



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

**Estudio del Banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral del
Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador.**

Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Ingeniera
Forestal

AUTORA:

Katty Alexandra Medina Aguinsaca

DIRECTORA:

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

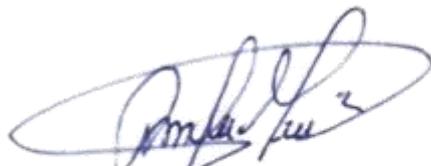
Loja, 13 de marzo de 2023

Ing. For. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Estudio del Banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador.**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Forestal**, de autoría de la estudiante **Katty Alexandra Medina Aguiñaca**, con **cedula de identidad Nro. 1105712176**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. For. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.,
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Katty Alexandra Medina Aguinsaca**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula de identidad: 1105712176

Fecha: 03/07/2023

Correo electrónico: katty.medina@unl.edu.ec

Teléfono: 0991666257

**Carta de autorización por parte de la autora para la consulta de
producción parcial o total, y publicación electrónica de texto completo,
del Trabajo de Titulación**

Yo, **Katty Alexandra Medina Aguiñaca**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Estudio del Banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador.**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera Forestal**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, 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 del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los tres días del mes de julio del dos mil veintitrés.



Firma:

Autora: Katty Alexandra Medina Aguiñaca

Cédula: 1105712176

Dirección: Barrio Chontacruz, calle ventanas

Correo electrónico: katty.medina1999@gmail.com

Teléfono: s/n

Celular: 0991666257

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo de Titulación: Ing. For. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.

Dedicatoria

A mi madre Carmita Aguiñaca que con consejos y buenos valores, me ha apoyado incondicionalmente a lo largo de mi formación académica, por siempre luchar y no darse por vencida; y que aun ante la enfermedad se ha encontrado presente para mí, aconsejándome y orientándome por buen camino.

A mi padre Carlos Medina quien siempre ha estado presente, inculcando que con esfuerzo y perseverancia se consigue hasta lo imposible. Siendo una fuente de inspiración, me ha mostrado que se puede crecer y superarse uno mismo.

A mi hermano Juan que ha sido una gran fuente de inspiración y ejemplo de perseverancia en todo momento. Que me ha brindado consejos y motivado para perseverar en mi formación académica. Enseñándome que todo se puede conseguir con voluntad y constancia.

A mi hermana Diana que me ha apoyado a lo largo de mi formación, ha confiado y ha puesto su confianza en mí. Por ser parte de mi fortaleza y mostrarme su apoyo incondicional.

A mis amigos por estar presentes para mí en todo momento y contribuir con aventuras y enseñanzas, por sus conocimientos y palabras de aliento en todo momento a lo largo de esta trayectoria académica. Y a mis familiares que me han ayudado siempre.

Sin su apoyo no hubiera sido posible

Katty Alexandra Medina Aguiñaca

Agradecimiento

A mi familia y amigos que han estado presentes para apoyarme en todo momento; y darme la sabiduría para tomar buenas decisiones en mi vida y cumplir mis metas personales.

A mi directora de Trabajo de Titulación Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba por su conocimiento, apoyo y dirección durante el desarrollo de la investigación y al equipo de investigación del herbario “Reinaldo Espinoza” por su apoyo en el proceso de identificación de especies, al Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba por brindarme el conocimiento y apoyo en la investigación. Mi más grande agradecimiento a todo el personal docente que fue fundamental para la realización de este Trabajo de Titulación.

Finalmente, a mis compañeros de clase y amigos Yelena, Luis, Guillermo que me brindaron su amistad incondicionalmente y han sido una fuente de soporte a lo largo de mi formación académica.

¡Gracias!

Katty Alexandra Medina Aguinsaca

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de Tablas	x
Índice de Figuras	xi
Índice de Anexos	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	7
4.1. Semilla.....	7
4.1.1. Tipos de semillas.....	8
4.1.2. Latencia de las semillas.....	8
4.1.3. Tipos de dispersión de la semilla	8
4.2. Germinación.....	9
4.2.1. Índice de velocidad germinativa	9
4.2.2. Factores que favorecen la germinación.....	10
4.3. Banco de semillas del suelo	10
4.3.1. Formación del banco de semillas	11
4.3.2. Fuentes de bancos de semillas.....	11
4.3.3. Persistencia de los bancos de semillas del suelo	11

4.4.	Descripción del ecosistema matorral	11
4.5.	Índices de diversidad.....	12
4.5.1.	Índice de diversidad de Shannon (H').....	12
4.5.2.	Índice de equitatividad de Pielow (E)	13
4.6.	Análisis de Componentes Principales (ACP).....	13
4.7.	Función de Hill con cuatro parámetros (4-PHF).....	14
4.8.	Estudios similares del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral	14
5.	Metodología	16
5.1.	Área de estudio.....	16
5.2.	Metodología para caracterizar el índice de velocidad de germinación del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral.....	17
5.2.1.	Identificación y selección de los sitios de muestreo	17
5.2.2.	Obtención de las muestras del banco de semillas del suelo - BSS.....	17
5.2.3.	Preparación y procesamiento de muestras del BSS	18
5.2.4.	Monitoreo del proceso germinativo de las muestras del BSS	18
5.2.5.	Índice de velocidad germinativa (IVG).....	19
5.2.6.	Comportamiento germinativo con base en la Función de Hill con cuatro parámetros (4-PHF)	19
5.3.	Metodología para determinar la riqueza y composición florística del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”	20
5.3.1.	Procesamiento de datos colectados	20
5.4.	Análisis de componentes principales (ACP).....	22
6.	Resultados	23
6.1.	Índice de velocidad de germinación del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral	23
6.1.1.	Germinación del BSS de la capa orgánica	23
6.1.2.	Germinación del BSS de la capa mineral.....	24

6.1.3.	Mortalidad del BSS	26
6.1.4.	Índice de velocidad de germinación (IVG)	26
6.1.5.	Comportamiento germinativo con base en la Función de Hill con cuatro parámetros (4-PHF)	27
6.2.	Riqueza y composición florística del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral del parque universitario “Francisco Vivar Castro”	30
6.2.1.	Composición florística de la capa orgánica del BSS	30
6.2.2.	Composición florística de la capa mineral del BSS	31
6.2.3.	Diversidad del banco de semillas del suelo.....	32
6.2.4.	Similitud en la germinación del BSS del ecosistema matorral	33
6.2.5.	Relación de las variables físicas-biológicas y su influencia en el BSS del ecosistema matorral	34
7.	Discusión	37
7.1.	Índice de velocidad de germinación del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral	37
7.2.	Riqueza y composición florística del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral del parque universitario “Francisco Vivar Castro”	39
8.	Conclusiones	41
9.	Recomendaciones	42
10.	Bibliografía	43
11.	Anexos	52

Índice de tablas

Tabla 1. Interpretación del índice de Shannon.....	13
Tabla 2. Interpretación del índice de equitatividad de Pielow	13
Tabla 3. Hoja de campo para recolectar información de las muestras de los BSS en el PUFVC	18
Tabla 4. Matriz de trabajo 1 para obtener las gráficas de la Función de Hill con cuatro parámetros	20
Tabla 5. Matriz de trabajo 2 para obtener las gráficas de la Función de Hill con cuatro parámetros	20
Tabla 6. Índice de velocidad germinativa de las especies del banco de semillas del suelo del ecosistema matorral del PUFVC	27
Tabla 7. Composición florística del banco de semillas del suelo de la capa orgánica del ecosistema matorral	31
Tabla 8. Composición florística del banco de semillas del suelo de la capa mineral del ecosistema matorral	32
Tabla 9. Diversidad de especies del banco de semillas del suelo del ecosistema matorral del PUFVC	32
Tabla 10. Índice de similitud de Sorensen entre las capas del BSS del ecosistema matorral	33
Tabla 11. Índice de similitud de Sorensen del BSS en las parcelas del ecosistema matorral	33

Índice de figuras

Figura 1.	Partes de la semilla	7
Figura 2.	Mapa de ubicación del área de estudio	16
Figura 3.	Puntos de recolección de muestras en las parcelas	17
Figura 4.	a) Disposición del sustrato en bandejas. b) Etiquetado de muestras	18
Figura 5.	Sistema de recolección de datos en bandejas	19
Figura 6.	Picos de germinación diaria del BSS del ecosistema matorral del PUFVC de la capa orgánica.....	23
Figura 7.	Germinación acumulada por parcelas del BSS del ecosistema matorral del PUFVC de la capa orgánica.	24
Figura 8.	Picos de germinación diaria del BSS del ecosistema matorral del PUFVC de la capa mineral.	25
Figura 9.	Germinación acumulada por parcelas del BSS del ecosistema matorral del PUFVC de la capa mineral.	25
Figura 10.	Mortalidad del BSS del ecosistema matorral.....	26
Figura 11.	Gráfico de la Función de Hill con cuatro parámetros del ecosistema matorral... ..	28
Figura 12.	Gráfico de la función <<wrapper>> de la Función de Hill con cuatro parámetros para múltiples muestras.....	29
Figura 13.	Árboles, arbustos, hierbas y morfoespecies del banco de semillas del suelo, capa orgánica del ecosistema matorral del PUFVC	30
Figura 14.	Árboles, arbustos, hierbas y morfoespecies del banco de semillas del suelo, capa mineral del ecosistema matorral del PUFVC.....	31
Figura 15.	Análisis de Componentes Principales (ACP) de la relación de las variables físicas-biológicas y su influencia en la germinación por parcelas y subparcelas en el ecosistema matorral.....	35
Figura 16.	Análisis de Componentes Principales (ACP) de la relación de las variables físicas-biológicas y su influencia en la germinación de las especies entre los tipos de cobertura (Orgánica y Mineral).....	36

Índice de anexos

Anexo 1. Extracción de muestras de suelo y registro de variables físicas y biológicas en el ecosistema matorral del PUFVC.	52
Anexo 2. Monitoreo de las muestras recolectadas en el ecosistema matorral del PUFVC. .	53
Anexo 3. Datos de las muestras de suelo recolectadas en el ecosistema matorral del PUFVC	54
Anexo 4. Índice de velocidad de germinación de las especies del banco de semillas del suelo del ecosistema matorral del PUFVC	58
Anexo 5. Coeficiente de la tasa de germinación con la Función de Hill con cuatro parámetros 4-PHF	60
Anexo 6. Registro gráfico de especies germinadas del ecosistema matorral del PUFVC....	62
Anexo 7. Composición florística del banco de semillas del suelo de la capa orgánica del ecosistema matorral	66
Anexo 8. Composición florística del banco de semillas del suelo de la capa orgánica del ecosistema matorral	68
Anexo 9. Diversidad del ecosistema matorral calculada mediante los índices de Shannon - Wiener y Pielow en la capa orgánica	70
Anexo 10. Diversidad del ecosistema matorral calculada mediante los índices de Shannon - Wiener y Pielow en la capa mineral	72
Anexo 11. Índice de similitud de Sorensen entre parcelas del ecosistema matorral.....	73
Anexo 12. Índice de similitud de Sorensen entre tipo de cobertura del ecosistema matorral	76
Anexo 13. Certificación de traducción del Abstract	78

1. Título

Estudio del Banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral del Parque Universitario
“Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador

2. Resumen

Los bancos de semillas del suelo (BSS) son una reserva de semillas y/o propágulos que son fundamentales en los procesos ecológicos de regeneración natural. El objetivo de esta investigación fue generar información acerca de las especies presentes en los BSS del ecosistema matorral y comprender como se vinculan la regeneración natural y recuperación. El estudio se realizó en el matorral andino del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), donde se recolectaron 80 muestras de suelo mineral y 80 muestras de la capa orgánica de cinco parcelas temporales. Las dimensiones de las muestras fue de 20 cm largo x 20 cm ancho x 10 cm profundidad, registrándose variables físicas y biológicas de temperatura, viento, humedad, espesor de las capas (orgánica y mineral), pendiente, porcentaje de luz y porcentaje de raíces. Las muestras se colocaron en bandejas de espuma flex y se monitorearon durante 100 días bajo riego en condiciones controladas de invernadero, calculando el índice de velocidad germinativa (IVG), el comportamiento germinativo con la función de Hill (4-PHF) y determinando la riqueza y composición con los índices de Shannon (H'), Pielow (E) y Sorensen (Ks). Se determinó la relación entre variables físicas y biológicas con el BSS mediante un análisis de componentes principales (ACP). La germinación en el BSS de la capa orgánica registró un total de 4006 individuos, mientras que en la capa mineral 893 individuos. Las especies con mayor índice de velocidad de germinación fueron *Gamochaeta americana* (Mill.) Wedd con 26,55 semillas/día, *Pilea myriantha* Killip con 7,48 semillas/día y una morfoespecie denominada indeterminada 17 con 1,58 semillas/día. La uniformidad de germinación en el BSS fue del 84,76 %. La composición florística del BSS se concentró en 46 especies, de 21 géneros, 18 morfoespecies de 18 familias botánicas. La diversidad de las capas orgánica y mineral de acuerdo a los índices de Shannon-Wiener fue media. La similitud entre especies fue baja con un 31,6 % lo que indica casi un 70 % de especies que se desarrollan específicamente en una de las capas del suelo. Las variables físicas de viento, porcentaje de luz y temperatura influyen sobre el proceso germinativo del BSS del ecosistema matorral. Los BSS son cruciales para los procesos de regeneración natural porque contienen una fuente importante de semillas para el mantenimiento de la vegetación dentro del ecosistema y se encuentran disponibles ante cualquier perturbación del mismo.

Palabras claves: *Matorral andino, índice de velocidad de germinación, Función de Hill con cuatro parámetros (4-PHF), diversidad, uniformidad.*

2.1. Abstract

The soil seed banks (BSS) are a reserve of seeds and/or propagules that are fundamental in the ecological processes of natural regeneration. The objective of this research was to generate information about the species present in the BSS of the scrub ecosystem and to understand how natural regeneration and recovery are linked. The study was carried out in the Andean scrub of the "Francisco Vivar Castro" University Park (PUFVC), where 80 samples of mineral soil and 80 samples of the organic layer were collected from five temporary plots. The dimensions of the samples were 20 cm of long for 20 cm of wide for 10 cm of deep, registering physical and biological variables of temperature, wind, humidity, thickness of the layers (organic and mineral), slope, percentage of light and percentage of roots. The samples were placed in flex foam trays and they were monitored for 100 days under irrigation in greenhouse controlled conditions, calculating the germination rate index (GRI), the germination behavior with the Hill function (4-PHF) and determining the richness. and composition with the Shannon (H'), Pielow (E) and Sorensen (Ks) indices. The relationship between physical and biological variables with the BSS was determined by principal component analysis (PCA). The germination in the BSS of the organic layer registered a total of 4006 individuals, while in the mineral layer 893 individuals. The species with the highest germination speed index were *Gamochaeta Americana* (Mill.) Wedd with 26.55 seeds/day, *Pilea myriantha* Killip with 7.48 seeds/day and a morphospecies called indeterminate 17 with 1.58 seeds/day. The uniformity of germination in the BSS was 84.76 %. The floristic composition of the BSS was concentrated in 46 species, from 21 genera, 18 morphospecies from 18 botanical families. The diversity of the organic and mineral layers according to the Shannon-Wiener indices was medium. The similarity between species was low with 31.6 %, which indicates almost 70 % of species that develop specifically in one of the soil layers. The physical variables of wind, percentage of light and temperature influence the germinative process of the BSS of the scrub ecosystem. The BSS are crucial for natural regeneration processes because they contain an important source of seeds for the maintenance of vegetation inside the ecosystem and they are available in the event of any disturbance to it.

Keywords: *Andean scrubland, germination rate index, Hill Function with four parameters (4-PHF), diversity, uniformity.*

3. Introducción

Ecuador es uno de los países más megadiversos del mundo, alrededor del 7,68 % de la diversidad vegetal en plantas vasculares del planeta registradas se encuentra en Ecuador (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2013). Existen varias iniciativas para generar información de los ecosistemas del Ecuador Continental, en función de contribuir con la conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales, con estrategias y políticas que impacten positivamente en el manejo de los diferentes ecosistemas del Ecuador (MAE, 2012). Ron (2020) menciona que se han identificado diez regiones naturales, entre las que se encuentra el matorral interandino con un área de 11266 km^2 y un rango altitudinal que varía de entre los 1 400 a 3 000 m s.n.m.

En la provincia de Loja el ecosistema matorral interandino, se ha visto afectado por la expansión agrícola, esencialmente por cultivos, plantaciones forestales de *Pinus* o *Eucalyptus* e incendios forestales (Baquero et al., 2004). Se trata de ecosistemas que han recibido poca atención a pesar de la problemática ambiental asociada, ya que cerca de 2/3 de su superficie se ha visto afectada por actividades de origen antropogénico (Ron, 2020), existiendo aun vacíos de conocimientos en cuanto a la ecología de las especies que lo componen, aspectos relacionados con la dispersión de semillas, el banco de semillas del suelo y la regeneración natural.

El Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC) funciona desde 1983, posee escasa extensión y tiene una diversidad de ecosistemas que se diferencian por su composición, estructura y funciones ecológicas (Aguirre & Yaguna, 2014; La Cosecha, 2020); uno de esos ecosistemas constituye el matorral andino que resulta de la destrucción del bosque primario y de afectaciones por incendios forestales, a pesar de ello desempeña un papel importante en la protección del suelo y en la regulación hidrológica con dos nanocuenas: Los Nogales y León Huayco (Aguirre & Yaguna, 2014).

Conocer las especies que componen este ecosistema, los procesos de regeneración natural y el estudio de banco de semillas es fundamental para desarrollar acciones efectivas de conservación y de restauración. Los bancos de semillas del suelo (BSS) cumplen un papel fundamental desde el punto de vista funcional, puesto que son importantes frente a contratiempos de carácter ambiental o antrópico. Los BSS presentan una alta heterogeneidad en composición dependiendo del ecosistema y permite que los procesos de regeneración natural sucedan (Martínez et al., 2013). El mantenimiento de estos ecosistemas se debe a la dinámica

de las poblaciones y comunidades vegetales, esencialmente a procesos ecológicos de regeneración natural asociados a los bancos de semillas almacenados en el suelo (Ferrandis, 2019). Jugando un papel fundamental en la dinámica de un ecosistema y en la ecología de las especies del mismo (Muñoz, 2017).

La importancia de los bancos de semillas es reconocida por múltiples autores (Díaz & Marañón, 2004; Marañón, 1995). Sin embargo, existe poca información generada sobre los efectos que puede provocar un incendio forestal a corto, mediano y largo plazo en los procesos ecológicos de ecosistemas frágiles como los matorrales andinos, razón por la que el desarrollo de investigaciones ecológicas permitirá obtener resultados sobre el comportamiento de los bancos de semillas del suelo y su incidencia en los procesos de regeneración natural (Yang & Li, 2013).

La contribución de los BSS en la regeneración natural de los ecosistemas se ve reflejada en su definición como menciona De Souza Maia et al., (2006) como “un conjunto o un depósito de semillas que se encuentran presentes en el suelo y que se caracteriza por ser un grupo de semillas viables presentes en y sobre el suelo, además cuenta con un potencial regenerativo de las comunidades vegetales”. Cabe señalar que estos BSS pueden verse afectados por factores bióticos como la fauna que se alimenta de semillas, y factores abióticos como el clima, humedad y entre otros que determinan su potencialidad en la regeneración de un ecosistema (Pérez, 2007).

