



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN EL BOSQUE MONTANO EN EL PARQUE UNIVERSITARIO “FRANCISCO VIVAR CASTRO”, LOJA, ECUADOR

TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

Autor: Jonathan Javier Mocha Gómez

Director: Ing. Johana Muñoz Chamba MSc.

Loja - Ecuador
2020



Loja, 12 de Agosto de 2020

Ing. Johana Muñoz Mg.Sc.
DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICA:

Haber revisado la presente tesis titulada: **BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN EL BOSQUE MONTANO EN EL PARQUE UNIVERSITARIO “FRANCISCO VIVAR CASTRO”, LOJA, ECUADOR**; realizada por el Sr. Jonathan Javier Mocha Gómez, la misma que **CULMINÓ DENTRO DEL CRONOGRAMA APROBADO**, cumpliendo con todos los lineamientos establecidos en la reglamentación vigente de la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, **SE AUTORIZA LA CONTINUACIÓN DEL TRAMITE DE GRADUACIÓN.**

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**JOHANA
CRISTINA MUNOZ
CHAMBA**

Ing. Johana Muñoz Mg.Sc.
DIRECTORA DE TESIS

Loja, 24 de noviembre de 2020

Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza Ph.D.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS

CERTIFICA:

En calidad de presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada: **BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN EL BOSQUE MONTANO EN EL PARQUE UNIVERSITARIO “FRANCISCO VIVAR CASTRO”, LOJA, ECUADOR;** de autoría del señor egresado de la Carrera de Ingeniería Forestal Jonathan Javier Mocha Gómez, portador de la cédula N° 2200112908, se informa que la misma ha sido revisada e incorporadas todas las observaciones realizadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación. Por lo tanto, autorizo la versión final de la tesis y la entrega oficial para la sustentación pública.

Atentamente.-



Firmado electrónicamente por:
**ZHOFRE HUBERTO
AGUIRRE MENDOZA**

Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza Ph.D.
PRESIDENTE



Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba Mg. Sc.
VOCAL



Firmado electrónicamente por:
**NOHEMI DEL
CARMEN JUMBO
BENITEZ**

Ing. Nohemí del Carmen Jumbo Benítez. Mg.Sc.
VOCAL

AUTORÍA

Yo, Jonathan Javier Mocha Gómez declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Jonathan Javier Mocha Gómez

Firma:  Firmado electrónicamente por:
**JONATHAN
JAVIER MOCHA
GOMEZ**

Cedula: 2200112908

Fecha: Loja 25 de noviembre del 2020

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR (ES) PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, Jonathan Javier Mocha Gómez declaro ser autor, de la tesis titulada “**BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN EL BOSQUE MONTANO EN EL PARQUE UNIVERSITARIO “FRANCISCO VIVAR CASTRO”, LOJA, ECUADOR**”, como requisito para optar al grado de: Ingeniero Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional: Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinticinco días del mes de noviembre de dos mil veinte, firma el autor.

Firma:  Firmado electrónicamente por:
**JONATHAN
JAVIER MOCHA
GOMEZ**

Autor: Jonathan Javier Mocha Gómez

Número de cédula: 2200112908

Dirección: Barrio: La florida. (Seis de diciembre y Payamino)

Correo electrónico: jjmochag@unl.edu.ec

Teléfono: 062302382 Celular: 0984563408

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Tesis: Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.,

Tribunal de Grado: Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza Ph.D., Presidente

Ing. Nohemí del Carmen Jumbo Benítez. Mg.Sc., Vocal

Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba Mg. Sc., Vocal

AGRADECIMIENTO

Después de un arduo camino de formación me es grato agradecer de todo corazón a Dios, por guiarme siempre y darme la sabiduría suficiente para tomar buenas decisiones en mi vida; y, llevarme a cumplir una de las metas más satisfactorios a nivel personal.

Agradecer a mi familia, porque siempre extendieron su mano y me brindaron apoyo incondicional en todo momento, poniendo su granito de arena para que un joven con sueños salga adelante y sobre todo agradecer a mi madre, porque pese a toda dificultad nunca doblego ni perdió la esperanza de ver a su hijo ser un profesional, eres una mujer valiente de carácter recio pero con más corazón que nadie, sin duda un ejemplo para todos de fortaleza y superación.

A mi esposa y compañera de vida, que me ayudo en todas las etapas de mi carrera dándome fuerza y motivación para no doblegar en ningún momento; a mis abuelos y sus enseñanzas, que pese a todo nunca dejaron de ver por mi futuro y estuvieron pendientes en cada momento brindando su apoyo, motivación y sabiduría.

A mi directora de tesis y todo el equipo de investigación, por todo el tiempo y paciencia invertido en este largo proceso; todas sus recomendaciones, sugerencias y correcciones estuvieron llenas de sabiduría, aliento y confianza, lo cual fue fundamental para la realización de este trabajo de titulación.

Jonathan Javier Mocha Gómez

DEDICATORIA

A mi querida madre Marly Gómez, por todo el sacrificio que implica criar a un hijo, vestirlo y tenerle siempre un plato de comida en la mesa, por soportar tanto y jamás perder la fe de ver a tu hijo conquistar sus metas; agradecido con Dios por tenerte siempre conmigo, este sueño lo cumplimos juntos pero hoy es tuyo te quiero mucho.

A mis abuelos Telmo y Enma, por haberme orientado siempre a buscar grandes cosas en mi vida; a mis tíos Victor, Miguel y Christian porque estuvieron en las buenas y en las malas brindando su apoyo incondicional demostrando que familia solo hay una.

A mi esposa Evelyn y mi hijo Jonathan, por ser mi motor y mi pasión para seguir adelante; gracias por estar ahí incondicionalmente motivándome a lograr lo que para mi era solo un sueño, tratare de mejorar y lograr grandes cosas para nuestra familia.

Jonathan Javier Mocha Gómez

ÍNDICE GENERAL

Contenidos	Pág.
CARATULA	i
CERTIFICACIÓN	ii
APROBACIÓN	iii
AUTORÍA	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xx
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Banco de semillas del suelo en los bosques tropicales.....	4
2.2. Fisiología de las semillas en los bosques tropicales.....	8
2.3. Factores ambientales y su influencia en el desarrollo de los bancos de semillas del suelo en los bosques tropicales.....	10
2.4. Estudios de ecología y similares del bosque montano en el sur del Ecuador.....	12
3. METODOLOGÍA	15
3.1. Área de estudio.....	15
3.2. Metodología para determinar la composición florística del bosque montano de la microcuenca Los Nogales dentro del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.	16
3.2.1. Delimitación e instalación de parcelas temporales.....	16

3.2.2.	Calculo de los parámetros estructurales de la vegetación.....	18
3.3.	Metodología para evaluar las especies del bosque montano que se regeneran a partir de la colección de bancos de semillas del suelo en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”.....	19
3.3.1.	Identificación y selección de los sitios de muestreo.....	19
3.3.2.	Obtención de las muestras del banco de semillas del suelo.....	19
3.3.3.	Procesamiento de las muestras de banco de semillas.....	20
3.3.4.	Monitoreo del proceso germinativo de las muestras de suelo.....	20
3.3.5.	Identificación de las especies que se regeneraron del banco de semillas del suelo.....	21
3.3.6.	Calculo de parámetros estructurales de las especies que se regeneraron de los bancos de semillas.....	22
3.3.7.	Índice de velocidad germinativa (IVG).....	22
3.3.8.	Análisis de datos para el cálculo de la diversidad.....	23
	• Índice de Shannon (H').....	23
	• Índice de Pielow.....	23
	• Índice de similitud de Sorensen.....	24
4.	RESULTADOS	25
4.1.	Composición florística del bosque montano en la microcuenca Los Nogales dentro del parque universitario “Francisco Vivar Castro”.....	25
4.1.1.	Parámetros estructurales del estrato arbóreo del bosque montano en la microcuenca Los Nogales.....	26
4.1.2.	Parámetros estructurales del estrato arbustivo del bosque montano en la microcuenca Los Nogales.....	27
4.2.	Especies que se regeneran a partir de los bancos de semillas del suelo del bosque montano en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”	29

4.2.1. Composición florística del banco de semillas del suelo del bosque montano.....	229
4.2.2. Parámetros estructurales del banco de semillas del suelo.....	31
4.2.3. Composición florística del banco de semillas de la capa orgánica del bosque montano del PUFVC.....	32
4.2.4. Parámetros estructurales del banco de semillas de la capa orgánica.....	33
4.2.5. Composición florística del banco de semillas de la capa mineral del bosque montano del PUFVC.....	34
4.2.6. Parámetros estructurales del banco de semillas de la capa mineral.....	35
4.2.7. Proceso de germinación del banco de semillas del suelo en el bosque montano en el PUFVC.....	37
4.2.8. Índice de velocidad de germinación (IVG).....	39
4.2.9. Diversidad del bosque montano y el banco de semillas del suelo.....	40
4.2.10. Índice de similitud entre la diversidad del componente leñoso del bosque montano y la diversidad de la germinación del banco de semillas del suelo.....	41
5. DISCUSIONES.....	43
5.1. Composición florística del bosque montano de la microcuenca Los Nogales dentro del parque universitario “Francisco Vivar Castro”.....	43
5.2. Parámetros estructurales de la vegetación del bosque montano.....	44
5.3. Especies del bosque montano que se regeneran a partir de la colección de los bancos de semillas del suelo en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”.....	45
5.3.1. Composición florística del banco de semillas del suelo en el bosque montano.....	45
5.3.2. Germinación del banco de semillas del suelo en el bosque montano.....	46
5.3.3. Índice de velocidad de germinación del banco de semillas del suelo.....	47

5.3.4. Similitud de la diversidad y composición florística entre el bosque, y los bancos de semillas del suelo (capa orgánica y capa mineral).....	47
6. CONCLUSIONES	49
7. RECOMENDACIONES	51
8. BIBLIOGRAFÍA	52
9. ANEXOS	62

ÍNDICES DE FIGURAS

Contenidos	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.....	15
Figura 2. Tamaño y orientación de parcelas utilizadas en la investigación.....	17
Figura 3. Tamaño y orientación para la identificación de individuos.....	17
Figura 4. Puntos de recolección de muestras en las parcelas.....	19
Figura 5. Sistema de recolección de datos en bandejas.....	21
Figura 6. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies leñosas del bosque montano del PUFVC.....	29
Figura 7. Comparación de medias entre la capa orgánica y la mineral del banco de semillas.....	37
Figura 8. Germinación diaria del banco de semillas de la capa orgánica del suelo del bosque montano del PUFVC.....	38
Figura 9. Germinación diaria del banco de semillas de la capa mineral del suelo del bosque montano del PUFVC.....	39

ÍNDICES DE TABLAS

Contenidos	Pág.
Tabla 1. Registro de datos de individuos mayor o igual a 5 cm de DAP.....	18
Tabla 2. Hoja de campo para coleccionar informacion de los bancos de semillas del suelo en el PUFVC	20
Tabla 3. Árboles y arbustos del componente leñoso del bosque montano en la microcuenca Los Nogales, con los tipos de frutos, dispersor y número de individuos.....	25
Tabla 4. Parámetros estructurales de las 10 especies representativas del estrato arbóreo del bosque montano en la microcuenca Los Nogales.....	27
Tabla 5. Parámetros estructurales de las 10 especies representativas del estrato arbustivo del bosque montano en la microcuenca Los Nogales	28
Tabla 6. Árboles, arbustos y hierbas del banco de semillas del suelo en el bosque montano del PUFVC	30
Tabla 7. Índice de valor de importancia de las 10 especies más representativas regeneradas en banco de semillas del suelo en el bosque montano del PUFVC.....	31
Tabla 8. Árboles, arbustos y hierbas del banco de semillas de la capa orgánica.....	32
Tabla 9. Índice de valor de importancia de las 10 especies más representativas del banco de semillas de la capa orgánica	34
Tabla 10. Árboles, arbustos y hierbas del banco de semillas de la capa mineral.....	35
Tabla 11. Índice de valor de importancia de las 10 especies más representativas del banco de semillas de la capa mineral.....	36
Tabla 12. Riqueza y abundancia de especies del banco de semillas del suelo.....	36
Tabla 13. Índice de velocidad germinativa del banco de semillas de la capa orgánica del suelo en el bosque montano del PUFVC.....	39

Tabla 14. Índice de velocidad germinativa de las especies presente en la capa mineral del bosque montano del PUFVC.....	40
Tabla 15. Índice de diversidad del bosque y del banco de semillas del suelo del bosque montano del PUFVC.....	41
Tabla 16. Índice de similitud de Sorensen del bosque montano y el banco de semillas del suelo.....	41

ÍNDICES DE ANEXOS

Contenidos	Pág.
Anexo 1. Inventario de las especies registradas en el bosque montano de la microcuenca Los Nogales dentro del PUFVC.....	62
Anexo 2. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la microcuenca Los Nogales dentro del PUFVC.....	64
Anexo 3. Parámetros estructurales del estrato arbustivo de la microcuenca Los Nogales dentro del PUFVC.....	65
Anexo 4. Inventario de las especies registradas en el banco de semillas del suelo en el bosque montano de la microcuenca Los Nogales dentro del PUFVC.....	65
Anexo 5. Parámetros estructurales del banco de semillas del suelo en el bosque montano en el PUFVC.....	68
Anexo 6. Análisis de comparación de medias.....	69
Anexo 7. Índice de velocidad de germinación de la capa orgánica del banco de semillas en el bosque montano.....	69
Anexo 8. Índice de velocidad de germinación de la capa mineral del banco de semillas del suelo en el bosque montano.....	70
Anexo 9. Diversidad del bosque montano calculada mediante los índices de Shannon-Wiener y Pielow.....	71
Anexo 10. Diversidad calculada mediante los índices de Shannon-Wiener y Pielow del banco de semillas del suelo y la capa orgánica del banco de semillas del suelo.....	72
Anexo 11. Índice de similitud de Sorensen de la vegetación arborea e arbustiva del banco de semillas del suelo y el bosque montano.....	74

Anexo 12. Índice de similitud de Sorensen de la vegetación arborea e arbustiva del bosque montano, capa orgánica y capa mineral.....	75
--	----

**BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN EL BOSQUE
MONTANO EN EL PARQUE UNIVERSITARIO “FRANCISCO
VIVAR CASTRO”, LOJA, ECUADOR**

RESUMEN

El banco de semillas es el conjunto de semillas viables en y sobre el suelo o asociadas a la hojarasca, los cuales son capaces de permanecer latentes por largos periodos de tiempo y germinar cuando las condiciones ambientales sean favorables, representando de esta manera el potencial regenerativo de las comunidades vegetales en un determinado ambiente. En este contexto, se estudió la composición y diversidad de la vegetación del estrato arbóreo y arbustivo del bosque montano; y, su relación con la composición del banco de semillas del suelo en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”; con el objetivo de conocer la potencialidad de la regeneración natural de las especies leñosas del PUFVC, el estudio se ejecutó desde noviembre del 2019 a agosto del 2020. En el bosque montano se instaló seis parcelas de 20 m x 20 m (400 m²) para el inventario de árboles y arbustos, con cinco subparcelas anidadas de 2 m x 2 m (4 m²); de las cuales se extrajeron 30 muestras de la capa orgánica y 30 muestras de la capa mineral del suelo, dichas muestras fueron colocadas en bandejas de espuma flex con fundas transparentes; manteniendo la temperatura y humedad óptima para la germinación de las semillas. Las muestras fueron monitoreadas por un periodo de 113 días con riego diario ininterrumpido; la identificación botánica de las especies se realizó en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja, los nombres científicos están reportados según el APG IV. La composición florística del bosque montano registro 238 individuos, pertenecientes a 32 especies, 26 géneros y 24 familias botánicas, de los cuales el 59,37 % son árboles y el 40,62 % arbustos; mientras que en el banco de semillas del suelo se registró 914 individuos, pertenecientes a 38 especies, 27 géneros y 23 familias botánicas, de los cuales el 0,5 % son árboles, 36 % son arbustos, 60 % son hierbas. La diversidad florística según el índice de Shannon en el bosque montano es alta con 4,27; al igual que el banco de semillas del suelo con 3,99. Las especies del bosque montano con mayor índice valor de importancia (IVI) son: *Palicourea amethystina*, *Viburnum triphyllum*, *Phenax laevigatus* y *Alnus acuminata*; mientras

que para el banco de semillas del suelo son: *Cyperus rotundus*, *Tibouchina laxa*, *Phenax laevigatus*, *Calceolaria* sp.1 y *Viola arguta*. El banco de semillas del suelo entre las capas orgánica y mineral, no muestra diferencias estadísticas significativas para el número de especies y el número de individuos encontrados con una $p = 0,06$ y $p = 0,1424$ respectivamente, la variabilidad para ambos parámetros es mayor al 35 %. La similitud entre la composición florística del componente leñoso del bosque montano y el banco de semillas del suelo de ese bosque es de 14,6 % con tres especies compartidas: *Lepechinia mutica*, *Palicourea amethystina* y *Phenax laevigatus*. Los bancos de semillas, son la fuente principal para la regeneración natural de las especies leñosas en el bosque montano del PUFVC; ya que, contienen un reservorio de especies para el proceso sucesional, que se encuentran aptas para germinar al momento que se presente una perturbación.

Palabras claves: Banco de semillas del suelo, capa orgánica, capa mineral, composición florística, regeneración natural.

ABSTRACT

The seed bank is the set of viable seeds in and on the ground or associated with litter, which are capable of remaining dormant for long periods of time and germinate when environmental conditions are favorable, thus representing the regenerative potential of plant communities in a given environment. In this context, the composition and diversity of the vegetation of the arboreal and shrub stratum of the montane forest was studied; and its relationship with the composition of the soil seed bank in the "Francisco Vivar Castro" University Park; With the aim of knowing the potential of the natural regeneration of the woody species of the PUFVC, the study was carried out from November 2019 to August 2020. In the montane forest, six plots of 20 m x 20 m (400 m²) were installed for the inventory of trees and shrubs, with five nested subplots of 2 m x 2 m (4 m²); of which 30 samples of the organic layer and 30 samples of the mineral layer of the soil were extracted, said samples were placed in flex foam trays with transparent covers; maintaining the optimum temperature and humidity for the germination of the seeds. The samples were monitored for a period of 113 days with uninterrupted daily irrigation; The botanical identification of the species was carried out in the Herbarium "Reinaldo Espinosa" of the National University of Loja, the scientific names are reported according to APG IV. The floristic composition of the montane forest registered 238 individuals, belonging to 32 species, 26 genera and 24 botanical families, of which 59.37% are trees and 40.62% shrubs; While in the soil seed bank, 914 individuals were registered, belonging to 38 species, 27 genera and 23 botanical families, of which 0.5% are trees, 36% are shrubs, 60% are herbs. The floristic diversity according to the Shannon index in the montane forest is high with 4.27; like the soil seed bank with 3.99. The montane forest species with the highest importance value index (IVI) are: *Palicourea amethystina*, *Viburnum triphyllum*, *Phenax laevigatus* y *Alnus acuminata*; while for the soil seed bank they are: *Cyperus rotundus*, *Tibouchina laxa*, *Phenax laevigatus*, *Calceolaria* sp.1 y *Viola arguta*. The soil seed bank

between the organic and mineral layers does not show significant statistical differences for the number of species and the number of individuals found with $p = 0.06$ and $p = 0.1424$ respectively, the variability for both parameters is greater 35%. The similarity between the floristic composition of the woody component of the montane forest and the seed bank of the soil of that forest is 14.6% with three shared species: *Lepechinia mutica*, *Palicourea amethystina* y *Phenax laevigatus*. Seed banks are the main source for the natural regeneration of woody species in the montane forest of the PUFVC; and why, they contain a reservoir of species for the successional process, which are apt to germinate at the moment of a disturbance.

