



Universidad  
Nacional  
de Loja

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Banco de semillas del suelo en el páramo antrópico del  
Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC),  
Loja, Ecuador**

**TESIS DE GRADO PREVIA A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:**

Johanna Michelle Sánchez Bermeo

**DIRECTORA:**

Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc

**LOJA-ECUADOR**

**2021**



Loja, 25 de Marzo de 2021

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.,  
**DIRECTORA DE TESIS**

**CERTIFICA:**

Que la señorita egresada Johanna Michelle Sánchez Bermeo, con C.I. 1104473200, ha culminado con su tesis titulada: **Banco de semillas del suelo en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), Loja, Ecuador;** la misma que ha sido desarrollada de acuerdo a la planificación y cronograma establecido. Se autoriza la continuación del trámite de graduación.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**JOHANA  
CRISTINA MUNOZ  
CHAMBA**

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.,  
**DIRECTORA**



Universidad  
Nacional  
de Loja

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES

RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Loja, 15 de junio de 2021

Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza Ph.D

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS**

**CERTIFICA:**

En calidad de presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada: **Banco de semillas del suelo en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), Loja, Ecuador**, de autoría de la señorita Johanna Michelle Sánchez Bermeo, portadora de la cédula N° 1104473200, se informa que la misma ha sido revisada y se ha incorporado todas las sugerencias efectuadas por el tribunal, motivo por el cual se procede a la aprobación y calificación del trabajo de Tesis de Grado.

Atentamente,



Firmado digitalmente por:  
ZHOFRE HUBERTO  
AGUIRRE MENDOZA

Ing. Zhofre Aguirre Mendoza Ph.D

**PRESIDENTE**



CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA  
Firmado Digitalmente por: LUIS FERNANDO  
MUNOZ CHAMBA  
Hora local: 15/06/2021 09:57

Ing. Luis Muñoz Chamba Mg. Sc.,

**VOCAL**



Firmado digitalmente por:  
NOHEMI DEL  
CARMEN JUMBO  
BENITEZ

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

**VOCAL**

## AUTORÍA

Yo, Johanna Michelle Sánchez Bermeo, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

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

**Firma:**



Firmado electrónicamente por:  
**JOHANNA MICHELLE  
SANCHEZ BERMEO**

**Autora:** Johanna Michelle Sánchez Bermeo

**Cédula:** 1104473200

**Fecha:** Loja, 15 de junio de 2021

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Johanna Michelle Sánchez Bermeo declaro ser autora, de la tesis titulada “**Banco de semillas del suelo en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), Loja, Ecuador**”, como requisito para optar al grado de: Ingeniera Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los quince días del mes de junio de dos mil veinte y uno, firma la autora.

### **Firma:**



Firmado electrónicamente por:  
**JOHANNA MICHELLE  
SANCHEZ BERMEO**

**Autor:** Johanna Michelle Sánchez Bermeo

**Número de cédula:** 1104473200

**Dirección:** Barrio: San Francisco, Avenida Villonaco

**Correo electrónico:** johanna.m.sanchez@unl.edu.ec

**Celular:** 0969824925

### **DATOS COMPLEMENTARIOS**

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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios y a mi familia por confiar y apoyarme en todo momento de mi vida y formación profesional.*

*A la Universidad Nacional de Loja y a la carrera de Ingeniería Forestal por darme la oportunidad de cumplir una meta profesional y a los docentes que contribuyeron al aprendizaje y formación durante toda la etapa universitaria.*

*A mi directora de tesis Ing. Johana Muñoz, por su experiencia, conocimiento, apoyo y dirección durante el desarrollo de la investigación. Al Ing. Luis Muñoz y al Ing. Jaime Peña por su colaboración y conocimientos que hicieron posibles la culminación de este trabajo.*

*Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecer por los consejos, apoyo y ánimo en los momentos difíciles de mi vida. Algunos están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mi vida.*