Por todo lo anteriormente mencionado, la presente investigación es parte del proyecto institucional denominado: Procesos ecológicos de la vegetación en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”, Universidad Nacional de Loja. Fase III. 2022-2023; y, generó información acerca de las especies presentes en los BSS y comprender como se vinculan con los procesos de regeneración natural y recuperación en el ecosistema de matorral andino del PUFVC para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

Generar información que permita comprender los procesos ecológicos asociados a la regeneración natural a través del banco de semillas del suelo del ecosistema matorral en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

Objetivos específicos

Caracterizar el índice de velocidad de germinación del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral.

Determinar la riqueza y composición florística del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

4. Marco Teórico

4.1. Semilla

La semilla es la unidad reproductiva de los vegetales que se desarrolla a partir del ovulo y normalmente se desarrolla en conjunto con el fruto (Willan, 1991). Son la unidad móvil de los vegetales que garantiza la multiplicación y perpetuación de las especies en el tiempo y espacio (Doria, 2010). La semilla, según Rivas (2015) está compuesta de las siguientes partes:

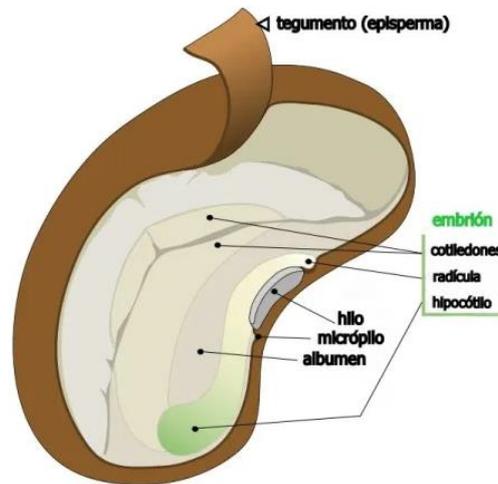


Figura 1. Partes de la semilla

Embrión: es la nueva planta, es pequeña y se encuentra en estado de letargo. Compuesta por la radícula, plúmula, hipocótilo y cotiledón.

Endospermo: compone el alimento de reserva de la semilla, generalmente es almidón o albumen.

Epispermo: es la capa externa que protege la semilla del entorno externo, en las gimnospermas se denomina testa y en angiospermas son dos la testa y el tegumen.

Cubierta: es la capa que envuelve y protege el centro de la semilla, y permite el intercambio de agua con el exterior.

Micropilo: importante en el proceso de fecundación, permitiendo el paso de agua durante la germinación.

4.1.1. Tipos de semillas

Las semillas se clasifican de acuerdo al deterioro que presentan en condiciones de almacenamiento según lo establecido por Chin (1989) y Osuna et al. (2017) estas son:

Ortodoxas: estas semillas pueden deshidratarse a contenidos de humedad menores al 5 % y aumentar su longevidad.

Recalcitrantes: sufren daños con la más leve deshidratación y son sensibles al frío, rara vez se pueden almacenar durante semanas o meses, su viabilidad se ve afectada por un contenido de humedad menor 12-31 %

Intermedias: son semillas que toleran la deshidratación a bajos niveles de humedad, pero son sensibles al frío.

4.1.2. Latencia de las semillas

La latencia o dormancia de las semillas de acuerdo a Varela & Arana (2011) es la incapacidad de la semilla a germinar bajo condiciones ambientales (temperatura, humedad, entre otros) inadecuadas para su germinación. La intensidad de latencia va desde una latencia absoluta, seguido de intensidades medias, hasta el otro extremo de la inexistencia de latencia donde las semillas germinan en un amplio rango de condiciones ambientales.

Las condiciones ambientales que ponen fin a la latencia de las semillas en la naturaleza son varias como: la alternación de frío y calor, las condiciones de humedad y sequía, el fuego y la actividad de animales, organismos y microorganismos presentes en el suelo. Por otro lado si la latencia se debe a la inmadurez de la semilla esta se termina cuando el tiempo y las condiciones son óptimas (Willan, 1991)

4.1.3. Tipos de dispersión de la semilla

La dispersión de las semillas se determina por la forma en que son transportadas a otros sitios potenciales de establecimiento (Pérez et al., 2013). De acuerdo con García (1991) pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

Anemocoría: es cuando la dispersión ocurre por efecto del viento, las semillas que se esparcen mediante este método son pequeñas y livianas, presentan estructuras como alas o plumas que facilitan su dispersión.

Hidrocoría: son semillas que se mueve por medio de fuentes agua (ríos, corrientes oceánicas, etc.) recorriendo grandes distancias.

Zoocoría: es la dispersión de semillas que involucra a la fauna, esta se puede dar de dos formas: (1) exozoocoría o ectozoocoría que consiste en la adhesión de semillas al pelaje o plumaje de animales, estas semillas cuentan con protuberancias, ganchos o sustancias pegajosas que facilitan su transporte y (2) endozoocoría que consiste en la ingesta de las semillas que se encuentran presentes en el fruto y regresa de forma parcial o total a la tierra.

Barocoría: es la dispersión que ocurre por efecto de la gravedad.

4.2. Germinación

La germinación es el proceso donde el embrión que se encuentra en la semilla comienza a crecer hasta formar una nueva planta que vive por sí misma (De la Cuadra, 1992), esencialmente consisten en tres procesos o fases como lo mencionan Coloma et al. (2010) y Willan (1991):

- Absorción de agua por la semilla o imbibición.
- Actividad enzimática e incremento de las tasas de respiración y asimilación de proteínas y sustancias de reserva.
- Engrandecimiento o elongación del embrión y divisiones celulares

4.2.1. Índice de velocidad germinativa

Es el proceso donde se cuenta el número de días desde que emergió la primera plántula, es decir es la tasa de germinación en términos del número total de semillas que germinaron en un determinado intervalo de tiempo. El índice de velocidad de germinación (IVG) propuesto por Maguire (1962) se calcula mediante la siguiente formula:

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

Donde:

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

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

4.2.2. Factores que favorecen la germinación

Coloma et al. (2010); De Iriarte et al. (2017); Universidad Politécnica de Valencia (2017) y Vargas (1991) mencionan que en los procesos germinativos se involucran factores internos determinados por la semilla y factores externos correspondientes a las condiciones ambientales.

Factores internos

- Madurez de la semilla
- Viabilidad de la semilla
- Cantidad y calidad del tejido
- Dormancia de la semilla

Factores externos

- Humedad
- Temperatura
- Gases
- Luz

4.3. Banco de semillas del suelo

Los bancos de semillas son reservas de semillas viables presentes en la planta, enterrados en el suelo y en residuos vegetales por periodos viables de tiempo (De Souza Maia et al., 2006b; Figueroa & Jaksic, 2004b; Piudo & Caverro, 2005). Los bancos de semillas del suelo se componen por propágulos viables; además; se acumulan bulbos, yemas, tubérculos y rizomas. Así mismo en estos se encuentran bancos de semillas de vegetales inferiores (Hernández et al., 2009).

Los bancos de semillas son un componente relevante en la dinámica de las especies (De Souza Maia et al., 2006a), pues mantienen una estrecha relación y constituyen un papel fundamental en la regeneración de especies y en los procesos de restauración natural de los ecosistemas (Hernández et al., 2009). De acuerdo a Ponce & Montalván (2005) son un factor importante en la generación de las sucesiones secundarias, pues constituyen una nueva fuente de especies vegetales si la actual se ve afectada o destruida.

4.3.1. Formación del banco de semillas

Los bancos de semillas del suelo se originan con la dispersión y culminan con la germinación o muerte de las semillas (Ponce & Montalván, 2005). Se pueden distinguir de acuerdo a la permanencia de los propágulos en el suelo, mediante la siguiente clasificación mencionada por Figueroa & Jaksic (2004) y Walck et al., (2005):

Transitorios: son las semillas que se encuentran en los horizontes superiores (< 5 cm de la superficie) y que no persisten por más de un año sin germinar.

Persistente a corto plazo: son semillas que permanecen en el suelo por lo menos un año y hasta cinco años.

Persistente a largo plazo: son semillas que persisten el suelo por lo menos cinco años en los horizontes más profundos (> 5 cm) y contribuyen en la regeneración natural de los ecosistemas degradados o destruidos.

4.3.2. Fuentes de bancos de semillas

Los bancos de semillas son ricos en diversidad, según Guevara & Gómez (1972) esto se debe a la lluvia de semillas y a los propágulos que se encuentran presentes en el suelo, que pueden venir de:

- Especies representativas de la vegetación actual del sitio.
- Especies ajenas del sitio pero se encuentran ahí debido a su alta capacidad de dispersión de sus semillas.
- Especies de etapas anteriores.

4.3.3. Persistencia de los bancos de semillas del suelo

La persistencia de los bancos de semillas del suelo se asocia a las estrategias de colonización de las especies y en consecuencia de la presencia de propágulos almacenados que conforman los bancos de semillas del suelo. Por lo que la composición de estos depende de las comunidades vegetales anteriores y presentes de los ecosistemas (De Souza Maia et al., 2006a).

4.4. Descripción del ecosistema matorral

Los matorrales se caracterizan por la dominancia de vegetación arbustiva, también pueden surgir en consecuencia de la actividad humana (Zurita, 2015). En Ecuador se encuentran diez regiones naturales entre la que encontramos el matorral interandino que se encuentra en un

rango altitudinal de entre los 1400 a 3000 m s.n.m. y cuenta con una extensión de 11 266 km²; se ubica en los valles interandinos entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Oriental.

Ecosistemas de matorral presenta temperaturas con una media anual de 15,4 °C y precipitaciones en un rango de entre 552,4–1 240,8 mm. Su vegetación es esencialmente de tipo arbustivo, pero ha sido reemplazada por cultivos, pastizales para ganadería y plantaciones forestales con especies exóticas (Ron, 2020).

Ecosistema matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

Según Aguirre & Yaguna (2014) en el PUFVC se encuentra una gran diversidad de ecosistemas, en cuanto al matorral interandino se distinguen dos tipos de formaciones vegetales:

Matorral Alto

Comprende el 29,58 % del área total del PUFVC, es decir 28,4 hectáreas y se constituye por vegetación secundaria resultante de la destrucción del bosque primario. En el que se distinguen dos estratos (arbustivo y herbáceo).

Matorral Bajo

Comprende 14,27 hectáreas que constituyen el 14,86 % del PUFVC. Se conforma principalmente por especies secundarias (arbustos, hierbas y plantas inferiores), producto de la destrucción del bosque e incendios forestales. Desempeñando un papel importante en la protección hídrica.

4.5. Índices de diversidad

4.5.1. Índice de diversidad de Shannon (H')

Es uno de los índices de diversidad más utilizados, expresa la uniformidad entre valores de las especies en la muestra, midiendo el grado promedio de incertidumbre. En el índice de Shannon se integran dos componentes como lo menciona Aguirre (2013)

- Riqueza de especies.
- Equitatividad /representatividad en la muestra.

Tabla 1. Interpretación del índice de Shannon

Rangos	Significado
0 – 1,35	Diversidad baja
1,36 – 3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

Fuente: Aguirre (2013)

4.5.2. Índice de equitatividad de Pielow (*E*)

Este índice mide la diversidad observada en relación a la máxima diversidad esperada (Valdez et al., 2018).

Tabla 2. Interpretación del índice de equitatividad de Pielow

Valores	Significado	
0 – 0,33	Heterogéneo en abundancia	Diversidad baja
0,34 – 0,66	Ligeramente heterogéneo en abundancia	Diversidad media
> 0,67	Homogéneo en abundancia	Diversidad alta

Fuente: Aguirre (2013)

4.6. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Es un método algebraico-estadístico que sintetiza y estructura información incluida en una matriz de datos, tratando de homologar dicha información en un espacio vectorial, sin perder la información inicial y conservando la mayor varianza total (Lozares & López, 1991). Describiendo similitudes entre individuos, correlaciones entre variables y relaciones entre individuos y variables (Gonzalez et al., 2021).

Tripp (2020) menciona que para su interpretación en el caso de los scores (observaciones) se determinan posibles agrupamientos de los datos y para de los vectores (variables) se toma en cuenta la longitud y el ángulo con respecto a los ejes de las componentes principales y entre las variables, por lo que:

- Ángulos pequeños entre vectores representa alta correlación entre las variables.
- Ángulos rectos representan falta de correlación entre las variables y,
- Ángulos opuestos representan correlación negativa entre las variables.

4.7. Función de Hill con cuatro parámetros (4-PHF)

El-Kassaby et al. (2008) mencionan que la función de Hill con cuatro parámetros (4-PHF) es un método matemático que describe la germinación acumulada de semillas mediante la función de Hill y permite tener una interpretación biológica del comportamiento de la germinación y el impacto de tratamientos para mejorar la germinación, es un método de ajuste de curvas para describir la germinación de semillas, mediante los siguientes parámetros:

- Tres parámetros (a, b y c) que permite evaluar la capacidad de germinación (%), la forma y la inclinación de la germinación en curso y la velocidad de germinación (tiempo hasta alcanzar el 50 % de la germinación).
- El cuarto parámetro (y_0) permite estimar del tiempo de retraso (inicio de la germinación).

4.8. Estudios similares del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral

Se han desarrollado varios estudios caracterizando los bancos de semillas del suelo, entre ellos se encuentra el desarrollado por Domínguez y Romero (2017) que obtuvo 34 especies distribuidas en 16 familias, 26 géneros en áreas de bosque secundario y pastizales de piedemonte llanero. Cavieres y Arroyo (1999) determinaron que los bancos de semillas en *Phacelia secunda* varían de acuerdo a su rango altitudinal en los Andes de Chile central. Estudios similares se han realizado en los países de México, Perú y Chile.

Figuroa y Jaksic (2004) estudiaron la latencia y el banco de semillas de suelo en el mediterráneo de Chile central, determinando su transitoriedad y semejanza con otros ecosistemas del mediterráneo que se han visto afectados por incendios, mencionan además que la mayor densidad de semillas se encuentran en el horizonte superior del suelo. Asimismo se determinan factores que inciden en la germinación como la necesidad de una estratificación en frío, estratificación en calor y estratificación química.

En México Rodríguez et al. (2013) analizaron la vegetación secundaria del matorral espino en Tamaulipas determinando que el banco de semillas del suelo es viable, además se cuenta con fuentes semilleras, siendo *Bernardia myricifolia* la especie con mayor densidad de distribución. En Perú, Lima Arévalo (2019), estudio la diversidad vegetal del banco de semillas en ecosistemas de matorral y agricultura, identificando 12 especies, pertenecientes a 7 familias, donde las familias Fabaceae y Poaceae son de mayor representatividad.

En Ecuador los estudios de bancos de semillas del suelo en ecosistemas de matorral andino son escasos, razón por la que investigaciones referentes al tema se han realizado en varios de los ecosistemas presentes en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador, como Carrera (2019) que estudio el banco de semillas en los ecosistemas de bosque montano en una parcela permanente y en el ecosistema de plantación forestal; Mocha (2020) analizo el banco de semillas del suelo en el bosque montano de la microcuenca Los Nogales; Sánchez (2021a) determino el banco de semillas del suelo en el páramo antrópico. Finalmente Fernández (2022) estudio la relación de variables físicas con los bancos de semillas del suelo de los ecosistemas de bosque montano y en las plantaciones forestales de *Eucalyptus globulus* Labill y *Pinus radiata* D. Don.

5. Metodología

5.1. Área de estudio

El estudio se realizó en cinco parcelas temporales de 20 x 20 m establecidas previamente en el ecosistema matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, ubicado en el cantón Loja, parroquia San Sebastián, sector La Argelia situado a 5 km de la ciudad, con una superficie de 99,2 hectáreas, presenta ecosistemas de bosque andino, matorral, páramo antrópico, bosque mixto de *Juglans neotropica*, plantaciones de pino y eucalipto (Aguirre & Yaguna, 2014). Ver Figura 2.

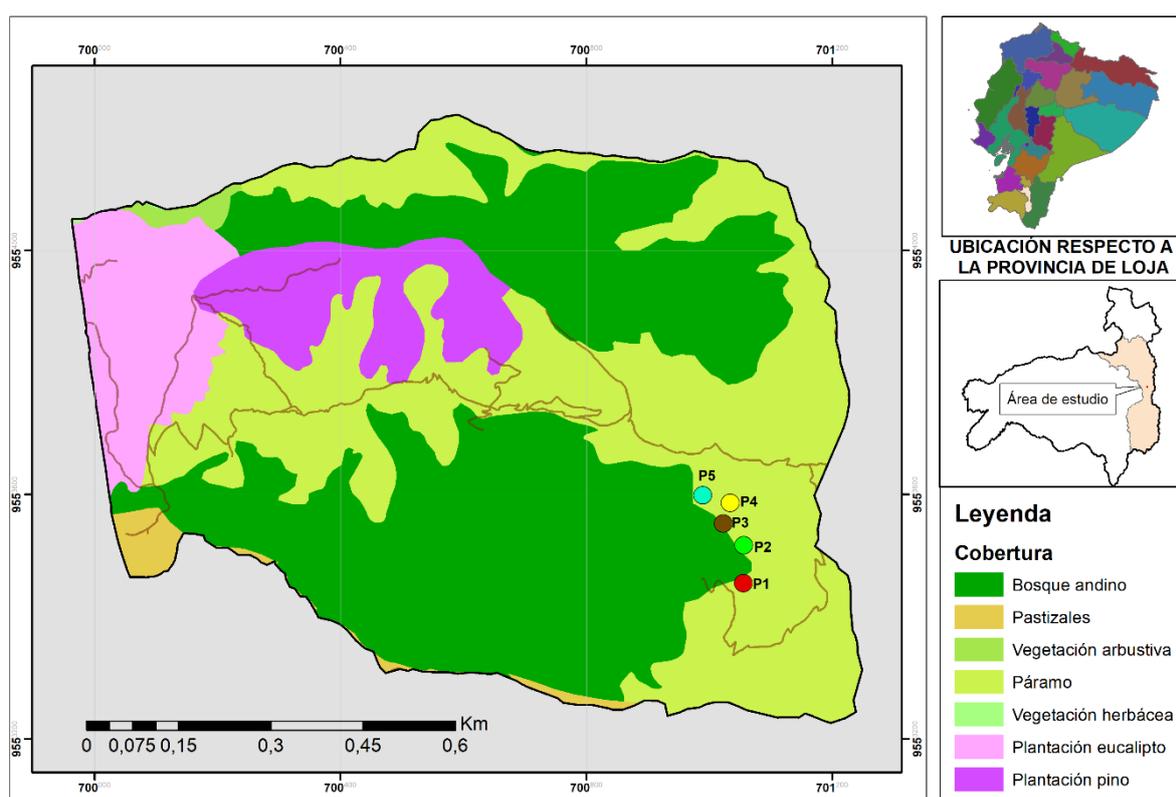


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio

5.2. Metodología para caracterizar el índice de velocidad de germinación del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral

Para determinar el índice de velocidad de germinación del banco de semillas del suelo se utilizó la metodología establecida por Ferrandis et al. (2019).

5.2.1. Identificación y selección de los sitios de muestreo

Dentro de las cinco parcelas temporales, se anidaron cuatro subparcelas de 5 x 5m (25 m²), donde se recolectaron 80 muestras de suelo mineral y 80 muestras de la capa orgánica, iniciando en la subparcela 1 y de acuerdo al sentido de las manecillas del reloj, partiendo del punto Noreste y terminando en el Noroeste. (Ver figura 3).