Keywords: Soil seed bank, organic layer, mineral layer, floristic composition, natural regeneration.

1. INTRODUCCIÓN

La presión sobre los ecosistemas naturales y su consecuente transformación es significativa en los últimos 50 años; afectando varias propiedades estructurales de las masas forestales como: la diversidad, la composición florística, la densidad y el crecimiento poblacional de las especies (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). En Ecuador, estos procesos destructivos son causados en su mayoría por factores como: la conversión de uso del suelo, la deforestación y la sobreexplotación de recursos. A pesar de los esfuerzos que se vienen realizando para contrarrestar tales efectos existen limitaciones relacionadas con estrategias, capacidades, conocimientos y competencias de los entes responsables que impiden hacer frente a los desafíos de evitar más daño a los ecosistemas andinos (Díaz, 2011).

Los ecosistemas boscosos, en especial los bosques andinos de Ecuador son considerados como los sistemas biológico complejos, endémicos y diversos de la biosfera; los cuales representan un papel indispensable en la provisión de bienes y servicios que suplen las necesidades de las poblaciones humanas (Melo y Vargas, 2003). Por estas razones, se convierten en un área crítica para la conservación de las especies endémicas que poseen, pues se estima que el 50 % de las especies de plantas presentes en estos ecosistemas no se encuentran en ningún otro lugar del planeta (Rodríguez-Mahecha et al., 2004).

En este contexto, el estudio de la regeneración natural se torna fundamental para la conservación de las especies, ya que cada una tiene adaptaciones ecológicas particulares que permiten la supervivencia de las plántulas de acuerdo a sus requerimientos (Muñoz, 2017). Uno de los procesos ecológicos de mayor relevancia en la reaparición de la vegetación lo constituye el banco de semillas; que permite el almacenamiento y conservación de las semillas garantizando la existencia de futuras poblaciones vegetales (Álvarez et al., 2005).

Los bancos de semillas en el suelo son una de las fuentes principales para la regeneración de especies, ya que son capaces de mantenerse viables por largos periodos de tiempo y germinar cuando las condiciones ambientales sean favorables, representando de esta manera el potencial regenerativo de las comunidades vegetales en un determinado ambiente (Henderson et al., 1988; Hernández, Malkind y Mora, 2009).

Espacios naturales como el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), dentro del cantón y provincia de Loja, dan protección a ecosistemas altamente diversos como el bosque montano, por lo tanto, contribuyen a mantener los servicios ambientales que brindan a la ciudadanía lojana. La permanencia de la biodiversidad del PUFVC se garantiza a través del conocimiento relacionado a la funcionalidad de este tipo de ecosistemas, varias investigaciones se han venido realizando con el propósito de conocer su diversidad florística, faunística, capacidad de carbono almacenada, así como la valoración ecológica y económica de sus recursos (Aguirre et al., 2019; Aguirre et al., 2017), sin embargo, la necesidad de continuar generando información es prioritaria pues existen aspectos ecológicos como la regeneración natural, germinación y el banco de semillas en el suelo que aún no son analizados en su totalidad y que son fundamentales para comprender el futuro del recurso forestal presente en el PUFVC.

Esta investigación se enfocó en generar información sobre la composición florística emergente del banco de semillas del suelo y su relación con la composición florística de la vegetación del bosque montano del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”. Los resultados buscan contribuir al entendimiento de procesos ecológicos importantes como la dinámica poblacional, el crecimiento en biomasa de las especies y la regeneración natural.

Esta investigación forma parte del proyecto “Procesos ecológicos de la vegetación en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, UNL, Fase II.”, ejecutado por un grupo de investigadores de la carrera de Ingeniería Forestal y el financiamiento de la Universidad Nacional de Loja.

El objetivo general de esta investigación de tesis fue: estudiar el banco de semillas del suelo en el bosque montano para conocer la potencialidad de la regeneración natural de las especies leñosas del Parque Universitario “Francisco Vivar castro”, Loja, Ecuador; y, los objetivos específicos:

- Determinar la composición florística del bosque montano de la microcuenca Los Nogales dentro del parque universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador.
- Evaluar las especies del bosque montano que se regeneran a partir de la colección de los bancos de semillas del suelo en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Banco de semillas del suelo en los bosques tropicales

Al conjunto de semillas viables presentes en y sobre el suelo o asociadas a la hojarasca (Simpson et al., 1989) se la conoce como banco de semillas del suelo (BSS), siendo un reservorio de especies transitorias, principalmente pioneras, que se encuentran listas para germinar en el momento en que se presenta una perturbación y las condiciones ambientales apropiadas. Por lo general están dominados por unas pocas especies de árboles y arbustos colonizadores (Dalling, 2002).

Aquino (2016) señala que las familias predominantes para la selva tropical son Moraceae, Piperaceae y Rubiaceae; siendo los arbustos y hierbas los más abundantes con respecto al número de individuos, por lo que la importancia de los bancos de semillas del suelo radica en la conservación de la diversidad ecológica y genética de las poblaciones vegetales en el tiempo (Trujillo y Vargas, 2008).

La formación del BSS inicia con la dispersión y finaliza con la germinación o muerte de las semillas (Walck et al., 2005), por lo que es importante conocer cómo se realiza la dispersión de las semillas, al respecto Gle-Lewin et al. (1992) aseguran que el éxito de la dispersión depende de cinco factores vinculados a las semillas: cantidad producida, forma de transporte, periodo y distancia de dispersión e índice de semillas dispersas. García (1991) asegura que la dispersión desde la planta parental pueden quedarse en sus alrededores o viajar grandes distancias, por lo que la unidad dispersante puede incluir la semilla, el fruto y ocasionalmente los verticilos florales, lo cual Lindfor, (1985) denomina como estructuras accesorias que representan adaptaciones a distintos agentes dispersantes.

Existen varias clasificaciones para la dispersión de las semillas, sin embargo, para esta investigación se utilizará la planteada por García (1991) quien menciona que las semillas se pueden dispersar de la siguiente manera:

Dispersión por viento (Anemocoria): Las semillas que se dispersan de esta forma, en su mayoría suelen ser muy pequeñas, por lo tanto, se transportan como polvo atmosférico. También, además de su tamaño, pueden presentar otras estructuras florísticas como “alas”, “cabellos” o “plumas”, lo que facilita su dispersión mediante las corrientes de aire.

Dispersión por animales (Ectozoocoria): Son semillas que pueden viajar adheridas al pelaje de los animales o al plumaje de las aves ya que cuentan con protuberancias, ganchos o sustancias pegajosas. Muchas especies que parecen no presentar características especiales para dispersarse, son transportadas de esta manera. En el caso de semillas grandes, provistas de cubiertas carnosas, estas viajan pequeñas distancias entre el árbol productor y sus alrededores, donde los frugívoros devoran la pulpa del fruto y desechan la semilla.

Dispersión por animales (Endozoocoria): Corresponde a las semillas que se encuentran dentro de algún fruto carnoso, el que, al ser devorado por aves u otros animales, pasa por el tracto digestivo de éstos y regresa a la tierra en forma parcial al ser regurgitados o defecados. Por ello pueden aparecer a muy variadas distancias de la planta madre, dependiendo del tiempo que permanezca en el tracto digestivo y de la modalidad de desplazamiento del animal.

Dispersión por animales (Mirmecoria): Definida como la dispersión por medio de hormigas. La mayor parte de las semillas que se dispersan por este medio cuentan con pequeñas protuberancias de tejidos nutritivos muy apetecibles para las hormigas, quienes las transportan al hormiguero donde consumen las protuberancias, para después, poner las semillas en las galerías de desecho o sacarlas del hormiguero.

Dispersión por agua (Hidrocoria): Son semillas que se movilizan por medio del agua, ya sea a través de ríos o de corrientes oceánicas, por lo que las semillas recorren grandes distancias desde los árboles progenitores. (Carlquist, 1974; Porter, 1976).

Una vez realizada el proceso de dispersión, cuando las semillas llegan al suelo, a menudo, entran en un periodo de latencia, estrategia les permite tolerar la variación climática, las fluctuaciones en la disponibilidad de nutrientes y sobrevivir a periodos desfavorables prolongados (Bliss y Zedler, 1998). La persistencia que presentan las semillas de algunas especies en un determinado ambiente está asociada, entre otros factores, a su estrategia de colonización (Miles et al., 2006).

Thompson et al. (1997) aseguran que los bancos de semillas del suelo cuentan con características fundamentales como la viabilidad y la longevidad que les permiten la persistencia en el tiempo, lo que da origen a la clasificación de los bancos de semillas de suelos tal cual lo indican Thompson y Grime (1979): bancos transitorios y persistentes. No obstante, esta clasificación no incorpora aspectos como la longevidad y posibles prácticas que establezcan manejos adecuados para la restauración, por lo que surgieron otras propuestas como las presentadas por Bakker (1989) y Bakker et al. (1991), Thompson (1992) y Walck et al. (2005), que divide a los bancos de semillas del suelo en tres tipos, ésta clasificación será utilizada en esta investigación:

Transitorios: bancos cuyas especies persisten en el suelo menos de un año, normalmente pocos meses.

Persistentes de corto plazo: bancos con semillas de especies que persisten en el suelo por lo menos un año y hasta 5 años.

Persistentes de largo plazo: bancos con semillas de especies que persisten en el suelo por lo menos 5 años. Este tipo, originalmente denominado “permanente” por Bakker (1989), es el único que contribuye a la regeneración de comunidades vegetales degradadas o destruidas.

Según la longevidad de las especies, los bancos de semillas de los bosques primarios se caracterizan por contener muy pocas semillas de especies longevas o importantes para su ecosistema, este patrón se extiende para todos los tipos de cobertura vegetal (Saulei y Swaine, 1988; Quintana-Ascencio et al., 1996). Thompson (2000) manifiesta que al avanzar la sucesión vegetal, la similitud entre el banco de semillas y la vegetación en pie es cada vez menor.

Acosta y Vargas (2008) en su investigación de bancos de semillas en fragmentos de bosque altoandino en Colombia, afirman que germinaron un total de 805 plántulas, la mayoría de especies herbáceas nativas como *Phytolacca bogotensis*, unas pocas arbustivas de las familias Melastomataceae y Solanaceae, una trepadora *Bomarea* sp., y como dato peculiar en esta investigación no se encontró ninguna especie arbórea que relacione al banco de semillas con las especies leñosas importantes.

En investigaciones desarrolladas en los bosques secundarios y áreas cultivadas, el BSS refleja en gran parte su vegetación en pie (Garwood, 1989). Thompson (2000) y Luzuriaga et al. (2005) mencionan, que en estos bosques que han atravesado algún tipo de alteración o cambio en su estructura, los bancos de semillas están dominados por especies pioneras de hierbas, arbustos y unos pocos árboles. Álvarez et al. (2005) aseguran que en diferentes bosques montanos de México, sometidos a distintos grados de perturbación, la similitud del banco de semillas con la vegetación leñosa existente era del 60 % aproximadamente.

2.2. Fisiología de las semillas en los bosques tropicales

Comprender aspectos relacionados a la fisiología de las semillas es fundamental, por lo general, en los bosques húmedos tropicales las semillas pueden presentar una germinación tardía o dormancia (Garwood, 1989; Dalling, 2002).

Según Finch-Savage y Leubner-Metzger (2006), la dormancia es la incapacidad de germinar de una semilla viable bajo condiciones ambientales favorables, por tanto cualquier elemento que amplíe los requerimientos ambientales para la germinación es un factor de liberación de dormancia. Además, Van Der Valk (1992) denomina a la dormancia como un estado de reposo de las semillas, el cual garantiza que la germinación ocurra fundamentalmente cuando las oportunidades de sobrevivir de las plántulas sean favorables y usualmente este patrón se repite en la mayoría de las especies.

La germinación es retardada por causas intrínsecas como: baja capacidad de absorción de agua, inmadurez fisiológica del embrión o la presencia de factores químicos (Dalling, 2002). En las semillas dormantes, la germinación ocurre después de un tiempo y de manera habitual en forma asincrónica (Garwood, 1989). Los factores ambientales que controlan la dormancia son principalmente la luz, la temperatura, la humedad y la duración del almacenamiento (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006; Vleeshouwers et al., 1995). Walck et al. (2011) mencionan que los factores críticos para el inicio y ruptura de la dormancia son la temperatura y la disponibilidad de agua.

Existen algunas especies como *Sisymbrium officinale* en la cual, la dormancia se libera en períodos de baja temperatura y se induce cuando aumenta la temperatura (Benech-Arnold et al., 2000; Bouwmeester y Karssen, 1993), por lo que identificar la dormancia es complicado debido a que se determina como ausencia de germinación, pero ausencia de germinación no implica la dormancia (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006; Vleeshouwers et al., 1995).

Existen algunas clasificaciones para estudiar la dormancia, dentro de las más comunes se reconoce la primaria y secundaria, generada antes y después de que la semilla es dispersada respectivamente (Vazquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1993). La dormancia primaria se origina desde la planta madre, mientras que la secundaria se asocia con ciclos de dormancia anual en el banco de semillas (Fenner y Thompson, 2005).

Todas las semillas después de ser liberadas por la planta madre, tienen diferente tolerancia a la desecación por lo que las semillas pueden clasificarse en ortodoxas, recalcitrantes e intermedias. Las semillas ortodoxas toleran una deshidratación hasta de 5 % en el contenido de humedad; las semillas que toleran la deshidratación entre 10 % y 12,5 % de contenido de humedad se consideran intermedias y las que toleran la deshidratación entre 15 % y 50 % de humedad se denominan recalcitrantes (Farrant et al., 1993).

La principal característica fisiológica de las semillas ortodoxas es su gran tolerancia a la deshidratación, su fase final de maduración está acompañada por deshidratación celular la cual inicia con la pérdida de agua del suministro vascular de la planta madre a la semilla (Bewley y Black, 1994).

Las semillas recalcitrantes por su parte no experimentan deshidratación en la planta madre y sin detener su desarrollo pasan directamente a la germinación (Farrant et al., 1993). El nivel de humedad al momento de la diseminación en semillas recalcitrantes de los árboles tropicales varía entre 23 % en especies como Cocura (*Pourouma cecropiifolia* Mart.) (Sánchez et al., 2005) y 25 % en la nuez del Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. Bonpl.) (Kainer et al., 1999), hasta 46-51 % en palma (*Euterpe espirosantensis* Fernand). (Martins et al., 1999) y 47-53 % en cagaita (*Eugenia dysenterica* D.C.) (Andrade et al., 2003).

Los árboles que producen semillas recalcitrantes se restringen típicamente a ambientes tropicales acuáticos y semiacuáticos (Tweddle et al., 2003). Donde el tamaño de sus semillas

es relativamente grande, logrando superar fácilmente en algunos casos los cuatro centímetros de largo (Farnsworth, 2000). Aproximadamente el 75 % de estas especies tropicales, poseen embriones que ocupan más de la mitad del volumen de la semilla y poco o inexistente endospermo (Farnsworth, 2000), característica que les permite su germinación en áreas sombreadas y en ambientes de sucesión avanzada (Foster, 1986).

Por otro parte, la limitada cantidad de reservas que poseen las semillas pequeñas, las inhiben de producir una plántula capaz de atravesar una capa de hojarasca de espesor pronunciado (Molofsky y Augspurger, 1992). En este contexto, el máximo de profundidad debe ser directamente proporcional a la masa de la semilla para lograr una germinación exitosa (Van Der Valk, 1992). Thompson et al. (1993), al evaluar el tamaño y la forma de semillas en hierbas, encontraron que las semillas con menos de 3 mg y casi redondas, tienen la tendencia a ser enterradas. Por lo anterior, si las semillas no son previamente removidas por derrumbos o levantamientos de raíces, poca sería la inherencia que podría tener en la regeneración natural de un claro (Dalling, 2002).

2.3. Factores ambientales y su influencia en el desarrollo de los bancos de semillas del suelo en los bosques tropicales

Los bosques tropicales al ser uno de los ecosistemas más antiguos, diversos y ecológicamente complejos (Whitmore, 1997) sostienen probablemente más de la mitad de todas las formas de vida del planeta y brindan diversos servicios ambientales; además de contener innumerables especies con un valor real o potencial (Myers, 1984). Karsen (1981) afirma que los factores ambientales que afectan la germinación de las semillas son: luz, temperatura, contenido de humedad, lluvia, concentración de oxígeno, entre otros.

La luz juega un papel indispensable para la germinación de las semillas, siendo un agente regulador que estimula y aumenta la velocidad de los procesos germinativos (Marañón et al.,

2004). Las semillas que requieren de luminosidad son llamadas fotoblásticas positivas y se caracterizan por la presencia de fitocromos con un diferencial de sensibilidad a la luz roja (Khurana y Singh, 2001; Dalling, 2002). Según Bewley y Black (1985) el fitocromo es una proteína reversible cuya función es actuar como fotorreceptor fundamentalmente de luz roja y roja lejana. En base a esto, las semillas sensibles a la luz podrán germinar en sitios abiertos donde reciben una alta proporción de luz (Larcher, 1980; Bewley y Black, 1985). Del mismo modo Egley y Chandler (1983) afirman que las semillas enterradas en el suelo, están en completa oscuridad y no germinarán debido a que el fitocromo está inactivo.

La temperatura óptima para que ocurra la germinación tiende a ser diferente para cada especie. Muchas especies tropicales, especialmente las pioneras, requieren de la fluctuación de la temperatura durante el día para suspender la dormancia, este cambio es evidenciado por las semillas al formarse un claro y percibir variaciones en la temperatura a nivel del suelo (Khurana y Singh, 2001). En otras palabras el efecto de la temperatura sobre la germinación depende de su contenido de humedad, dado que bajo condiciones de sequía las semillas tienden a perder latencia. Esta respuesta es muy importante durante las estaciones secas y calientes en las cuales la mayoría de semillas rompen su latencia, sin embargo, estas no germinan debido a que las condiciones le son desfavorables (Samimy y Khan, 1983; Taylorson, 1979).

El agua es un factor esencial para la germinación, ya que éste proceso se inicia con la imbibición de la semilla (Egley y Chandler, 1983). Tanto los propágulos latentes como las no latentes pueden imbibir agua (Evans, 1972; Egley y Chandler, 1983). La escasez de agua limita la germinación de las semillas y el exceso de agua también puede llegar a ser contraproducente en algunos casos (Marañón 2001).

Las perturbaciones originadas por actividades humanas, afectan de manera más evidente a la abundancia, la densidad y la composición de los bancos de semillas del suelo (Álvarez et al., 2005). Por lo general, en ecosistemas boscosos afectados por diferentes grados de perturbación

pueden presentar bancos de semillas persistentes. Álvarez et al. (2005), encontraron que en fragmentos de bosques de niebla con diferentes grados de perturbación (camino, pastoreo, corte selectivo de árboles), el banco de semillas de los fragmentos con grados de perturbación intermedia y alta fueron de mayor proporción, estando dominados por especies de árboles heliófilos correspondientes a especies que en general poseen semillas dormantes. Asimismo, el banco de semillas de bosques secundarios cercanos a tierras deforestadas y con un uso intenso de agricultura industrial y pastoreo; está compuesto en su mayoría de especies de tipo herbáceo, arbustos heliófitos y pastos foráneos las cuáles pueden llegar a inhibir el crecimiento de las especies leñosas de la vegetación del lugar (Quintana-Ascencio et al., 1996; Dupuy y Chazdon, 1998; Guariguata, 2000).

