo cual indica que pese a que los transectos se encuentran relativamente cercanos, varían o muestran diversidad en relación a su distancia. Nuestros resultados difieren de lo mencionado por Caranqui (2011), en su investigación en un bosque en pie “Análisis florístico altitudinal en el bosque montano de Tambo, Palictahua, Penipe, Chimborazo” ya que el porcentaje de similitud hallado es de 9,75% debido a la diferencia en el rango altitudinal de 620 m entre un transecto ubicado a 3410 y 2790 respectivamente.

5. Germinación del banco de semillas

Tabla 11. Principales patrones de germinación presentados del banco de semillas

Primer patrón	Segundo patrón	Tercer patrón
16/5/2017	23/5/2017	12/6/2017
<i>Boehmeria sp.</i>	<i>Passiflora sp.</i>	<i>Oxalis corniculata</i>
<i>Datura sp.</i>	<i>Indeterminada 2</i>	<i>Solanum caripense</i>
	<i>Rubus sp.</i>	<i>Citharexylum sp</i>
	<i>Amaranthus sp.</i>	
	<i>Bocconia integrifolia</i>	

Elaborado por: Arroyo D. 2018

El primer patrón lo presentan especies como *Boehmeria sp*, *Datura sp*, En este patrón las plántulas emergen durante los primeros 8 días.

El segundo patrón muestra la emergencia de gran cantidad de plántulas durante los primeros 15 días. Este patrón lo presentan *Bocconia integrifolia*, *Passiflora sp*, *Indeterminada 2*, *Rubus sp*, *Amaranthus sp*.

El tercer patrón es el que muestra *Oxalis corniculata*, *Solanum caripense*, *Citharexylum sp*, cuyas semillas empiezan a germinar después de un mes.

Cabe mencionar que los patrones se pudieron determinar gracias al seguimiento que se le dio a las plántulas durante sus fases iniciales de desarrollo, y gracias a nuestro registro fotográfico.

6. Densidad del banco de semillas

El volumen mínimo establecido por muestra del bosque presento un valor de $\approx 1\,327\text{cm}^3$ y un área igual a $132,73\text{cm}^2$ en cada uno de los transectos, teniendo un total de ≈ 36 muestras. Posteriormente y después del proceso de tamizado de raíces y partes vegetativas en el umbráculo, el volumen final del material para banco de semillas fue de $18\,900\text{cm}^3$ y un área de $2\,700\text{cm}^2$.

Para determinar la densidad de nuestro banco de semillas aplicamos la formula adaptada según Sorgel (1985):

Por lo tanto:

$$N^{\circ} \text{ de semillas}/m^2 = \frac{1}{72 \times 0,01327} \times 350$$

$$N^{\circ} \text{ de semillas}/m^2 = 366$$

El volumen mínimo establecido en nuestra investigación presenta un volumen menor al determinado por Cantillo et al. (2008), siendo su volumen de 1500cm^3 , mencionando adicionalmente que su valor es menor al determinado por Jaimes & Rivera (1990), que correspondía a 2000cm^3 y que se constituía como la unidad muestral ideal para estudios de bancos de semillas germinables de los bosques altoandinos.

La densidad de nuestro banco de semillas fue menor en comparación a las investigaciones realizadas por Cantillo et al., (2008), en la cual la obtuvieron 1529 semillas/m^2 , y también es menor a las densidad determinada en varios estudios en ecosistemas altoandinos, como es el caso de Jaimes & Rivera(1990) con $1\ 813\text{ semillas/m}^2$, Montenegro(2000) con $3\ 954\text{ semillas/m}^2$; y por Acosta (2004) en la reserva forestal de Cogua, el cual fue de $1\ 397\text{ semillas/m}^2$.