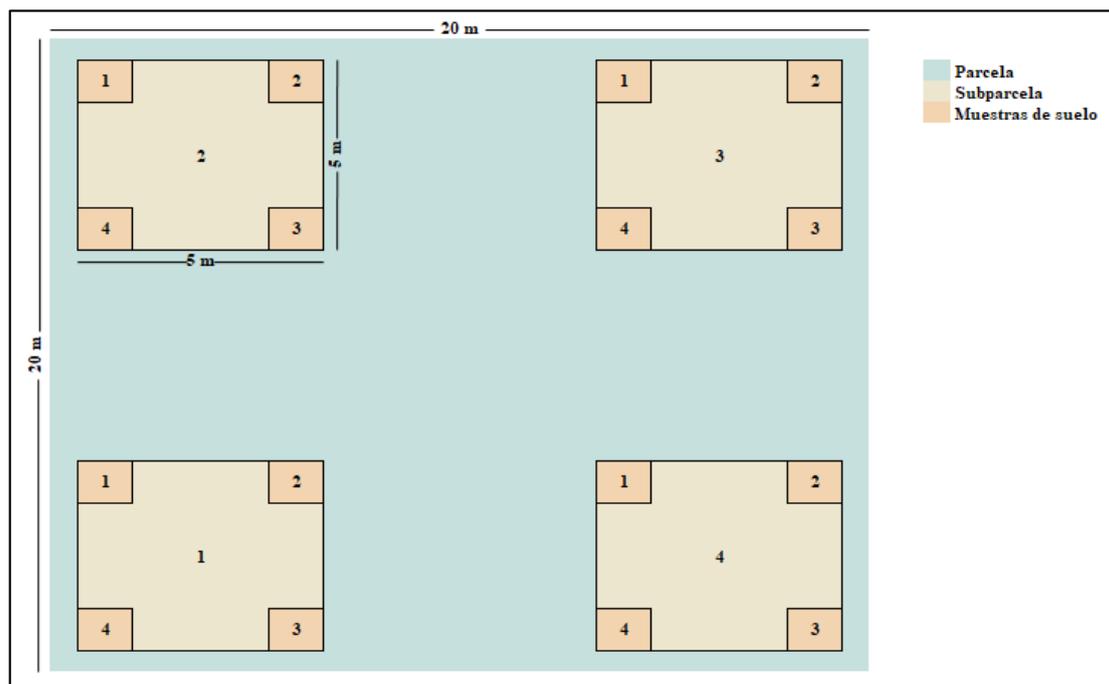


Figura 3. Puntos de recolección de muestras en las parcelas

5.2.2. Obtención de las muestras del banco de semillas del suelo - BSS

Para coleccionar las muestras del BSS, se preparó el suelo eliminando la mayor cantidad de ramas gruesas de la superficie y con la ayuda de una podadora de mano se cortó las raíces que obstruían la recolección. Las dimensiones de las muestras fueron de 20 cm de largo, 20 cm de ancho y un espesor de 10 cm. La extracción se realizó con una lampa pequeña de acero y para su traslado se utilizó fundas plásticas con el etiquetado correspondiente, como se ilustra en la Tabla 3.

Tabla 3. Hoja de campo para recolectar información de las muestras de los BSS en el PUFVC

Coordenadas UTM:		Lugar:				
Código:		Fecha:				
Altura (msnm):		Pendiente:				
Observaciones:						
Temperatura (°C)	Viento (k/h)	Humedad (%)	Capa orgánica (cm)	Capa mineral (cm)	Porcentaje de luz	Porcentaje de raíces

5.2.3. Preparación y procesamiento de muestras del BSS

Las muestras colectadas del suelo de la capa mineral y capa orgánica fueron llevadas al vivero forestal de la UNL, donde se realizó la separación de hojarasca, ramas, piedras e impurezas. Se colocó el material en bandejas de espuma flex etiquetadas con código y se realizó el riego una vez al día durante todo el monitoreo, como se observa en la Figura 4.



Figura 4. a) Disposición del sustrato en bandejas. b) Etiquetado de muestras

5.2.4. Monitoreo del proceso germinativo de las muestras del BSS

Para el monitoreo del proceso de germinación se estableció un sistema de recolección de datos, donde se dividió las bandejas de espuma flex en tres franjas horizontales como se ilustra en la Figura 5, y los individuos se enumeraron según el orden de aparición.

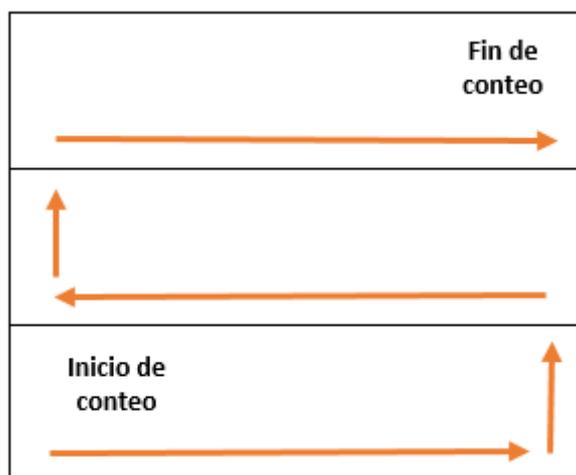


Figura 5. Sistema de recolección de datos en bandejas

El monitoreo se realizó diariamente durante 100 días, dicho procedimiento se realizó para evitar sesgos en la información. Para determinar el tiempo de monitoreo se tomó en cuenta que Trujillo y Vargas (2008) establecen que en los primeros dos meses se presenta la mayor ocurrencia de germinación.

5.2.5. Índice de velocidad germinativa (IVG)

Para caracterizar el Índice de velocidad germinativa (IVG) se utilizó la fórmula sugerida por Maguire (1962):

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

Mediante conteos diarios de germinación, considerando como primer día aquel donde se observó la primera plántula registrada.

5.2.6. Comportamiento germinativo con base en la Función de Hill con cuatro parámetros (4-PHF)

Para conocer el comportamiento germinativo del BSS con base a la función de Hill se utilizó la metodología establecida por Aravind et al. (2022) para lo cual se utilizó una matriz general del ecosistema matorral con los intervalos del monitoreo, los conteos diarios de germinación y el acumulado de los conteos (Tabla 4). Para obtener las gráficas de la función de Hill con cuatro parámetros (4-PHF) se utilizó el programa R Studio v4.2.2.

Tabla 4. Matriz de trabajo 1 para obtener las gráficas de la Función de Hill con cuatro parámetros

Días de monitoreo	Germinación diaria	Germinación acumulada
1		
2		
...		

Además, se trabajó una segunda matriz con las especies, los días de monitoreo y el total de semillas registradas en el BSS (Tabla 5).

Tabla 5. Matriz de trabajo 2 para obtener las gráficas de la Función de Hill con cuatro parámetros

Especies	Día 1	Día 2	Día ...	Día n	Semillas totales
sp 1					
sp 2					
sp n					

5.3. Metodología para determinar la riqueza y composición florística del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

Para caracterizar la riqueza y composición florística del banco de semillas del suelo se identificó las especies botánicas que germinaron, esto se realizó en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja. Se debe considerar que las plántulas en sus estadios primarios presentan caracteres botánicos complejos y particulares diferentes en la etapa adulta por lo que su identificación botánica requirió la organización en morfoespecies o especies indeterminadas.

5.3.1. *Procesamiento de datos colectados*

Para analizar el banco de semillas del suelo, se comparó aspectos de riqueza y número de individuos entre las muestras de la capa orgánica con las muestras de la capa mineral. Para los análisis descriptivos se utilizaron bases de Excel y la aplicación del programa RStudio. Los índices calculados fueron:

5.3.1.1. Índice de Diversidad de Shannon (H').

Expresa la uniformidad entre valores de las especies en la muestra. En el índice de Shannon se integran dos componentes: riqueza de especies y equitatividad (Aguirre, 2013). La ecuación para su cálculo fue:

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

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

Ln = Logaritmo natural

5.3.1.2. Índice de equitatividad de Pielow (E)

Mide la diversidad observada en relación a la máxima diversidad esperada (Valdez et al., 2018). La ecuación para su cálculo fue:

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

Donde:

E = Equitatividad

H = Índice de Shannon

H max = Ln del total de especies (S)

5.3.1.3. Índice de similitud de Sorensen (Ks)

Este índice se basa en la presencia y ausencia de las especies de las comunidades comparadas (Badii et al., 2008; Halffter et al., 2005). La fórmula utilizada para su cálculo fue:

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

Donde:

K_s = 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

5.4. **Análisis de componentes principales (ACP)**

Para realizar el análisis de componentes principales (ACP) y determinar la relación entre las variables físicas y biológica con el banco de semillas del ecosistema matorral se depuro la matriz de datos, determinando cinco variables físicas y biológicas: temperatura, viento, humedad, porcentaje de luz y porcentaje de raíces, para determinar el peso de estas en la germinación del BSS. Se aplicó la metodología de Vallejo (2021) mediante la utilización del programa estadístico R Studio v4.2.2. con lo que se obtuvo las gráficas correspondientes.

6. Resultados

6.1. Índice de velocidad de germinación del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral

El índice de velocidad de germinación (IVG) del BSS se presenta según la capa orgánica y la inorgánica del suelo.

6.1.1. Germinación del BSS de la capa orgánica

La germinación de la capa orgánica del BSS del ecosistema matorral del PUFVC, inicia a los cuatro días de monitoreo con un individuo de *Cyperus odoratus* L. y una especie indeterminada. A lo largo del proceso de monitoreo se registran cinco picos de germinación los días 12, 13, 16, 19 y 34 con 422, 421, 328, 244 y 154 individuos respectivamente, a partir del día 87 se registra un decrecimiento de la germinación, se registran los últimos individuos de *Lepechinia cf. mutica* (Bent.) Epling, *Gamochaeta americana* (Mill.) Wedd., *Poaceae* sp. y *Oxalis* sp., con un total de 4 006 individuos (Figura 6).

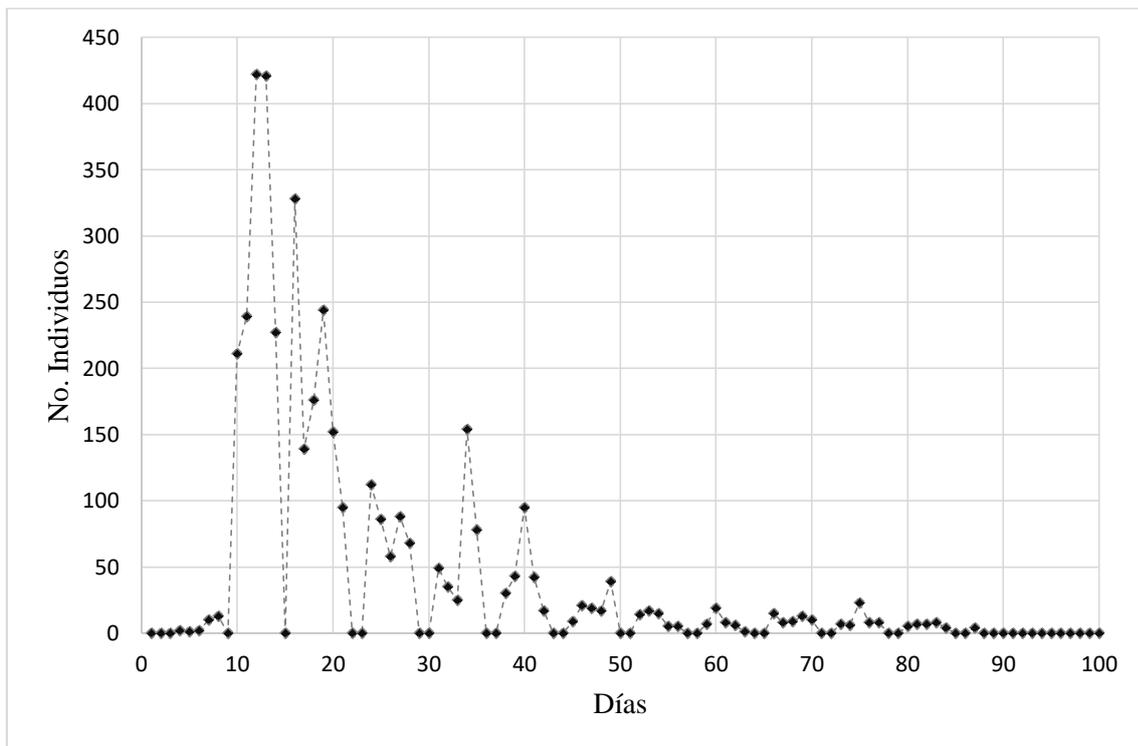


Figura 6. Picos de germinación diaria del BSS del ecosistema matorral del PUFVC de la capa orgánica.

En el BSS de la capa orgánica del ecosistema matorral se evidencia una relación tiempo-espacial entre las muestras recolectadas y su ubicación, siendo la parcela cinco, que presenta la mayor cantidad de germinación con 1 240 individuos mientras que la parcela cuatro registra la menor actividad germinativa con 540 individuos (Figura 7).

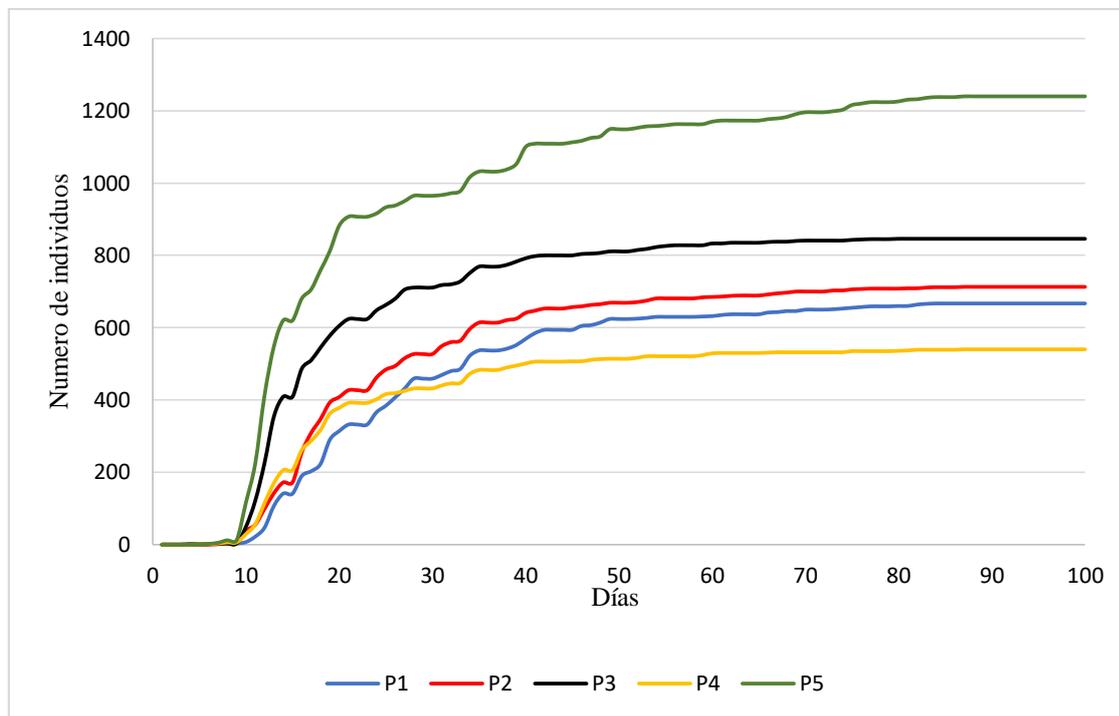


Figura 7. Germinación acumulada por parcelas del BSS del ecosistema matorral del PUFVC de la capa orgánica.

6.1.2. Germinación del BSS de la capa mineral

En la capa mineral del BSS del ecosistema matorral la actividad germinativa inicia al sexto día de monitoreo con un individuo de *Gamochaeta americana* (Mill.) Wedd., registra cinco picos altos de germinación en el día 13 con 44 individuos, el día 16 con 65 individuos, el día 19 con 62 individuos y los días 34 y 38 con 39 individuos censados respectivamente.

En el día 87 se registran los últimos individuos de *Tibouchina laxa* (Desr.) Cogn., *Muehlenbeckia* sp., *Lepechinia* cf. *mutica* (Bent.) Epling, *Oxalis* sp., *Viola arguta* Willd. Ex Roem. & Schult. y *Asteraceae* sp., sumando un total de 893 individuos (Figura 8).

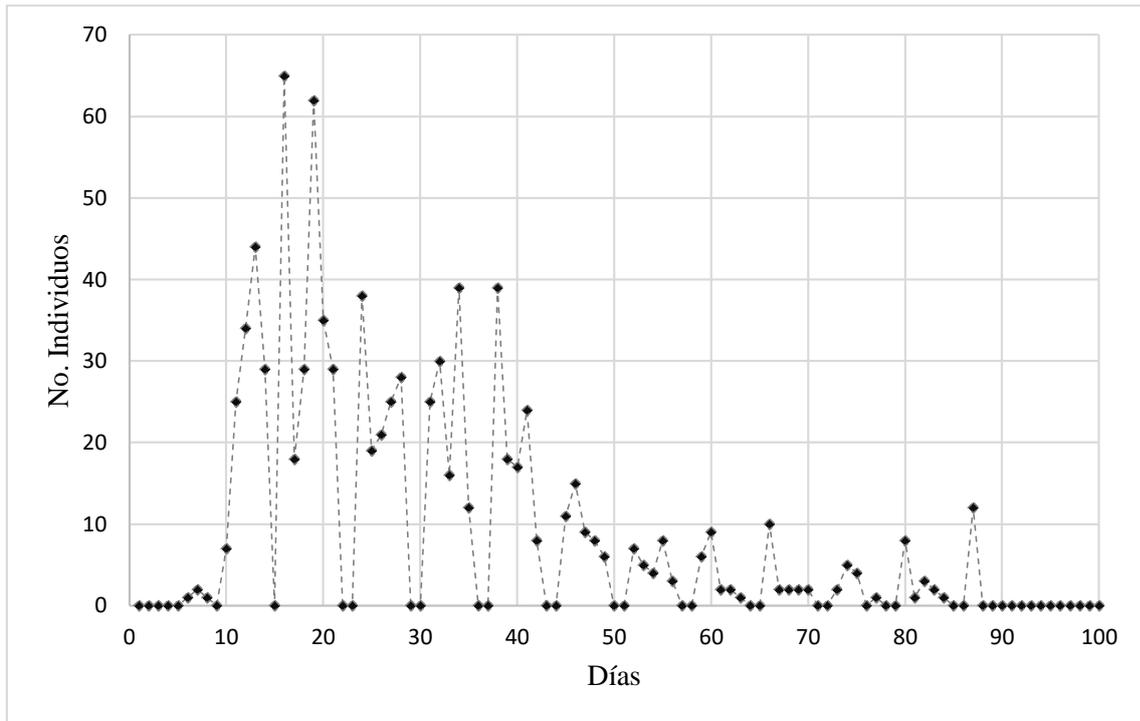


Figura 8. Picos de germinación diaria del BSS del ecosistema matorral del PUFVC de la capa mineral.

En la capa inorgánica según la distribución de las parcelas, la germinación del BSS muestra también cambios espaciales, en donde la parcelas cinco y uno; cuentan con 243 y 232 individuos respectivamente. En cuanto la menor actividad germinativa se registra en la parcela cuatro con 98 individuos (Figura 9).