***Sin su apoyo y conocimiento no hubiese sido posible este logro.***

***Johanna Michelle Sánchez Bermeo***

## **DEDICATORIA**

*A Dios y a la Virgen del Cisne por permitirme culminar esta meta tan importante en mi vida y por todas las bendiciones recibidas, por darme siempre fortaleza y a mi familia que son mi pilar de vida.*

*A mis amados padres Carlos y Yolanda, por ser lo más valioso de mi vida, por su amor incondicional, su apoyo en todo momento y sobre todo por sus consejos y confianza puesta en mí, son mi ejemplo de lucha y perseverancia en cada paso dado. De manera especial a mi querido ángel que está en el cielo, por su amor y motivación y por enseñarme a no darme por vencida antes las adversidades.*

*A mis queridos hermanos Juan y Jaime por ser mi motivación y ganas de superarme y por alentarme a no rendirme jamás.*

*A mis sobrinos que por medio de su alegría me motivaron a seguir adelante.*

*A mi mamita Naty, por todo su amor y confianza en mí.*

*A mí compañero del día a día, de aventuras y aprendizaje por su apoyo incondicional, comprensión y palabras de aliento en todo momento. Y demás familiares y amigos por brindarme su apoyo durante esta trayectoria de estudio.*

***Con todo mi amor.***

***Johanna Michelle Sánchez Bermeo***

## ÍNDICE GENERAL

Contenidos	Pág.
PORTADA.....	I
CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TESIS .....	II
CERTIFICADO DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	III
AUTORÍA .....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA .....	VII
ÍNDICE GENERAL .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
TÍTULO.....	XV
RESUMEN .....	XVI
ABSTRACT .....	XVII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Concepto de semilla.....	5
2.1.1. Tipos de semilla.....	5
2.1.2. Latencia de las semillas .....	5
2.2. Banco de semillas del suelo.....	6

2.2.1. Fuentes del banco de semillas del suelo .....	6
2.2.2. Formación del banco de semillas del suelo .....	7
2.2.3. Tipos de banco de semillas del suelo.....	7
2.2.4. Dinámica de la población del banco de semillas del suelo.....	8
2.2.5. Tamaño de la muestra del banco de semillas del suelo .....	9
2.2.6. Relación entre el banco de semillas del suelo y la vegetación existente .....	9
2.3. Germinación de semillas.....	10
2.3.1. Persistencia y dormancia de las semillas .....	11
2.4. Descripción del ecosistema Páramo .....	12
2.4.1. Páramos antrópicos.....	13
2.5. Parámetros estructurales de la vegetación .....	13
2.6. Índices de diversidad .....	14
2.6.1. Índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) .....	14
2.6.2. Índice de equitatividad de Pielow (E).....	15
2.7. Estudios similares acerca de banco de semillas del suelo.....	15
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1. Ubicación del área de estudio .....	18
3.2. Metodología para caracterizar la vegetación del páramo antrópico en el Parque Universitario “Francisco Vívar Castro” .....	19
3.2.1. Levantamiento de la información .....	19
3.2.2. Parámetros estructurales de la vegetación .....	20
3.2.3. Endemismo .....	21

3.3. Metodología para analizar la diversidad del banco de semillas del suelo y su relación con la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, a través del estudio de su composición florística.....	21
3.3.1. Recolección de las muestras del banco de semillas del suelo .....	21
3.3.2. Procesamiento de las muestras de suelo .....	22
3.3.3. Monitoreo de las muestras de suelo.....	22
3.3.4. Identificación de especies del banco de semillas del suelo .....	22
3.3.5. Índice de velocidad germinativa (IVG) .....	23
3.3.6. Índice de Shannon - Wiener ( $H'$ ) .....	23
3.3.7. Índice de Pielow .....	24
3.3.8. Similitud de las especies del banco de semillas del suelo y la vegetación paramera .....	24
<b>4. RESULTADOS</b> .....	26
4.1. Caracterización de la vegetación del páramo antrópico en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”. .....	26
4.1.1. Composición florística.....	26
4.1.2. Parámetros estructurales de la vegetación del páramo antrópico .....	28
4.1.3. Sociabilidad y dispersión del estrato herbáceo.....	30
4.1.4. Diversidad alfa de la vegetación del páramo antrópico.....	31
4.1.5. Endemismo del páramo antrópico .....	31
4.2. Diversidad del banco de semillas del suelo y su relación con la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”. .....	31
4.2.1. Composición florística del banco de semillas del suelo del páramo antrópico .....	31
4.2.2. Germinación del banco de semillas del suelo en el páramo antrópico .....	32