VI. CONCLUSIONES

- La hipótesis nula queda descartada.
- Las primeras especies emergieron a los tres días de haber sido colocadas en las bandejas.
- Durante un periodo de 6 meses se obtuvieron 350 individuos.
- Del registro de 350 individuos, se determinaron, 11 familias, 15 géneros, 7 especies.
- Una sola especie se determinó como arbórea (*Citharexylum sp.*), 3 enredaderas del genero *Drymaria*, una arbustiva del genero *Bacharis* y una liana del genero *Amaranthus*.
- Las especies más abundantes son *Bohmeria sp.* con 122 individuos seguidos por *Rubus sp.* con 76 individuos.
- La familia Asteraceae tiene la mayor presencia con el 39,13%, seguida de Caryophyllacea con el 13,04%.
- Los índices de diversidad se caracterizaron por tener una comunidad con tendencia a ser diversa.
- El índice de similitud es medianamente similar entre los dos transectos en comparación, presentando un 56,25%.
- Los patrones de emergencia de plántulas, se caracterizaron por tener a una de las especies más dominantes como pionera en la emergencia.
- La densidad obtenida es de 366 plántulas por metro cuadrado, tomando en cuenta los volúmenes de recolección iniciales.

VII. RECOMENDACIONES

- Continuar con investigaciones de este tipo en los diversos bosques que existen en nuestro país, aplicando diversas variables en los ensayos.
- Difundir la información obtenida de este trabajo con entidades públicas y privadas del sector, que deban realizar planes y programas de revegetación.
- Realizar análisis de suelos, para enriquecer los resultados finales sobre este tipo de investigaciones.
- Experimentar con distintos volúmenes de muestreo, con la finalidad de determinar un volumen estándar, el manejo y transporte de muestras.
- Aplicar estimulantes sobre los bancos de semillas, para analizar cuál es la efectividad de esta medida sobre los resultados finales.
- Establecer mayor número de transectos en futuras investigaciones.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: establecer un banco de semillas del bosque Palictahua, ubicado en la parroquia Puela, cantón Penipe, provincia de Chimborazo; iniciándose el ensayo con la georreferenciación del área de estudio dentro de un bosque de 181,41 has, con la ayuda de un GPS Garmin 64S, siendo establecidos dos transectos de 40 m que abarcan un área 212,13 m², en donde se recolectaron muestras de suelo de 0,001327 m³, y de 0,01327 m², dichas muestras fueron depositadas, previo a un tamizaje en bandejas de madera, las cuales tienen un área igual a 0,135m², y volumen igual a 0,027 m³. Posteriormente se identificó las especies que emergieron, a nivel de familia, género y especies, las cuales fueron herborizadas, identificando un total de 11 familias, 15 géneros 23 especies, determinándose una especie arbórea (*Citharexylum sp.*), dos arbustivas del género *Bacharis* y *Rubus*, y varias herbáceas, siendo las especies con más abundancia *Bohmeria sp.*(herbácea) con 122 individuos y *Rubus sp.*(arbusto) con 76 individuos. *Asteraceae* tiene una presencia del 39,13%, seguida de *Caryophyllaceae* con el 13,04%. Los índices de diversidad se caracterizaron por tener una comunidad con tendencia a ser medianamente diversa, mientras que el índice de similitud entre los dos transectos en comparación es 56,25%, lo cual indicó que pese a la distancia entre transectos, existe variabilidad de especies entre una y otra unidad muestral. Mientras que los patrones de emergencia de plántulas, se caracterizaron por tener a una de las especies más dominantes como pionera en la emergencia y la densidad obtenida es de 366 plántulas por metro cuadrado.

Palabras clave: BANCO DE SEMILLAS - ESPECIES ARBÓREAS - ÍNDICES DE DIVERSIDAD.

Por: Darwin Arroyo



IX. SUMMARY

The main purpose of this research is to set a seed bank of the Palictahua forest, located in Puela, Penipe canton, Chimborazo province. The starting point on this research was the process of georeferencing of the study area in a forest of 181.41 hectares, by using a Garmin GPS, 64S, with two transects of 40 m spanning an area of 212.13 m², where soil samples of 0.001327 m³, and 0.01327 m² were collected. These samples were deposited, prior to a screening of wooden trays whose area and volume were 0.135m², and 0.027m³ respectively. Subsequently, the species that emerged were identified, according their family, genus, and species which were herborized, identifying a total of 11 families, 15 genera, 23 species, determining an arboreal species (*citharexylum sp.*), two shrubs of the genus *Bacharis* and *Rubus*, and several herbaceous species, from which *Bohmeria sp* is the most abundant with 122 individuals, and *Rubus sp* (shrub) with 76 individuals. *Asteraceae* is a genus found in a 29.13%, followed by *Caryophyllacea* with 13.04%. The diversity rates were characterized by having a community with a trend to be moderately diverse, while the similarity rate between the two transects in comparison is 56.25%, which revealed that despite the distance between transects, there is a variability of species between the sample units. While the emergence patterns of seedlings were characterized by having one of the most dominant species as a pioneer in the emergence and density reached is 366 seedlings per square meter.