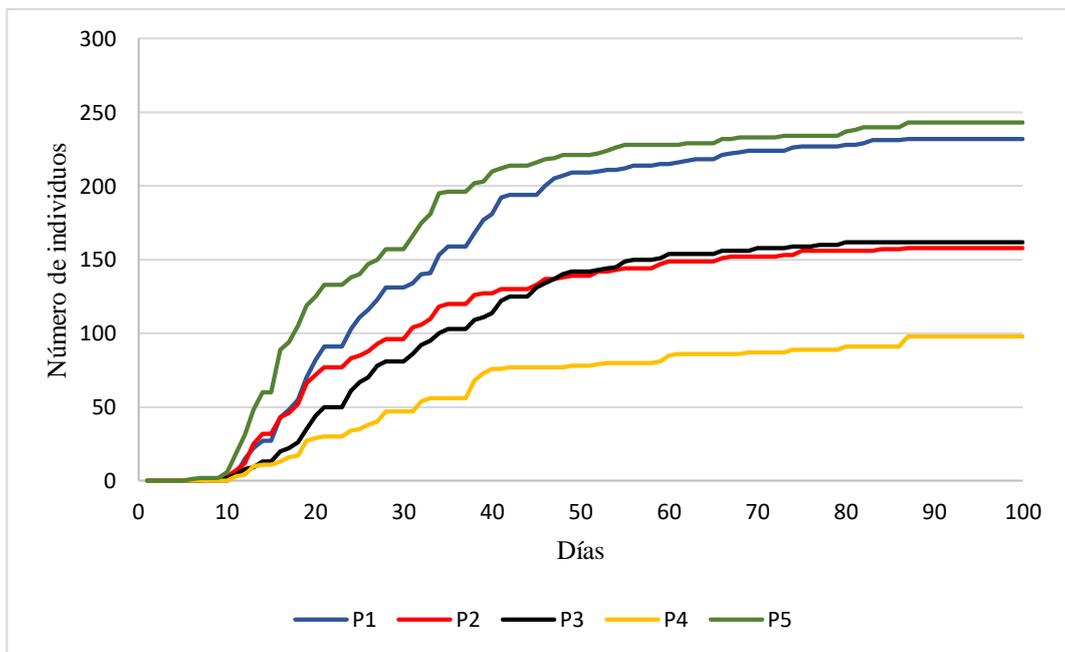


Figura 9. Germinación acumulada por parcelas del BSS del ecosistema matorral del PUFVC de la capa mineral.

6.1.3. Mortalidad del BSS

En la Figura 10 se muestra la mortalidad del BSS que registra un total de 7,21 %, se evidencia que en la capa orgánica murieron 251 individuos mientras que en la capa mineral se registra un total de 102 individuos que no sobrevivieron a lo largo del periodo de monitoreo.

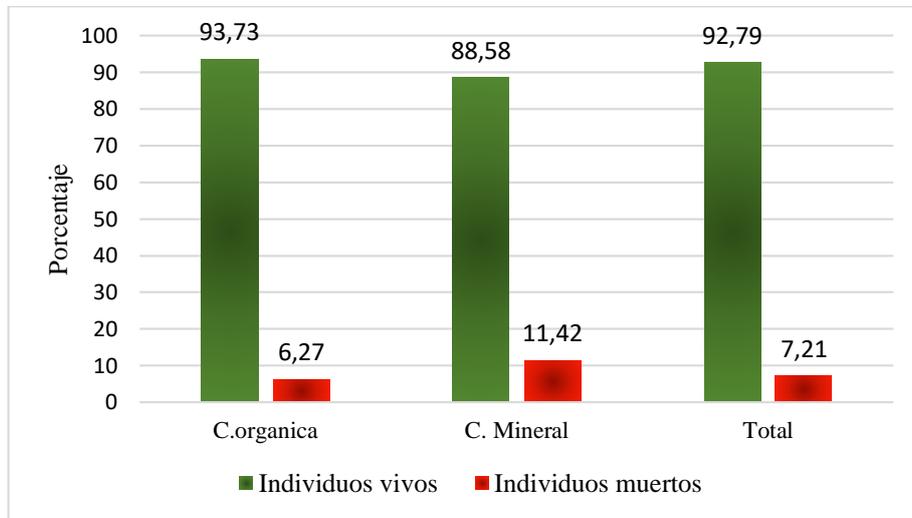


Figura 10. Mortalidad del BSS del ecosistema matorral.

6.1.4. Índice de velocidad de germinación (IVG)

En el banco de semillas del suelo la especie con mayor índice de velocidad de germinación es *Gamochaeta americana* (Mill.) Wedd. con 26,55 semillas/día, seguida de *Pilea myriantha* Killip con 7,48 semillas/día. Por otro lado, las especies que presentaron el menor índice son *Alnus acuminata* Kunth, *Erato polymnioides* D.C. y *Solanum* sp. con 0,01 semillas/día (Anexo 4).

Tabla 6. Índice de velocidad germinativa de las especies del banco de semillas del suelo del ecosistema matorral del PUFVC

Nombre científico	Familia	IVG (Semillas/día)
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Asteraceae	26,550
<i>Pilea myriantha</i> Killip	Urticaceae	7,480
Indeterminada 17	Morfoespecie	1,580
<i>Poaceae</i> sp.	Morfoespecie	1,370
<i>Viola arguta</i> Willd. Ex Roem. & Schult.	Violaceae	1,280
<i>Liabum</i> sp.	Asteraceae	0,990
<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae	0,860
<i>Lepechinia c.f. mutica</i> (Bent.) Epling	Lamiaceae	0,600
<i>Asteraceae</i> sp.	Morfoespecie	0,550
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	0,520

6.1.5. Comportamiento germinativo con base en la Función de Hill con cuatro parámetros (4-PHF)

En el ecosistema matorral del PUFVC el porcentaje de germinación en el banco de semillas del suelo es de 93,48 %, con una velocidad de germinación en el ecosistema matorral de 45,80 semillas/día. El tiempo máximo de la tasa de germinación (TMGR) comienza a disminuir en el día 15, mientras que el tiempo medio de la germinación (MGT) ocurre en el día 23, por lo que el tiempo requerido para la germinación del 50 % del total de semillas ($t_{50_{total}}$) y de semillas viables se ubica en el día 19. En la Figura 11 se puede observar la uniformidad del proceso de germinación del BSS con un valor de 84,76 %.

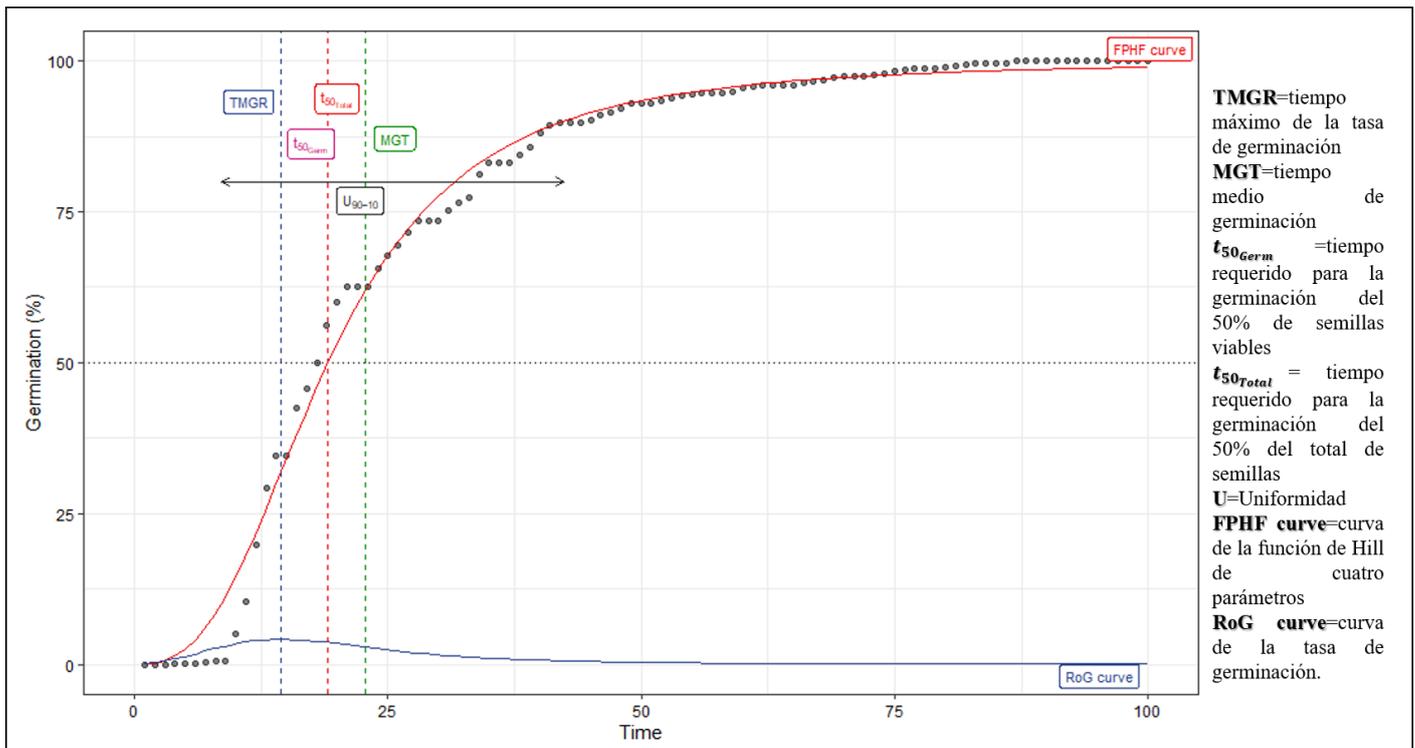


Figura 11. Gráfico de la Función de Hill con cuatro parámetros del ecosistema matorral

Las especies que presentan un mayor coeficiente de la tasa de germinación son Asteracea sp. 3 con 9,26 %; indeterminada 11 con 8,33 %; *Bomarea* sp. con 6,00 %; Indeterminada 13 con 5,56 % e Indeterminada 14 y Poaceae sp. 1 con 5,21 % (Figura 12). En la gráfica se excluyeron especies como *Alnus acuminata* Kunth., *Erato polymnioides* D.C., *Solanum* sp. y tres morfoespecies por presentar un solo individuo.

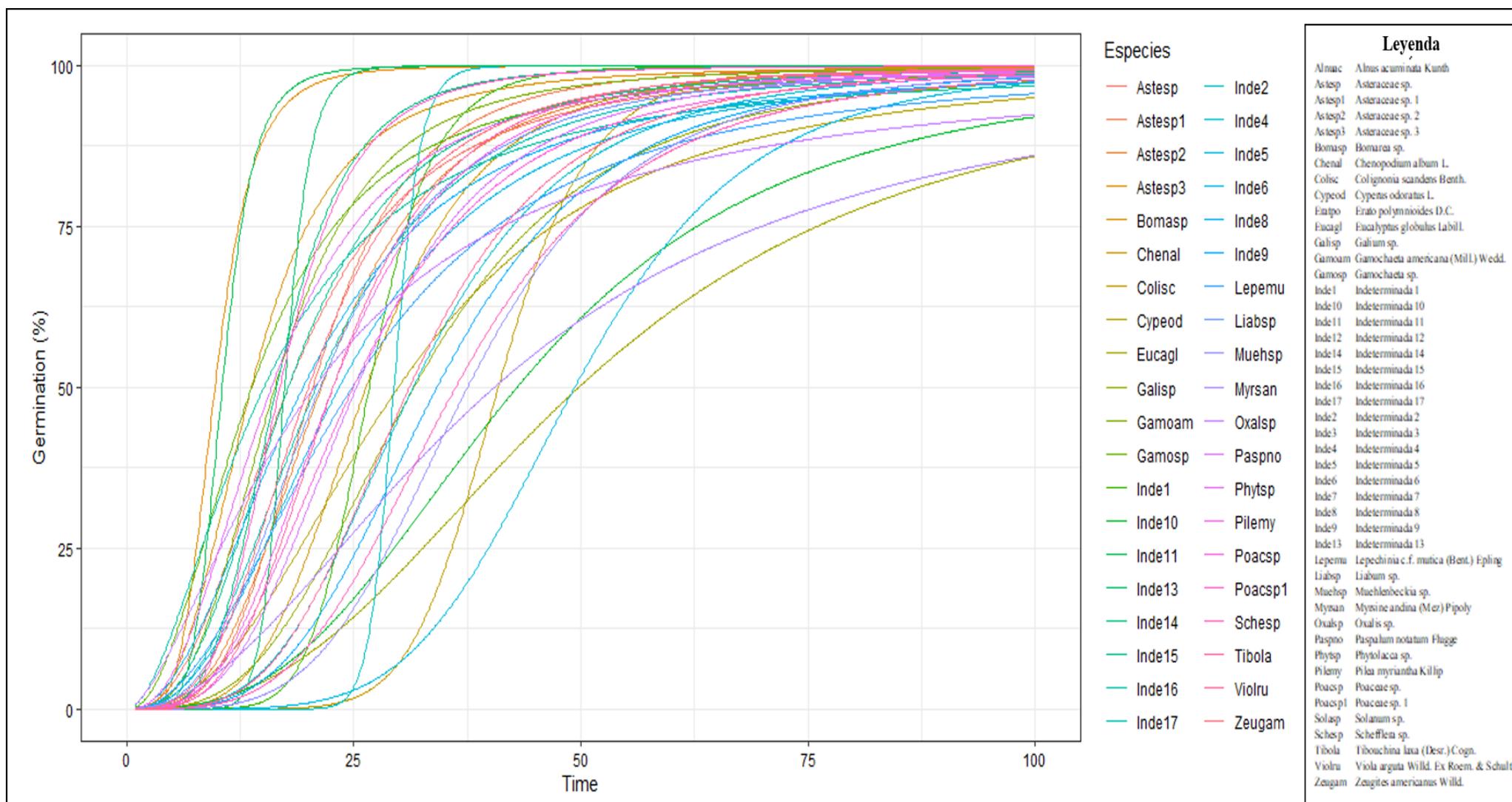


Figura 12. Gráfico de la función <<wrapper>> de la Función de Hill con cuatro parámetros para múltiples muestras.

6.2. Riqueza y composición florística del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral del parque universitario “Francisco Vivar Castro

6.2.1. Composición florística de la capa orgánica del BSS

La capa orgánica del ecosistema matorral presenta un total de 4006 individuos germinado que corresponden a 43 especies, 20 géneros y 17 familias botánicas; de las cuales el 0,11 % son árboles, el 2,22 % son arbustos, el 86,05 % son hierbas. Y un 11,62 % se catalogan como morfoespecies (Figura 13).

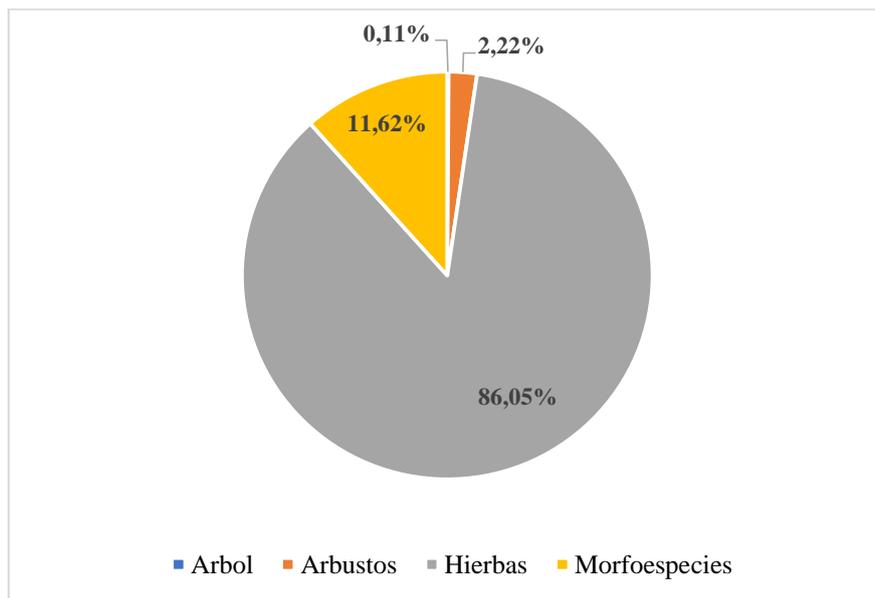


Figura 13. Árboles, arbustos, hierbas y morfoespecies del banco de semillas del suelo, capa orgánica del ecosistema matorral del PUFVC

La familia Asteraceae es la más representativa con ocho especies, seguida de Poaceae con cuatro especie. (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Composición florística del banco de semillas del suelo de la capa orgánica del ecosistema matorral

Nombre científico	Familia	Habito de crecimiento	No. Ind.	Tipo de especie o Estatus
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Asteraceae	Hierba	2437	Nativa
<i>Pilea myriantha</i> Killip	Urticaceae	Hierba, subarbusto o arbusto	484	Nativa
Indeterminada 17	Indeterminada	Morfoespecie	138	Indeterminado
<i>Poaceae</i> sp.	Poaceae	Morfoespecie	119	Indeterminado
<i>Liabum</i> sp.	Asteraceae	Hierba	87	Indeterminado
<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae	Hierba	62	Indeterminado
<i>Viola arguta</i> Willd. Ex Roem. & Schult.	Violaceae	Hierba	50	Nativa
<i>Asteraceae</i> sp.	Asteraceae	Morfoespecie	47	Indeterminado
<i>Lepechinia</i> cf. <i>mutica</i> (Bent.) Epling	Lamiaceae	Arbusto	44	Endémico
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	Arbusto	39	Nativa

6.2.2. Composición florística de la capa mineral del BSS

En la capa mineral se censo un total de 893 individuos germinados al finalizar el monitoreo, de las cuales el 0,37 % son árboles, el 3,61 % son arbustos y el 80,57 % son hierbas, representadas en 30 especies, 15 géneros y 14 familias, un 15,44 % de las especies se categorizo como morfoespecies (Figura 14).

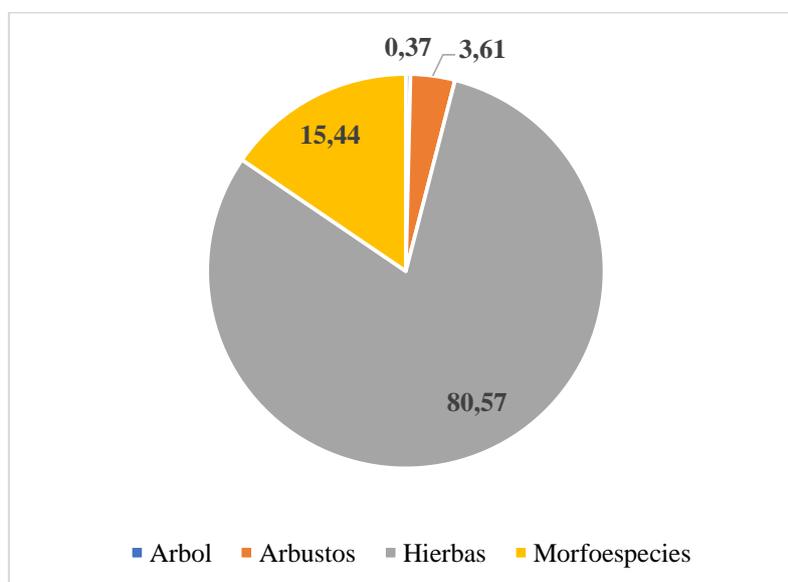


Figura 14. Árboles, arbustos, hierbas y morfoespecies del banco de semillas del suelo, capa mineral del ecosistema matorral del PUFVC

Las familias más representativas de la capa mineral del BSS son Asteraceae y Poaceae con cinco y dos especies respectivamente. En la Tabla 8 se detallan los resultados obtenidos de las 10 especies más abundantes.