4.2.3. Índice de velocidad germinativa (IVG) .....	33
4.2.4. Diversidad del banco de semillas del suelo .....	34
4.2.5. Similitud de las especies del banco de semillas del suelo y la vegetación paramera .....	34
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>36</b>
5.1. Caracterización de la vegetación del páramo antrópico en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” .....	36
5.1.1. Composición florística de la vegetación del páramo .....	36
5.1.2. Parámetros estructurales de la vegetación .....	37
5.1.3. Endemismo del componente leñoso y arbustivo .....	38
5.2. Diversidad del banco de semillas del suelo y su relación con la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” .....	39
5.2.1. Composición florística del banco de semillas del suelo .....	39
5.2.2. Índice de velocidad germinativa.....	41
5.2.3. Similitud de las especies del banco de semillas del suelo y la vegetación paramera .....	42
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>46</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>56</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenidos</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Mapa de ubicación del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” .....	18
Figura 2. Diseño y distribución de parcelas y subparcelas .....	19
Figura 3. Puntos donde se tomarán las muestras dentro de las parcelas .....	21
Figura 4. Germinación acumulada del banco de semillas del suelo del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” .....	33
Figura 5. Escalamiento multidimensional no métrico - NMDS .....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenidos	Pág.
Tabla 1. Interpretación del índice de Shannon .....	14
Tabla 2. Interpretación del índice de equitatividad.....	15
Tabla 3. Escala de abundancia y dominancia de Braun-Blanquet.....	20
Tabla 4. Hoja de campo para la extracción de muestras de suelo.....	22
Tabla 5. Interpretación y fórmula del índice de Sorensen para datos cuantitativos.....	24
Tabla 6. Inventario de los árboles, arbustos y hierbas registradas en el páramo antrópico .....	26
Tabla 7. Parámetros estructurales de las especies representativas del estrato arbóreo .....	28
Tabla 8. Parámetros estructurales de las 10 especies más representativas del estrato arbustivo .....	29
Tabla 9. Sociabilidad y dispersión del estrato herbáceo en la vegetación páramo del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.....	30
Tabla 10. Índice de Shannon - Wiener, sobre la vegetación y por estratos del páramo .....	31
Tabla 11. Composición florística del banco de semillas del suelo de la vegetación páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, se indica el número de individuos, tipo de fruto y dispersor .....	32
Tabla 12. Índice de velocidad germinativa.....	33
Tabla 13. Diversidad específica del páramo antrópico y su banco de semillas, comparado por medio de los índices de Shannon y Pielow.....	34
Tabla 14. Índice de similitud de Sorensen de la vegetación y su banco de semillas del suelo.....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Contenidos</b>	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Extracción de las muestras del suelo en el páramo antrópico del PUFVC .....	56
Anexo 2. Base de datos de la recolección de las muestras del banco de semillas del suelo .....	57
Anexo 3. Procesamiento de las muestras de suelo.....	59
Anexo 4. Especies registradas en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.....	59
Anexo 5. Parámetros estructurales del estrato arbóreo.....	64
Anexo 6. Parámetros estructurales del estrato arbustivo .....	64
Anexo 7. Índice de Shannon de la vegetación del páramo antrópico .....	65
Anexo 8. Índice de Shannon Wiener de los dos estratos del páramo antrópico .....	66
Anexo 9. Composición florística del banco de semillas del suelo.....	67
Anexo 10. Índice de Shannon Wiener del banco de semillas del suelo.....	70
Anexo 11. Índice de similitud de Sorensen .....	70