Key Words:

SEED BANK - ARBOREOUS SPECIES - DIVERSITY RATES

X. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Ortiz, M., & Vargas, O. (2008). Banco de semillas germinable (GSG) (en fragmentos de bosque altoandino). En O. Vargas, *Estrategias para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino* Bogotá. pp. 251-267.
- Alvizu, P. (2004). Complejidad y respuesta funcional de la vegetación de páramo a lo largo de gradientes altitudinales. Merida - Venezuela. Recuperado el 16 de enero del 2018. Obtenido de Tesis.ula.ve/postgrado/tde
- Angelsen, A., Brown, S., Loisel, C., Peskett, L., Streck, C., & Zarin, D. (2009). *Reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de bosques (REDD): Reporte de Evaluación de Opciones*. Washington, D.C.
- Baker, H. (1989). Some aspects of the natural history of the seed banks:. En M. Leck, V. Parker, & R. Simpson, *Ecology of soil seed banks*. San Diego - California: Academic Press INC. pp. 9-21
- Balaguer, L. (2002). Las limitaciones de la restauración de la cubierta vegetal. *Ecosistemas Año 11(1)* 1-11.
- Bedoya Patiño, J. G., Estévez Varón, J. V., & Castaño Villa, 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*, 77-91. Recuperado el 6 de Septiembre del 2017. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v14n2/v14n2a04.pdf>
- Beltrán, H. (2012). Evaluación de matorrales y bancos de semillas en invasiones de *Ulex europaeus* con diferente edad de invasión al sur de Bogotá D.C. - Colombia. (*Tesis Maestría en Ciencias Biológicas*). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá - Colombia
- Besnier, F. (1989). *Semillas: biología y tecnología*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Bradford, K. J., & Nonogaky, H. (2007). *Seed development, dormancy and germination*. Oxford: Blackwell publishing.
- Cantillo Higuera, E. E., Castiblanco Gutiérrez, V., Pinilla Mondragón, D. F., & Alvarado, C. L. (2008). Caracterización y valoración del potencial de regeneración del banco de semillas germinable de la reserva forestal cárpatos (guasca, cundinamarca). *Revista Colombia Forestal 11*, 45-70.
- Caranqui Aldaz, J. (2014). Florística en los bosques montanos en el centro del Ecuador. En J. Caranqui Aldaz, *Florística en los bosques montanos en el centro del ecuador*. Riobamba. p. 12.
- Caranqui, J. (Noviembre de 2011). *Análisis florístico altitudinal en el bosque montano de Tambo Palictahua*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador. Recuperado el 10 de Noviembre del 2017. Obtenido de http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/292/simple-search?query=&filter_field_1=author&filter_type_1>equals&filter_value_1=Caranqui%2C+Jorge&sort_by=score&order=desc&rpp=10&etal=0&start=10