2.4. Estudios de ecología y similares del bosque montano en el sur del Ecuador.

Se denomina bosque montano, a la vegetación existente a lo largo de las faldas de la cordillera de los andes, donde la distribución altitudinal oscila entre los 1800 a 3000 msnm. Estos bosques también denominados como selvas nubladas se caracterizan por tener altas concentraciones de niebla superficial y gran cantidad de sus árboles son retorcidos, con una altura promedio del dosel de 5 a 18 m y los árboles están cubiertos por abundantes epifitas: helechos, musgos, orquídeas, bromelias (Bussmann, 2005). Lomáscolo (2007) afirma que Ecuador es el segundo país de América Central y del Sur con mayor superficie de bosque nublado con alrededor de 11 200 000 ha, precedido únicamente por Colombia con 33 288 ha.

Este tipo de formación vegetal es importante por los servicios ambientales que proporcionan, especialmente agua, estos bosques funcionan como una esponja absorbente de grandes cantidades de agua debido a que tienen epifitas grandes y abundantes; además estos bosques de los Andes Tropicales son uno de los ecosistemas más diversos del mundo, siendo considerados como un punto caliente de biodiversidad (MAE, 2013). En este contexto Aguirre, Gaona y

Samaniego (2019) en su estudio de valoración ecológica y económica del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” afirman que en la composición florística del parque se registra; 137 especies dentro de 109 géneros y 50 familias, incluyendo elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos. Respecto a la densidad se registraron 1 565 individuos que incluyen árboles, arbustos y hierbas, esto equivale a 0,9 individuos/m², que representa 9 000 individuos por hectárea.

Aguirre y Yaguana (2014) mencionan que el bosque montano del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC) se encuentra entre 2 160 a 2 250 msnm, tiene una extensión de 12,93 ha que corresponde al 13,46 % del área total del PUFVC, es la cobertura boscosa de máximo crecimiento y desarrollo con una gran diversidad florística formada por árboles, arbustos, hierbas, parásitas y epifitas. Gran parte de este bosque se encuentra en sitios de difícil acceso, por la estructura enmarañada de la vegetación y pendiente del terreno.

Aguirre et al. (2017) mencionan que la diversidad florística del componente leñoso en una parcela permanente en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, registra 45 especies dentro de 39 géneros y 29 familias de los cuales 30 son árboles y 15 arbustos. Las familias más diversas son: Rubiaceae, Araliaceae, Asteraceae, Melastomataceae y Primulaceae.

Entre los aspectos ecológicos del PUFVC, el suelo se caracteriza por tener origen metamórfico, de baja fertilidad, medianamente profundo (60 cm), de textura franco, franco arenoso y franco arcilloso, pH ácido, con valores bajos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. Se trata de suelos coluviales donde ha existido la acción constante de fenómenos geomorfológicos que han modificado la fisiografía con grandes deslizamientos y la acción de la erosión pluvial, ha dado como resultado la formación de estoraques y colinas. La topografía del terreno es accidentada con pendientes medias que fluctúa entre 40-90 % (Aguirre, 2001). Aguirre, Gaona y Samaniego (2019) afirman que en el bosque natural del PUFVC se encontró la mayor cantidad de hojarasca, con un promedio de 9,1 cm sobre la capa superficial del suelo.

La red hidrográfica la conforman dos pequeñas quebradas: León Huayco, con un caudal promedio de 5,14 l/s y Los Nogales, con un caudal promedio de 2,16 l/s (Aguirre y Yaguana, 2014; Aguirre, Gaona y Samaniego, 2019).

En lo que respecta al banco de semillas del suelo en este tipo de ecosistemas, son pocas las investigaciones por lo que es necesario estudiar, pues se considera uno de los componentes bióticos más importantes para la regeneración y permanencia del bosque (Trujillo y Vargas, 2008) pues constituye un reservorio de especies listas a germinar cuando se presenta una perturbación o cuando las condiciones ambientales cambian para iniciar el proceso de sucesión (Moscoso y Diez, 2005). Carrera (2019) menciona que en un estudio preliminar en el banco de semillas del bosque montano del PUFVC registro un total de 88 individuos que engloban siete especies, siete géneros y cinco familias, donde predominan *Ageratina dendroides* con 54 individuos pertenecientes al estrato arbustivo y *Phytolacca bogotensis* con 16 individuos pertenecientes a hierbas nativas del ecosistema.

3. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

El Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, está ubicado en el sector La Argelia, parroquia San Sebastián, cantón Loja, es propiedad de la Universidad Nacional de Loja, localizado a 5 km de la vía Loja-Vilcabamba, tiene una superficie de 99,2 ha, se desarrolla en un rango altitudinal de 2 130 a 2 520 msnm. Localizado entre las coordenadas UTM: 700 592 – 9 554 223N, 700 970 – 9 553 139S - 701 309 – 9 553 171E, 699 961 – 9 554 049W (Figura 1). En su extensión existen cinco ecosistemas: bosque andino, matorral, páramo antrópico, bosque mixto de *Juglans neotropica*, plantaciones de pino y eucalipto (Aguirre et al., 2016).

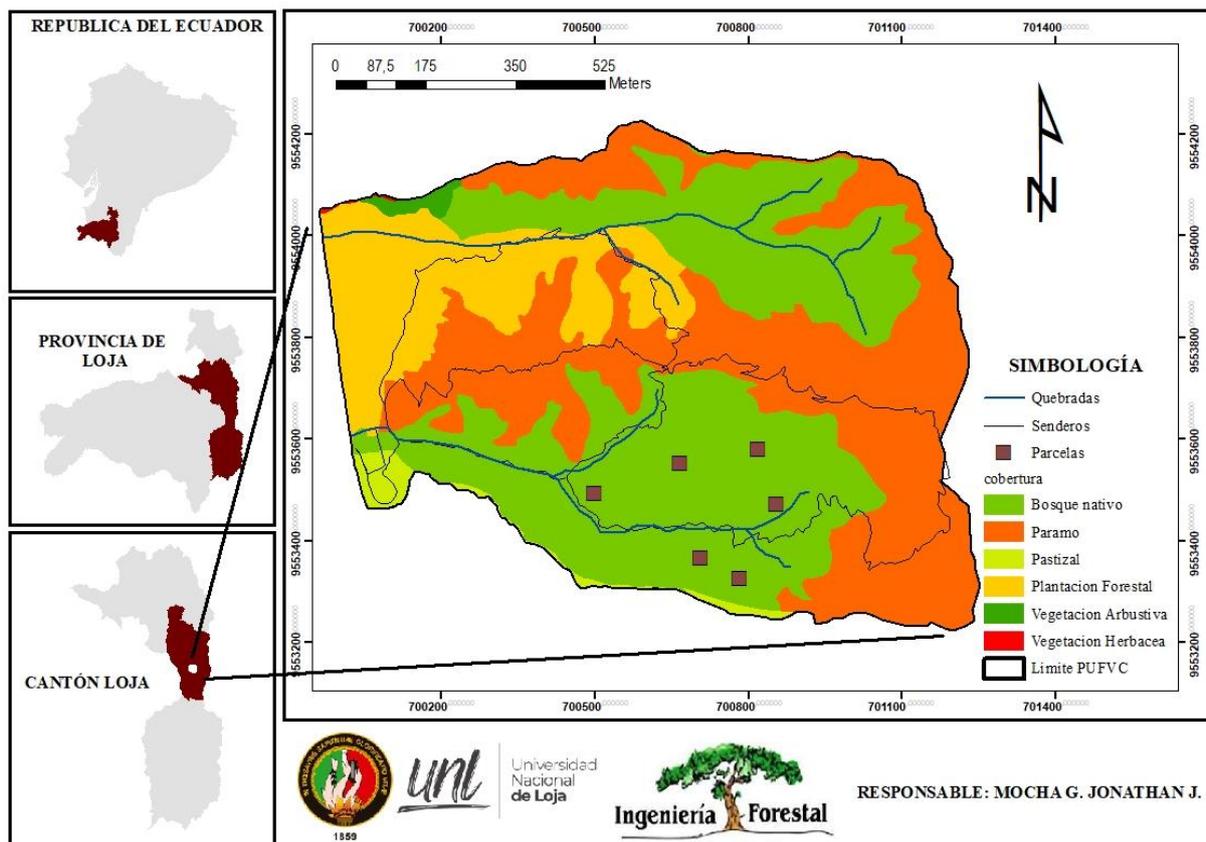


Figura 1. Ubicación geográfica del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

3.2. Metodología para determinar la composición florística del bosque montano de la microcuenca Los Nogales dentro del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

Para el levantamiento de información sobre la composición florística del bosque montano del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, se utilizó la metodología planteada por Aguirre (2019).

El estudio se realizó en el remanente de bosque montano de la microcuenca Los Nogales; debido al buen estado de conservación de la vegetación.

3.2.1. Delimitación e instalación de parcelas temporales

Se instalaron seis parcelas de 20 m x 20 m (400 m²), en áreas con pendientes moderadas y alejadas de los senderos y/o caminos con el fin de evitar el efecto borde, las cuales se delimitaron utilizando una brújula, GPS, estacas y piola (Aguirre, 2019) (Ver Figura 2).

Se etiquetaron a todos los individuos arbóreos mayores o iguales a 5 cm de diámetro a una altura de 1,30 m del suelo. La identificación de las especies *in situ* se realizó con la ayuda de los técnicos del Herbario “Reinaldo Espinosa” quien forma parte del proyecto: Procesos ecológicos de la vegetación en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Universidad Nacional de Loja, Fase II. Para las especies no identificadas en campo se recolectaron muestras botánicas que se identificaron en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja.

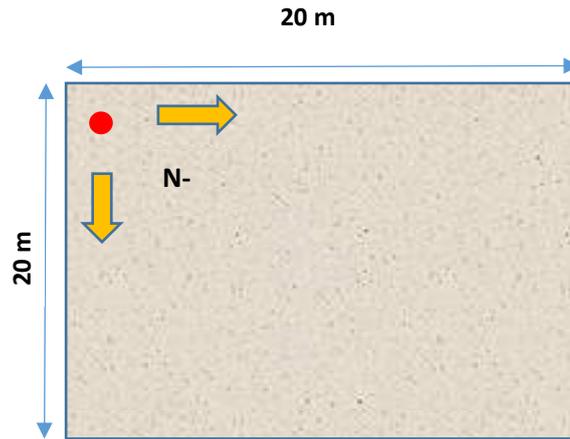


Figura 2. Tamaño y orientación de parcelas utilizadas en la investigación

Cada parcela se dividió en cuadrantes verticales de 5 m con un rumbo Nor – Oeste, donde se marcaron los individuos tomando las distancias en X y en Y respectivamente, como se ilustra en la Figura 3.

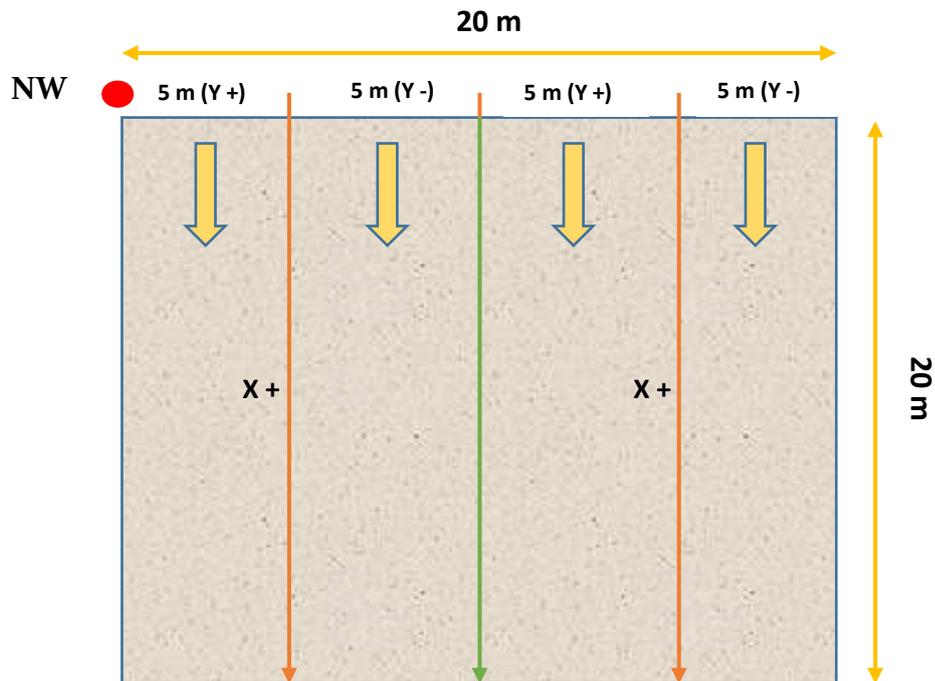


Figura 3. Tamaño y orientación para la identificación de individuos

Para la recolección de los datos de composición florística se utilizó el formato de la Tabla 1, se recopiló información como: pendiente (%), altura (msnm), nombre científico, DAP

(cm), variables que permitieron analizar los estratos arbóreos y arbustivos presentes en la zona y la correlación que podría existir con el banco de semillas del suelo del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.

Tabla 1. Registro de datos de individuos mayor o igual a 5 cm de DAP.

Coordenadas UTM:		Lugar:		
Parcelas N°:		Fecha:		
Altura (msnm):		Pendiente:		
Breve descripción del sitio:				
N°	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	Observaciones

Fuente: Aguirre (2019)

3.2.2. Cálculo de los parámetros estructurales de la vegetación

Con los datos recolectados se calcularon: densidad absoluta (D), densidad relativa (DR) o abundancia, frecuencia relativa (FR), e índice de valor de importancia simplificado (IVIs); en base a las formulas presentadas en Aguirre (2019):

- **Densidad absoluta (D) # ind/ha** = $\frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}}$
- **Densidad relativa (DR) %** = $\frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} \times 100$
- **Frecuencia relativa (Fr) %** = $\frac{\text{N}^\circ \text{ de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$
- **Índice valor Importancia (IVI) %** = $\frac{\text{DR} + \text{FR}}{2}$

3.3. Metodología para evaluar las especies del bosque montano que se regeneran a partir de la colección de bancos de semillas del suelo en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”

Para evaluar las especies que se regeneran en el bosque montano del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” a partir de la colección, tratamiento y monitoreo de las muestras de suelo (banco de semillas), se utilizó la metodología usada por Ferrandis et al. (2019).

3.3.1. Identificación y selección de los sitios de muestreo

Dentro de las parcelas temporales de 20 m x 20 m (400 m²) se instalaron cinco subparcelas de 2 m x 2 m (4 m²), donde se recolectaron treinta muestras de suelo mineral y treinta muestras de la capa orgánica, de acuerdo al sentido de las manecillas del reloj partiendo del punto Nor – Oeste y terminando en la subparcela del centro con el propósito de cubrir la mayor cantidad del área (Figura 4).

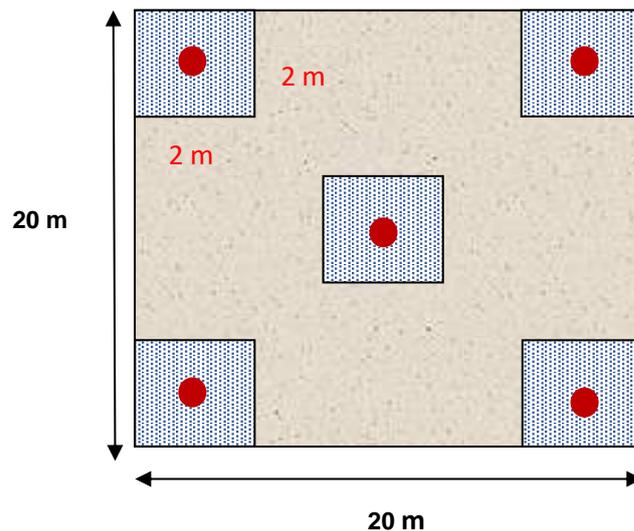


Figura 4. Puntos de recolección de muestras en las parcelas

3.3.2. Obtención de las muestras del banco de semillas del suelo

Para coleccionar las muestras para la capa orgánica y la capa mineral se retiró la hojarasca, las ramas gruesas y se cortó en los extremos las raíces. Las dimensiones de las muestras fueron de

15 cm de largo, 15 cm de ancho y un espesor máximo de 10 cm; el espesor fue variable según las condiciones del terreno. La extracción se realizó con una lampa de acero y para su traslado se usaron fundas plásticas con la etiqueta correspondiente.

En cada sitio se anotó información como: código, ubicación, altitud, temperatura, volumen, velocidad del viento, porcentaje de luz, potencial de hidrogeno, tipo de suelo y porcentaje de raíces; que permitieron analizar su relación con la cobertura vegetal (Tabla 2).

Tabla 2. Hoja de campo para coleccionar información de los bancos de semillas del suelo en el PUFVC

Coordenadas UTM:		Lugar:		
Código:		Fecha:		
Altura (msnm):		Pendiente:		
Observaciones:		Tipo de suelo:		Porcentaje de raíces:
N°	Temperatura	Velocidad del viento	Porcentaje de luz	Potencial de hidrogeno

3.3.3. Procesamiento de las muestras de banco de semillas

Las muestras de suelo y de la capa orgánica fueron llevadas a un espacio previamente adecuado en la Carrera de Ingeniería Forestal, en la ciudadela La Argelia en los predios de la Universidad Nacional de Loja, junto a la Radio Universitaria en donde se realizó separación de hojarasca, ramas, piedras y otros elementos que no sean suelo. Se colocaron las muestras en bandejas de espuma flex debidamente etiquetadas; para ayudar a la germinación se introdujeron en fundas (Sun bags) transparentes; para mantener la temperatura y la humedad óptima.

3.3.4. Monitoreo del proceso germinativo de las muestras de suelo

Para el monitoreo se estableció un sistema de recolección de datos, donde se dividió cada una de las bandejas de espuma flex en nueve cuadrantes de 6,33 cm x 6,33 cm (40,1 cm³) y se

numeraron como lo ilustra la Figura 5, los individuos se enumeraron según el orden de aparición.

El monitoreo se realizó diariamente durante un periodo de 113 días para evitar sesgos en la información, de acuerdo a las recomendaciones de Trujillo y Vargas (2008). El riego se realizó con agua destilada obtenida del Laboratorio de Fisiología de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales, para evitar contaminación por hongos.

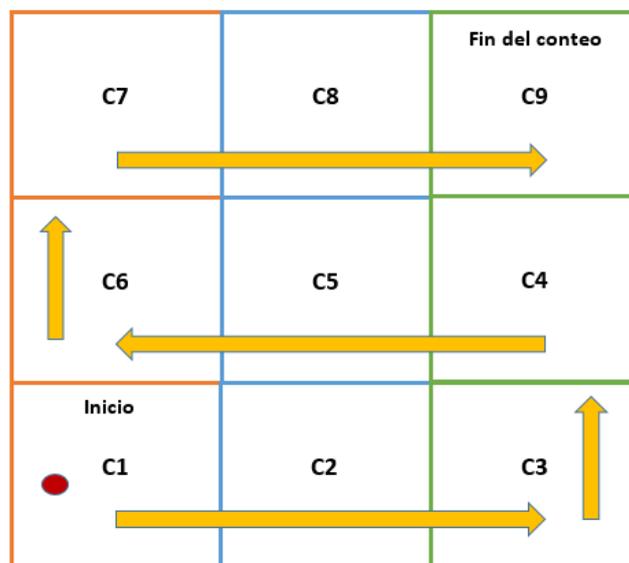


Figura 5. Sistema de recolección de datos en bandejas

3.3.5. Identificación de las especies que se regeneraron del banco de semillas del suelo

La identificación de las especies que se regeneraron se realizó en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja, para ello se trasladó las especies que tuvieron un tamaño aproximado de 5 cm de altura, que permitieron diferenciar sus atributos y características botánicas. La identificación de las plántulas es complicada, algunas especies en sus etapas iniciales presentaron características botánicas distintas a las plantas adultas, lo que limitó su identificación, por esta razón algunas especies se identificaron solo a nivel de género. Además se identificó el tipo de banco de semillas presente en el bosque montano del PUFVC utilizando la clave dicotómica adaptado de Thompson et al. (1997).