**Banco de semillas del suelo en el páramo  
antrópico del Parque Universitario “Francisco  
Vivar Castro” (PUFVC), Loja, Ecuador**

## RESUMEN

El banco de semillas del suelo es un reservorio de especies listas para germinar y el potencial regenerativo de las comunidades vegetales. Se estudió la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), el banco de semillas del suelo (BSS) y su relación con la vegetación; con la finalidad de aportar al conocimiento ecológico del páramo antrópico. Se levantó información sobre la composición florística de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, en 10 parcelas permanentes de 5 m x 5 m (25 m<sup>2</sup>) instaladas en el año 2017. Se tomaron cinco muestras de suelo de cada parcela (10 en total) a una profundidad de 10 cm, para examinar la diversidad del BSS, las muestras fueron depositadas en bandejas y se colocaron bajo invernadero. Durante los meses, de junio hasta octubre del 2020, se realizó el seguimiento, riego y contabilizó las plántulas germinadas para determinar la riqueza y diversidad del banco de semillas del suelo, así como de su vegetación. La composición florística de la vegetación del páramo antrópico es de 23 especies y 806 individuos para los estratos arbóreo y arbustivo y 10 especies para el herbáceo, las asociaciones vegetales fueron 55 % arbustiva, 30 % herbácea y 15 % arbóreo. Las especies ecológicamente más importantes son: *Clethra fimbriata*, *Gynoxys nitida* y *Pteridium arachnoideum*. En el banco de semillas del suelo se registró siete especies y 60 individuos, siendo el 91,67 % herbáceas, 8,33 % arbustivas, no se registró ningún individuo arbóreo. La especie con índice de velocidad germinativa mayor es *Puya eryngioides*, que también es la especie con mayor número de individuos. La diversidad florística según el Índice de Shannon se considera media con 2,42, al igual que su BSS con 1,84. La similitud entre la vegetación existente y el banco de semillas del páramo antrópico es de 15 % con tres especies compartidas *Calamagrostis intermedia*, *Commelina diffusa* y *Puya eryngioides*, mientras que *Bidens squarrosa*, *Palicourea* sp., *Sporobolus* sp. y la especie indeterminada son exclusivas del banco de semillas del suelo. Por lo tanto, se deduce que a futuro las especies que germinan del banco de semillas del suelo podrían formar una comunidad vegetal diferente a la actual.

**Palabras claves:** banco de semillas del suelo, incendios forestales, composición florística, páramo antrópico

## ABSTRACT

The soil seed bank is a reservoir of species ready to germinate, and the regenerative potential of plant communities. The vegetation of the anthropic moorland of the “Francisco Vivar Castro” University Park (PUFVC), the soil seed bank (BSS) and its relationship with the vegetation were studied; in order to contribute to the ecological knowledge of the anthropic moorland. Information was collected on the floristic composition of the arboreal, shrub and herbaceous strata, was collected in 10 permanent 5 m x 5 m (25 m<sup>2</sup>) plots installed in 2017. Five soil samples were taken from each plot (10 in total) at a depth of 10 cm, to examine the diversity of the BSS, the samples were deposited in trays and placed under a greenhouse. During the months, from June to October 2020, the germinated seedlings were monitored, irrigated and counted of determine the richness and diversity of the soil seed bank, as well as its vegetation. The floristic composition of the vegetation of the anthropic moorland is 23 species and 806 individuals for the arboreal and shrub strata and 10 species for the herbaceous strata, the plant associations were 55 % shrub, 30 % herbaceous and 15 % arboreal. The most important ecologically species are: *Clethra fimbriata*, *Gynoxys nitida* and *Pteridium arachnoideum*. In the soil seed bank seven species and 60 individuals were recorded, 91,67 % being herbaceous, 8,33 % shrub, no tree individual was recorded. The species with the highest germination rate is *Puya eryngioides*, which is also the species with the highest number of individuals. The floristic diversity according to the Shannon Index is considered average at 2,42, as is its BSS with 1,84. The similarity between the existing vegetation and the seed bank of the anthropic moorland is 15 % with three shared species *Calamagrostis intermedia*, *Commelina diffusa* and *Puya eryngioides*, while *Bidens squarrosa*, *Palicourea sp.*, *Sporobolus sp.* and the indeterminada species are exclusive to the soil seed bank. Therefore, it is deduced that in the future the species that germinate from the soil seed bank could form a plant community different from the present one.