- Cárdenas, C., Posada, C., & Vargas, O. (2002). Banco de semillas germinable de una comunidad vegetal de paramo húmedo sometida a quema y pastoreo (Parque Nacional Natural Chingaza - Colombia). *Revista Ecotropicos*, 15, 51-60.
- Cardona, A. (2004). Potencial de regeneración del banco de semillas germinable en dos tipos de bosque subandino: implicaciones para la restauración. (Reserva biológica Cachalú, Encino, Santander). (*Tesis de grado*). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá - Colombia
- Cardona, A., & Vargas, O. (2004). El banco de semillas germinable de especies leñosas en dos bosques subandinos y su importancia para la restauración ecológica. Reserva Biológica Cachalú – Santander. Colombia. *Colombia forestal* 8(17), 60-74.
- Chauvel, B., Gasquez, J., & Darmency, H. (1989). Changes of weed seed bank parameters according to species, time, and environment. *Weed Res.*29, 213-219.
- Corporacion Nacional Forestal de Chile. (2010). Restauración ecologica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Santiago de Chile - Chile Grafica Lom, Recuperado el 20 de Diciembre del 2017. Obtenido de http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1363716217res_baja.pdf
- Cuesta, F., Peralvo, M., & Valarezo, N. (2009). Los bosques montanos de los Andes Aropicales. La Paz/Lima/Quito: Imprenta Mariscal.
- Cuesta, F., Peralvo, M., & Valarezo, N. (2009). Los bosques montanos de los Andes Tropicales. En F. Cuesta, M. Peralvo, & N. Valarezo, Los bosques montanos de los Andes Tropicales. La Paz/Lima/Quito: La Caracola. pp.17
- Dalling, J. (2002). Ecología de semillas. En M. Guariguata, & G. Kattan, Ecología y conservación de bosques neotropicales. Cartago - Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica. p. 693
- De Souza Maia, M., Maia, F. C., & Perez, M. A. (2006). Bancos de semillas en el suelo. *Agriscientia* 23, 33-44.
- Delgado Ruiz, M. J. (2018). Caracterización del banco de semillas del bosque tropical estacionalmente seco de Zapotillo en Loja. (*Tesis de grado*). Universidad Tecnica particular de Loja - Ecuador. Recuperado de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/21726/1/Delgado%20Ruiz%20Mar%c3%ada%20Jos%c3%a9.pdf>
- Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2001). Global Forest Resources Assessment 2000. *FAO Forestry Paper*, 140.
- Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2015). La deforestación se ralentiza a nivel mundial, con más bosques mejor gestionados. Recuperado el 12 de Diciembre del 2017....www.fao.org. Obtenido de [www.fao.org: http://www.fao.org/news/story/es/item/327382/icode/](http://www.fao.org/news/story/es/item/327382/icode/)
- Fenner, M. (1995). Ecology of seed banks. En J. Kigel, & G. Galili, *Seed development and germination*. New York. pp. 507-528.

- Fenner, M., & Kitajima, K. (1999). Seed and seedling ecology. En F. I. Pugnaire, & F. Valladares, *Handbook of functional ecology*. New York. pp. 589-621.
- Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gomez, M., & Montenegro, G. (2010). *Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales*. Santiago de Chile: Grafica Lom. Recuperado el 26 Julio del 2017. Obtenido de www.ser.org.
- Forcella, F., Webster, T., & Cardina, J. (2007). *Protocolos para la determinación de bancos de semillas de malezas en los agrosistemas*. Estados Unidos.
- Gobierno Autonomo Descentralizado cantonal de Penipe. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Penipe, Chimborazo, Ecuador. Recuperado el 15 de Mayo del 2017. Obtenido de app.sni.gob.ec: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660000950001_PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20PENIPE_20-02-2015_23-14-44.pdf
- Gamez, L. J., & White, S. W. (2009). *Evaluación del banco de semillas del suelo de tres comunidades vegetales del Parque Ecológico Municipal Cerro Canta Gallo, Condega, Estelí, Nicaragua*. Managua - Nicaragua.
- Garwood, N. (1989). Tropical soil seed banks: a review: 149-209. En M. Leek, V. Parker, & R. Simpson, *Ecology of soil seed banks*. San Diego: Academic Press INC.
- Gentry, A. H. (1995). Patterns of Diversity and Floristic Composition in Neotropical Montane Forests. En S. P. Churchill, H. Balslev, F. E., & L. J. L., *Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forests*. New York. p. 667
- Golicher, D. (2012). ¿Cómo cuantificar la diversidad de especies? Recuperado de www.dfpd.edu.uy: http://www.dfpd.edu.uy/serp/serp_norte/cn/Biologia/BIODIV/Como%20cuantificar%20la%20diversidad,%20algunos%20ejercicios.pdf
- Granados Sanchez, D., & López Ríos, G. (2001). *Ecología de poblaciones vegetales*. Chapingo - México.
- Jaimes, V., & Rivera, D. (1990). Banco de semillas y tendencias en la regeneración natural de un bosque altoandino en la región de Monserrate (Cundinamarca, Colombia). (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Cundinamarca, Colombia:
- Jorgensen, P. M., & Leon Yanez, S. (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press. EEUU.
- Kalamees, R., & Zobel, M. (1998). Soil seed bank composition in different successional stages of a species rich wooded meadow in Laelatu, western Estonia. *Acta Oecologica*, 19, 175-180.
- Kessler, M. (2002). The Elevational Gradient of Andean Plant Endemism: Varying Influences of Taxon-Specific Traits and Topography at Different Taxonomic Levels. *Journal of Biogeography* 29, 1159-1165.