3.3.6. Cálculo de parámetros estructurales de las especies que se regeneraron de los bancos de semillas

Con los datos registrados se calculó: densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), frecuencia relativa (FR) e índice de valor de importancia simplificado (IVIs); utilizando las formulas propuestas por Aguirre (2019):

- **Densidad absoluta (D) # ind/ha** = $\frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}}$
- **Densidad Relativa (DR) %** = $\frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} \times 100$
- **Frecuencia relativa (Fr) %** = $\frac{\text{N}^\circ \text{ de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$
- **Índice Valor Importancia (IVI) %** = $\frac{\text{DR} + \text{FR}}{2}$

3.3.7. Índice de velocidad germinativa (IVG)

Para el cálculo del índice de velocidad germinativa se realizaron conteos diarios del número de plántulas emergidas, considerando como primer día aquél en que se observó la primera plántula emergida. Se aplicó la fórmula sugerida por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_i}{N_i} + \dots + \frac{G_n}{N_n} = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{N_i}$$

Donde:

N₁, N₂, ..., N_n: representan número de días desde la iniciación del ensayo de germinación

G₁, G₂, ..., G_n: representan número semillas germinadas en el día.

3.3.8. Análisis de datos para el cálculo de la diversidad

Para comprender el tipo de especies que se encontraron reposando en el banco de semillas del suelo se calculó los índices de diversidad; además, se compararon aspectos como riqueza y el número de individuos entre las muestras de la capa mineral con las muestras de la capa de materia orgánica, para ello se realizó un análisis de comparación de medias.

Los análisis se realizó utilizando hojas de cálculo de Excel y el programa InfoStat. Los índices que se calcularon son:

- **Índice de Shannon (H')**

Para el índice de Shannon se utilizó dos componentes: Riqueza de especies y Equitatividad /representatividad (dentro del muestreo) (Moreno, 2001).

La ecuación para su cálculo es:

$$H = \sum_{i=1}^s (P_i)(\log_n P_i)$$

Dónde:

H = Índice de la diversidad de la especie

S = Número de especie

P_i = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

- **Índice de Pielow**

Este índice estableció una relación entre la diversidad observada frente a la máxima diversidad esperada en las muestras, se utilizó la siguiente ecuación:

$$E = \frac{H'}{H_{max}}$$

Donde:

H': Índice de Shannon

Hmax: Es la diversidad Máxima

- **Índice de similitud de Sorensen**

Para conocer el grado de semejanza de las especies regeneradas en los bancos de semillas se utilizó el coeficiente de Sorensen; que fue elegido porque es simple, eficaz y ampliamente utilizado (Clarke y Warwick, 2001; McCune y Grace, 2002; Magurran, 2004).

$$Ks = \frac{2c}{a + b} * 100$$

Donde:

Ks = Índice de Similitud de Sorensen.

a = número de especies de la muestra 1.

b = número de especies de la muestra 2.

c = número de especies en común.

4. RESULTADOS

4.1. Composición florística del bosque montano en la microcuenca Los Nogales dentro del parque universitario “Francisco Vivar Castro”

Se registraron 238 individuos, pertenecientes a 32 especies, 26 géneros y 24 familias botánicas, de los cuales 19 son árboles (59,37 % del total) y el 13 son arbustos (40,62 %) (Tabla 3). El listado total de los individuos se presenta en el Anexo 1.

Las familias botánicas con mayor representatividad, en relación al número de individuos, correspondieron a Rubiaceae, Primulaceae y Betulaceae, mientras que Rhamnaceae, Fabaceae y Ericaceae tienen un solo individuo. En el componente leñoso del bosque montano del PUFVC, el 53 % de las especies presentan una dispersión endozoocoria, el 22 % anemocoria y el 3 % ectozoocoria; sus frutos son bayas, drupas, nueces y capsulas que son aprovechadas por la fauna del sector (Tabla 3).

Tabla 3. Árboles y arbustos del componente leñoso del bosque montano en la microcuenca Los Nogales, con los tipos de frutos, dispersor y número de individuos

Habito de Crecimiento	Nombre Científico	Familia	Tipo de fruto/ Dispersor	Número Ind.
	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	Nuez/AM	24
	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Melastomataceae	Cápsula	6
	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Meliaceae	Cápsula/AM	3
	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	Cápsula/AM	18
	<i>Clusia</i> cf. <i>alata</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	Cápsula/EZ	1
	<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	Cápsula/EZ	8
	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	Chloranthaceae	Drupa/EZ	9
	<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae	Baya/EZ	11
	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	Drupa/EZ	7
	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	Drupa/EZ	18
	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	Lauraceae	Drupa/EZ	6

Árboles	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	Proteaceae	Cápsula/AM	1
	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	Drupa/EZ	12
	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Rosaceae	Drupa	12
	<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.	Rhamnaceae	Drupa/EZ	1
	<i>Roupala obovata</i> Kunth	Proteaceae	Cápsula/AM	1
	<i>Senna viarum</i> (Little) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	Vaina/AM	1
	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Siparunaceae	Drupas/EZ	9
	<i>Weinmannia ovata</i> Ruiz & Pav.	Cunoniaceae	Cápsula	2
	19 Especies		16 Familias	
Arbustos	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	Ericaceae	Baya/EZ	1
	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	Nuez/AM	2
	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	Melastomataceae	Baya	2
	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	Baya/EZ	34
	<i>Palicourea</i> sp.1	Rubiaceae	Baya	1
	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	Urticaceae	Aquenio/ETZ	22
	<i>Piper barbatum</i> Kunth	Piperaceae	Baya/EZ	3
	<i>Piper pubinervulum</i> C. DC.	Piperaceae	Baya/EZ	5
	<i>Sciodaphyllum</i> sp.	Araliaceae	Drupa	1
	<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	Solanaceae	Baya/EZ	1
	<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	Solanaceae	Baya/EZ	3
	<i>Verbesina</i> cf. <i>arborea</i> Kunth	Asteraceae	Aquenio	1
	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	Drupa/EZ	12
13 Especies		10 Familias		88 Ind.

Nota: Anemocoria (AM); Endozoocoria (EZ); Ectozoocoria (ETZ)

4.1.1. Parámetros estructurales del estrato arbóreo del bosque montano en la microcuenca Los Nogales

Se registraron 150 individuos en una superficie de 2400 m², donde las cinco especies de mayor importancia ecológica (IVI) fueron: *Alnus acuminata* con 13,77 %, *Myrsine sodiroana* con 9,85 %, *Prunus opaca* con 8,81 %, *Clethra fimbriata* con 7,92 % y *Oreopanax rosei* con 7,85 %, mientras que las especies con valor de importancia menor son: *Weinmannia ovata* y *Clusia* cf.

alata, *Oreocallis grandiflora*, *Rhamnus granulosa*, *Roupala obovata* y *Senna viarum*. En la Tabla 4, se detalla las especies representativas de acuerdo al índice de importancia (IVI), los resultados totales constan en el Anexo 2.

Tabla 4. Parámetros estructurales de las 10 especies representativas del estrato arbóreo del bosque montano en la microcuenca Los Nogales

Nombre Científico	Familias	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVI (%)
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	24	16,00	11,54	13,77
<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	18	12,00	7,69	9,85
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Rosaceae	12	8,00	9,62	8,81
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	18	12,00	3,85	7,92
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	12	8,00	7,69	7,85
<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae	11	7,33	7,69	7,51
<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	8	5,33	7,69	6,51
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	7	4,67	7,69	6,18
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	Chloranthaceae	9	6,00	3,85	4,92
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Siparunaceae	9	6,00	3,85	4,92

Nota: Densidad (D); Densidad relativa (DR); Frecuencia relativa (FR); Índice de valor de importancia (IVI)

En el parámetro de densidad, *Alnus acuminata* presenta 24 ind/ha seguido por *Myrsine sodiroana* y *Clethra fimbriata* con 18 ind/ha, mientras que *Oreocallis grandiflora*, *Rhamnus granulosa*, *Roupala obovata* y *Senna viarum* presentan la menor abundancia (1 ind/ha).

4.1.2. Parámetros estructurales del estrato arbustivo del bosque montano en la microcuenca Los Nogales

En este estrato se registraron 88 individuos en una superficie de 2400 m², las cinco especies de mayor importancia ecológica (IVI) fueron: *Palicourea amethystina* con 29,73 %, *Viburnum triphyllum* con 19,32 %, *Phenax laevigatus* con 14,58 %, *Piper barbatum* con 5,87 % y *Miconia obscura* con 5,30%, y las especies con menor valor de importancia menor son: *Cavendishia bracteata*, *Palicourea* sp1, *Sciodaphyllum* sp., *Solanum oblongifolium* y

Verbesina cf. arborea. En la Tabla 5 se detalla las especies representativas de acuerdo al índice de importancia (IVI). Los resultados totales constan en el Anexo 3.

Tabla 5. Parámetros estructurales de las 10 especies representativas del estrato arbustivo del bosque montano en la microcuenca Los Nogales

Nombre Científico	Familias	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVI (%)
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	34	38,64	20,83	29,73
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	12	13,64	25	19,32
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	Urticaceae	22	25	4,17	14,58
<i>Piper barbatum</i> Kunth	Piperaceae	3	3,41	8,33	5,87
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	Melastomataceae	2	2,27	8,33	5,3
<i>Piper pubinervulum</i> C. DC.	Piperaceae	5	5,68	4,17	4,92
<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	Solanaceae	3	3,41	4,17	3,79
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	2	2,27	4,17	3,22
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	Ericaceae	1	1,14	4,17	2,65
<i>Palicourea</i> sp1	Rubiaceae	1	1,14	4,17	2,65

Nota: Densidad (D); Densidad relativa (DR); Frecuencia relativa (FR); Índice de valor de importancia (IVI)

Se destacó por la abundancia *Palicourea amethystina* con 34 ind/ha y *Phenax laevigatus* con 22 ind/ha, mientras que *Cavendishia bracteata*, *Palicourea* sp.1, *Sciodaphyllum* sp., *Solanum oblongifolium* y *Verbesina cf. arborea* se presentan como las especies con menor abundancia (1 ind/ha). Es interesante mencionar que *Viburnum triphyllum* es una especie frecuente, su presencia es en 25 % de las parcelas de estudio, mientras que con menor frecuencia se observa a *Piper pubinervulum* con 4,17 %.

En la figura 6, se presenta el índice de valor de importancia de las especies con mayor representatividad en el estrato arbóreo y arbustivo.

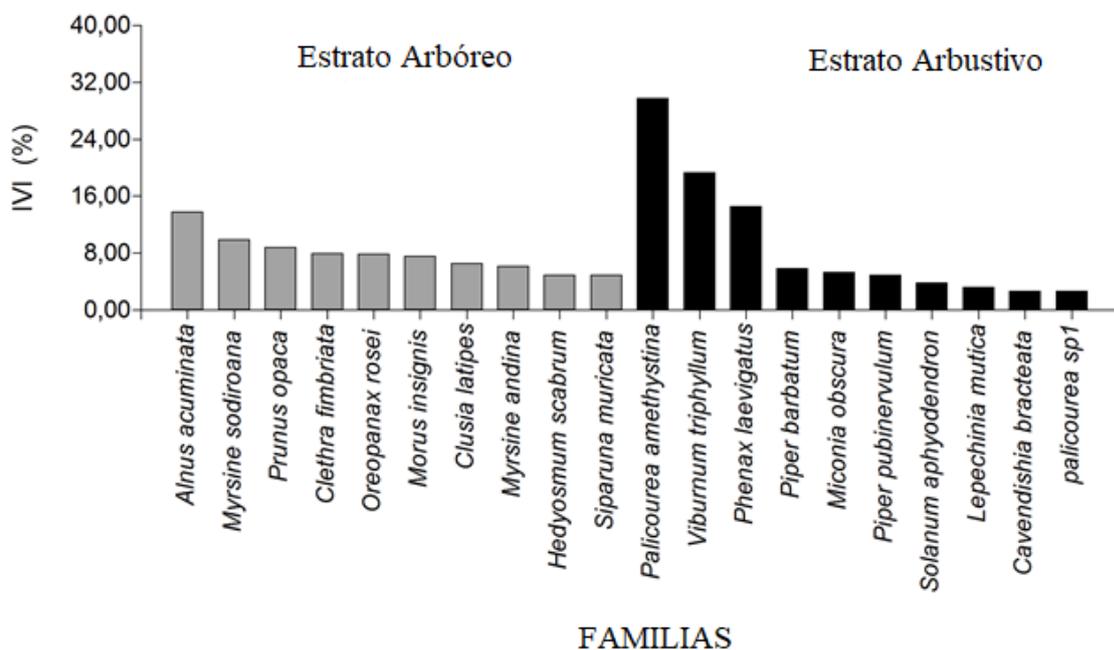


Figura 6. Índice de valor de importancia (IVI) de las especies leñosas del bosque montano del PUFVC

4.2. Especies que se regeneran a partir de los bancos de semillas del suelo del bosque montano en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”

4.2.1. Composición florística del banco de semillas del suelo del bosque montano

Se obtuvo la germinación de 914 individuos, pertenecientes a 38 especies, 27 géneros y 23 familias botánicas, de los cuales el 0,5 % son árboles, el 36 % son arbustos, el 60 % son hierbas, y un 4,2 % fue catalogado como indeterminadas, ya que se clasificaron hasta morfoespecie (Tabla 6). El listado total de los individuos se presenta en el Anexo 4.

El 45 % de las especies registradas en el banco de semillas del suelo del PUFVC presentan una dispersión anemocoria, el 26 % endozoocoria y el 5 % ectozoocoria; en lo que respecta a la forma de los frutos un 60 % de las especies son bayas y drupas mientras que el 40 % restante presenta otras formas tales como nueces, bayas y cápsulas que han sido transportadas y almacenadas en el suelo por la fauna del sector (Tabla 6).

Las familias botánicas con mayor representatividad, en relación al número de individuos, corresponden a Cyperaceae, Melastomataceae y Urticaceae, mientras que Alstroemeriaceae, Primulaceae y Malvaceae son las menos representadas.

Tabla 6. Árboles, arbustos y hierbas del banco de semillas del suelo en el bosque montano del PUFVC

Habito de Crecimiento	Nombre Científico	Familia	Tipo de fruto/ Dispersor	Nº Ind.
Árboles	<i>Myrsine</i> sp.1	Primulaceae	Drupa/EZ	2
	<i>Solanum abitaguense</i> S. Knapp	Solanaceae	Baya/EZ	3
	2 Especies	2 Familias		5
Arbustos	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC	Rubiaceae	Baya/EZ	8
	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	Cápsula/ETZ	40
	<i>Tournefortia</i> sp.	Boraginaceae	Drupa	7
	<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae	Baya/EZ	26
	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	Nuez/AM	11
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Asteraceae	Cápsula/AM	1
	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd	Urticaceae	Aquenio/ETZ	91
	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	Cápsula/AM	142
	8 Especies	7 Familias		326
Hierbas	<i>Muehlenbeckia</i> sp.1	Polygonaceae	Bayas/EZ	9
	<i>Bomarea isopetala</i> Kraenzl.	Alstroemeriaceae	Drupas	2
	<i>Colignonia scandens</i> Benth.	Nyctaginaceae		4
	<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae	Aquenio/AM	13
	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Commelinaceae	Cápsula/AM	19
	<i>Iresine</i> sp.	Amaranthaceae	Aquenio/AM	10
	<i>Iridaceae</i> sp.1	Iridaceae	Cápsula/AM	2
	<i>Iridaceae</i> sp.2	Iridaceae	Cápsula/AM	1
	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav ex G. Don	Oxalidaceae	Cápsula/AM	19
	<i>Galium</i> sp.1	Rubiaceae	Esquizocarpo /AM	9
	<i>Poaceae</i> 1	Poaceae	Cariópside/EZ	27
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Aquenio/AM	177
	<i>Calceolaria</i> sp.	Scrophulariaceae	Cápsula/AM	11
	<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae	Cápsula/AM	70
	<i>Calceolaria</i> sp.2	Scrophulariaceae	Cápsula/AM	3

	<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	Drupa/EZ	44
	<i>Pilea myriantha</i> Killip.	Urticaceae		54
	<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	Cápsula/AM	68
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	Esquizocarpo /AM	1
	<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schltdl	Commelinaceae	Cápsula/AM	1
	20 Especies	19 Familias		544
	<i>Solanaceae</i> 1	Solanaceae		15
	<i>Solanaceae</i> 2	Solanaceae		1
	<i>Solanum</i> sp. 1	Solanaceae	Baya/EZ	13
Morfoespecies	<i>Solanum</i> sp. 2	Solanaceae	Baya/EZ	5
	<i>Solanum</i> sp. 3	Solanaceae	Baya/EZ	1
	<i>Asteraceae</i> 1	Asteraceae		1
	<i>Asteraceae</i> 2	Asteraceae		1
	<i>Indeterminada.</i> 1			2
	8 Especies	2 Familias		39
				Ind

Nota: Anemocoria (AM); Endozoocoria (EZ); Ectozoocoria (ETZ)

4.2.2. Parámetros estructurales del banco de semillas del suelo

Cinco especies presentan el índice de valor de importancia (IVI) más alto: *Cyperus rotundus* con 12,60 %, *Tibouchina laxa* con 10,57 %, *Phenax laevigatus* con 7,12 %, *Calceolaria* sp. 1 con 6,52 % y *Viola arguta* con 5,21 %, mientras que las especies con menor valor de importancia son: *Palicourea amethystina*, *Tournefortia* sp., *Colignonia scandens*, *Bomarea isopetala*, *Sida rhombifolia*.

En la Tabla 7 se detalla las especies representativas de acuerdo al índice de importancia (IVI).

Los resultados totales constan en el Anexo 5.

Tabla 7. Índice de valor de importancia de las 10 especies más representativas regeneradas en banco de semillas del suelo en el bosque montano del PUFVC

Nombre Científico	Familia	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVI (%)
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	176	19,26	5,94	12,6
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	139	15,21	5,94	10,57
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd	Urticaceae	94	10,28	3,96	7,12

<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae	74	8,1	4,95	6,52
<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	68	7,44	2,97	5,21
<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	44	4,81	4,95	4,88
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	40	4,38	3,96	4,17
<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae	27	2,95	4,95	3,95
<i>Pilea myriantha</i> Killip.	Urticaceae	56	6,13	0,99	3,56
<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae	27	2,95	3,96	3,46

Nota: Densidad (D); Densidad relativa (DR); Frecuencia relativa (FR); Índice de valor de importancia (IVI)

Cyperus rotundus y *Tibouchina laxa* presentan una densidad de 176 ind/ha y 139 ind/ha respectivamente, mientras que *Solanum* sp.3, *Sida rhombifolia*, *Tinantia erecta*, *Baccharis latifolia*, *Solanaceae* sp.2, *Iridaceae* sp.2 y *Asteraceae* sp.1 presentan menor densidad (1 ind/ha). En este tipo de ecosistema, *Cyperus rotundus* y *Tibouchina laxa* son frecuentes de encontrar con 5,94 %, mientras que *Pilea myriantha* constituye una especie poco frecuente de con un 0,99 %.

4.2.3. Composición florística del banco de semillas de la capa orgánica del bosque montano del PUFVC

En la capa orgánica se registraron 519 individuos de 33 especies, en una profundidad promedio de 2,4 cm con un rango mínimo de 1 cm y un máximo de hasta 5 cm, de los cuales el 0,20 % son árboles, el 33 % son arbustos, el 61 % son hierbas, y un 5 % fue catalogado como indeterminadas, ya que se clasificaron hasta morfoespecies (Tabla 8).