**Keywords:** Soil seed bank, forest fires, floristic composition, anthropic moorland

## 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los países con mayor extensión de páramos en Sudamérica, alrededor del 6 % del territorio nacional está cubierto por este ecosistema (Mena y Hofstede, 2006), se encuentran ubicados entre los 3 000 y 5 000 m.s.n.m, son considerados frágiles y están dominados por vegetación herbácea y arbustiva (Hofstede et al., 2014). Su importancia se debe a los servicios ambientales que ofrecen y por poseer una gran biodiversidad (Hofstede, Segarra y Mena, 2003).

Los páramos que se encuentran ubicados al sur del Ecuador, son más diversos y poseen mayor endemismo respecto al resto del país, esto puede deberse a que se encuentran dentro de la formación de Huancabamba y a su vez porque entran en contacto con la zona Tumbesina (Becking, 2004; Lozano et al., 2003; Herbario Loja, 2000). Los páramos de la provincia de Loja, empiezan a altitudes más bajas que lo establecido (2850-2900 m.s.n.m), esto debido a la humedad así como por las características geológicas de los Andes en esta parte de Ecuador, dando como resultado comunidades atípicas, debido a los factores locales como suelo, humedad y topografía (Mena et al., 2011).

A pesar de la importancia ecológica, los páramos vienen sufriendo procesos de transformación y degradación por impactos generados por factores naturales y antrópicos que provocan transformación de los ecosistemas naturales y derivan en pérdida de diversidad, composición florística y alteraciones en la calidad del suelo (Overpeck, Garfin, Jardine y Bush, 2005). Aspectos como los procesos de regeneración natural son necesarios de comprender en este tipo de ecosistemas para asegurar la biodiversidad y garantizar la provisión de servicios ambientales.

En Ecuador y en particular en Loja, son frecuentes los incendios forestales que han alterado cientos de hectáreas de bosques y matorrales andinos, producto de esta actividad antrópica la vegetación se ha ido paramizando y como resultado se han formado un tipo de vegetación atípico que se denominada “páramo antrópico” que ocurre en altitudes inferiores a los límites altitudinales de los páramos naturales propiamente dichos (Aguirre, Yaguana y Gaona, 2016).

La regeneración natural es una característica fundamental para asegurar la sostenibilidad del recurso florístico a través del tiempo (Calva, Beltrán, Gunter y Cabrear, 2007; Muñoz, 2017) considerando que cada especie tiene adaptaciones individuales, permitiendo así su sobrevivencia y con ello la regeneración a partir de la semilla (Weinberger y Ramirez, 2001).

En este sentido, la semilla es el principal órgano reproductivo de la mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas, desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los ecosistemas y sucesión ecológica (Doria, 2010), por ello la importancia de entender la composición del reservorio de semillas que están presentes en el recurso suelo, conocido como el banco de semillas del suelo (BSS) constituyendo uno de los elementos bióticos más importantes para la regeneración (Trujillo y Vargas, 2007) al ser un reservorio de especies listas para germinar cuando se presentan las condiciones ambientales adecuadas (Moscoso y Diez, 2005).

Conocer el BSS de ecosistemas como los páramos, es fundamental debido a la importancia para la regeneración y producción del recurso hídrico, por ello se presenta el estado del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), en

relación al banco de semillas del suelo, ecosistema que ha sido afectado por incendios forestales en 2010 y 2017, este último que a pesar de ser catalogado como superficial, ha causado degradación de los suelos y pérdida de vegetación (Sarango et al., 2019).