Tabla 8. Composición florística del banco de semillas del suelo de la capa mineral del ecosistema matorral

Nombre científico	Familia	Habito de crecimiento	No. Ind.	Tipo de especie o Estatus
<i>Pilea myriantha</i> Killip	Urticaceae	Subarbusto o arbusto	264	Nativa
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Asteraceae	Hierba	218	Nativa
<i>Viola arguta</i> Willd. Ex Roem. & Schult.	Violaceae	Hierba	78	Nativa
Indeterminada 5	Indeterminada	Morfoespecie	31	Indeterminado
<i>Cyperus odoratus</i> L.	Cyperaceae	Hierba	24	Nativa
<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae	Hierba	24	Indeterminado
Indeterminada 14	Indeterminada	Morfoespecie	22	Indeterminado
Indeterminada 17	Indeterminada	Morfoespecie	20	Indeterminado
<i>Poaceae</i> sp.	Poaceae	Morfoespecie	18	Indeterminado
<i>Lepechinia c.f. mutica</i> (Bent.) Epling	Lamiaceae	Arbusto	16	Endémica

6.2.3. Diversidad del banco de semillas del suelo

La diversidad de la capa orgánica según el índice de Shannon-Wiener es media con un valor de 1,54; mientras que el índice de Pielow presenta un valor de 0,40 confirmándose la diversidad media. La capa mineral del BSS presenta una diversidad media con un valor de 2,17 y el índice de Pielow muestra un valor de 0,63 (Tabla 9 y Anexo 9, 10).

Tabla 9. Diversidad de especies del banco de semillas del suelo del ecosistema matorral del PUFVC

Índice de diversidad	Ecosistema matorral	
	Capa Orgánica	Capa Mineral
Riqueza	43	30
No. individuos	3777	803
Shannon (H')	1,5412	2,1730
Pielow (E)	0,4098	0,6389

6.2.4. Similitud en la germinación del BSS

La similitud del BSS entre la capa orgánica y la mineral es del 31 %, compartiendo 27 especies, los resultados se visualizan en la Tabla 10 y los cálculos se detallan en el Anexo 11. Donde la parte sombreada representa la riqueza reportada en las coberturas.

Tabla 10. Índice de similitud de Sorensen entre las capas del BSS del ecosistema matorral

	Capa Orgánica	Capa Mineral	Índice de similitud
Capa Orgánica	43	0,316	
Capa Mineral	27	30	
Número de especies compartidas			

En la capa orgánica del BSS se presentan especies exclusivas como *Alnus acuminata* Kunth, *Bomarea* sp., *Colignonia scandens* Benth., *Erato polymnioides* D.C., *Myrsine andina* (Mez) Pipoly, *Solanum* sp., *Zeugites americanus* Willd. y nueve morfoespecies; mientras que en la capa mineral se presentan como especies exclusivas a *Schefflera* sp. y dos morfoespecies.

En la Tabla 11, se presenta el índice de similitud de Sorensen entre las muestras recolectadas por parcelas del ecosistema matorral, donde la parte sombreada representa la riqueza reportada en la parcela, la parte inferior izquierda constituye el número de especies que se comparten entre parcelas y la parte superior derecha constituyen los índices de similitud entre las parcelas del ecosistema matorral. Los índices de similitud más altos se presentan entre las parcelas: P2-P3, P2-P4 y P3-P4, donde las especies que germinan son similares.

Tabla 11. Índice de similitud de Sorensen del BSS en las parcelas del ecosistema matorral

	P1	P2	P3	P4	P5	Índice de similitud
P1	29	0,244	0,300	0,151	0,094	
P2	15	28	0,773	0,778	0,491	
P3	14	20	27	0,747	0,552	
P4	17	20	19	26	0,542	
P5	14	19	18	18	24	
Número de especies compartidas						

6.2.5. Relación de las variables físicas-biológicas y su influencia en el BSS del ecosistema matorral

6.2.5.1. Análisis de componentes principales (ACP) por parcelas

La varianza explicada en la Figura 15 del análisis de componentes principales es del 52 % de la información de los datos originales. Donde las muestras recolectadas en las parcelas P5S2, P5S4 y P5S3 presentan la mayor cantidad de individuos germinados con 431, 404 y 381 individuos.

Variables físicas como: viento (k/h) y porcentaje de luz intervienen en la disposición de semillas en las muestras recolectadas en P4S3, P4S2 y P5S1; además, presentan una correlación alta.

En las variables viento (k/h) y humedad (%) la correlación es fuerte, por lo que su influencia en la disposición de semillas en el BSS es significativa para las muestras P1S1, P1S2 y P1S3. Mientras que las variables de viento (k/h) y porcentaje de raíces no se correlacionan entre sí.

Por otro lado, entre las variables físicas de porcentaje de luz y temperatura (°C) se presenta una correlación fuerte inversa es decir que a medida que una variable aumenta la otra disminuye, puesto que presenta un ángulo cercano a los 180°, por lo que el BSS presente en las muestras recolectadas en P3S1, P3S2 y P3S4 se ven afectadas por estos factores. Ocurre lo mismo entre la temperatura (°C) y el porcentaje de raíces afectando en la disposición de semillas en las muestras recolectadas en P1S4, P2S1, P2S2, P2S3, P2S4, P3S3 y P4S4.

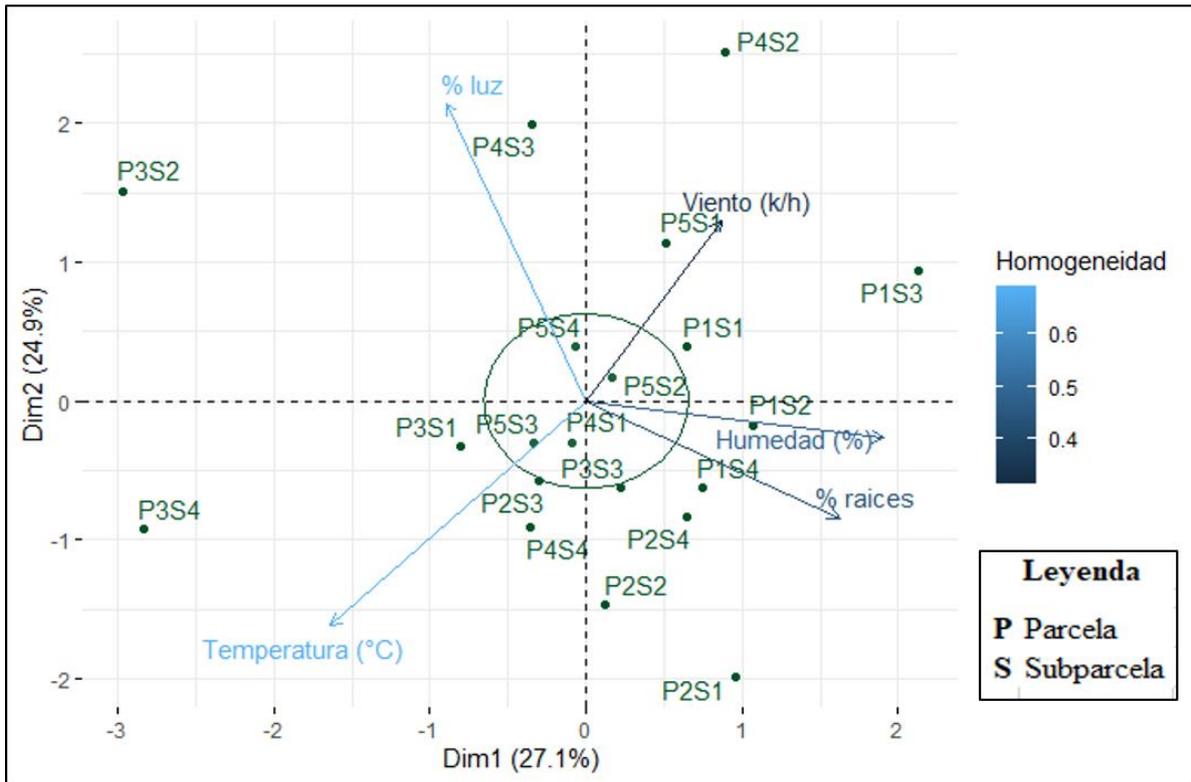


Figura 15. Análisis de Componentes Principales (ACP) de la relación de las variables físicas-biológicas y su influencia en la germinación por parcelas y subparcelas en el ecosistema matorral

6.2.5.2. Análisis de componentes principales (ACP) por especies y tipo de cobertura (Orgánica y Mineral)

En la Figura 16, se muestra el análisis de componentes principales por especie y tipo de cobertura que explica una varianza del 70 % de la información de los datos originales, se observa que no existe diferencia en la influencia de las variables físicas y biológicas en la germinación de las especies presentes tanto en la capa orgánica como en la mineral.

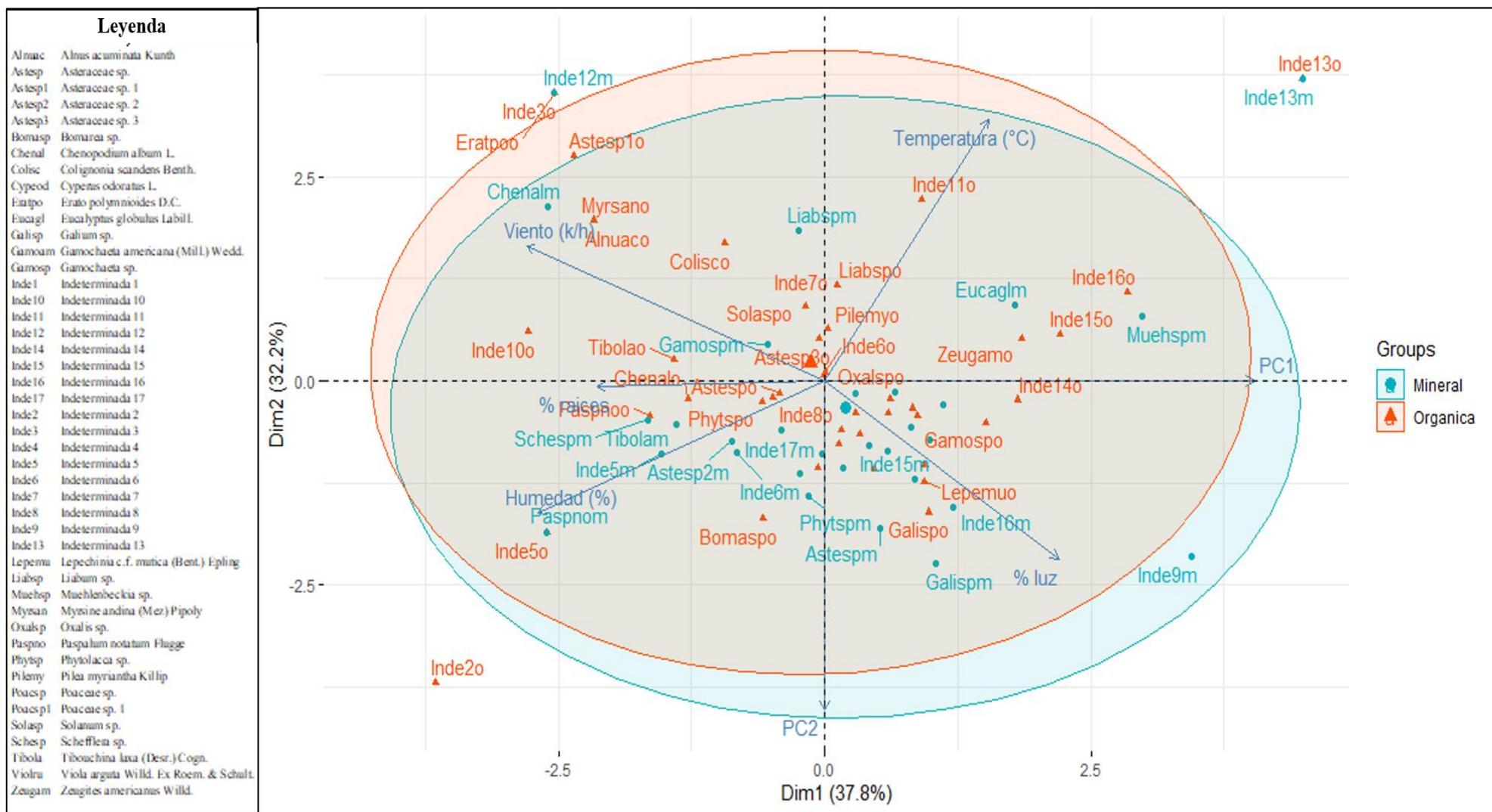


Figura 16. Análisis de Componentes Principales (ACP) de la relación de las variables físicas-biológicas y su influencia en la germinación de las especies entre los tipos de cobertura (Orgánica y Mineral)

7. Discusión

7.1. Índice de velocidad de germinación del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral

La germinación inicial del BSS del ecosistema matorral se encuentra entre los días 4 y 6 contrastando con lo registrado en otros ecosistemas como menciona Sánchez (2021) en ecosistemas de paramo la actividad germinativa inicio a los 15 días, en ecosistema de bosque montano inicia a los tres días de monitoreo como recalca Mocha (2020) y en plantaciones forestales inicia a los 15 días como menciona Carrera (2019). Así mismo, GENMEDOC (2008) menciona que en herbáceas de la familia Asteracea la actividad germinativa inicia entre los días 1 y 8 de monitoreo bajo condiciones de laboratorio.

En el BSS la mortalidad registrada es del 7,21 % de los individuos censados, esto pudiera deberse a factores internos propios de las semillas o a factores externos como lo menciona De Iriarte et al. (2017) donde factores como la viabilidad, humedad, temperatura y luz influyen en la germinación de las semillas. Cabe resaltar que en el BSS se registró un total de 4 899 individuos, denotando una riqueza dispuesta en 46 especies, con 21 géneros, 18 morfoespecies y 18 familias, demostrando que los BSS son importante en la preservación de la diversidad en comunidades vegetales y contribuyen potencialmente en los procesos de regeneración natural como lo mencionan Cox y Allen (2008) y Wang et al. (2009) donde es necesario comprender la interacción entre los BSS y la vegetación que se desarrolla en el ecosistema para realizar un manejo adecuado de las especies en el ecosistema.

Entre las especies que presentaron el IVG más alto esta *Gamochaeta americana* (Mill.) Wedd con un índice de 26,55 semillas/día, lo que podría atribuirse al mecanismo de dispersión de sus semillas mediante la fuerza del viento denominada anemocoria como mencionan De Noir et al. (2002) y Lázaro (2017), además el tamaño de esta semilla favorece a que se encuentren en suspensión durante un periodo largo de tiempo. Las familias más representativas presentes en el BSS son Asteraceae y Poaceae lo que confirma Arévalo (2019) en el BSS en ecosistemas de matorral y agricultura donde se identificó 12 especies distribuidas en 7 familias con mayor representatividad de las familias Fabaceae y Poaceae.

Asimismo en el banco de semillas del suelo predomina la presencia de especies herbáceas, causada por la competencia existente entre especies del ecosistema matorral (Muñoz et al., 2022). Por lo que es necesario conocer la relación entre factores como la densidad de dosel, los nutrientes presentes en el suelo y su relación con la vegetación existente como lo

mencionan Bossuyt et al. (2006); Davies y Waite (1998) para garantizar la viabilidad genética y su persistencia en el tiempo (Ordoñez et al., 2017).

En el ecosistema matorral del PUFVC el índice de la tasa de germinación (TMGR) se distribuye uniformemente en conjunto con la germinación del 50% del total de semillas ($t_{50_{total}}$), es decir que la germinación ocurre de forma pareja en todas las muestras de suelo del ecosistema matorral coincidiendo con lo que mencionan Kumar et al. (2019) que entre más corta es la distancia en la representación de las líneas de la tasa de germinación (TMGR) y la germinación del 50% del total de semillas ($t_{50_{total}}$) mayor es la vigorosidad de las semillas presentes en el suelo o de un determinado lote de semillas.

El-Kassaby et al. (2008) expresan que cuanto más corto sea el tiempo entre el inicio de la germinación (FirstGermTime), la germinación del 50% del total de semillas ($t_{50_{total}}$) y más uniforme sea la germinación, la curva de germinación será más empinada coincidiendo con la representación gráfica obtenida en este estudio. Además, Kumar et al. (2020) mencionan que la relación entre los parámetros extraídos con el análisis de 4-PHF permite caracterizar si las semillas se encuentran almacenadas en buenas, medianas o malas condiciones, por lo cual las semillas presentes en el BSS del ecosistema matorral se encuentran almacenadas categóricamente en medianas condiciones.

Lo cual favorece que especies endémicas y nativas como *Gamochaeta americana* (Mill.) Wedd, *Pilea myriantha* Killip, *Viola arguta* Willd. Ex Roem. & Schult, *Lepechinia* cf. *mutica* (Bent.) Epling, *Tibouchina laxa* (Desr.) Cogn y *Cyperus odoratus* L. estén presentes en el BSS, dado que las condiciones de invernadero proporcionaron condiciones microclimáticas de temperatura y luz adecuadas para el desarrollo de determinadas semillas como lo menciona la FAO (2002) y Ferrandis (2019).

7.2. Riqueza y composición florística del banco de semillas del suelo en el ecosistema matorral del parque universitario “Francisco Vivar Castro”

Del banco de semillas del suelo del ecosistema matorral se registró un total de 46 especies, comprendidas en 21 géneros, 18 morfoespecies y 18 familias, lo que contrasta con lo descrito por Muñoz et al. (2022) en la composición florística del matorral del PUFVC, en la que se registró 27 especies, en 23 géneros y 16 familias. Además, es necesario mencionar que en dicho estudio solo se consideró arbustos y árboles, mientras que en el estudio de contemplo hierbas. Asimismo, Iglesia (2010) menciona que no es raro presenciar una disparidad entre la composición del banco de semillas del suelo con la composición específica de la vegetación estudiada, considerando que el banco de semillas puede provenir de otro estado de sucesión anterior de la vegetación.

Cabe destacar que especies como *Lepechinia mutica* (Bent.) Epling, *Tibouchina laxa* (Desr.) Cogn. y *Alnus acuminata* Kunth son especies que particularmente se encuentran en los ecosistemas de matorral, así como algunas especies del género *Paspalum* sp. y *Myrsine* sp. como lo mencionan Lozano (2002) y MAE (2013), las mismas que se encontraron presentes en el banco de semillas del suelo.

Por otro lado se debe considerar que el área de estudio se vio afectada por un incendio forestal que alteró la composición del suelo a corto, mediano y largo plazo, afectando directamente la disposición de semillas en el banco de semillas del suelo, lo que confirman Nasi et al. (2002) que mencionan que los incendios obstaculizan la recuperación de los ecosistemas con las especies originales.

La diversidad del BSS del matorral tanto para la capa orgánica (1,54) como mineral (2,17) del banco de semillas del suelo es media, similar a lo descrito por Muñoz et al. (2022) para el matorral del PUFVC quienes reportan un valor de 1,44 considerada como una diversidad media de acuerdo a los índices de Shannon-Wiener. Pese a mostrar una diversidad media tanto en el matorral como en el BSS, la distribución de la riqueza de individuos es más equitativo en los BSS lo que explica que los valores obtenidos en el BSS sean mayores.

La similitud entre las especies encontradas en la capa orgánica y en la capa mineral del ecosistema matorral es bajo con un 31,6%, es decir que no presentan especies similares, llegando a compartir tan solo 27 especies de las 46 registradas en el banco de semillas del suelo, que puede ser causada por la disposición de las semilla en el BSS puesto que estas pueden

provenir de un estado de sucesión anterior a la vegetación actual o de otras fuentes de semillas (Iglesia, 2010).