Tabla 8. Árboles, arbustos y hierbas del banco de semillas de la capa orgánica

Hábito de crecimiento	Nombre científico	Familia	N° Ind.
Árbol	<i>Myrsine</i> sp. 1	Primulaceae	1
	1 Especie	1 Familia	1
Arbustos	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	23
	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	6
	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC	Rubiaceae	8
	<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae	18

	<i>Tournefortia</i> sp.	Boraginaceae	7
	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	18
	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd	Urticaceae	94
	7 Especies	7 Familias	174
Hierbas	<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae	10
	<i>Iresine</i> sp.	Amaranthaceae	10
	<i>Muehlenbeckia</i> sp.1	Polygonaceae	6
	<i>Bomarea isopetala</i> Kraenzl.	Alstroemeriaceae	2
	<i>Calceolaria</i> sp.	Scrophulariaceae	11
	<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae	43
	<i>Calceolaria</i> sp.2	Scrophulariaceae	1
	<i>Colignonia scandens</i> Benth.	Nyctaginaceae	4
	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Commelinaceae	6
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	59
	<i>Galium</i> sp.1	Rubiaceae	5
	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav ex G. Don	Oxalidaceae	17
	<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	24
	<i>Pilea myriantha</i> Killip.	Urticaceae	50
	<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae	20
	<i>Sida rhombifolia</i> l.	Malvaceae	1
	<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schltld	Commelinaceae	1
<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	47	
	18 Especies	15 Familias	317
Morfoespecies	<i>Asteraceae</i> sp.2	Asteraceae	2
	<i>Indeterminada.</i> 1		1
	<i>Solanacea</i> sp.1	Solanaceae	10
	<i>Solanacea</i> sp.2	Solanaceae	1
	<i>Solanum</i> sp.1	Solanaceae	7
	<i>Solanum</i> sp.2	Solanaceae	5
<i>Solanum</i> sp.3	Solanaceae	1	
	6 Especies	2 Familias	27

4.2.4. Parámetros estructurales del banco de semillas de la capa orgánica

Cuatro especies presentan el índice de valor de importancia (IVI) más alto: *Phenax laevigatus* con 13,66 %, *Cyperus rotundus* con 7,97 %, *Viola arguta* con 6,83 % y *Calceolaria* sp.1 con 6,35 %, mientras que las especies con menor valor de importancia son: *Myrsine* sp.1, *Sida rhombifolia*, *Solanacea* sp.2, *Solanum* sp.3 y *Tinantia erecta*.

Tabla 9. Índice de valor de importancia de las 10 especies más representativas del banco de semillas de la capa orgánica

Nombre Científico	Familia	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVI (100%)
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd	Urticaceae	94	22,38	4,94	13,66
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	41	9,76	6,17	7,97
<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	47	11,19	2,47	6,83
<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae	43	10,24	2,47	6,35
<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae	20	4,76	6,17	5,47
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	18	4,29	6,17	5,23
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	23	5,48	4,94	5,21
<i>Calceolaria</i> sp.	Scrophulariaceae	11	2,62	6,17	4,40
<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae	10	2,38	6,17	4,28
<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae	18	4,29	3,70	3,99

Nota: Densidad (D); Densidad relativa (DR); Frecuencia relativa (FR); Índice de valor de importancia (IVI)

Phenax laevigatus y *Viola arguta* presentan una densidad de 94 Ind/ha y 47 Ind/ha respectivamente, mientras que *Calceolaria* sp.2, *Iresine* sp., *Myrsine* sp.1, *Sida rhombifolia*, *Solanacea* sp.2, *Solanum* sp.3 y *Tinantia erecta* presentan menor densidad (1 Ind/ha). En este tipo de ecosistemas, *Cyperus rotundus*, *Poaceae* sp.1, *Tibouchina laxa*, *Calceolaria* sp., y *Bidens* sp., son frecuentes de encontrar con 6,17 %, mientras que *Palicourea amethystina* constituye una especie poco frecuente con un 1,23 %.

4.2.5. Composición florística del banco de semillas de la capa mineral del bosque montano del PUFVC

En la capa mineral se registraron 395 individuos de 24 especies, en una profundidad promedio de 7,6 cm con un rango mínimo de 5 cm y un máximo de hasta 9 cm, de los cuales el 1 % son árboles, el 39 % son arbustos, el 57 % son hierbas y un 3 % fue catalogado como indeterminadas (Tabla 10).

Tabla 10. Árboles, arbustos y hierbas del banco de semillas de la capa mineral

Hábito de crecimiento	Nombre científico	Familia	Nº Ind.
Árbol	<i>Solanum abitaguense</i> S. Knapp	Solanaceae	3
	<i>Myrsine</i> sp.1	Primulaceae	1
	2 Especies	2 Familias	4
Arbusto	<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae	9
	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	17
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Asteraceae	1
	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	5
	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	121
	5 Especies	5 Familias	153
Hierba	<i>Muehlenbeckia</i> sp.1	Polygonaceae	3
	<i>Pilea myriantha</i> Killip.	Urticaceae	6
	<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae	4
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	117
	<i>Galium</i> sp.1	Rubiaceae	4
	<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae	31
	<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	20
	<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	21
	<i>Calceolaria</i> sp.2	Scrophulariaceae	2
	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav ex G. Don	Oxalidaceae	2
	<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae	7
	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Commelinaceae	5
	<i>Iridacea</i> sp.1	Iridaceae	2
	<i>Iridacea</i> sp.2	Iridaceae	1
	14 Especies	12 Familias	225
Morfoespecies	<i>Solanum</i> sp.1	Solanaceae	6
	<i>Indeterminada.</i> 1		1
	<i>Asteraceae</i> sp.1	Asteraceae	1
	<i>Solanacea</i> sp.1	Solanaceae	5
	3 Especies	2 Familias	13

4.2.6. Parámetros estructurales del banco de semillas de la capa mineral

Cinco especies representan el índice de valor de importancia (IVI) más alto: *Cyperus rotundus* con 19,98 %, *Tibouchina laxa* con 19,63 %, *Calceolaria* sp.1 con 7,37 %, *Phytolacca americana* con 6,84 % y *Acalypha diversifolia* con 4,74 %, mientras que las especies con menor valor de importancia son: *Asteraceae* sp.1, *Baccharis latifolia*, *Iridacea* sp.2, *Myrsine* sp.1.

Tabla 11. Índice de valor de importancia de las 10 especies más representativas del banco de semillas de la capa mineral

Nombre Científico	Familia	D Ind/ha	DR (%)	FR (%)	IVI (100%)
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	117	29,62	10,34	19,98
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	121	30,63	8,62	19,63
<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae	31	7,85	6,90	7,37
<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	20	5,06	8,62	6,84
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	17	4,30	5,17	4,74
<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	21	5,32	3,45	4,38
<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae	9	2,28	5,17	3,73
<i>Solanacea</i> sp.1	Solanaceae	5	1,27	5,17	3,22
<i>Muehlenbeckia</i> sp.1	Polygonaceae	3	0,76	5,17	2,97

Nota: Densidad (D); Densidad relativa (DR); Frecuencia relativa (FR); Índice de valor de importancia (IVI)

En la Tabla 12 se presenta la riqueza y abundancia de las especies regeneradas en el banco de semillas; en la capa orgánica y mineral del suelo del PUFVC.

Tabla 12. Riqueza y abundancia de especies del banco de semillas del suelo

Banco de semillas del suelo	Riqueza	N° de Individuos
Capa orgánica	33 Especies	519
Capa mineral	25 Especies	395

En la Figura 7, se muestra el banco de semillas del suelo tanto en la capa orgánica como de la mineral, al realizar el análisis de comparación de medias se evidencia que no existen diferencias significativas entre el número de especies y el número de individuos encontrados en cada capa del suelo con un $p=0,06$ y $p= 0,1424$ respectivamente, la variabilidad para ambos parámetros es mayor al 35 %. El cálculo de la prueba T consta en el Anexo 6.

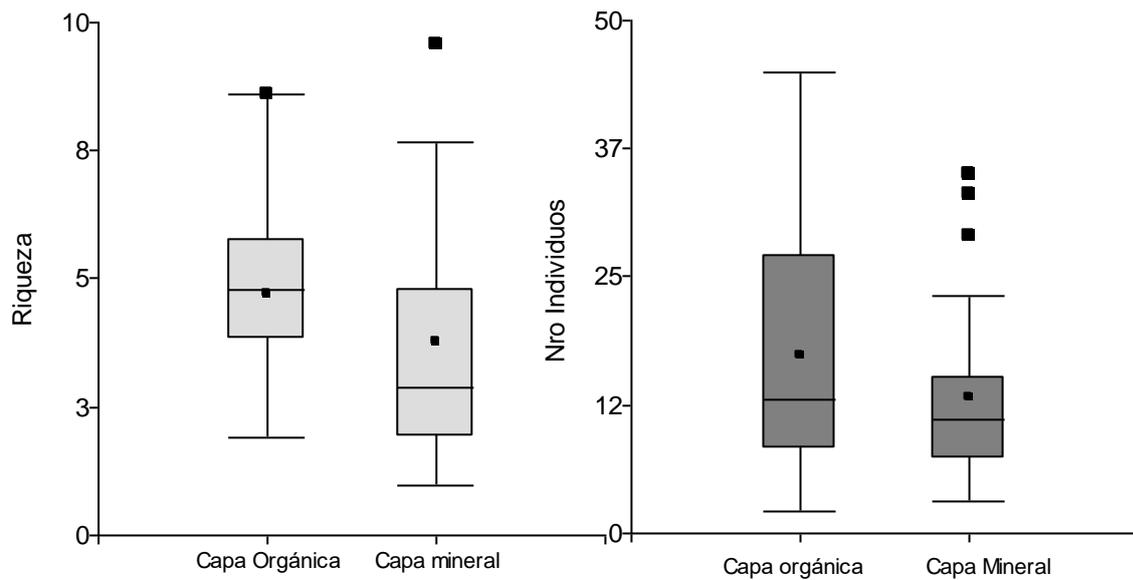


Figura 7. Comparación de medias entre la capa orgánica y la mineral del banco de semillas

4.2.7. Proceso de germinación del banco de semillas del suelo en el bosque montano en el PUFVC

La germinación de los individuos del banco de semillas de la capa orgánica inició su germinación al tercer día de monitoreo con un individuo de *Phenax laevigatus*, seguido por *Cyperus rotundus* y *Pilea myriantha* con un individuo al sexto día de monitoreo respectivamente. El pico más alto de germinación se dio el día 24 con 173 individuos censados; después de este periodo la germinación decayó drásticamente, hasta que el día 101 se registró la germinación del último individuo perteneciente a *Viola arguta*, sumando un total de 519 individuos (Figura 8).

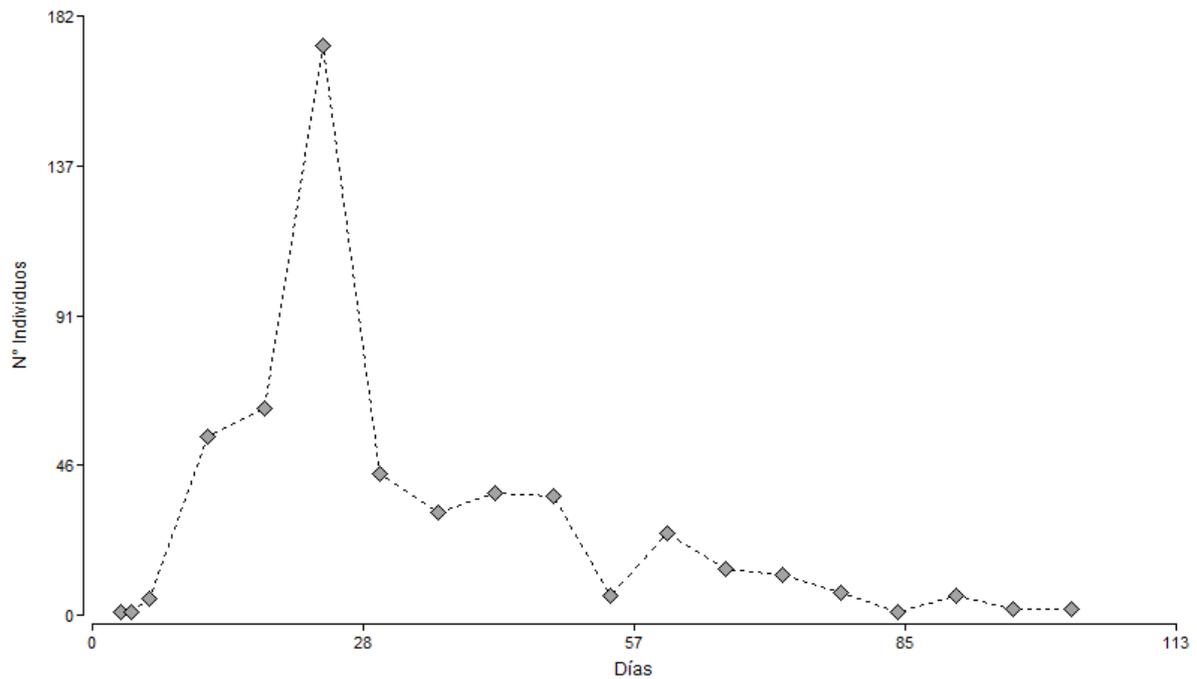


Figura 8. Germinación diaria del banco de semilla de la capa orgánica del suelo del bosque montano del PUFVC

La germinación de los individuos del banco de semillas de la capa mineral inicio al sexto día de monitoreo con tres individuos de *Cyperus rotundus*, seguido de *Tibouchina laxa* y *Calceolaria* sp. 1 con un individuo al noveno día de monitoreo respectivamente. El pico más alto de germinación se presentó el día 30 con 81 individuos censados; a partir de esta fecha la germinación decayó progresivamente comportándose de forma regular, el día 95 se registró el último individuo perteneciente a *Cyperus rotundus* sumando un total de 395 individuos (Figura 9).

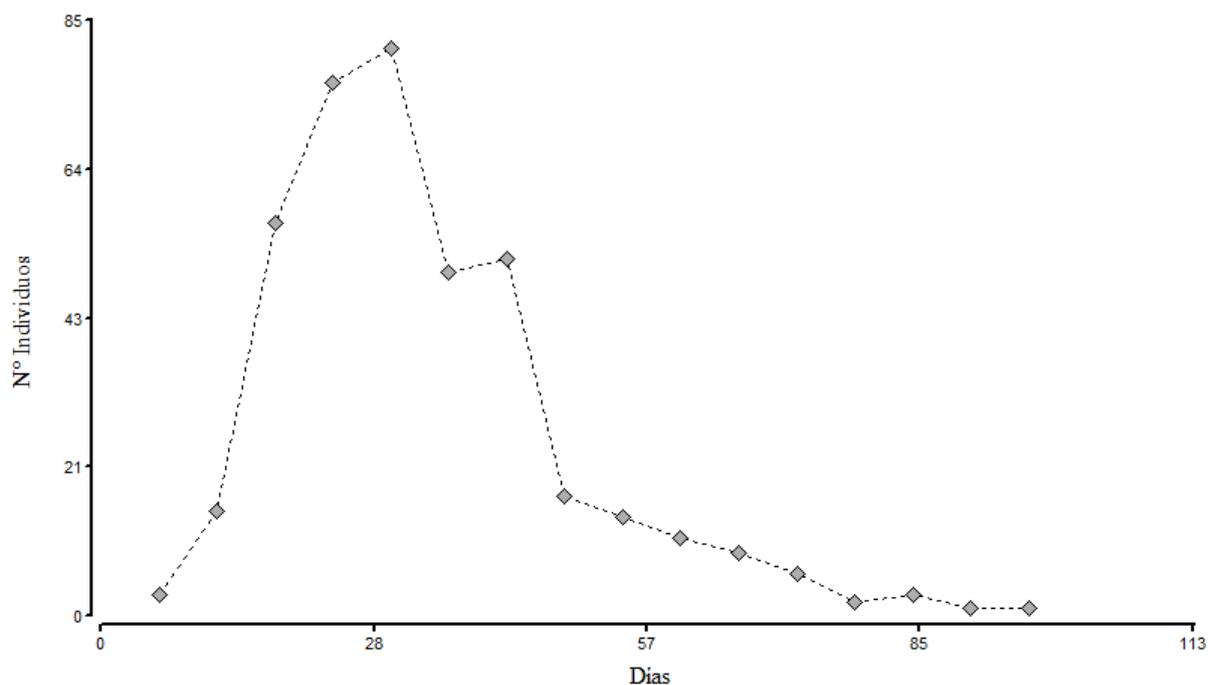


Figura 9. Germinación diaria del banco de semillas de la capa mineral del suelo del bosque montano del PUFVC

4.2.8. Índice de velocidad de germinación (IVG)

Las especies del banco de semillas de la capa orgánica con el mayor índice de velocidad de germinación (IVG) son: *Phenax laevigatus* con 0,28 semilla/día, *Cyperus rotundus* con 0,52 semilla/día y *Pilea myriantha* con 0,44 semillas por día. Mientras que las especies con menor índice de velocidad de germinación son: *Calceolaria* sp.2, *Indeterminada*. 1, *Myrsine* sp.1, *Sida rhombifolia*, *Solanaceae* sp.2, *Solanum* sp.3 y *Tinantia erecta* con 0,01 semillas por día (Tabla 13). Los resultados totales constan en el Anexo 7.

Tabla 13. Índice de velocidad germinativa del banco de semillas de la capa orgánica del suelo en el bosque montano del PUFVC

Nombre científico	familia	IVG semilla/día
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd	Urticaceae	0,83
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	0,52
<i>Pilea myriantha</i> Killip.	Urticaceae	0,44
<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	0,42
<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae	0,38
<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	0,21
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	0,20
<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae	0,18

<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae	0,16
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	0,16

Las especies de la capa mineral con mayor índice de velocidad de germinación (IVG) son: *Tibouchina laxa* con 1,07 semilla/día, seguida de *Cyperus rotundus* con 1,04 semilla/día y *Calceolaria* sp.1 con 0,24 semillas por día, mientras que las especies con menor índice de velocidad de germinación son: *Asteraceae* sp.1, *Baccharis latifolia*, *Indeterminada*. 1, *Iridaceae* sp.2 y *Myrsine* sp.1 con 0,01 semillas por día (Tabla 14). Los resultados totales constan en el Anexo 8.

Tabla 14. Índice de velocidad germinativa de las especies presente en la capa mineral del bosque montano del PUFVC

Nombre científico	Familia	IVG Semilla/día
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	1,07
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	1,04
<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae	0,27
<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	0,18
<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	0,18
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	0,15
<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae	0,08
<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae	0,06
<i>Pilea myriantha</i> Killip.	Urticaceae	0,05
<i>Solanum</i> sp.1	Solanaceae	0,05

4.2.9. Diversidad del bosque montano y el banco de semillas del suelo

El bosque montano presenta un índice de diversidad de Shannon de 4,27 y un índice de Pielow de 1,23; y, el banco de semillas del suelo pese a la dificultad de la identificación de las especies presenta un índice de diversidad de Shannon es de 3,99 y un índice de Pielow de 1,09 (Tabla 15). Los valores detallados del cálculo del índice de Shannon-Wiener y Pielow constan en el Anexo 9.