Por lo tanto, considerando que en la provincia de Loja son limitadas las investigaciones que se enfocan en conocer la ecología de las especies vegetales (Muñoz, 2017), se pretende generar información base, que permita comprender los procesos de regeneración natural, a través de las especies presentes en el banco de semillas del suelo y de esta forma comprender los procesos de recuperación de estos ecosistemas.

La investigación es parte del proyecto de la Universidad Nacional de Loja, denominado: “Procesos ecológicos de la vegetación en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, UNL, Fase II”, se desarrolló entre los meses de junio 2020 a marzo 2021; en base a las preguntas de investigación: ¿Cuál es la composición florística del banco de semillas del suelo del páramo antrópico? Y, ¿cuál es el grado de similitud con la vegetación del páramo?. Los objetivos planteados en esta investigación fueron:

#### Objetivo General

- Contribuir al conocimiento ecológico de los páramos antrópicos en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” mediante el estudio de su banco de semillas del suelo.

#### Objetivos específicos

- Caracterizar la vegetación del páramo antrópico en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” mediante el estudio de su composición florística

- Analizar la diversidad del banco de semillas del suelo y su relación con la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, a través del estudio de su composición florística

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Concepto de semilla**

Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas y tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen, siendo uno de los elementos más eficaces para que esta se disperse en tiempo y espacio (Allauca, 2005). Las semillas pueden almacenarse vivas por largos períodos, asegurándose así la preservación de especies y variedades de plantas valiosas (Doria, 2010).

#### **2.1.1. Tipos de semilla**

Las semillas sufren un proceso de deterioro tal que disminuye su longevidad, se define como el tiempo que pueden mantenerse las semillas viables bajo unas determinadas condiciones ambientales Doria (2010), las clasifican en:

- **Ortodoxas:** son tolerantes a la desecación, se dispersan y conservan luego de alcanzar un bajo porcentaje de humedad (Doria, 2010).

- **Recalcitrantes:** se caracterizan por su sensibilidad a la deshidratación y una rápida pérdida de viabilidad posterior a la diseminación (Doria, 2010).

#### **2.1.2. Latencia de las semillas**

Marañón (2001) menciona que la semilla no debe de germinar de manera inmediata, es decir tiene que encontrarse en algún tipo de dormición, además deben de mantenerse de forma viable en un tiempo prolongado, de igual forma tiene que contar con mecanismos de reparación de daños tanto estructurales como genéticos que está pueda sufrir, todo esto con la finalidad que la semilla sea considerada dentro del banco del suelo.

## **2.2. Banco de semillas del suelo**

Al conjunto de semillas viables sin germinar presentes en el suelo de un hábitat en un momento determinado, bien enterradas o bien mezcladas con la hojarasca y broza en la superficie se denomina banco de semillas del suelo (Marañón, 2001). Son reserva de propágulos viables presentes en el suelo y en su superficie (Hernández, Malkind y Mora, 2009) además representa una de las fuentes de regeneración natural más importantes en comunidades fuertemente perturbadas (Guevara y Gómez, 1976). A diferencia del rebrote, el banco de semillas permite la conservación de la variabilidad genética (Bedoya, Estévez, Castaño, 2010).

Los bancos de semillas del suelo son importantes debido a que son fundamentales en los procesos de regeneración y recuperación de los ecosistemas, por lo tanto, el conocer la composición y dinámica de las especies resultantes permite entender su participación e influencia en la regeneración del área perturbada (Ponce y Montalván, 2005).

La vegetación que coloniza un hábitat determinado luego de haberse suscitado un disturbio se establece en parte por las semillas enterradas en el suelo, esto influencia en el rumbo que tomará la regeneración y sucesión secundaria (Scholz, González y Vilchez, 1999). Además los BSS cumplen un rol fundamental en la restauración de ecosistemas perturbados al facilitar el mantenimiento o a su vez la recuperación de la vegetación (Domínguez y Romero, 2015).