Cabe resaltar el hecho que en otros ecosistemas que no se han visto afectados por incendios forestales la similitud encontrada entre especies es del 65 % como lo menciona Fernández (2022) en ecosistemas de plantaciones forestales, discrepando con lo obtenido en este estudio, donde la similitud es baja y podría deberse al efecto causado por el incendio forestal ocurrido en el ecosistema matorral del PUFVC que altero la vegetación de este ecosistema.

Algunas características ambientales en las que se desarrolla el BSS podrían determinar la presencia o ausencia de especies, Muriel (2008) menciona que el mantenimiento y perduración de semillas en los BSS depende de factores como la localidad, humedad y el tipo de suelo de un determinado ecosistema. El viento, la luz y la temperatura son variables físicas que inciden principalmente en la disposición, desarrollo y mantenimiento de las semillas en el BSS del ecosistema matorral del PUFVC, tal es el caso de la temperatura que puede disminuir y retardar los procesos germinativos como lo confirman Caroca et al. (2016) y Godino et al. (2013) donde mencionan que cada semilla es sensible a las variaciones bruscas en la temperatura. Del mismo modo Muncharaz (2011) determina que el factor ambiental más importante en la germinación de semillas es la luz, puesto que la presencia de esta induce la germinación.

Cabe resaltar el hecho que la disposición de los bancos de semillas del suelo es importante en los procesos de regeneración natural como lo mencionan Velázquez et al. (2019) y Zepeda et al. (2015) donde se determina que el mantenimiento de la vegetación de determinados ecosistemas depende netamente de la presencia de los BSS. Destacando el hecho que la presencia de los BSS depende de la forma de dispersión de las semillas dentro del ecosistema relacionándose directamente con variables ambientales como la luz, viento, humedad, entre otros.

8. Conclusiones

El índice de velocidad de germinación (IVG) en el ecosistema matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” es de 45,80 semillas/día, donde las especies con mayor IVG son *Gamochaeta americana* (Mill.) con 26,55 semilla/día, seguida de *Pilea myriantha* Killip con 7,48 semillas/día.

La germinación en el banco de semillas del suelo del ecosistema matorral presenta un comportamiento diferenciado entre la capa orgánica e inorgánica del suelo, con una uniformidad de germinación del 84,76 % por lo que el estado sanitario de las semillas es catalogado como mediano ya que se registra una mortalidad del 7,21%.

En el banco de semillas del suelo del ecosistema matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” se registró un total de 4 899 individuos, pertenecientes a 46 especies, de 21 géneros, 18 morfoespecies y 18 familias botánicas, correspondiendo a una diversidad media.

La composición florística presente en el banco de semillas del suelo del ecosistema matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” se caracteriza principalmente porque sus especies pertenecen al hábito de crecimiento herbáceo tanto en la capa orgánica (86,05 %) como en la mineral (80,57 %), las especies registradas son nativas y endémicas de la región.

Las especies más abundantes que germinaron son *Gamochaeta americana* (Mill.) Wedd., *Pilea myriantha* Killip en la capa orgánica mientras que en la capa mineral se destaca *Viola arguta* Willd. Ex Roem. & Schult.

VARIABLES FÍSICAS Y BIOLÓGICAS COMO LA LUZ, HUMEDAD Y TEMPERATURA PODRÍAN AFECTAR EN LOS PROCESOS GERMINATIVOS DE LAS SEMILLAS FACILITANDO O LIMITANDO LA REGENERACIÓN NATURAL DE UN SITIO O ECOSISTEMA.

9. Recomendaciones

Aplicar muestreos a varias profundidades del suelo considerando el hecho de que las semillas pueden provenir de estados sucesionales anteriores a la vegetación actual en el ecosistema.

Evaluar la composición florística de los bancos de semillas del suelo en varios ecosistemas que permitan comprender su comportamiento y papel en la regeneración natural de estos ecosistemas.

Realizar muestreos considerando los periodos estacionales de lluvia y sequia para comprender la ecología de los bancos de semillas del suelo en estas temporadas y considerar la disponibilidad de las semillas.

Considerar los mecanismos de dispersión de las semillas y relacionarlo con la presencia o exclusividad de determinadas especies en el BSS en el ecosistema.

10. Bibliografía

- Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medir-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Aguirre, Z., & Yaguna, C. (2014). *Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación Ing. Francisco Vivar Castro*. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/parque-universitario-francisco-vivar-c-unl.pdf>
- Aravind, J., Vimala, S., Radhamani, J., Jacob, S., & Kalyani, S. (2022). *The “germinationmetrics” Package: A Brief Introduction*. Github. <https://aravind-j.github.io/germinationmetrics/articles/Introduction.html>
- Arévalo, M. (2019). *Expresión anual de la diversidad vegetal: Banco de semillas de los ecosistemas Matorral y agricultura del Distrito Cajatambo, Región Lima* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4233>
- Badii, M., Landeros, J., & Cerna, E. (2008). Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. *International Journal of Good Conscience*, 3(1), 632–660. www.daenajournal.org
- Baquero, F., Sierra, R., Ordoñez, L., Tipán, M., Espinosa, L., Rivera, M., & Soria, P. (2004). *La vegetación de los Andes del Ecuador*.
- Bossuyt, B., Butaye, J., & Honnay, O. (2006). *Seed bank composition of open and overgrown calcareous grassland soils—a case study from Southern Belgium*. *Journal of Environmental Management*, 79(4), 364–371. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2005.08.005>
- Caroca, R., Zapata, N., & Vargas, M. (2016). Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 32(2), 94–101. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902016000200002>
- 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,

Universidad Nacional de Loja].
[https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21678/1/GUISELLA YAZMÍN CARRERA BRAVO.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21678/1/GUISELLA_YAZMÍN_CARRERA_BRAVO.pdf)

Cavieres, L., & Arroyo, M. (1999). Bancos de semillas en *Phacelia secunda* J.F. Gmelin (Hydrophyllaceae): variación altitudinal en los Andes de Chile central (33°S) . *Revista Chilena de Historia Natural*, 72, 569–577.
http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1999/4/Cavieres_&_Arroyo_1999.pdf

Chin, H. (1989). Storage of recalcitrant seeds: past, present and future. *The Australian Centre for International Agricultural Research*, 28, 89–92.
<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/134383/2/PR028.pdf#page=24>

Coloma, C., Suárez, D., & Melgarejo, L. (2010). Biología y germinación de semillas. *Accelerating the World's Research*, 13–25. <https://cutt.ly/aAiaW1V>

Cox, R., & Allen, E. (2008). Composition of soil seed banks in southern California coastal sage scrub and adjacent exotic grassland. *Plant Ecol*, 198, 37–46.
<https://doi.org/10.1007/s11258-007-9383-9>

Davies, A., & Waite, S. (1998). The persistence of calcareous grassland species in the soil seed bank under developing and established scrub. *Plant Ecology*, 136(1), 27–39.
<https://doi.org/10.1023/A:1009759227900/METRICS>

De Iriarte, C., Colomer, J., & Conesa, E. (2017). *Estudio de la germinación de dos especies de Teucrium protegidas en la Región de Murcia*.
<https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/7353/tfg-gas-est.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

De la Cuadra, C. (1992). Germinación, latencia y dormición de las semillas. *Hojas Divulgadoras*, 3(92), 1–24.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf

De Noir, F., Bravo, S., & Abdala, R. (2002). Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. *Revista de Ciencias Forestales-Quebracho*, 140–150. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48100913>

De Souza Maia, M., Maia, F. C., & Pérez, M. A. (2006a). Bancos de semillas en el suelo. *Agriscientia*, 23(1), 33–44.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2006000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

De Souza Maia, M., Maia, F. C., & Pérez, M. A. (2006b). Bancos de semillas en el suelo. *Agriscientia*, 23(1), 33–44.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2006000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Díaz, M., & Marañón, T. (2004). El banco de semillas del suelo: su papel en la regeneración del bosque mediterráneo. *Almoraima*, 31, 151–158.

Domínguez, K., & Romero, Y. (2017). *Caracterización del banco de semillas germinables en áreas de bosque secundario y pastizales de piedemonte llanero, Campus Loma Linda, Universidad Santo Tomás - Villavicencio* [Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12385/2017kellidomínguez.pdf?sequence=1>

Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74–85. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf>

El-Kassaby, Y., Moss, I., Kolotelo, D., & Stoehr, M. (2008). Seed germination: Mathematical representation and parameters extraction. *Forest Science*, 54(2), 220–227.

Fernández, E. (2022). “*Banco de semillas del suelo y su relación con variables físicas en dos tipos de cobertura vegetal en el parque universitario Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador*” [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24656/1/Erendida Marivi Fernández Guerrero.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24656/1/Erendida%20Marivi%20Fern%C3%A1ndez%20Guerrero.pdf)

Ferrandis, P. (2019). La importancia de los bancos de semillas del suelo en los estudios ecológicos. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 276–282. <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/486/pdf>

Ferrandis, P., Herranz, J., & Martínez, J. (2019). The role of soil seed bank in the early stages of plant recovery after fire in a *Pinus pinaster* forest in SE Spain. *Int. J. Wildland Fire*, 6(1), 31–35. https://www.researchgate.net/publication/233831899_The_Role_of_Soil_Seed_Bank_

in_the_Early_Stages_of_Plant_Recovery_After_Fire_in_a_Pinus_Pinaster_Forest_in_SE_Spain

- Figueroa, J., & Jaksic, F. (2004a). Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(1), 201–215. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100016>
- Figueroa, J., & Jaksic, F. (2004b). Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(1), 201–215. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100016>
- García, A. (1991). La dispersión de las semillas. *Ciencias*, 24, 3–6. <https://www.revistacienciasunam.com/images/stories/Articles/24/CNS02402.pdf>
- GENMEDOC. (2008). Prácticas de germinación en los bancos de semillas de la red *GENMEDOC* (pp. 15–147). http://www.genmeda.net/uploads/attachments/45/2-ES-Manual_germination_2008.pdf
- Godino, M., Vázquez, T., Izquierdo, M., & Pérez, C. (2013). Estudio de la incidencia de los factores ecológicos abióticos (temperatura y humedad) en la germinación y desarrollo de la *Moringa oleifera* Lam. . *Montes: Servicios y desarrollo rural*. <https://www.congresoforestal.es/actas/doc/6CFE/6CFE01-523.pdf>
- González, V., Conde, G., & Ochoa, A. (2021). Análisis de Componentes Principales en presencia de datos faltantes: el principio de datos disponibles. *Scientia et Technica*, 26(2), 219–228. <https://doi.org/10.22517/23447214.20591>
- Guevara, S., & Gómez, A. (1972). Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, México. *Journal of the Arnold Arboretum*, 53(3), 312–335. <https://www.jstor.org/stable/43781788>
- Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P., & Melic, A. (2005). Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades alfa, beta y gamma. *M* (Vol. 4). <http://entomologia.rediris.es/sea>
- Hernández, R., Malkind, S., & Mora, A. (2009). Estudio del banco de semillas de un bosque húmedo montano bajo de Mérida, Venezuela. *Pittieria*, 33, 47–58.
- Iglesia, A. (2010). *Efecto del fuego sobre la germinación y el banco de semillas edáfico de Ericáceas de Galicia* [Universidade de Santiago de Compostela. Servizo de

- Kumar, S., Basu, S., Anand, A., & Aravind, J. (2020). Characterization of Onion Seedlots into Different Storability Groups with 4 Parameter Hill Function (4-PHF). *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.08.17.253930>
- Kumar, S., Basu, S., Anand, A., Aravind, J., Lal, S., Tomar, B., Talukdar, A., & Archak, S. (2019). Four parameter hill function (4-PHF): *A comprehensive analytical approach for germination performance in differentially aged onion seed lots*. October, 2–3. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28271.66725>
- La Cosecha. (7 de febrero de 2020). Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación. *La Cosecha*. <https://lacosechadigital.com/parque-universitario-de-educacion-ambiental-y-recreacion-puear/>
- Lázaro, J. (2017). *Mecanismos de diseminación de semillas y su relación con la composición florística de las comunidades vegetales salmantinas*. https://gedos.usal.es/bitstream/handle/10366/136842/TFG_LazaroGilJimenaMecanismosdeDiseminaci%F3ndeSemillasysuRelaci%F3n.pdf;jsessionid=297EBCBB3C942885E4667B0FBFCE5854?sequence=1
- Lozano, C. (2002). Los tipos de bosque en el sur del Ecuador. En Z. Aguirre, J. Madsen, E. Cotton y H. Balslev (Eds), *Estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora-Chinchi* (pp. 28-50).
- Lozares, C., & López, P. (1991). El análisis de componentes principales: aplicación al análisis de datos secundarios. *Papers: Revista de Sociología*, 37, 31–63. <https://doi.org/10.5772/intechopen.82940>
- Maguire, J. (1962). Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergente and vigor. *Crop Science*, 2(2), 176–177. <https://doi.org/10.2135/CROPSCI1962.0011183X000200020033X>
- Martínez, Y., Castillo, S., Álvarez, J., Collazo, M., & Zavala, A. (2013). Lluvia y banco de semillas como facilitadores de la regeneración natural en un bosque templado de la ciudad de México. *Interciencia*, 38(6), 400–409. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33928571002.pdf>

- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). *Mapa de Vegetación del Ecuador Continental*.
<https://www.ambiente.gob.ec/mapa-de-vegetacion-del-ecuador-continental/>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf)
- Mocha, J. (2020). *Banco de semillas del suelo en el Bosque Montano en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja].
[https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23684/1/Jonathan Javier Mocha Gómez.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23684/1/Jonathan%20Javier%20Mocha%20G%C3%B3mez.pdf)
- Muncharaz, L. (2011). Efecto de la luz, temperatura, tipo de sustrato y desarrollo de la inflorescencia sobre la germinación de rama negra (*Conyza bonariensis* [L.] Cronquist). *Pontificia Universidad Católica Argentina*.
<https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/300/1/doc.pdf>
- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(2), 130–143.
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326/294>
- Muñoz, L., Ulloa, E., Muñoz, J., & Aguirre, Z. (2022). Composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales en el sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 12(2), 13–25. <https://doi.org/10.54753/blc.v12i2.1616>
- Muriel, P. (2008). La diversidad de ecosistemas en el Ecuador. *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador* (pp. 28–38).
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54644713/Ecosistemas-libre.pdf?1507332213=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEcosistemas_pdf.pdf&Expires=1677956340&Signature=JekedtPs0CHnD3GicNfKW1XLtEixyp4O1tR5bTNCs4lfnTsxTmXltv2Owr1QDaPkhYWiSbALBDv
- Nasi, R., Dennis, R., Meijaard, E., Applegate, G., & Moore, P. (2002). Los incendios forestales y la diversidad biológica. *Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales*.
<https://www.fao.org/3/y3582s/y3582s08.htm>
- Ordoñez, C., Orozco, A., Canales, M., Sello, C., Pritchard, H., & Flores, C. (2017). Ecological longevity of *Polaskia chende* (Cactaceae) seeds in the soil seed bank, seedling

- emergence and survival. *Plant Biology*, 19(6), 973–982.
<https://doi.org/10.1111/PLB.12611>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2002). El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo. *FAO*. <https://www.fao.org/3/s8630s/s8630s04.htm>
- Osuna, H., Osuna, A., & Fierro, A. (2017). *Manual de propagación de plantas superiores* (1st ed.).
https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf
- Pérez, A., Mota, C., Bonilla, M., & Rojas, O. (2013). *La dispersión de semillas por aves y la recuperación del bosque mesófilo de montaña*. Instituto de Ecología.
<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/632-la-dispersion-de-semillas-por-aves-y-la-recuperacion-del-bosque-mesofilo-de-montana>
- Pérez, I. M. (2007). *Factores que condicionan la regeneración natural de especies leñosas en un bosque mediterráneo del sur de la Península Ibérica*. *Ecosistemas*, 16(2 SE-).
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/459>
- Piudo, M., & Cavero, R. (2005). Banco de semillas: comparación de metodologías de extracción, de densidad y de profundidad de muestreo. *Publicaciones de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica*, 16, 71–85.
<https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/8024/1/n16a5.pdf>
- Ponce, L., & Montalván, H. (2005). Evaluación del banco de semillas del suelo en tres sitios en diferentes estados sucesionales en un bosque seco secundario en Nandarola, Nandaime, Granada [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria].
<https://repositorio.una.edu.ni/1069/1/tnf03p792.pdf>
- Rivas, K. (2015). *Compendio de Botánica*.
- Rodríguez, A., Pérez, E., Tagle, M., Yamallel, Y., Rodríguez, G., & Mora-Olivo, A. (2013). Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Phyton (Buenos Aires)*, 82(2). http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-56572013000200005&script=sci_arttext&tlng=es
- Ron, S. (2020). *Regiones Naturales del Ecuador*. <https://bioweb.bio/regionesNaturales.html>

- Sánchez, J. (2021). *Banco de semillas del suelo en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), Loja, Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24064/1/Johanna Michelle Sanchez Bermeo.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24064/1/Johanna%20Michelle%20Sanchez%20Bermeo.pdf)
- Tripp, M. (2020). *Análisis de Componentes Principales (PCA)*. Rstudio-Pubs. https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/638839_b915111f7b634632bd0b88cbb4d50954.html
- Trujillo, L., & Vargas, O. (2008). Bancos de semillas en bordes de bosque. *Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino* (2nd ed., pp. 294–372). https://www.researchgate.net/publication/263659126_Bancos_de_semillas_en_bordes_de_bosque
- Universidad Politecnica de Valencia. (2017). *Tema 16: Germinación de semillas*. [http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm#Factores que afectan a la germinación](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm#Factores%20que%20afectan%20a%20la%20germinaci%C3%B3n)
- Valdez, C., Guzmán, M., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M., & Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674–1682. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>
- Vallejo, P. (2021). *Script ACP/ACP (Análisis de componentes principales)*. Github. <https://github.com/pableres/ACP/blob/main/ACP>
- Varela, S., & Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Sistemas Forestales Integrados* (pp. 1–10). https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf
- Vargas, M. (1991). Factores que afectan la germinación de semillas. *BOLTEC*, 24(1), 26–31. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/78728/3Vargas-semillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velázquez, T., Díaz, C., Ruiz, B., & Velázquez, N. (2019). Síndromes de dispersión de semillas en comunidades de bosque mesófilo de montaña, en la región centro de Veracruz, México. *Botanical Sciences*, 97(4), 568–578. <https://doi.org/10.17129/botsci.2095>

- Walck, J., Baskin, J., Baskin, C., & Hidayati, S. (2005). Defining transient and persistent seed banks in species with pronounced seasonal dormancy and germination patterns. *Seed Science Research*, 15(3), 189–196. <https://doi.org/10.1079/SSR2005209>
- Wang, J., Zou, C., Ren, H., & Duan WJ. (2009). Absence of tree seeds impedes shrubland succession in southern China. *Journal of Tropical Forest Science*, 21(3), 210–217. <https://www.frim.gov.my/v1/JTFSONline/jtfs/v21n3/210-217.pdf>
- Willan, R. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales: con especial referencia a los trópicos. *Centro de Semillas Forestales de DANIDA (2004)*, 03–22. <https://www.fao.org/3/AD232S/ad232s00.htm#TOC>
- Yang, D., & Li, W. (2013). Soil seed bank and aboveground vegetation along a successional gradient on the shores of an oxbow. *Aquatic Botany*, 110, 67–77. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2013.05.004>
- Zepeda, C., Lot, A., Antonio, X., & Manjarrez, J. (2015). Evaluación del banco de semillas y su importancia en la rehabilitación de la vegetación de humedales del centro México. *Botanical Sciences*, 93(4), 695–707. <https://doi.org/10.17129/botsci.245>
- Zurita, A. (2015). Matorrales y Desiertos. *Ecotec* (pp. 1–22). https://www.ecotec.edu.ec/material/material_2015D1_AMB171_18_46875.pdf

11. Anexos

Anexo 1. Extracción de muestras de suelo y registro de variables físicas y biológicas en el ecosistema matorral del PUFVC.