Tabla 15. Índice de diversidad del bosque y del banco de semillas del suelo del bosque montano del PUFVC

Categorías	Índice de Shannon (H')=	Índice de Pielow (E')=	Interpretación
Bosque montano	4,27	1,23	Diversidad alta (Homogéneo en abundancia)
Banco de semillas del suelo	3,99	1,09	Diversidad alta (Homogéneo en abundancia)

4.2.10. Índice de similitud entre la diversidad del componente leñoso del bosque montano y la diversidad de la germinación del banco de semillas del suelo

La similitud entre el componente leñoso del bosque montano y el banco de semillas del suelo en general es de 14,6 % con cuatro especies compartidas: *Lepechinia mutica*, *Palicourea amethystina* y *Phenax laevigatus* y un individuo del género *Myrsine*. Los valores del cálculo del índice de similitud constan en el Anexo 10.

En la Tabla 16, se presenta el índice de similitud entre los hábitats evaluados, en la parte superior derecha se muestran los índices de similitud para todas las combinaciones, en la intercepción (gris obscuro) la riqueza total reportada y en la parte inferior izquierda el número de especies compartidas entre los hábitats comparados. Los valores del cálculo del índice de similitud constan en el Anexo 11.

Tabla 16. Índice de similitud de Sorensen del bosque montano y el banco de semillas del suelo

	Capa mineral	Bosque montano	Capa orgánica	Índice de similitud
Capa mineral	25	0,05	0,67	
Bosque montano	1	32	0,15	
Capa orgánica	5	3	33	
Número de especies compartidas				

Al analizar la similitud entre el bosque montano y el banco de semillas del suelo de la capa orgánica y mineral del suelo, se determinó que la capa orgánica y el bosque montano tienen una similitud del 15 % con tres especies compartidas: *Lepechinia mutica*, *Palicourea amethystina* y *Phenax laevigatus*; mientras que la capa mineral y el bosque montano tienen una similitud del 5 % con una especie compartida *Lepechinia mutica* (Tabla 16). Los valores detallados del cálculo del índice de similitud constan en el Anexo 11.

Al comparar las especies presentes entre las capas del suelo evaluadas, la capa orgánica y la capa mineral del suelo presentan una similitud del 67 % con cinco especies compartidas: *Acalypha diversifolia*, *Lepechinia mutica*, *Tibouchina laxa*, *Myrsine* sp.1 y *Rubus* sp.1. El bosque montano, la capa orgánica y la mineral solo comparten una especie: *Lepechinia mutica*.

La tabla 16, indica además que existen especies que están almacenadas en una determinada capa del suelo, por ejemplo se destaca la presencia de *Palicourea amethystina*, *Phenax laevigatus* y *Tournefortia* sp., encontradas únicamente en la capa orgánica; mientras que *Baccharis latifolia* y *Solanum abitaguense* se encontraron exclusivamente en la capa mineral.

5. DISCUSIONES

5.1. Composición florística del bosque montano de la microcuenca Los Nogales dentro del parque universitario “Francisco Vivar Castro”

La composición florística del bosque montano en la microcuenca Los Nogales es de 32 especies de las cuales 19 son arbóreas y 13 arbustivas; al comparar con los resultados reportados por Aguirre et al. (2017) en una parcela permanente de una hectárea en el mismo PUFVC la riqueza de especies es menor, ya que en dicho estudio se reportan 45 especies, 30 arbóreas y 15 arbustos. Al comparar los resultados con las investigaciones realizadas en los bosques montanos de la Reserva Biológica San Francisco, límite norte del Parque Nacional Podocarpus, el número de individuos y la riqueza de especies es menor, pues Bussmann (2005) reporta entre 880-1210 árboles pertenecientes a 318 especies, siendo una de las presencias arbóreas más numerosas encontradas en bosques montanos, seguido por los arbustos que registraron 134 especies, esto posiblemente se deba al estado de conservación y al esfuerzo de muestreo.

Maldonado et al. (2018) en un bosque siempreverde montano bajo en la microcuenca El Sushi, cantón Palanda, provincia Zamora Chinchipe, reportan 100 especies de las cuales 59 son árboles mientras y 24 especies son arbustos; comparando con otros bosques montanos suramericanos se observa el mismo patrón. Es decir, abundancia y riqueza mayores a los reportados en la investigación del PUFVC, tal como reporta Loza, Morales y Jorgensen (2010) en un bosque montano del área natural de manejo integrado Madidide en los Andes tropicales del noroeste de Bolivia, donde se registraron 4 190 individuos de plantas leñosas con 311 especies/morfoespecies.

Las diferencias encontradas pueden atribuirse a la ubicación y al acceso de las parcelas temporales en comparación a la ubicación de la parcela permanente implementada por Aguirre et al. (2017). Otra de las razones que podrían explicar estas diferencias puede atribuirse al efecto

de borde provocado por los senderos que atraviesan el PUFVC, lo que es confirmado por Granados et al. (2014) que manifiestan que el efecto de borde se traduce en balances negativos debido al decremento de organismos especializados en hábitats conservados y a la invasión de especies exóticas. Otro de los aspectos que se deben considerar es la variabilidad espacio-temporal, aspecto que influye en la disponibilidad de especies puesto que algunas especies tienen a reducir sus poblaciones en respuesta a los estímulos ambientales temporales a las que son sometidas (Saavedra, 2019).

La diversidad alfa del componente leñoso de la microcuenca Los Nogales según el índice de Shannon es de 4,27, caracterizándose por la homogeneidad en la abundancia que presenta, según el índice de Pielou es de 1,23; resultados que coinciden con los reportados por Aguirre et al. (2017), así como por otras investigaciones en bosques montanos, en donde se destaca la diversidad de estos ecosistemas como (Palacios et al. 2016; Lozano et al. 2018).

5.2. Parámetros estructurales de la vegetación del bosque montano

Al analizar los parámetros estructurales del bosque montano se observa que las especies del estrato arbóreo de mayor importancia ecológica son: *Alnus acuminata*, *Myrsine sodiroana*, *Prunus opaca*, *Clethra fimbriata* y *Oreopanax rosei*; resultados que coinciden, en su mayor parte con lo reportado por Aguirre et al. (2017) donde las especies de mayor importancia ecológica en el estrato arbóreo son: *Alnus acuminata*, *Clethra revoluta* y *Siparuna muricata*; y, en menor parte con los resultados de Cango (2018) donde las especies de mayor importancia ecológica son: *Cyathea caracasana*, *Clethra revoluta* y *Hedyosmum scabrum*.

Las especies arbustivas reportadas con mayor IVI son: *Palicourea amethystina*, *Viburnum triphyllum* y *Phenax laevigatus*; que coinciden con los resultados de Aguirre et al. (2017) en la misma zona de estudio; no obstante, otras investigaciones como las de Aguirre, Celi y Herrera (2018) y Ramírez y Naranjo (2009) destacan los mayores índices de valor de

importancia a otras especies, que se atribuyen a las características propias de ubicación y de funcionalidad de los bosques estudiados.

5.3. Especies del bosque montano que se regeneran a partir de la colección de los bancos de semillas del suelo en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”

5.3.1. Composición florística del banco de semillas del suelo en el bosque montano

El banco de semillas del suelo en el bosque montano del PUFVC se caracteriza por la presencia de 914 individuos, pertenecientes a 38 especies, 27 géneros y 23 familias botánicas, de los cuales el 0,5 % son árboles, el 36 % son arbustos, el 60 % son hierbas y el 4,2 % corresponden a indeterminadas; resultados mayores a los expuestos por Carrera (2019) quien reporto un total de 88 individuos en el bosque montano que pertenecen a siete especies, siete géneros y cinco familias en el mismo PUFVC, las diferencias en el número de individuos y especies pueden atribuirse al método de colección de las muestras de suelo y a la temporalidad en la colección de las muestras, ya que en el caso de Carrera (2019) se colectó las muestras en enero y se utilizó el barreno para la extracción de las muestras, mientras que en la presente investigación se colecto en el mes de noviembre y en vez de un cilindro se obtuvo un cuadrado de suelo.

En lo que respecta al hábito de crecimiento, los arboles están representados en menor cantidad, seguidos de arbustos y siendo las hierbas las mayores representadas en el banco de semillas del suelo del PUFVC, similares resultados reporta Moscoso y Diez (2005) y Hernández, Malkind y Mora (2009) que pese a ser estudios en lugares y condiciones diferentes, se relacionan al estar dominados por el estrato herbáceo, seguido del estrato arbustivo y en menores cantidades el estrato arbóreo.

En lo que respecta a los parámetros estructurales del banco de semillas del suelo, las especies con mayor importancia ecológica son: *Cyperus rotundus* con 12,60 %, *Tibouchina laxa* con 10,57 %, *Phenax laevigatus* con 7,12 %, *Calceolaria* sp. 1 con 6,52 % y *Viola arguta* con 5,21

%; resultados que difieren con los presentados por Carrera (2019) quien reporta *Ageratina dendroides* con 54 individuos y cinco individuos de *Muehlenbeckia tamnifolia* especies que corresponden al estrato arbustivo y que son consideradas las de mayor importancia.

Hernández, Malkind y Mora (2009) reportan a especies como: *Heliocarpus americanus*, *Stachytarpheta mutabilis*, *Impatiens sultanii*, *Borreria laevis*, *Tibouchina longifolia*, *Piper aduncum* y *Sida rhombifolia* como las más importantes, mientras que Noguera et al. (2020) también reporta la presencia de *Cyperus rotundus* como una de las especies dominantes en el banco de semillas del suelo.

5.3.2. Germinación del banco de semillas del suelo en el bosque montano

La germinación del banco de semillas del suelo se evaluó en un periodo de 113 días, registrando al tercer día de monitoreo en la capa orgánica el primer individuo de *Phenax laevigatus* seguido por *Cyperus rotundus* de la capa mineral, así mismo el día 101 de monitoreo finalizó la germinación en la capa orgánica con la especie *Viola arguta*; resultados que difieren de Carrera (2019) quien reporta en el bosque montano del PUFVC, en un periodo de germinación de 90 días que el primer individuo en germinar fue de *Phytolacca bogotensis* a los nueve días, mientras que a los 79 días se alcanzó un máximo de 88 individuos; como se mencionó anteriormente las diferencias se atribuyen al método de recolección de las muestras y a la temporalidad en su colecta. Arroyo (2018) muestra resultados de germinación en los primeros ocho días de monitoreo de las especies *Boehmeria* sp., y *Datura* sp.; y, en la etapa final de *Oxalis corniculata*, *Solanum caripense* y *Citharexylum* sp. Cabe mencionar que pese a diferir en las etapas temprana y final del monitoreo, comparten un género en la etapa intermedia.

5.3.3. Índice de velocidad de germinación del banco de semillas del suelo

En la capa orgánica del suelo, *Phenax laevigatus* presenta un índice de velocidad de germinación (IVG) de 0,83 semilla/día seguida de *Cyperus rotundus* con 0,52 semilla/día y *Pilea myriantha* con 0,44 semilla/día; en la capa mineral *Tibouchina laxa* presenta un índice de velocidad de germinación (IVG) de 1,07 semilla/día seguida de *Cyperus rotundus* con 1,04 semilla/día y *Calceolaria* sp. 1 con 0,24 semilla/día; resultados que difieren con lo expuesto por Carrera (2019) donde las especies con mayor índice de velocidad de germinación (IVG) fueron *Ageratina dendroides* con 0,88 semilla/día, seguida de *Colignonia* sp con 0,07 semilla/día y *Gnaphalium americanum* con 0,08 semilla/día. Cabe recalcar que los estudios que evalúen el índice de velocidad de germinación (IVG) en banco de semillas del suelo de especies de bosques montanos son limitados.

5.3.4. Similitud de la diversidad y composición florística del bosque y los bancos de semillas del suelo (capa orgánica y capa mineral)

La diversidad del banco de semillas del suelo refleja una diversidad media con un índice de Shannon-Wiener de 3,08 y tiende a ser homogéneo en abundancia según el índice de Pielow con un valor de 0,95; resultados mayores a lo expuesto por Moscoso y Diez (2005) donde el índice de Shannon-Wiener alcanzo una diversidad media con valores 2,16 incluyendo la hojarasca o capa orgánica del suelo; son mayores a lo registrado por Noguera et al. (2020) en tres ecosistemas con diferentes tipos de alteraciones; y a los reportados por Carrera (2019) en donde la diversidad fue baja.

La similitud entre el bosque montano y el banco de semillas del suelo fue de 14,6 % con cuatro especies compartidas: *Lepechinia mutica*, *Palicourea amethystina* y *Phenax laevigatus* y un individuo del genero *Myrsine*. Al analizar el grado de similitud entre la capa orgánica y la capa mineral presenta un porcentaje del 67 % con cinco especies compartidas: *Acalypha diversifolia*,

Lepechinia mutica, *Myrsine* sp.1, *Rubus* sp., y *Tibouchina laxa*; resultados mayores a lo expuesto por Moscoso y Diez (2005) donde la semejanza entre la vegetación y el banco de semillas (incluyendo la hojarasca) alcanzó un valor de 3 % de similitud entre ambos componentes, además el suelo y la hojarasca alcanzaron valores de 12,5 % similitud. Es importante mencionar que pese a ser estudios realizados en distintos escenarios de bosque montano, coinciden en que el mayor porcentaje de similitud se da entre la capa orgánica y la capa mineral. Posiblemente el tipo de dispersión puede llegar a condicionar la presencia de las especies en el banco de semillas del suelo, así mismo, es posible que la predación de semillas afecte su disponibilidad en el suelo, por lo que se evidencia la necesidad de seguir investigando estos temas, ya que al igual que todo en la naturaleza, el banco de semillas del suelo no es estático y tiene una actividad y dinámica propia.

6. CONCLUSIONES

La diversidad florística del bosque montano en la microcuenca Los Nogales es de 238 individuos, pertenecientes a 32 especies, 26 géneros y 24 familias botánicas, siendo el hábito de crecimiento con mayor representación los árboles; y, las especies ecológicamente importantes (IVI) más representativas son: *Alnus acuminata*, *Myrsine sodiroana*, *Prunus opaca*, *Clethra fimbriata* y *Oreopanax rosei* dentro de los árboles; y, *Palicourea amethystina*, *Viburnum triphyllum*, *Phenax laevigatus*, *Piper barbatum* y *Miconia obscura* entre los arbustos.

En el banco de semillas del suelo del bosque montano se registró 914 individuos, pertenecientes a 38 especies, 27 géneros y 23 familias botánicas, con mayor representación de especies de hierbas, seguido de arbustos y árboles, donde las especies ecológicamente importantes (IVI) son: *Cyperus rotundus*, *Tibouchina laxa*, *Calceolaria* sp.1, *Phytolacca americana*, *Acalypha diversifolia*, *Phenax laevigatus* y *Viola arguta*.

La germinación del banco de semillas del suelo tuvo un periodo de evaluación de 113 días con el registro de 519 individuos en la capa orgánica del suelo y 395 en la capa mineral, siendo los primeros 30 días los más regulares en los dos sustratos, especies como *Tibouchina laxa*, *Cyperus rotundus*, *Calceolaria* sp.1, *Phenax laevigatus* y *Pilea myriantha*, en su mayoría herbáceas seguidas por varios arbustos pioneros presentaron el mayor índice de velocidad de germinación.

La vegetación del banco de semillas del suelo, comparada con el componente leñoso del bosque montano en la microcuenca Los Nogales son disimiles, dado que comparten tres especies de arbustos: *Palicourea amethystina*, *Phenax laevigatus*, *Lepechinia mutica* y un género de árbol: *Myrsine*, la presencia de estas especies en el banco de semillas del suelo garantiza su presencia en el proceso sucesional del bosque.

Los bancos de semillas, son la fuente principal para la regeneración natural de las especies leñosas en el bosque montano del PUFVC; ya que, contienen un reservorio de especies para el proceso sucesional, que se encuentran aptas para germinar al momento que se presente una perturbación, por estas razones es de importancia el estudio de la composición de los bancos de semillas y el tipo de comportamiento que presentan, frente a distintos tipos de alteraciones.

7. RECOMENDACIONES

- Ampliar el periodo de monitoreo de las muestras de los bancos de semillas con el propósito de realizar la identificación botánica hasta nivel de especie pues debido a las características de las plántulas es difícil conseguir la identificación botánica correspondiente.
- Continuar con las investigaciones que permitan comprender cuál es la dinámica del banco de semillas del suelo en el bosque montano; y, conocer los diferentes factores que perjudican la conservación de las especies dentro de los banco de semillas del suelo.
- Estudiar el tipo de dispersión y la lluvia de semillas en este tipo de ecosistemas.
- Incluir la cobertura orgánica del suelo en futuros estudios sobre los bancos de semillas, dado que son pequeños reservorios de especies pioneras de importancia para la conservación y permanencia de la vegetación en el tiempo.
- Aplicar este tipo de estudios en diferentes ecosistemas de bosque en el Ecuador, para conocer el comportamiento de los bancos de semillas y como se relacionan entre sí, a lo largo del territorio nacional.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M., y Vargas, O. (2008). Banco de semillas germinable (GSG) (en fragmentos de bosque altoandino). En Vargas O. (Ed.), *Estrategias para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino Bogotá* (pp. 251-267). Universidad Nacional de Colombia.
- Aguirre, N., Gaona, T., y Samaniego, C. (2019). Valoración ecológica y económica del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 26(1), 305-324.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n1/a14v26n1.pdf>
- Aguirre, Z. (2001). *Diversidad y Composición Florística de una Área de Vegetación Disturbada por un Incendio Forestal*. (Tesis de Magíster en Manejo Sustentable de los recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo). Riobamba, Ecuador.
- Aguirre Z. (2019). *Métodos para medir la Biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
https://www.academia.edu/43784264/UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_LOJA_FACULTAD_AGROPECUARIA_Y_DE_RECURSOS_NATURALES_RENOVABLES_CARRERA_DE_INGENIERIA_FORESTAL_MOSTROS_PARA_MEDIR_LA_BIODIVERSIDAD
- Aguirre, Z., Celi, H., y Herrera, C. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(3), 923-938.
- Aguirre, Z., Reyes, B., Quizhpe, W., y Cabrera, A. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 543-556.

- Aguirre-Mendoza, Z., Yaguana, C., y Gaona T. (2016). *Parque Universitario de Educación ambiental y Recreación "Ing. Francisco Vivar Castro"*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Álvarez-Aquino, C., Williams-Linera, G., y Newton, A. C. (2005). Disturbance effects on the seed bank of Mexican cloud forest fragments. *Biotropica*, 37 (3): 337-342.
- Andrade, C. S., Cunha, R., Souza, A. F., Reis, R. B., y Almeida, K. J. (2003). Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree *Eugenia dysenterica* DC. *Seed Science and Technology*. 31(2), 125-137.
- Aquino, A. (2016). *Banco de semillas del suelo y su importancia en la regeneración de un mosaico heterogéneo en el trópico seco de Veracruz*. (Maestría en Ciencias en Ecología Forestal). Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
- Arroyo, D. (2018). *Establecimiento de un banco de semillas, del bosque palictahua, en la provincia de Chimborazo, cantón Penipe, sector aguas termales*. (Proyecto de investigación para titulación de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Bakker, J. P., (1989). *Nature Management by Grazing and Cutting*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bakker, J. P., Bos A. F., Hoogveld, J., y Muller, H. J. (1991). *The role of the seed bank in restoration management of semi-natural grasslands*. Ravera, O. (Ed.). New York: Ellis Horwood Limited.
- Benech-Arnold, R. L., Sánchez, R. A., Forcella, F., Kruk, B. C., y Ghersa, C. M. (2000). Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Elsevier Science*, 67(2), 105–122.