- Kessler, M., Herzog, S. K., & Fjeldsa, J. (2001). Species Richness and Endemism of Plant and Bird Communities along Two Gradients of Elevation, Humidity and Land Use in the Bolivian Andes. *Diversity and distribution* 7, 61-67.
- Khurana, E., & Singh, J. (2001). Ecology of tree seed and seedlings: Implications for tropical forest conservation and restoration. *Curr.Sci* 80(6), 748-757.
- Lamprecht, H. (1962). Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. *Acta Científica Venezolana*. Venezuela.
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos. *Instituto de Silvicultura de La Universidad de Göttingen, Eschborn*. Göttingen - Alemania.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2013). Actualización de prioridad proyecto "Sistema nacional de control forestal". Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado de www.ambiente.gob.ec: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/CONTROL-FORESTAL.pdf>
- Magurran, A. (1988). Ecological diversity and its measurements. *Princeton University Press*. New Jersey - Estados Unidos.
- Magurran, A. E. (1998). Ecological diversity and Its Measurement. Princeton New Jersey - EE.UU.
- Marañón, T. (2001). Ecología del banco de semillas y dinámica de comunidades mediterráneas. En R. Zamora Rodríguez, & F. I. Pugnaire de Iraola, *Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional*. p. 464.
- Marañón, T. (2005). El banco de semillas en el suelo. En T. Marañón, *El monte mediterráneo en Andalucía* (págs. 145-151). Andalucía: Consejo Superior de Investigaciones Científicas España.
- Martínez, E. (2000). Restauración ecológica y biodiversidad. *Biodiversitas*, 11-15.
- Matteucci, D. C., & Colma, A. (1982). Metodologías para el estudio de vegetación. *Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos*. Washington D.C - Estados Unidos.
- Moreno, P. (1996). *Vida y Obra de los granos y semillas*. México.
- Mori, S., Boom, B., de Carvalho, A., & Dos Santos, T. (1983). Southern Bahian moist forest. *Rev. Bot.* 49.
- Muñoz, Z. (2007). Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* (Labill). (*Tesis de Grado*). Universidad Austral de Chile. *Facultad de Ciencias Forestales*. Valdivia - Chile.
- Orellana Lara, J. (2001). Determinación de índices de diversidad florística Arborea en las parcelas permanentes de muestreo del valle de Sacta. Santa Cruz, Carrasco, Bolivia. Recuperado de [es.slideshare.net: https://es.slideshare.net/NIXONCUEVA/calculo-de-biodiversidad-biologica](https://es.slideshare.net/NIXONCUEVA/calculo-de-biodiversidad-biologica)