Anexo 2. Monitoreo de las muestras recolectadas en el ecosistema matorral del PUFVC.



Anexo 3. Datos de las muestras de suelo recolectadas en el ecosistema matorral del PUFVC

No.	Código	Altitud	Coordenada UTM		Variables físicas							
			X	Y	Temperatura (°C)	Viento (k/h)	Humedad (%)	C. orgánica (cm)	C. mineral (cm)	Pendiente (%)	% luz	% raíces
1	P1S1M1	2417	701055.42	9553455.09	21,77	1,50	70,71	4,75	5,25	52	28	40
2	P1S1M2	2417	701055.42	9553455.09	21,77	1,50	70,71	3,75	6,25	52	45	35
3	P1S1M3	2417	701055.42	9553455.09	21,77	1,50	70,71	3,50	6,50	52	40	80
4	P1S1M4	2417	701055.42	9553455.09	21,77	1,50	70,71	4,00	6,00	52	25	75
5	P1S2M1	2417	701055.42	9553455.09	17,80	0,87	61,90	3,50	6,50	52	15	60
6	P1S2M2	2417	701055.42	9553455.09	17,80	0,87	61,90	2,00	8,00	52	66	20
7	P1S2M3	2417	701055.42	9553455.09	17,80	0,87	61,90	3,00	7,00	52	51	30
8	P1S2M4	2417	701055.42	9553455.09	17,80	0,87	61,90	3,75	6,25	52	30	45
9	P1S3M1	2417	701055.42	9553455.09	18,70	1,10	88,00	3,25	6,75	52	40	35
10	P1S3M2	2417	701055.42	9553455.09	18,70	1,10	88,00	2,25	7,75	52	36	40
11	P1S3M3	2417	701055.42	9553455.09	18,70	1,10	88,00	3,75	6,25	52	52	65
12	P1S3M4	2417	701055.42	9553455.09	18,70	1,10	88,00	3,75	6,25	52	76	70
13	P1S4M1	2417	701055.42	9553455.09	24,40	1,50	70,50	5,00	5,00	52	30	70
14	P1S4M2	2417	701055.42	9553455.09	24,40	1,50	70,50	3,75	6,25	52	50	80
15	P1S4M3	2417	701055.42	9553455.09	24,40	1,50	70,50	5,50	4,50	52	15	80
16	P1S4M4	2417	701055.42	9553455.09	24,40	1,50	70,50	3,75	6,25	52	35	75
17	P2S1M1	2424	701055.56	9553517.02	24,00	0,70	86,50	2,25	7,75	55	17	45
18	P2S1M2	2424	701055.56	9553517.02	24,00	0,70	86,50	2,00	8,00	55	33	55
19	P2S1M3	2424	701055.56	9553517.02	24,00	0,70	86,50	2,75	7,25	55	25	45
20	P2S1M4	2424	701055.56	9553517.02	24,00	0,70	86,50	4,25	5,75	55	30	45
21	P2S2M1	2424	701055.56	9553517.02	22,70	0,60	70,10	2,50	7,50	55	26	60
22	P2S2M2	2424	701055.56	9553517.02	22,70	0,60	70,10	1,50	8,50	55	69	30
23	P2S2M3	2424	701055.56	9553517.02	22,70	0,60	70,10	2,25	7,75	55	23	40

No.	Código	Altitud	Coordenada UTM		Variables físicas							
			X	Y	Temperatura (°C)	Viento (k/h)	Humedad (%)	C. orgánica (cm)	C. mineral (cm)	Pendiente (%)	% luz	% raíces
24	P2S2M4	2424	701055.56	9553517.02	22,70	0,60	70,10	1,75	8,25	55	27	60
25	P2S3M1	2424	701055.56	9553517.02	22,70	0,70	72,80	2,50	7,50	55	39	40
26	P2S3M2	2424	701055.56	9553517.02	22,70	0,70	72,80	2,25	7,75	55	57	30
27	P2S3M3	2424	701055.56	9553517.02	22,70	0,70	72,80	2,75	7,25	55	40	35
28	P2S3M4	2424	701055.56	9553517.02	22,70	0,70	72,80	1,75	8,25	55	35	70
29	P2S4M1	2424	701055.56	9553517.02	22,30	0,70	76,50	3,00	7,00	55	38	60
30	P2S4M2	2424	701055.56	9553517.02	22,30	0,70	76,50	3,25	6,75	55	57	55
31	P2S4M3	2424	701055.56	9553517.02	22,30	0,70	76,50	2,75	7,25	55	72	70
32	P2S4M4	2424	701055.56	9553517.02	22,30	0,70	76,50	2,75	7,25	55	56	75
33	P3S1M1	2436	701022.32	9553552.48	22,60	0,70	69,80	2,25	7,75	60	40	30
34	P3S1M2	2436	701022.32	9553552.48	22,60	0,70	69,80	3,75	6,25	60	31	70
35	P3S1M3	2436	701022.32	9553552.48	22,60	0,70	69,80	3,75	6,25	60	40	60
36	P3S1M4	2436	701022.32	9553552.48	22,60	0,70	69,80	1,25	8,75	60	39	40
37	P3S2M1	2436	701022.32	9553552.48	23,90	0,90	58,60	3,25	6,75	60	78	10
38	P3S2M2	2436	701022.32	9553552.48	23,90	0,90	58,60	3,75	6,25	60	49	60
39	P3S2M3	2436	701022.32	9553552.48	23,90	0,90	58,60	2,25	7,75	60	42	45
40	P3S2M4	2436	701022.32	9553552.48	23,90	0,90	58,60	3,50	6,50	60	37	25
41	P3S3M1	2436	701022.32	9553552.48	22,10	0,70	63,00	5,75	4,25	60	49	90
42	P3S3M2	2436	701022.32	9553552.48	22,10	0,70	63,00	2,75	7,25	60	46	45
43	P3S3M3	2436	701022.32	9553552.48	22,10	0,70	63,00	3,75	6,25	60	43	60
44	P3S3M4	2436	701022.32	9553552.48	22,10	0,70	63,00	3,50	6,50	60	50	70
45	P3S4M1	2436	701022.32	9553552.48	25,90	0,70	60,50	6,75	3,25	60	36	10
46	P3S4M2	2436	701022.32	9553552.48	25,90	0,70	60,50	3,75	6,25	60	36	60
47	P3S4M3	2436	701022.32	9553552.48	25,90	0,70	60,50	4,75	5,25	60	74	70
48	P3S4M4	2436	701022.32	9553552.48	25,90	0,70	60,50	2,50	7,50	60	40	60

No.	Código	Altitud	Coordenada UTM		Variables físicas							
			X	Y	Temperatura (°C)	Viento (k/h)	Humedad (%)	C. orgánica (cm)	C. mineral (cm)	Pendiente (%)	% luz	% raíces
49	P4S1M1	2430	701033.51	9553586.74	21,10	0,70	68,30	2,00	8,00	57	36	45
50	P4S1M2	2430	701033.51	9553586.74	21,10	0,70	68,30	3,50	6,50	57	44	45
51	P4S1M3	2430	701033.51	9553586.74	21,10	0,70	68,30	2,25	7,75	57	41	30
52	P4S1M4	2430	701033.51	9553586.74	21,10	0,70	68,30	2,75	7,25	57	34	45
53	P4S2M1	2430	701033.51	9553586.74	19,00	1,50	72,40	2,50	7,50	57	65	40
54	P4S2M2	2430	701033.51	9553586.74	19,00	1,50	72,40	3,25	6,75	57	80	25
55	P4S2M3	2430	701033.51	9553586.74	19,00	1,50	72,40	1,25	8,75	57	70	30
56	P4S2M4	2430	701033.51	9553586.74	19,00	1,50	72,40	1,25	8,75	57	82	60
57	P4S3M1	2430	701033.51	9553586.74	19,70	1,00	67,50	2,75	7,25	57	71	35
58	P4S3M2	2430	701033.51	9553586.74	19,70	1,00	67,50	2,50	7,50	57	46	45
59	P4S3M3	2430	701033.51	9553586.74	19,70	1,00	67,50	2,50	7,50	57	62	40
60	P4S3M4	2430	701033.51	9553586.74	19,70	1,00	67,50	1,75	8,25	57	69	40
61	P4S4M1	2430	701033.51	9553586.74	23,10	0,90	65,60	3,75	6,25	57	27	50
62	P4S4M2	2430	701033.51	9553586.74	23,10	0,90	65,60	2,50	7,50	57	54	35
63	P4S4M3	2430	701033.51	9553586.74	23,10	0,90	65,60	3,75	6,25	57	43	35
64	P4S4M4	2430	701033.51	9553586.74	23,10	0,90	65,60	3,75	6,25	57	17	35
65	P5S1M1	2421	700989.11	9553599.00	19,30	0,70	74,20	4,25	5,75	71	65	50
66	P5S1M2	2421	700989.11	9553599.00	19,30	0,70	74,20	3,25	6,75	71	56	60
67	P5S1M3	2421	700989.11	9553599.00	19,30	0,70	74,20	3,50	6,50	71	80	80
68	P5S1M4	2421	700989.11	9553599.00	19,30	0,70	74,20	3,75	6,25	71	60	40
69	P5S2M1	2421	700989.11	9553599.00	22,60	0,70	74,20	4,25	5,75	71	69	70
70	P5S2M2	2421	700989.11	9553599.00	22,60	0,70	74,20	3,50	6,50	71	47	20
71	P5S2M3	2421	700989.11	9553599.00	22,60	0,70	74,20	2,75	7,25	71	44	30
72	P5S2M4	2421	700989.11	9553599.00	22,60	0,70	74,20	4,75	5,25	71	77	35
73	P5S3M1	2421	700989.11	9553599.00	21,10	0,50	73,00	2,75	7,25	71	39	30

No.	Código	Altitud	Coordenada UTM		Variables físicas							
			X	Y	Temperatura (°C)	Viento (k/h)	Humedad (%)	C. orgánica (cm)	C. mineral (cm)	Pendiente (%)	% luz	% raíces
74	P5S3M2	2421	700989.11	9553599.00	21,10	0,50	73,00	3,00	7,00	71	58	25
75	P5S3M3	2421	700989.11	9553599.00	21,10	0,50	73,00	1,50	8,50	71	57	10
76	P5S3M4	2421	700989.11	9553599.00	21,10	0,50	73,00	3,00	7,00	71	56	30
77	P5S4M1	2421	700989.11	9553599.00	20,60	0,70	70,00	3,25	6,75	71	51	45
78	P5S4M2	2421	700989.11	9553599.00	20,60	0,70	70,00	4,25	5,75	71	20	40
79	P5S4M3	2421	700989.11	9553599.00	20,60	0,70	70,00	4,25	5,75	71	60	40
80	P5S4M4	2421	700989.11	9553599.00	20,60	0,70	70,00	3,75	6,25	71	59	25

Anexo 4. Índice de velocidad de germinación de las especies del banco de semillas del suelo del ecosistema matorral del PUFVC

Nombre científico	Familia	IVG (Semillas/día)
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Asteraceae	26,550
<i>Pilea myriantha</i> Killip	Urticaceae	7,480
Indeterminada 17	Morfoespecie	1,580
Poaceae sp.	Poaceae	1,370
<i>Viola arguta</i> Willd. Ex Roem. & Schult.	Violaceae	1,280
<i>Liabum</i> sp.	Asteraceae	0,990
<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae	0,860
<i>Lepechinia c.f. mutica</i> (Bent.) Epling	Lamiaceae	0,600
Asteraceae sp.	Asteraceae	0,550
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	0,520
Indeterminada 5	Morfoespecie	0,500
<i>Cyperus odoratus</i> L.	Cyperaceae	0,420
Indeterminada 15	Morfoespecie	0,400
<i>Paspalum notatum</i> Flügge	Poaceae	0,400
<i>Chenopodium album</i> L.	Amaranthaceae	0,340
Indeterminada 14	Morfoespecie	0,270
<i>Galium</i> sp.	Rubiaceae	0,190
<i>Gamochaeta</i> sp.	Asteraceae	0,160
Poaceae sp. 1	Poaceae	0,150
Indeterminada 6	Morfoespecie	0,140
<i>Phytolacca</i> sp.	Phytolaccaceae	0,120
Indeterminada 1	Morfoespecie	0,090
Indeterminada 9	Morfoespecie	0,090
<i>Muehlenbeckia</i> sp.	Polygonaceae	0,090
Asteraceae sp. 2	Asteraceae	0,080
Indeterminada 4	Morfoespecie	0,060
Asteraceae sp. 3	Asteraceae	0,050
Indeterminada 18	Morfoespecie	0,050

Nombre científico	Familia	IVG (Semillas/día)
Indeterminada 16	Morfoespecie	0,050
Indeterminada 11	Morfoespecie	0,040
<i>Zeugites americanus</i> Willd.	Poaceae	0,040
Asteraceae sp. 1	Asteraceae	0,030
<i>Bomarea</i> sp.	Alstroemeriaceae	0,030
Indeterminada 10	Morfoespecie	0,030
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	0,030
<i>Schefflera</i> sp.	Araliaceae	0,030
<i>Colignonia scandens</i> Benth.	Nyctaginaceae	0,020
Indeterminada 2	Morfoespecie	0,020
Indeterminada 8	Morfoespecie	0,020
Indeterminada 13	Morfoespecie	0,020
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	0,010
<i>Erato polymnioides</i> D.C.	Asteraceae	0,010
Indeterminada 12	Morfoespecie	0,010
Indeterminada 3	Morfoespecie	0,010
Indeterminada 7	Morfoespecie	0,010
<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae	0,010

Anexo 5. Coeficiente de la tasa de germinación con la Función de Hill con cuatro parámetros 4-PHF

Especies	Primer día de germinación	Ultimo día de germinación	Picos de germinación	CVG (%)
Asteraceae sp. 3	7	16	7, 8, 10, 13, 16	9,26
Indeterminada 11	10	18	10	8,33
<i>Bomarea</i> sp.	10	28	10, 12, 28	6,00
Indeterminada 13	16	20	16, 20	5,56
Indeterminada 14	11	40	13,16	5,21
Poaceae sp. 1	11	39	17	5,21
<i>Gamochaeta</i> sp.	7	80	11	4,86
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	6	87	12	4,82
<i>Phytolacca</i> sp.	8	70	11, 13	4,60
Asteraceae sp. 1	14	35	14, 20, 35	4,35
Indeterminada 15	10	80	14	4,35
Indeterminada 8	10	38	10, 38	4,17
Asteraceae sp.	7	87	16	4,16
Asteraceae sp. 2	10	39	10, 14, 16, 18, 25, 33, 38, 39	4,15
Indeterminada 16	10	69	12	4,10
<i>Zeugites americanus</i> Willd.	16	47	16, 17, 19, 47	4,04
Indeterminada 17	5	76	11, 14, 16	3,88
<i>Liabum</i> sp.	10	84	16	3,81
<i>Pilea myriantha</i> Killip	7	83	19	3,76
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	10	87	19	3,72
Indeterminada 1	20	39	27	3,59
Indeterminada 6	10	54	10	3,58
<i>Chenopodium album</i> L.	10	73	28	3,47
Indeterminada 2	28	32	28, 32	3,33
<i>Paspalum notatum</i> Flugge	14	80	16, 18, 24, 34	3,29
Poaceae sp.	12	87	16, 19	3,28
<i>Oxalis</i> sp.	10	87	13	3,14
<i>Lepechinia c.f. mutica</i> (Bent.) Epling	10	87	12, 13, 19	3,07
<i>Viola arguta</i> Willd. Ex Roem. & Schult.	10	87	38	3,01
<i>Galium</i> sp.	12	83	34	2,86

Especies	Primer día de germinación	Ultimo día de germinación	Picos de germinación	CVG (%)
Indeterminada 4	14	70	28	2,80
<i>Cyperus odoratus</i> L.	4	84	13, 28, 38	2,78
<i>Schefflera</i> sp.	13	49	13, 46, 49	2,78
Indeterminada 9	16	74	16, 20, 27, 33, 34, 41, 42, 54, 74	2,64
<i>Muehlenbeckia</i> sp.	20	87	32	2,39
<i>Colignonia scandens</i> Benth.	35	49	35, 49	2,38
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	13	82	13, 46, 82	2,13
Indeterminada 10	28	82	28, 39, 82	2,01
Indeterminada 5	18	83	46	1,94
Indeterminada 18	16	87	16, 34, 55, 77, 87	1,86

Anexo 6. Registro gráfico de especies germinadas del ecosistema matorral del PUFVC.



Asteraceae sp.



Asteraceae sp. 1



Asteraceae sp. 2



Asteraceae sp. 3



Bomarea sp.



Chenopodium album L.



Indeterminada 1



Indeterminada 2



Indeterminada 3



Indeterminada 4



Indeterminada 5



Indeterminada 6



Indeterminada 7



Poaceae sp.



Indeterminada 8



Indeterminada 9



Indeterminada 10



Indeterminada 11



Poaceae sp. 1



Indeterminada 12



Indeterminada 13



Indeterminada 14



Indeterminada 15



Indeterminada 16



Indeterminada 17



Colignonia scandens
Benth.



Cyperus odoratus L.



Indeterminada 18



Galium sp.



Gamochaeta americana
(Mill.) Wedd.



Gamochaeta sp.



Lepechinia c.f. mutica
(Bent.) Epling.



Liabum sp.



Muehlenbeckia sp.



Myrsine andina (Mez)
Pipoly



Erato polymnioides D.C.



Oxalis sp.



Paspalum notatum Flügge



Phytolacca sp.



Pilea myriantha Killip



Schefflera sp.



Solanum sp.



Tibouchina laxa (Desr.)
Cogn.



Viola arguta Willd. Ex
Roem. & Schult.



Zeugites americanus Willd.