- Bewley, J. D., Black. (1985). *Seeds physiology of development and germination*. Plenum Press, New York.
- Bewley, J. D., y Black, M. (1994). *Seeds physiology of development and germination*. Plenum Press, New York.
- Bliss, S. A., y Zedler, P. H. (1998). The germination process in vernal pools: sensitivity to environmental conditions and effects on community structure. *Oecologia*, 113(2), 67-73.
- Bouwmeester, H. J., y Karssen, C. M. (1993). Annual changes in dormancy and germination in seeds of *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. *New Phytologist*, 124(1), 179–191.
- Bussmann, R. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 203-216.
- Carlquist. (1974). *Island Biology*, Columbia University Press, New York, USA.
- Carrera, G. (2019). *Banco de semillas del suelo en dos ecosistemas del parque universitario de educación ambiental y recreación “Francisco Vivar Castro”*. (Tesis de grado de Ingeniería Forestal). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Clarke, K. R., y Warwick, R. M., (2001). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Mar. Lab. Primer-E Ltd, UK.
- Cango, L. (2018). *Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del Bosque Protector Huashapamba, Cantón Saraguro, Provincia de Loja*. (Tesis de grado de Ingeniería Forestal). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Dalling, J. W. (2002). Ecología de semillas. *Ecología y Conservación de bosques neotropicales*. Ediciones LUR. <https://es.scribd.com/document/254648892/Dalling-J-W-2002->

- Díaz, D. (2011). *Plan de manejo para el área de conservación Mangalona 2012 – 2017*. EcoFondo and Bird Life International.
- Dupuy, J. M., y Chazdon, R. L. (1998). Long-term effects of forest regrowth and selective logging on the seed bank of tropical forests in northeastern Costa Rica. *Biotropica*, 30(2), 223-237.
- Egley, G. H., y Chandler, J. M. (1983). Longevity of weed seed after 5.5 years in the stoneville 50 years buried seed study. *Weed Science*, 31(2), 264-270.
- Evans, R. A. (1972). Micronutrient requirement for establishment of annual rangeland weeds. *Weed Science*, 20(3), 350-356.
- Farnsworth, E. (2000). The ecology and physiology of viviparous and recalcitrant seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31(1), 107-138.
- Farrant, J. M., Pammenter, N. W., y Berjak, P. (1993). Seed development in relation to desiccation tolerance: a comparison between desiccation sensitive (recalcitrant) seeds of *Avicennia marina* and desiccation tolerant types. *Europe PubMed Central*, 3(1), 1-13.
- Fenner, M., y Thompson, K. (2005). The ecology of seeds. *Annals of Botany*, 97(1), 151-153.
- Ferrandis, P., Herranz, J. M., y Martínez-Sánchez, J. (1996). The role of soil seed bank in the early stages of plant recovery after fire in *Pinus pinaster* Forest in SE Spain. *Int. J. Wildland Fire*, 6(1), 31-35.
- Finch-Savage, W. E., y Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501-523.

- Foster, S. A. (1986). On the adaptive value of large seeds for tropical moist forest trees: a review and synthesis. *The Botanical review*, 52(7), 260-299.
- García, A. (1991). La dispersión de las semillas. Universidad Nacional Autónoma de México. *Ciencias*. 24(10/12), 3-6.
- Garwood, N. C., (1989). Tropical soil seed banks. Leck, M., Parker, V., y Simpson. R. (Eds.). *Ecology of Soil Seed Banks* (pp. 149-209). London, Academic Press.
- Glenn-Lewin, D., y Van Der Maarel, E. (1992). Patterns and processes of vegetation dynamics. Glenn-Lewin, D., Peet, R., y Vablen. T. (Eds.). *Plant Succession – Theory and Prediction* (pp. 11-59). Chapman & Hall, London.
- Guariguata, M. R. (2000). Seed and seedling ecology of tree species in neotropical secondary forests: Management implications. *The Ecological Society of America Ecol*, 10(1), 145-154.
- Granados C., Serrano D., Garcia-Romero A. (2014). Efecto de borde en la composición y en la estructura de los bosques templados. Sierra de monte-alto, centro de México. *Ecología*, 36(2), 269-287.
- Henderson, C., Petersen, K., y Redak, R. (1988). Spatial and temporal in the seed bank and vegetation of a desert grassland community. *Journal of Ecology*, 76(3), 717-728.
- Hernández, R., Malkind, S., y Mora, A. (2009). Estudio del banco de semillas de un bosque húmedo montano bajo de Mérida-Venezuela. *Pittieria*, 33(33), 47-58.
- Kainer, K., Duryeaa, M., Malavasi, M., Rodrigues da Silva, y Harrison. J. (1999). Moist storage of Brazil nut seeds for improved germination and nursery management. *Forest Ecology and Management*, 116(1/3), 207-217.

- Karssen, C. M. (1981). Environmental conditions and endogenous mechanism involved in dormancy secondary of seed. *Israel Journal of Botany*, 29(1), 45-64.
- Khurana, E., y Singh, J. S. (2001). Ecology of tree seed and seedlings: Implications for tropical forest conservation and restoration. *Current Science*, 80(6), 748-757.
- Larcher, W. (1980). *Physiological plant ecology*. Springer - Verlag, Berlin.
- Lomáscolo, T. (2007). *Diagnostico socio-ambiental de la Reserva nacional el Nogalar de los Toldos y su área de influencia*. Proyecto Alto Bermejo.
<https://es.scribd.com/doc/141195146/RN-El-Nogalar-de-Los-Toldos-pdf>
- Loza, I., Moraes, M., y Jorgensen, P. (2010). Variación de la diversidad y composición florística en relación a la elevación en un bosque montano boliviano (PNANMI Madidi). *Ecología en Bolivia*, 45(2), 87-100.
- Lozano, P., Armas, A., Gualán, M., y Gualpa, M. (2018). Diversidad y composición florística del Bosque Los Búhos ubicado en la provincia de Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 9(3), 12-28.
- Luzuriaga, A. L., Escudero, A., Olano, J. M., y Loidi, J. (2005). Regenerative role of seed banks following an intense soil disturbance. *Acta Oecologica*, 27(1), 57-66.
- Maguire, J. (1962). Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergente and vigor. *Crop Science*, 2(2), 176-7.
- Magurran, A. E., (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell.
- Maldonado, S., Herrera, C., Gaona, T., y Aguirre, M. (2018). Estructura y composición florística de un bosque siempreverde montano bajo en Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(2), 615-630.

- McCune, B., y Grace, J. B., (2002). *Analysis of ecological communities*. MJM Software Design.
- Melo, O., y Vargas, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Universidad Del Tolima.
- Miles, L., Newton, A., DeFries R., Ravilious, C., May, I., Blyth S., Kapos, V., y Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33(3), 491-505.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. In Island Press, Washington, DC.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf
- Molosky, J., y Augspurger, K. C. (1992). The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *The Ecological Society of America*, 73(1), 68-77.
- Moreno, C. E., 2001. *Metodos para medir la biodiversidad*. M&T – Manuales y Tesis SEA.
- Moscoso, L., y Diez, M. (2005). *Banco de semillas en un bosque de roble de la cordillera central colombiana*. Facultad Nacional de Agronomía - Medellín. Colombia.
- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural : Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador Natural Regeneration. *Bosque Latitud Cero*, 7(2), 130-143.
- Myers, N. (1984). *Tropical forest and our future*. Norton. Nueva York, EEUU.

- Noguera, A., González, B., Gamez, J., y White, W. (2020). *Evaluación del banco de semillas del suelo en tres ecosistemas del Parque Ecológico Municipal Canta Gallo, Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Palacios, B., Lozano, D., Aguirre, Z., y Yaguana, C. (2016). Diversidad, estructura y estado de conservación del bosque siempreverde montano bajo de la microcuenca "El Padmi" Zamora Chinchipe-Ecuador. Loja. Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 6(2), 104-117.
- Porter, D. M., (1976). Geography and Dispersal of Galapagos islands vascular plants, *Nature*, 264, 745-746.
- Quintana-Ascencio, P. F., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Domínguez-Vázquez, G., y Martínez-Ico, M. (1996). Soil seed banks and regeneration of tropical rain forest from milpa fields at the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Biotropica*, 28(2), 192-209.
- Ramírez, T., y Naranjo. E. (2009). *Composición Florística, Estructura y Estado de Conservación del Bosque Nativo de la Quinta El Padmi, Provincia De Zamora Chinchipe*. (Tesis de Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Rodríguez-Mahecha, J. V., Salaman P., Jørgensen P., Consiglio T., Suárez L., Arjona F., y Bensted-Smith R. (2004). Tropical Andes. *Second*. Cemex, México.
- Saavedra, R., (2019). *Variabilidad espacio temporal de vegetación de los distritos colindantes a la zona de amortiguamiento del ACR- CE provincia San Martín durante el periodo 2009-2018*. (Tesis Licenciatura). Universidad Peruana Union.
- Samimy, C., y Khan, A. A. (1983). Effect of field application of growth regulators on secondary dormancy of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) seed. *Weed Science*, 31(3), 299- 303.

- Sánchez, D., Arends, E., Villarreal, A., y Cegarra, A. (2005). Fenología y caracterización de semillas y plántulas de *Pourouma cecropiifolia* Mart. *Ecotropicos*, 18(2), 96-102.
- Saulei, S. M., y Swaine, M. D. (1988). Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. *Journal of Ecology*, 76(4), 1133-1152.
- Simpson, R. L., Alessio M., y Parker, V. T. (1989). Seed banks: General concepts and methodological issues. En: Alessio, M., V. Thomas & R. L. Simpson (Eds.). *Ecology of soil seed banks* (pp. 3-8). Academic press INC, San Diego, New York, Boston, London, Sidney, Tokyo, Toronto.
- Taylorson, R. B. (1979). Overcoming dormancy in seed with ethanol and other anesthetics. *Planta*, 145(6), 507-510.
- Thompson, K., (1992). The functional ecology of seed banks. Fenner, M. (Ed.). *The Ecology of Regeneration in Plant Communities* (pp. 231-258). International, Wallingford, UK.
- Thompson, K., (2000). The functional ecology of seed banks. Fenner M. (Ed.). *The ecology of regeneration in plant communities* (pp. 215-235). International, Wallingford, UK.
- Thompson, K., Bakker, J. P., y Bekker, R. M. (1997). The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. *New Phytologist*, 136(2), 369-374.
- Thompson, K., Band, S. R., y Hodgson, J. G. (1993). Seed Size and Shape Predict Persistence in Soil. *Functional Ecology*, 7(2): 236-241.
- Thompson, K., y Grime, J. P. (1979). Seasonal variation in the seed Banks of herbaceous species in ten contrasting hábitats. *Journal of Ecology*, 67(3), 893-921.
- Trujillo, L., y Vargas, O. (2008). Bancos de semillas en bordes de bosque. Vargas, O. (Ed.). *Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino* (pp. 294-306). Universidad Nacional de Colombia.

- Tweddle, J. C., Dickie, J. B., Baskin, C. C., y Baskin, J. M. (2003). Ecological aspects of seed desiccation sensitivity. *Journal of Ecology*, 91(2), 294-304.
- Van Der Valk, A. G. (1992). Establishment, colonization and persistence. Glenn-lewin, D. C., Peet R. K., y Veblen T. T. (Eds.). *Plant Sucesión: Theory and prediction* (pp. 60-102). Chapman & Hill, London.
- Vazquez-Yanes, C., y Orozco-Segovia, A. (1993). Patterns of Seed Longevity and Germination in the Tropical Rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24(1), 69-87.
- Vleeshouwers, L. M., Bouwmeester, H. J., y Karssen, C. M. (1995). Redefining Seed Dormancy: An Attempt to Integrate Physiology and Ecology. *Journal of Ecology*, 83(6), 1031–1037.
- Walck, J. L., Hidayati, S. N., Dixon, K. W., Thompson, K., y Poschlod, P. (2011). Climate change and plant regeneration from seed. *Global Change Biology*, 17(6), 2145–2161.
- Walck, J., Baskin, J., Baskin, C., y Hidayati, S. (2005). Defining transient and persistent seed banks in species with pronounced seasonal dormancy and germination patterns. *Seed Science*, 15(3), 189-196.
- Whitmore, T. C. (1997). Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. Laurence, W. F., y Bierregaard R.O. (Eds.). *Tropical forest remnants. Ecology, Management, and Conservation of fragmented communities* (pp. 3-12). The University of Chicago Press. EEUU.

9. ANEXOS

Anexo 1. Inventario de las especies registradas en el bosque montano de la microcuenca Los Nogales dentro del PUFVC

Número parcela	Nombre científico	Familia	Nombre común	N° Ind
P1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	Aliso	1
P1	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Meliaceae	Cedro Blanco	1
P1	<i>Clusia</i> cf. <i>alata</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	Duco hoja grande	1
P1	<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	Duco	1
P1	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	Casa-casa	2
P1	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	Melastomataceae	Miconia	1
P1	<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae	Salvio, Mora de árbol	2
P1	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	Yuber	5
P1	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	Pumamaqui	1
P1	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	Café de monte	2
P1	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Rosaceae		2
P1	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Siparunaceae	Limoncillo	3
P1	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	Rañez	1
P2	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	Aliso	3
P2	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Melastomataceae	Sierrilla	2
P2	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	Ericaceae	Salapa	1
P2	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	Almizcle	16
P2	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	Chloranthaceae	Guayusa de monte, borracho.	1
P2	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	Maco Maco	2
P2	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	Proteaceae	Cucharillo	1
P2	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Rosaceae		1
P2	<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.	Rhamnaceae	Aliso amarillo	1
P2	<i>Roupala obovata</i> Kunth	Proteaceae	Roble andino	1
P2	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	Pumamaqui	1
P2	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	Rañez	2
P3	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	Aliso	6
P3	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Meliaceae	Cedro Blanco	1
P3	<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	Duco	3
P3	<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae	Salvio, Mora de árbol	4

P3	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	Yuber	6
P3	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	Lauraceae	Canelón, Curiquiro	1
P3	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	Pumamaqui	4
P3	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	Café de monte	6
P3	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Rosaceae		1
P3	<i>Senna viarum</i> (Little) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	Llin-Ilin	1
P3	<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	Solanaceae		1
P3	<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	Solanaceae		3
P3	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	Rañez	3
P3	<i>Weinmannia ovata</i> Ruiz & Pav.	Cunoniaceae		2
P4	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	Aliso	2
P4	<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae	Salvio, Mora de árbol	1
P4	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	Maco-Maco	3
P4	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	Yuber	5
P4	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	Pumamaqui	6
P4	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	Café de monte	4
P4	<i>Piper barbatum</i> Kunth	Piperaceae		1
P4	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Rosaceae		5
P4	<i>Verbesina cf. arborea</i> Kunth	Asteraceae		1
P4	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	Rañez	2
P5	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	Aliso	3
P5	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Melastomataceae	Sierrilla	3
P5	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	Almizcle	2
P5	<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	Duco	3
P5	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	Chloranthaceae	Guayusa de monte, borracho.	8
P5	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	Melastomataceae	Miconia	1
P5	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	Maco-Maco	1
P5	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	Lauraceae	Canelón, curiquiro	2
P5	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	Café de monte	19
P5	<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae		1
P5	<i>Piper barbatum</i> Kunth	Piperaceae		2
P5	<i>Piper pubinervulum</i> C. DC.	Piperaceae		5
P5	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Rosaceae		3
P5	<i>Sciodaphyllum</i> sp.	Araliaceae		1
P5	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Siparunaceae	Limoncillo	6

P5	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	Rañez	2
P6	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	Aliso	9
P6	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Melastomataceae	Sierrilla	1
P6	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Meliaceae	Cedro Blanco	1
P6	<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	Duco	1
P6	<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae	Salvio, Mora de árbol	4
P6	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	Maco-Maco	1
P6	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	Yuber	2
P6	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	Lauraceae	Canelón, Curiquiro	3
P6	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	Café de monte	3
P6	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	Urticaceae	Chine de monte	22
P6	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	Rañez	2
			Total	238

Anexo 2. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la microcuenca Los Nogales dentro del PUFVC

Nombre científico	Familias	D Ind/ha	DR (%)	FA	FR (%)	IVI (100%)
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	24	16	6	11,54	13,77
<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	18	12	4	7,69	9,85
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Rosaceae	12	8	5	9,62	8,81
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	18	12	2	3,85	7,92
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	12	8	4	7,69	7,85
<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae	11	7,33	4	7,69	7,51
<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	8	5,33	4	7,69	6,51
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	7	4,67	4	7,69	6,18
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	Chloranthaceae	9	6	2	3,85	4,92
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Siparunaceae	9	6	2	3,85	4,92
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Melastomataceae	6	4	3	5,77	4,88
<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	Lauraceae	6	4	3	5,77	4,88
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Meliaceae	3	2	3	5,77	3,88
<i>Weinmannia ovata</i> Ruiz & Pav.	Cunoniaceae	2	1,33	1	1,92	1,63
<i>Clusia cf. alata</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	1	0,67	1	1,92	1,29
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	Proteaceae	1	0,67	1	1,92	1,29
<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.	Rhamnaceae	1	0,67	1	1,92	1,29

<i>Roupala obovata</i> Kunth	Proteaceae	1	0,67	1	1,92	1,29
<i>Senna viarum</i> (Little) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	1	0,67	1	1,92	1,29
		150	100	52	100	100

Anexo 3. Parámetros estructurales del estrato arbustivo de la microcuenca Los Nogales dentro del PUFVC

Nombre científico	Familias	D Ind/ha	DR (%)	F A	FR (%)	IVI (100%)
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	34	38,6	5	20,83	29,73
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	12	13,6	6	25	19,32
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	Urticaceae	22	25	1	4,17	14,58
<i>Piper barbatum</i> Kunth	Piperaceae	3	3,41	2	8,33	5,87
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	Melastomataceae	2	2,27	2	8,33	5,3
<i>Piper pubinervulum</i> C. DC.	Piperaceae	5	5,68	1	4,17	4,92
<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	Solanaceae	3	3,41	1	4,17	3,79
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	2	2,27	1	4,17	3,22
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	Ericaceae	1	1,14	1	4,17	2,65
<i>Palicourea</i> sp.1	Rubiaceae	1	1,14	1	4,17	2,65
<i>Sciodaphyllum</i> sp.	Araliaceae	1	1,14	1	4,17	2,65
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	Solanaceae	1	1,14	1	4,17	2,65
<i>Verbesina</i> cf. <i>arborea</i> Kunth	Asteraceae	1	1,14	1	4,17	2,65
		88	100	24	100	100

Anexo 4. Inventario de las especies registradas en el banco de semillas del suelo en el bosque montano de la microcuenca Los Nogales dentro del PUFVC

Número parcela	Nombre científico	Familia	Nombre común	N° Ind
P1	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	Casa-Casa	1
P1	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Asteraceae		1
P1	<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	Violeta de campo	1
P1	<i>Asteraceae</i> sp.1	Asteraceae		1
P1	<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	Atuczara	2

P1	<i>Indeterminada.</i> 1			1
P1	<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae		16
P1	<i>Solanum abitaguense</i> S.	Solanaceae		1
P1	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae		20
P1	<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae		8
P1	<i>Calceolaria</i> sp.	Scrophulariaceae		1
P1	<i>Galium</i> sp.1	Rubiaceae		7
P1	<i>Muehlenbeckia</i> sp.1	Polygonaceae		3
P1	<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae		1
P1	<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae		12
P1	<i>Solanaceae</i> sp.1	Solanaceae		6
P1	<i>Solanum</i> sp.1	Solanaceae		6
P1	<i>Solanum</i> sp.2	Solanaceae		1
P1	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	Garra del diablo	26
P1	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Coquito	26
P1	<i>Tournefortia</i> sp.	Boraginaceae		7
P2	<i>Myrsine</i> sp.1	Primulaceae		1
P2	<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae		2
P2	<i>Calceolaria</i> sp.	Scrophulariaceae		1
P2	<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae		3
P2	<i>Calceolaria</i> sp.2	Scrophulariaceae		3
P2	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Coquito	30
P2	<i>Galium</i> sp.1	Rubiaceae		1
P2	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	Casa-Casa	5
P2	<i>Muehlenbeckia</i> sp.1	Polygonaceae		4
P2	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav ex G. Don	Oxalidaceae	Cañitas	7
P2	<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	Atuczara	6
P2	<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae		20
P2	<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae		9
P2	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	Garra del diablo	17
P3	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	Garra del diablo	5
P3	<i>Solanum abitaguense</i> S.	Solanaceae		2
P3	<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae		9
P3	<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	Atuczara	1
P3	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae		11
P3	<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae		1
P3	<i>Calceolaria</i> sp.	Scrophulariaceae		1
P3	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Commelinaceae	Taguachi	3
P3	<i>Iridaceae</i> sp.1	Iridaceae		1
P3	<i>Solanaceae</i> sp.1	Solanaceae		2