- Osorio, M. (2013). *Práctica de transectos*. Orizaba. Recuperado 17 de Junio del 2017. Obtenido de <http://cpo-pe-603-transectos-ecologia-eq1.blogspot.com/>: <http://cpo-pe-603-transectos-ecologia-eq1.blogspot.com/>
- Pielou, E. C. (1969). *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley Interscience. New York - EE.UU.
- Piudo, M. J., & Cavero, R. Y. (2005). Banco de semillas: comparación de metodologías de extracción, de densidad y de profundidad de muestreo. En M. J. Piudo, & R. Y. Cavero, *Publicaciones de Biología Universidad de Navarra*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra. España. pp. 71-85.
- Ponce Valladares, L., & Montalbán Mena, H. (2005). *Evaluación del banco de semillas del suelo en tres sitios en diferentes estados sucesionales en un bosque seco secundario en Nandarola, Nandaime, Granada*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.
- Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+). (21 de Mayo de 2016). Degradación de bosques en latinoamérica: Síntesis conceptual, metodologías de evaluación y casos de estudio nacionales. Recuperado de www.researchgate.net:
https://www.researchgate.net/profile/Dolors_Armenteras/publication/296691870_Degradacion_de_bosques_en_Latino_America_Sintesis_conceptual_metodologias_de_evaluacion_y_casos_de_estudio_nacionales/links/56d841a508aee73df6c88d79/Degradacion-de-bosques-en-Lat
- Romero, A., Baquero, N., & Beltrán, H. (2015). Banco de semillas en áreas disturbadas de bosque subandino en san bernardo (CUNDINAMARCA, COLOMBIA). *Colombia Forestal*, 19(2), 181-194. Recuperado el 10 de Junio del 2017. Obtenido de www.scielo.org.co:
<http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v19n2/v19n2a04.pdf>
- Russo, V. M., Bruton, V. D., & Sams, C. E. (2010). Classification of temperature response in germination of Brassicas. En *Industrial Crops and products*. pp. 48-51.
- Ryding, O. (1995). Pericarp structure and phylogeny of the Lamiaceae - Verbenaceae - complex. En O. Ryding, *Plant Systematic Evolution*. pp. 101-141.
- Simpson, R., Leck, M., & Parker, V. (1989). Seed banks: general concepts and methodological issues. En M. Leck, V. Parker, & R. Simpson, *Ecology of soil seed banks*. San Diego, California: Academic Press INC.
- Society for Ecological Restoration (SER) International. (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. Tucson, Arizona - Estados Unidos.
- Sonco, R. (2013). Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β) en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, la Paz-Bolivia. Bolivia.
- Sörgel, N. (1985). *Introducción en inventarios forestales*. Managua - Nicaragua: Servicio Alemán de Cooperación Social Técnica.

- Soria, M., & Paz, C. (2014). Manual de métodos en ecología vegetal 2do parcial. Recuperado de es.slideshare.net: <https://es.slideshare.net/ale350/manual-de-mtodos-en-ecologa-vegetal-2do-parcial>
- Suárez, D., & Melgarejo, L. M. (2010). Biología y germinación de semillas. en l. m. melgarejo, *experimentos en fisiología vegetal*. Bogota: Charlie's impresores Ltda. p. 277. Recuperado de www.researchgate.net: https://www.researchgate.net/profile/Diego_Suarez3/publication/258627099_BIOLOGIA_Y_GERMINACION_DE_SEMILLAS/links/0deec528b72504e64200000/BIOLOGIA-Y-GERMINACION-DE-SEMILLAS.pdf
- Thompson, K., Bakker, J. P., & Bekker, R. (1997). *The soils seed banks of North West Europe*. Cambridge University Press.
- Universidad de Alcalá. (2015). Introducción comunidades. www3.uah.es. Obtenido de www3.uah.es: <http://www3.uah.es/pedrovillar/Docencia/Ecologia%20Grado%20Biologia/Archivos/Temas/Ficheros%20de%20MAR/TransparenciasTema14Introduccioncomunidades.pdf>
- Vásconez & Mena. (1995). Las áreas protegidas con bosque montano en el Ecuador. Biodiversity and Conservation of Montane Forests. Ecuador.
- Vázquez García, Á. (2008). Métodos de medición al nivel de especies. Lambayeque, Peru. Recuperado el 3 de Agosto del 2017. Obtenido de es.slideshare.net: <https://es.slideshare.net/anterovasquez/diversidad-alfa>
- Wadsworth, F. (2000). Bosques primarios y su productividad. En *Producción forestal para América Forestal*. pp. 69-111.
- Wiles, L. J., & Schweizer, E. E. (1999). The cost of counting and identifying weed seeds and seedlings. *Weed Sci.* 47, 667-673.
- Willis, K., & Birks, H. (2006). What Is Natural? The Need for a Long-Term Perspective in Biodiversity Conservation. *Science Vol 314*, 1261-1265.

XI. ANEXOS



Anexo 1. Ruta de ingreso al bosque.



Anexo 2. Vegetación a 3 221 msnm.



Anexo 3. Selección de sitio para establecimiento de transectos.



Anexo 4. Establecimiento de transectos.



Anexo 5. Limpieza de hojarasca de cada subunidad muestral.