### **2.2.1. Fuentes del banco de semillas del suelo**

Según Guevara y Gómez (1972) el banco de semillas del suelo llega a enriquecerse debido a la lluvia de semillas, las que junto con propágulos llevarán a cabo el proceso de regeneración, estos autores mencionan que las semillas pueden provenir de:

- Especies representativas de la vegetación actual
- Especies que nunca han estado presentes en el área sin embargo se encuentran ahí gracias a la alta capacidad de dispersión de sus semillas
- Especies de etapas anteriores.

### **2.2.2. Formación del banco de semillas del suelo**

Los bancos de semillas del suelo se forman cuando se origina la dispersión y culmina con la germinación o muerte de las semillas. La agregación de las semillas que caen en un área particular depende de una variedad de factores tales como la altura, la distancia, la distribución de la fuente de semillas, de los agentes de dispersión y la capacidad de dispersión de las semillas, de igual manera depende del uso anterior y actual que se le da al suelo (Ponce y Montalván, 2005). Es importante conocer las distintas formas de dispersión de las semillas y para esta investigación se utiliza la clasificación de García (1991):

- **Autocoría:** la planta dispersa las semillas cuando maduran su fruto y se abren.
- **Anemocoría:** Dispersión por viento, semillas pequeñas, aladas o con pelos en las semillas.
- **Zoocoría:** Dispersión mediante animales. Existe la Endozoocoría (mediante consumo de los animales) o Ectozoocoría (se transportan en la superficie del cuerpo de los animales).

### **2.2.3. Tipos de banco de semillas del suelo**

Thompson, Bakker y Bekker (1997) aseguran que los bancos de semillas del suelo cuentan con características fundamentales como la viabilidad y la longevidad que les

permiten la persistencia en el tiempo, lo que da origen a la clasificación de los bancos de semillas de suelos Bedoya et al. (2010) los clasifica en:

**Transitorios:** semillas de corta viabilidad y no dormantes, enterradas a menos de 5 cm del suelo, y que germinan en menos de un año.

- **Persistentes:** presentan semillas con dormancia facultativa, enterradas a más de 5 cm y permanecen varios años sin producir nuevas plántulas. Se divide en persistentes de corto plazo (1 – 5 años en el suelo), persistentes de largo plazo (5 años en el suelo).

- **Pseudo-persistentes:** semillas no dormantes que se dispersan continuamente durante el año, tales como especies herbáceas y pioneras de vida corta.

- **Transitorios estacionales:** semillas que tienen dormancia estacional, cuyas especies persisten en el suelo menos de un año, normalmente pocos meses.

- **Transitorios retardados:** semillas con germinación retardada no asociada con condiciones adversas estacionales.

La composición de los bancos de semillas es variable, y se clasifica como temporal o persistente cuando modifica la regeneración de la vegetación durante otra época del año (Christoffoleti y Caetano, 1998). La formación de bancos persistentes de largo plazo en el suelo, es una de las características fundamentales de los BSS debido a que contribuyen en la regeneración de lugares perturbados, degradados o destruidos (Klimesová y Klimes, 2007).

#### **2.2.4. Dinámica de la población del banco de semillas del suelo**

Los BSS poseen dinámica propia, entran por la lluvia de semillas y salen cuando germinan o por que mueran por envejecimiento, su muerte se da por ataques de hongos,

bacterias u otros organismos, sin embargo existe otro destino para las semillas mediante el cual deben de permanecer latentes para formar parte del banco de semillas del suelo (Arroyo, 2018). El conocimiento de la dinámica del banco de semillas tiene importancia práctica para los sistemas agrícolas y forestales, al igual que para la conservación de comunidades naturales (Ponce y Montalván, 2005).