P3	<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae		3
P3	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Coquito	57
P3	<i>Galium</i> sp.1	Rubiaceae		1
P3	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav ex G. Don	Oxalidaceae	Cañitas	1
P3	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd	Urticaceae	Chine de monte	3
P3	<i>Pilea myriantha</i> Killip.	Urticaceae		56
P3	<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae		1
P3	<i>Solanum</i> sp.1	Solanaceae		7
P3	<i>Solanum</i> sp.2	Solanaceae		2
P3	<i>Solanum</i> sp.3	Solanaceae		1
P4	<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae		5
P4	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae		1
P4	<i>Asteraceae</i> sp.2	Asteraceae		2
P4	<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae		2
P4	<i>Bomarea isopetala</i> Kraenzl.	Alstroemeriaceae	Bomarea	2
P4	<i>Calceolaria</i> sp.	Scrophulariaceae		6
P4	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Coquito	42
P4	<i>Indeterminada.</i> 1			1
P4	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	Casa-Casa	2
P4	<i>Myrsine</i> sp.1	Primulaceae		1
P4	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav ex G. Don	Oxalidaceae	Cañitas	11
P4	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd	Urticaceae	Chine de monte	34
P4	<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae		1
P4	<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae		5
P4	<i>Sida rhombifolia</i> l.	Malvaceae	Cosa-cosa	1
P4	<i>Solanaceae</i> sp.1	Solanaceae		5
P4	<i>Solanum</i> sp.2	Solanaceae		1
P4	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	Garra del diablo	51
P4	<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schldtl	Melastomataceae	Garra del diablo	1
P4	<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	Violeta de campo	1
P5	<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae		1
P5	<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae		1
P5	<i>Calceolaria</i> sp.	Scrophulariaceae		2
P5	<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae		41
P5	<i>Colignonia scandens</i> Benth.	Nyctaginaceae		4
P5	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Commelinaceae	Taguachi	1
P5	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Coquito	18

P5	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	Casa-Casa	3
P5	<i>Muehlenbeckia</i> sp.1	Polygonaceae		2
P5	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC	Rubiaceae	Café de monte	8
P5	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd	Urticaceae	Chine de monte	1
P5	<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	Atuczara	30
P5	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	Garra del diablo	39
P5	<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	Violeta de campo	66
P6	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae		8
P6	<i>Iridaceae</i> sp.1	Iridaceae		1
P6	<i>Iridaceae</i> sp.2	Iridaceae		1
P6	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Commelinaceae	Taguachi	7
P6	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Coquito	3
P6	<i>Iresine</i> sp.	Amaranthaceae		10
P6	<i>Phenax laevigatus</i> Wedd	Urticaceae	Chine de monte	56
P6	<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	Atuczara	5
P6	<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae		1
P6	<i>Solanaceae</i> sp.1	Solanaceae		2
P6	<i>Solanaceae</i> sp.2	Solanaceae		1
P6	<i>Solanum</i> sp.2	Solanaceae		1
P6	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	Garra del diablo	1
			Total	914

Anexo 5. Parámetros estructurales del banco de semillas del suelo en el bosque montano en el PUFVC

Nombre Científico	Familia	D Ind/ha	DR (%)	F A	FR (%)	IVI (200%)	IVI (100%)
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	117	29,62	6	10,34	39,97	19,98
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	121	30,63	5	8,62	39,25	19,63
<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae	31	7,85	4	6,9	14,74	7,37
<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	20	5,06	5	8,62	13,68	6,84
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	17	4,3	3	5,17	9,48	4,74
<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	21	5,32	2	3,45	8,76	4,38
<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae	9	2,28	3	5,17	7,45	3,73
<i>Solanacea</i> sp.1	Solanaceae	5	1,27	3	5,17	6,44	3,22
<i>Muehlenbeckia</i> sp.1	Polygonaceae	3	0,76	3	5,17	5,93	2,97
<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae	7	1,77	2	3,45	5,22	2,61

<i>Solanum</i> sp.1	Solanaceae	6	1,52	2	3,45	4,97	2,48
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Commelinaceae	5	1,27	2	3,45	4,71	2,36
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	5	1,27	2	3,45	4,71	2,36
<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae	4	1,01	2	3,45	4,46	2,23
<i>solanum abitaguense</i> S. Knapp	Solanaceae	3	0,76	2	3,45	4,21	2,1
<i>Iridaceae</i> sp.1	Iridaceae	2	0,51	2	3,45	3,95	1,98
<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav ex G. Don	Oxalidaceae	2	0,51	2	3,45	3,95	1,98
<i>Pilea myriantha</i> Killip.	Urticaceae	6	1,52	1	1,72	3,24	1,62
<i>Galium</i> sp.1	Rubiaceae	4	1,01	1	1,72	2,74	1,37
<i>Calceolaria</i> sp.2	Scrophulariaceae	2	0,51	1	1,72	2,23	1,12
<i>Asteraceae</i> sp.1	Asteraceae	1	0,25	1	1,72	1,98	0,99
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Asteraceae	1	0,25	1	1,72	1,98	0,99
<i>Iridaceae</i> sp.2	Iridaceae	1	0,25	1	1,72	1,98	0,99
<i>Myrsine</i> sp.1	Primulaceae	1	0,25	1	1,72	1,98	0,99
<i>Indeterminada.</i> 1		1	0,25	1	1,72	1,98	0,99
Total		395	100	58	100	200	100

Anexo 6. Análisis de comparación de medias

Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	
	Media (2)	Media (1) - Media (2)	LI (95)	LS (95)		pHomVar	T
	p-valor	prueba					
Capas	RIQ	{CO}	{S}	30	30	4,90	
3,93		0,97 -0,05	1,99	0,7562		1,89	0,0632
	Bilateral						
Capas	IND	{CO}	{S}	30	30	17,30	
13,17		4,13 -1,43	9,70	0,1258		1,49	0,1424
	Bilateral						

Anexo 7. Índice de velocidad de germinación de la capa orgánica del banco de semillas en el bosque montano

Nombre científico	Familia	IVG Semi/día
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd	Urticaceae	0,83
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	0,52
<i>Pilea myriantha</i> Killip.	Urticaceae	0,44
<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	0,42

<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae	0,38
<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	0,21
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	0,2
<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae	0,18
<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae	0,16
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	0,16
<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav ex G. Don	Oxalidaceae	0,15
<i>Calceolaria</i> sp.	Scrophulariaceae	0,1
<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae	0,09
<i>Iresine</i> sp.	Amaranthaceae	0,09
<i>Solanaceae</i> sp.1	Solanaceae	0,09
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC	Rubiaceae	0,07
<i>Solanum</i> sp.1	Solanaceae	0,06
<i>Tournefortia</i> sp.	Boraginaceae	0,06
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Commelinaceae	0,05
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	0,05
<i>Muehlenbeckia</i> sp.1	Polygonaceae	0,05
<i>Galium</i> sp.1	Rubiaceae	0,04
<i>Solanum</i> sp.2	Solanaceae	0,04
<i>Colignonia scandens</i> Benth.	Nyctaginaceae	0,04
<i>Asteraceae</i> sp.2	Asteraceae	0,02
<i>Bomarea isopetala</i> Kraenzl.	Alstroemeriaceae	0,02
<i>Calceolaria</i> sp.2	Scrophulariaceae	0,01
Indeterminada 1		0,01
<i>Myrsine</i> sp.1	Primulaceae	0,01
<i>Sida rhombifolia</i> l.	Malvaceae	0,01
<i>Solanaceae</i> sp.2	Solanaceae	0,01
<i>Solanum</i> sp.3	Solanaceae	0,01
<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schltldl	Commelinaceae	0,01

Anexo 8. Índice de velocidad de germinación de la capa mineral del banco de semillas del suelo en el bosque montano

Nombre científico	Familia	IVG Semi/día
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	1,07
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	1,04
<i>Calceolaria</i> sp.1	Scrophulariaceae	0,27
<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	0,18
<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	0,18
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	0,15
<i>Rubus</i> sp.1	Rosaceae	0,08
<i>Poaceae</i> sp.1	Poaceae	0,06
<i>Pilea myriantha</i> Killip.	Urticaceae	0,05
<i>Solanum</i> sp.1	Solanaceae	0,05

<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Commelinaceae	0,04
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	0,04
<i>Solanaceae</i> sp.1	Solanaceae	0,04
<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae	0,04
<i>Galium</i> sp.1	Rubiaceae	0,04
<i>Calceolaria</i> sp.2	Scrophulariaceae	0,03
<i>Muehlenbeckia</i> sp.1	Polygonaceae	0,03
<i>Solanum abitaguense</i> S. Knapp	Solanaceae	0,03
<i>Iridaceae</i> sp.1	Iridaceae	0,02
<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav ex G. Don	Oxalidaceae	0,02
<i>Asteraceae</i> sp.1	Asteraceae	0,01
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Asteraceae	0,01
<i>Indeterminada.</i> 1		0.01
<i>Iridaceae</i> sp.2	Iridaceae	0,01
<i>Myrsine</i> sp.1	Primulaceae	0,01

Anexo 9. Diversidad del bosque montano calculada mediante los índices de Shannon-Wiener y Pielow

Nombre científico	Familia	N° Ind	Pi (n/N)	LN2 (Pi)	Pi*LN2 (Pi)
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	24	0,101	-3,310	-0,334
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Melastomataceae	6	0,025	-5,310	-0,134
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	Ericaceae	1	0,004	-7,895	-0,033
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Meliaceae	3	0,013	-6,310	-0,08
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	18	0,076	-3,725	-0,282
<i>Clusia</i> cf. <i>alata</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	1	0,004	-7,895	-0,033
<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	8	0,034	-4,895	-0,165
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	Chloranthaceae	9	0,038	-4,725	-0,179
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	2	0,008	-6,895	-0,058
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	Melastomataceae	2	0,008	-6,895	-0,058
<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae	11	0,046	-4,435	-0,205
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	7	0,029	-5,087	-0,15
<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	18	0,076	-3,725	-0,282
<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	Lauraceae	6	0,025	-5,310	-0,134
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	Proteaceae	1	0,004	-7,895	-0,033

<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	12	0,05	-4,310	-0,217
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	34	0,143	-2,807	-0,401
<i>Palicourea</i> sp 1	Rubiaceae	1	0,004	-7,895	-0,033
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	Urticaceae	22	0,092	-3,435	-0,318
<i>Piper barbatum</i> Kunth	Piperaceae	3	0,013	-6,310	-0,08
<i>Piper pubinervulum</i> C. DC.	Piperaceae	5	0,021	-5,573	-0,117
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Rosaceae	12	0,05	-4,310	-0,217
<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.	Rhamnaceae	1	0,004	-7,895	-0,033
<i>Roupala obovata</i> Kunth	Proteaceae	1	0,004	-7,895	-0,033
<i>Sciodaphyllum</i> sp.	Araliaceae	1	0,004	-7,895	-0,033
<i>Senna viarum</i> (Little) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	1	0,004	-7,895	-0,033
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Siparunaceae	9	0,038	-4,725	-0,179
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	Solanaceae	1	0,004	-7,895	-0,033
<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	Solanaceae	3	0,013	-6,310	-0,08
<i>Verbesina cf. arborea</i> Kunth	Asteraceae	1	0,004	-7,895	-0,033
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	12	0,05	-4,310	-0,217
<i>Weinmannia ovata</i> Ruiz & Pav.	Cunoniaceae	2	0,008	-6,895	-0,058
Total		238	1	H' =	-4,273
				E' =	1,233

Anexo 10. Diversidad calculada mediante los índices de Shannon-Wiener y Pielow del banco de semillas del suelo y la capa orgánica del banco de semillas del suelo

Nombre científico	Familia	N° Ind	Pi (n/N)	LN2 (Pi)	Pi*LN2(Pi)
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Euphorbiaceae	40	0,0438	-4,514	-0,198
<i>Asteraceae</i> 1	Asteraceae	1	0,0011	-9,836	-0,011
<i>Asteraceae</i> 2	Asteraceae	2	0,0022	-8,836	-0,019
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Asteraceae	1	0,0011	-9,836	-0,011
<i>Bidens</i> sp.	Asteraceae	14	0,0153	-6,029	-0,092
<i>Bomarea isopetala</i> Kraenzl.	Alstroemeriaceae	2	0,0022	-8,836	-0,019
<i>Calceolaria</i> sp.	Scrophulariaceae	11	0,012	-6,377	-0,077
<i>Calceolaria</i> sp. 1	Scrophulariaceae	74	0,081	-3,627	-0,294
<i>Calceolaria</i> sp. 2	Scrophulariaceae	3	0,0033	-8,251	-0,027

<i>Colignonia scandens</i> Benth.	Nyctaginaceae	4	0,0044	-7,836	-0,034
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f	Commelinaceae	11	0,012	-6,377	-0,077
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	176	0,1926	-2,377	-0,458
<i>Galium</i> sp. 1	Rubiaceae	9	0,0098	-6,666	-0,066
<i>Indeterminada</i> 1		2	0,0022	-8,836	-0,019
<i>Iresine</i> sp.	Amaranthaceae	10	0,0109	-6,514	-0,071
<i>Iridaceae</i> 1	Iridaceae	2	0,0022	-8,836	-0,019
<i>Iridaceae</i> 2	Iridaceae	1	0,0011	-9,836	-0,011
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	11	0,012	-6,377	-0,077
<i>Muehlenbeckia</i> sp. 1	Polygonaceae	9	0,0098	-6,666	-0,066
<i>Myrsine</i> sp. 1	Primulaceae	2	0,0022	-8,836	-0,019
<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav ex G. Don	Oxalidaceae	19	0,0208	-5,588	-0,116
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC	Rubiaceae	8	0,0088	-6,836	-0,06
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd	Urticaceae	94	0,1028	-3,281	-0,337
<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	44	0,0481	-4,377	-0,211
<i>Pilea myriantha</i> Killip.	Urticaceae	56	0,0613	-4,029	-0,247
<i>Poaceae</i> 1	Poaceae	27	0,0295	-5,081	-0,15
<i>Rubus</i> sp. 1	Rosaceae	27	0,0295	-5,081	-0,15
<i>Sida rhombifolia</i> l.	Malvaceae	1	0,0011	-9,836	-0,011
<i>Solanaceae</i> sp. 1	Solanaceae	15	0,0164	-5,929	-0,097
<i>Solanaceae</i> sp. 2	Solanaceae	1	0,0011	-9,836	-0,011
<i>Solanum abitaguense</i> S. Knapp	Solanaceae	3	0,0033	-8,251	-0,027
<i>Solanum</i> sp. 1	Solanaceae	13	0,0142	-6,136	-0,087
<i>Solanum</i> sp. 2	Solanaceae	5	0,0055	-7,514	-0,041
<i>Solanum</i> sp. 3	Solanaceae	1	0,0011	-9,836	-0,011
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	139	0,1521	-2,717	-0,413
<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schltdl	Commelinaceae	1	0,0011	-9,836	-0,011
<i>Tournefortia</i> sp.	Boraginaceae	7	0,0077	-7,029	-0,054
<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem & Chult	Violaceae	68	0,0744	-3,749	-0,279
		914	10.000	H' =	3,997
				E' =	1,093

Anexo 11. Índice de similitud de Sorensen de la vegetación arborea e arbustiva del banco de semillas del suelo y el bosque montano

Nombre científico	Banco de semillas del suelo (A)	Bosque montano (B)	Especies en común A vs B
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	x		0
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	x		0
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	x		0
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	x	x	1
<i>Myrsine</i> sp.1	x		0
<i>Rubus</i> sp.1	x		0
<i>Solanum abitaguense</i> S. Knapp	x		0
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	x	x	1
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	x	x	1
<i>Tournefortia</i> sp.	x		0
<i>Alnus acuminata</i> Kunth		x	0
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana		x	0
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold		x	0
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.		x	0
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth		x	0
<i>Clusia</i> cf. <i>alata</i> Planch. & Triana		x	0
<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana		x	0
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms		x	0
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin		x	0
<i>Morus insignis</i> Bureau		x	0
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly		x	0
<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly		x	0
<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees		x	0
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.		x	0
<i>Oreopanax rosei</i> Harms		x	0
<i>Palicourea</i> sp.1		x	0
<i>Piper barbatum</i> Kunth		x	0
<i>Piper pubinervulum</i> C. DC.		x	0
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.		x	0
<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.		x	0
<i>Roupala obovata</i> Kunth		x	0
<i>Sciodaphyllum</i> sp.		x	0
<i>Senna viarum</i> (Little) H.S. Irwin & Barneby		x	0
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.		x	0
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal		x	0

<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	x	0
<i>Verbesina cf. arborea</i> Kunth	x	0
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	x	0
<i>Weinmannia ovata</i> Ruiz & Pav.	x	0
	9	32
Sorensen= 14,6 %		

Anexo 12. Índice de similitud de Sorensen de la vegetación arborea e arbustiva del bosque montano, capa orgánica y capa mineral

Nombre científico	Capa mineral (A)	Bosque montano (B)	Capa orgánica (C)	AvsB	AvsC	BvsC
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	x		x	0	1	0
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	x		x	0	1	0
<i>Alnus acuminata</i> Kunth		x		0	0	0
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana		x		0	0	0
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	x			0	0	0
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold		x		0	0	0
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.		x		0	0	0
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth		x		0	0	0
<i>Clusia cf. alata</i> Planch. & Triana		x		0	0	0
<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana		x		0	0	0
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms		x		0	0	0
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	x	x	x	1	1	1
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin		x		0	0	0
<i>Morus insignis</i> Bureau		x		0	0	0
<i>Myrsine</i> sp.1	x		x	0	1	0

<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	x		0	0	0
<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	x		0	0	0
<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	x		0	0	0
<i>Oreocallis grandiflora</i> (La m.) R. Br.	x		0	0	0
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	x		0	0	0
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	x	x	0	0	1
<i>Palicourea</i> sp.1	x		0	0	0
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	x	x	0	0	1
<i>Piper barbatum</i> Kunth	x		0	0	0
<i>Piper pubinervulum</i> C. DC.	x		0	0	0
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	x		0	0	0
<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnst.	x		0	0	0
<i>Roupala obovata</i> Kunth	x		0	0	0
<i>Rubus</i> sp.1		x	0	1	0
<i>Sciodaphyllum</i> sp.	x		0	0	0
<i>Senna viarum</i> (Little) H.S. Irwin & Barneby	x		0	0	0
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	x		0	0	0
<i>solanum abitaguense</i> S. Knapp		x	0	0	0
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	x		0	0	0
<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	x		0	0	0
<i>Tournefortia</i> sp.		x	0	0	0
<i>Verbesina</i> cf. <i>arborea</i> Kunth	x		0	0	0

<i>Viburnum triphyllum</i> Bent h.	x	0	0	0
<i>Weinmannia ovata</i> Ruiz & Pav.	x	0	0	0
Especies= 38	6	32	7	1 5 3
		Sorensen=	5%	67% 15%