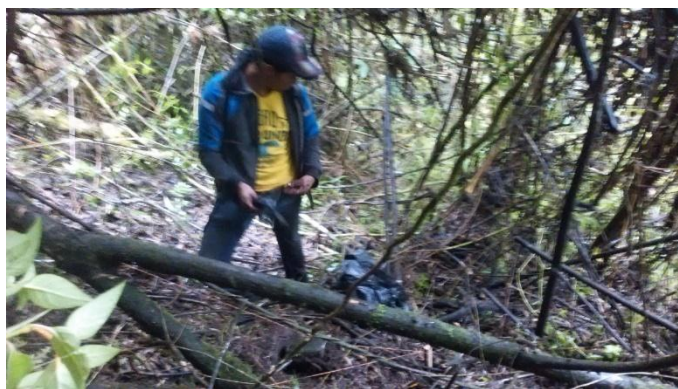
Anexo 6. Subunidad muestral.



Anexo 7. Toma de muestra con barreno.



Anexo 8. Almacenamiento de muestra en bolsa plástica.



Anexo 9. Recolección de tres subunidades muestrales por punto.



Anexo 10. Desinfección de cama.



Anexo 11. Desinfección de bandejas contenedoras de madera.



Anexo 12. Desinfección de arena.



Anexo 13. Capa de arena de 0,03m.



Anexo 14. Muestras de suelo por punto para su depósito en bandejas contenedoras.



Anexo 15. Tamizaje de muestras de suelo.



Anexo 16. Banco de semillas en bandejas contenedoras.



Anexo 17. Protección contra contaminación del banco de semillas.



Anexo 18. Primera emergencia.



Anexo 19. Desarrollo de emergencias en los primeros 8 días.



Anexo 20. Bandeja testigo con sustrato inerte.



Anexo 21. Riego a bandejas.



Anexo 22. Plántulas a los 16 días de establecido el ensayo.



Anexo 23. Plántulas a los 31 días de establecido el ensayo.



Anexo 24. *Bocconia integrifolia* a los 36 días.



Anexo 25. *Passiflora sp* a los 46 días.



Anexo 26. Ensayo en bandeja 1, transcurridos 52 días.



Anexo 27. Ensayo en bandeja 2, transcurridos 52 días.



Anexo 28. Plántulas a los 79 días Bandeja 1.



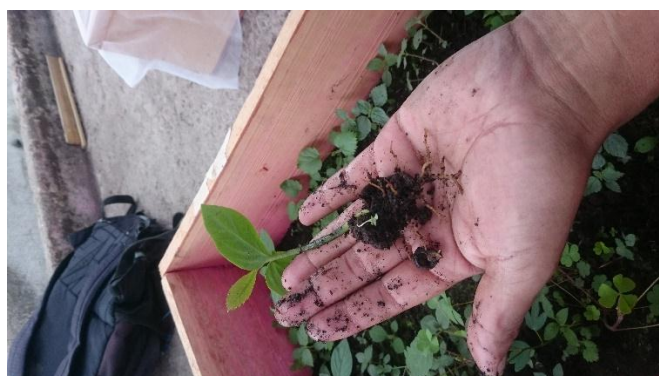
Anexo 29. Plántulas a los 79 días Bandeja 2.



Anexo 30. Bandeja testigo a los 79 días.



Anexo 31. Repique a los 101 días, *Tournefortia fuliginosa*.



Anexo 32. Repique a los 101 días de especie arbórea, *Citharexylum sp.*



Anexo 33. Repique de *Drymaria ovata*.



Anexo 34. Repique de *Rubus sp* y *Amaranthus sp*.



Anexo 35. Ensayo a los 136 días.



Anexo 36. Especie de familia Indeterminada.



Anexo 37. Especie *Indeterminada 1* perteneciente a la familia Asteraceae.



Anexo 38. *Drymaria* sp.



Anexo 39. *Gallisoga parvifolia*.



Anexo 40. *Oxalis corniculata*.



Anexo 41. *Boehmeria sp.*



Anexo 42. *Gamocheta americana*



Anexo 43. *Citharexylum sp.*



Anexo 44. *Amaranthus sp.*



Anexo 45. *Passiflora sp.*



Anexo 46. *Datura sp.*



Anexo 47. Herborización de *Rubus sp.*