Anexo 7. Composición florística del banco de semillas del suelo de la capa orgánica del ecosistema matorral

No.	Nombre científico	Familia	Habito de crecimiento	No. Ind.	Estado de conservación
1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	Árbol	1	Nativa
2	<i>Bomarea</i> sp.	Alstroemeriaceae	Hierba	3	Indeterminado
3	<i>Chenopodium album</i> L.	Amaranthaceae	Hierba	29	Introducida
4	<i>Colignonia scandens</i> Benth.	Nyctaginaceae	Subarbusto o enredadera	2	Nativa
5	<i>Cyperus odoratus</i> L.	Cyperaceae	Hierba	18	Nativa
6	<i>Erato polymnioides</i> D.C.	Asteraceae	Subarbusto o enredadera	1	Nativa
7	<i>Galium</i> sp.	Rubiaceae	Hierba	17	Indeterminado
8	<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Asteraceae	Hierba	2437	Nativa
9	<i>Gamochaeta</i> sp.	Asteraceae	Hierba	13	Indeterminado
10	<i>Lepechinia c.f. mutica</i> (Bent.) Epling	Lamiaceae	Arbusto	44	Endémico
11	<i>Liabum</i> sp.	Asteraceae	Hierba	87	Indeterminado
12	<i>Muehlenbeckia</i> sp.	Polygonaceae	Hierba	4	Indeterminado
13	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	Árbol	3	Nativa
14	<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae	Hierba	62	Indeterminado
15	<i>Paspalum notatum</i> Flugge	Poaceae	Hierba	32	Nativa
16	<i>Phytolacca</i> sp.	Phytolaccaceae	Hierba	8	Indeterminado
17	<i>Pilea myriantha</i> Killip	Urticaceae	Hierba, subarbusto o arbusto	484	Nativa
18	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	Arbusto	39	Nativa
19	<i>Viola arguta</i> Willd. Ex Roem. & Schult.	Violaceae	Hierba	50	Nativa

No.	Nombre científico	Familia	Habito de crecimiento	No. Ind.	Estado de conservación
20	<i>Zeugites americanus</i> Willd.	Poaceae	Hierba	4	s/n
21	Asteraceae sp.	Asteraceae	Morfoespecie	47	Indeterminado
22	Asteraceae sp. 1	Asteraceae	Morfoespecie	3	Indeterminado
23	Asteraceae sp. 2	Asteraceae	Morfoespecie	7	Indeterminado
24	Asteraceae sp. 3	Asteraceae	Morfoespecie	5	Indeterminado
25	Poaceae sp.	Poaceae	Morfoespecie	119	Indeterminado
26	Poaceae sp. 1	Poaceae	Morfoespecie	15	Indeterminado
27	<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae	Morfoespecie	1	Indeterminado
28	Indeterminada 1	Indeterminada	Morfoespecie	1	Indeterminado
29	Indeterminada 10	Indeterminada	Morfoespecie	3	Indeterminado
30	Indeterminada 11	Indeterminada	Morfoespecie	4	Indeterminado
31	Indeterminada 14	Indeterminada	Morfoespecie	5	Indeterminado
32	Indeterminada 15	Indeterminada	Morfoespecie	38	Indeterminado
33	Indeterminada 16	Indeterminada	Morfoespecie	4	Indeterminado
34	Indeterminada 17	Indeterminada	Morfoespecie	138	Indeterminado
35	Indeterminada 2	Indeterminada	Morfoespecie	1	Indeterminado
36	Indeterminada 3	Indeterminada	Morfoespecie	1	Indeterminado
37	Indeterminada 4	Indeterminada	Morfoespecie	6	Indeterminado
38	Indeterminada 5	Indeterminada	Morfoespecie	19	Indeterminado
39	Indeterminada 6	Indeterminada	Morfoespecie	12	Indeterminado
40	Indeterminada 7	Indeterminada	Morfoespecie	1	Indeterminado
41	Indeterminada 8	Indeterminada	Morfoespecie	2	Indeterminado
42	Indeterminada 9	Indeterminada	Morfoespecie	6	Indeterminado
43	Indeterminada 13	Indeterminada	Morfoespecie	1	Indeterminado

Anexo 8. Composición florística del banco de semillas del suelo de la capa orgánica del ecosistema matorral

No.	Nombre científico	Familia	Habito de crecimiento	No. Ind.	Estado de conservación
1	Asteraceae sp.	Asteraceae	Morfoespecie	8	Indeterminado
2	Asteraceae sp. 2	Asteraceae	Morfoespecie	1	Indeterminado
3	<i>Chenopodium album</i> L.	Amaranthaceae	Hierba	5	Introducida
4	<i>Cyperus odoratus</i> L.	Cyperaceae	Hierba	24	Nativa
5	Indeterminada 18	Indeterminada	Morfoespecie	5	Indeterminado
6	<i>Galium</i> sp.	Rubiaceae	Hierba	2	Indeterminado
7	<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Asteraceae	Hierba	218	Nativa
8	<i>Gamochaeta</i> sp.	Asteraceae	Hierba	3	Indeterminado
9	<i>Lepechinia mutica</i> (Bent.) Epling	Lamiaceae	Arbusto	16	Endémica
10	<i>Liabum</i> sp.	Asteraceae	Hierba	12	Indeterminado
11	<i>Muehlenbeckia</i> sp.	Polygonaceae	Hierba	5	Indeterminado
12	<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae	Hierba	24	Indeterminado
13	<i>Paspalum notatum</i> Flugge	Poaceae	Hierba	8	Nativa
14	<i>Phytolacca</i> sp.	Phytolaccaceae	Hierba	4	Indeterminado
15	<i>Pilea myriantha</i> Killip	Urticaceae	Hierba, subarbusto o arbusto	264	Nativa
16	Poaceae sp.	Poaceae	Morfoespecie	18	Indeterminado
17	<i>Schefflera</i> sp.	Araliaceae	Árbol	3	Indeterminado
18	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	Arbusto	13	Nativa
19	<i>Viola arguta</i> Willd. Ex Roem. & Schult.	Violaceae	Hierba	78	Nativa

No.	Nombre científico	Familia	Habito de crecimiento	No. Ind.	Estado de conservación
20	Indeterminada 1	Indeterminada	Morfoespecie	8	Indeterminado
21	Indeterminada 2	Indeterminada	Morfoespecie	1	Indeterminado
22	Indeterminada 5	Indeterminada	Morfoespecie	31	Indeterminado
23	Indeterminada 6	Indeterminada	Morfoespecie	2	Indeterminado
24	Indeterminada 9	Indeterminada	Morfoespecie	3	Indeterminado
25	Indeterminada 12	Indeterminada	Morfoespecie	1	Indeterminado
26	Indeterminada 13	Indeterminada	Morfoespecie	1	Indeterminado
27	Indeterminada 14	Indeterminada	Morfoespecie	22	Indeterminado
28	Indeterminada 15	Indeterminada	Morfoespecie	2	Indeterminado
29	Indeterminada 16	Indeterminada	Morfoespecie	1	Indeterminado
30	Indeterminada 17	Indeterminada	Morfoespecie	20	Indeterminado

Anexo 9. Diversidad del ecosistema matorral calculada mediante los índices de Shannon - Wiener y Pielow en la capa orgánica

ESPECIES	n	Pi (n/N)	Ln (Pi)	Pi * Ln (Pi)	(Pi)^2
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	1	0,00026476	-8,23668532	-0,00218075	7,00981E-08
Asteraceae sp.	47	0,01244374	-4,38653772	-0,05458493	0,000154847
Asteraceae sp. 1	3	0,00079428	-7,13807303	-0,00566964	6,30883E-07
Asteraceae sp. 2	7	0,00185332	-6,29077517	-0,01165884	3,43481E-06
Asteraceae sp. 3	5	0,00132380	-6,62724741	-0,00877316	1,75245E-06
<i>Bomarea</i> sp.	3	0,00079428	-7,13807303	-0,00566964	6,30883E-07
<i>Chenopodium album</i> L.	29	0,00767805	-4,86938949	-0,03738742	5,89525E-05
<i>Colignonia scandens</i> Benth.	2	0,00052952	-7,54353814	-0,00399446	2,80392E-07
<i>Cyperus odoratus</i> L.	18	0,00476569	-5,34631356	-0,02547886	2,27118E-05
<i>Erato polymnioides</i> D.C.	1	0,00026476	-8,23668532	-0,00218075	7,00981E-08
<i>Galium</i> sp.	17	0,00450093	-5,40347198	-0,02432063	2,02583E-05
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	2437	0,64522107	-0,43816227	-0,28271153	0,416310236
<i>Gamochaeta</i> sp.	13	0,00344189	-5,67173597	-0,01952146	1,18466E-05
Indeterminada 1	1	0,00026476	-8,23668532	-0,00218075	7,00981E-08
Indeterminada 10	3	0,00079428	-7,13807303	-0,00566964	6,30883E-07
Indeterminada 11	4	0,00105904	-6,85039096	-0,00725485	1,12157E-06
Indeterminada 14	5	0,00132380	-6,62724741	-0,00877316	1,75245E-06
Indeterminada 15	38	0,01006089	-4,59909916	-0,04627105	0,000101222
Indeterminada 16	4	0,00105904	-6,85039096	-0,00725485	1,12157E-06
Indeterminada 17	138	0,03653693	-3,30943164	-0,12091649	0,001334948
Indeterminada 2	1	0,00026476	-8,23668532	-0,00218075	7,00981E-08
Indeterminada 3	1	0,00026476	-8,23668532	-0,00218075	7,00981E-08
Indeterminada 4	6	0,00158856	-6,44492585	-0,01023817	2,52353E-06
Indeterminada 5	19	0,00503045	-5,29224634	-0,02662237	2,53054E-05
Indeterminada 6	12	0,00317712	-5,75177867	-0,01827412	1,00941E-05
Indeterminada 7	1	0,00026476	-8,23668532	-0,00218075	7,00981E-08
Indeterminada 8	2	0,00052952	-7,54353814	-0,00399446	2,80392E-07
Indeterminada 9	6	0,00158856	-6,44492585	-0,01023817	2,52353E-06
Indeterminada 13	1	0,00026476	-8,23668532	-0,00218075	7,00981E-08
<i>Lepechinia c.f. mutica</i> (Bent.) Epling	44	0,01164946	-4,45249569	-0,05186916	0,00013571
<i>Liabum</i> sp.	87	0,02303415	-3,7707772	-0,08685666	0,000530572
<i>Muehlenbeckia</i> sp.	4	0,00105904	-6,85039096	-0,00725485	1,12157E-06
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	3	0,00079428	-7,13807303	-0,00566964	6,30883E-07
<i>Oxalis</i> sp.	62	0,01641514	-4,10955094	-0,06745887	0,000269457
<i>Paspalum notatum</i> Flugge	32	0,00847233	-4,77094942	-0,04042107	7,17804E-05
<i>Phytolacca</i> sp.	8	0,00211808	-6,15724378	-0,01304155	4,48628E-06

ESPECIES	n	Pi (n/N)	Ln (Pi)	Pi * Ln (Pi)	(Pi)^2
<i>Pilea myriantha</i> Killip	484	0,12814403	-2,05460042	-0,26328478	0,016420892
Poaceae sp.	119	0,03150649	-3,45756183	-0,10893563	0,000992659
<i>Poaceae</i> sp. 1	15	0,00397141	-5,52863512	-0,02195645	1,57721E-05
<i>Solanum</i> sp.	1	0,00026476	-8,23668532	-0,00218075	7,00981E-08
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	39	0,01032566	-4,57312368	-0,0472205	0,000106619
<i>Viola arguta</i> Willd. Ex Roem. & Schult.	50	0,01323802	-4,32466232	-0,05724996	0,000175245
<i>Zeugites americanus</i> Willd.	4	0,00105904	-6,85039096	-0,00725485	1,12157E-06
Total general (N)	3777	1		-1,54119784	0,436793731
				Shannon (H')	1,5412
Riqueza de especie (S)	43			Pielow (E)	0,409762254

Anexo 10. Diversidad del ecosistema matorral calculada mediante los índices de Shannon - Wiener y Pielow en la capa mineral

ESPECIES	n	Pi (n/N)	Ln (Pi)	Pi * Ln (Pi)	(Pi)^2
Asteraceae sp.	8	0,00996264	-4,60891317	-0,04591694	9,9254E-05
Asteraceae sp. 2	1	0,00124533	-6,68835471	-0,00832921	1,5508E-06
<i>Chenopodium album</i> L.	5	0,00622665	-5,0789168	-0,03162464	3,8771E-05
<i>Cyperus odoratus</i> L.	24	0,02988792	-3,51030088	-0,10491559	0,00089329
Indeterminada 18	5	0,00622665	-5,0789168	-0,03162464	3,8771E-05
<i>Galium</i> sp.	2	0,00249066	-5,99520753	-0,01493202	6,2034E-06
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	218	0,27148194	-1,30385965	-0,35397435	0,07370245
<i>Gamochaeta</i> sp.	3	0,00373599	-5,58974243	-0,02088322	1,3958E-05
Indeterminada 1	8	0,00996264	-4,60891317	-0,04591694	9,9254E-05
Indeterminada 12	1	0,00124533	-6,68835471	-0,00832921	1,5508E-06
Indeterminada 14	22	0,02739726	-3,59731226	-0,0985565	0,00075061
Indeterminada 15	2	0,00249066	-5,99520753	-0,01493202	6,2034E-06
Indeterminada 16	1	0,00124533	-6,68835471	-0,00832921	1,5508E-06
Indeterminada 17	20	0,02490660	-3,69262244	-0,09197067	0,00062034
Indeterminada 2	1	0,00124533	-6,68835471	-0,00832921	1,5508E-06
Indeterminada 5	31	0,03860523	-3,25436751	-0,12563561	0,00149036
Indeterminada 6	2	0,00249066	-5,99520753	-0,01493202	6,2034E-06
Indeterminada 9	3	0,00373599	-5,58974243	-0,02088322	1,3958E-05
Indeterminada 13	1	0,00124533	-6,68835471	-0,00832921	1,5508E-06
<i>Lepechinia c.f. mutica</i> (Bent.) Epling	16	0,01992528	-3,91576599	-0,07802273	0,00039702
<i>Liabum</i> sp.	12	0,01494396	-4,20344806	-0,06281616	0,00022332
<i>Muehlenbeckia</i> sp.	5	0,00622665	-5,0789168	-0,03162464	3,8771E-05
<i>Oxalis</i> sp.	24	0,02988792	-3,51030088	-0,10491559	0,00089329
<i>Paspalum notatum</i> Flugge	8	0,00996264	-4,60891317	-0,04591694	9,9254E-05
<i>Phytolacca</i> sp.	4	0,00498132	-5,30206035	-0,02641126	2,4814E-05
<i>Pilea myriantha</i> Killip	264	0,32876712	-1,11240561	-0,36572239	0,10808782
Poaceae sp.	18	0,02241594	-3,79798296	-0,08513536	0,00050247
<i>Schefflera</i> sp.	3	0,00373599	-5,58974243	-0,02088322	1,3958E-05
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	13	0,01618929	-4,12340536	-0,06675501	0,00026209
<i>Viola arguta</i> Willd. Ex Roem. & Schult.	78	0,09713574	-2,33164589	-0,22648615	0,00943535
Total general (N)	803	1		-2,1730339	0,19776554
				Shannon (H')	2,1730
Riqueza de especie (S)	30			Pielow (E)	0,63890262

Anexo 11. Índice de similitud de Sorensen entre parcelas del ecosistema matorral

Especies	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P3	P3	P4
						vs									
						P2	P3	P4	P5	P3	P4	P5	P4	P5	P5
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	X					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae sp.	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asteraceae sp. 1	X					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae sp. 2		X			X	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Asteraceae sp. 3		X		X		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Bomarea</i> sp.	X	X			X	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Chenopodium album</i> L.	X	X		X	X	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
<i>Colignonia scandens</i> Benth.	X		X			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyperus odoratus</i> L.		X	X	X	X	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Erato polymnioides</i> D.C.	X					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 18		X	X			0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Galium</i> sp.				X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gamochaeta</i> sp.		X	X	X	X	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Indeterminada 1		X	X	X	X	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Indeterminada 10	X					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 11		X	X			0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Especies	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P3	P3	P4
						vs									
						P2	P3	P4	P5	P3	P4	P5	P4	P5	P5
Indeterminada 12	X					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 14		X	X		X	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Indeterminada 15			X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Indeterminada 16			X		X	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Indeterminada 17	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indeterminada 2	X		X			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 3	X					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 4	X	X		X	X	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
Indeterminada 5	X	X		X		1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Indeterminada 6	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indeterminada 7		X				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 8	X			X		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Indeterminada 9	X	X	X		X	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
Indeterminada 13			X			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia c.f. mutica</i> (Bent.) Epling		X	X	X	X	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Liabum</i> sp.	X	X	X	X		1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>Muehlenbeckia</i> sp.	X		X	X		0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	X					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Especies	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P3	P3	P4
						vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs	vs
						P2	P3	P4	P5	P3	P4	P5	P4	P5	P5
<i>Oxalis</i> sp.	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Paspalum notatum</i> Flugge	X				X	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Phytolacca</i> sp.	X		X	X	X	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Pilea myriantha</i> Killip	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Poaceae sp.	X	X	X	X		1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
Poaceae sp. 1		X	X	X	X	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Schefflera</i> sp.	X			X		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum</i> sp.		X				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Viola arguta</i> Willd. Ex Roem. & Schult.	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Zeugites americanus</i> Willd.		X	X	X		0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
N	837	813	872	590	1468	15	15	17	14	20	20	19	19	18	18
Riqueza	29	28	27	26	24										
	1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5	3-4	3-5	4-5					
Sorensen	0,526	0,536	0,618	0,528	0,727	0,741	0,731	0,717	0,706	0,720					
Sorensen cuantitativo	0,244	0,300	0,151	0,094	0,773	0,778	0,491	0,747	0,552	0,542					

Anexo 12. Índice de similitud de Sorensen entre tipo de cobertura del ecosistema matorral

Especies	Capa Mineral	Capa Orgánica	CM vs CO
<i>Alnus acuminata</i> Kunth		X	0
Asteraceae sp.	X	X	1
Asteraceae sp. 1		X	0
Asteraceae sp. 2	X	X	1
Asteraceae sp. 3		X	0
<i>Bomarea</i> sp.		X	0
<i>Chenopodium album</i> L.	X	X	1
<i>Colignonia scandens</i> Benth.		X	0
<i>Cyperus odoratus</i> L.	X	X	1
<i>Erato polymnioides</i> D.C.		X	0
Indeterminada 18	X		0
<i>Galium</i> sp.	X	X	1
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	X	X	1
<i>Gamochaeta</i> sp.	X	X	1
Indeterminada 1	X	X	1
Indeterminada 10		X	0
Indeterminada 11		X	0
Indeterminada 12	X		0
Indeterminada 14	X	X	1
Indeterminada 15	X	X	1
Indeterminada 16	X	X	1
Indeterminada 17	X	X	1
Indeterminada 2	X	X	1
Indeterminada 3		X	0
Indeterminada 4		X	0
Indeterminada 5	X	X	1
Indeterminada 6	X	X	1
Indeterminada 7		X	0
Indeterminada 8		X	0
Indeterminada 9	X	X	1
Indeterminada 13	X	X	1
<i>Lepechinia c.f. mutica</i> (Bent.) Epling	X	X	1
<i>Liabum</i> sp.	X	X	1
<i>Muehlenbeckia</i> sp.	X	X	1
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly		X	0
<i>Oxalis</i> sp.	X	X	1
<i>Paspalum notatum</i> Flügge	X	X	1
<i>Phytolacca</i> sp.	X	X	1
<i>Pilea myriantha</i> Killip	X	X	1

Especies	Capa Mineral	Capa Orgánica	CM vs CO
Poaceae sp.	X	X	1
Poaceae sp. 1		X	0
<i>Schefflera</i> sp.	X		0
<i>Solanum</i> sp.		X	0
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	X	X	1
<i>Viola arguta</i> Willd. Ex Roem. & Schult.	X	X	1
<i>Zeugites americanus</i> Willd.		X	0
N	803	3777	27
Riqueza	30	43	

	1-2
Sorensen	0,740
Sorensen cuantitativo	0,316

Anexo 13. Certificación de traducción

Lic. Luisa Alexandra Morocho Angamarca, Mg.

DOCENTE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SAN BARTOLOME

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al inglés del resumen del Trabajo de Titulación denominada “ESTUDIO DEL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN EL ECOSISTEMA MATORRAL DEL PARQUE UNIVERSITARIO "FRANCISCO VIVAR CASTRO", LOJA, ECUADOR., de la Srta. Katty Alexandra Medina Aguiñaca, egresada de la carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico en honor a la verdad y autorizo a la interesada hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Cuenca, 15 de junio de 2023



Luisa Alexandra Morocho Angamarca,

Licenciada en Ciencias de la Educación mención Idioma Inglés

1105212474