### **2.2.5. Tamaño de la muestra del banco de semillas del suelo**

La idoneidad del tamaño de la muestra depende de la persona que se encuentra en campo, está debe de considerar las características del suelo: pedregosidad, profundidad y raíces, de igual forma la instrumentaría a utilizar. En cuanto al volumen de la muestra, es mejor extraer muchas muestras pequeñas que unas pocas grandes, debido a que los BSS tienen una distribución heterogénea en cuanto a su verticalidad (Ferrandis, 2019).

Forcella et al. (2007) mencionan “pocas plántulas tienen la capacidad de emerger si las semillas se encuentran a más de diez centímetros de profundidad”. Teketay y Granstrom (1995) señalan que a los tres centímetros de profundidad las semillas presentan alta densidad, mientras que al aumentar la profundidad esta decrece, de igual manera las semillas herbáceas se encuentran a profundidades mayores que las semillas arbóreas o arbustivas. Por ende, el BSS no alcanza grandes profundidades y sobrepasados los diez centímetros se encuentra menos del 1 % de las semillas (Ponce y Montalván, 2005).

### **2.2.6. Relación entre el banco de semillas del suelo y la vegetación existente**

La existencia de nuevas especies en el banco de semillas del suelo que no se encuentren registradas en la vegetación actual del área de estudio, puede ser indicio de la existencia de residuos de la vegetación anterior, antes a algún disturbio o a su vez que están

hayan sido trasladadas de otras zonas por dispersión (Ponce y Montalván, 2005). Sin embargo, Guevara y Gómez (1972) concuerdan que no existe una relación entre las especies del componente real con las especies del componente potencial.

En los lugares perturbados la coincidencia es mayor comparado con áreas no intervenidas. Esto se debe en parte al tamaño de las semillas, cuando éstas son pequeñas su dispersión se da a mayor amplitud y forman bancos de semillas del suelo; por ende, las especies que tengan semillas pequeñas pueden estar presentes en otras áreas donde no se encuentre creciendo las plantas progenitoras y esto se debe por su dispersión (Ponce y Montalván, 2005).

De igual forma la dispersión tiene influencia en la constitución de un banco de semillas del suelo, debido a que las especies con poca capacidad de dispersión se mantienen latentes en el suelo, además tienen la capacidad de mantenerse viables sobre tiempos prolongados y requieren luz para su germinación. Sin embargo, algunas especies de semillas pequeñas tienen la capacidad de dispersarse a distancias más largas, pero tienen corto plazo de viabilidad y su latencia es innata y no es tan profunda, de esta manera se crean comunidades vegetales en distintas áreas, debido a su dispersión, logrando así que no exista relación entre la vegetación actual y su banco de semillas (Ponce y Montalván, 2005).

### **2.3. Germinación de semillas**

La germinación es el reinicio del crecimiento del embrión, paralizado durante las fases finales de la maduración (Doria, 2010). Para que la semilla germine, se debe de considerar que el embrión sea viable, que los factores externos de la semilla sean favorables y que los factores internos no interrumpan la germinación (Suárez y Melgarejo, 2014).

Los factores que afectan a la germinación pueden ser de carácter extrínseco, es decir son factores externos, como la humedad, temperatura en la que se encuentran las semillas además se debe de tomar en cuenta alguno de los factores que regulan el proceso como: el grosor de la testa, disponibilidad de agua, temperatura y tipos de luz (Rodriguez y Nieto, 1999); o a su vez pueden ser factores intrínsecos o internos que son propios de la semilla, donde se considera la viabilidad del embrión, la cantidad y calidad del tejido de reserva y los diferentes tipos de dormancia (Courtis, 2013).

La inactividad o latencia pueden generar retraso en la germinación de las semillas, considerando que no siempre se da de forma inmediata (Fenner y Thompson, 2006). Para que la germinación se produzca las semillas deben de tener las condiciones necesarias y se debe de considerar que cada especie tiene requerimientos específicos (Finch Savage y Leubner-Metzger, 2006).

Bonilla (2004) menciona que los niveles altos de germinación de una especie se deben a que estas tratan de ocupar mayor espacio, debido a que en catástrofes pueden sufrir alta mortalidad; además menciona que las especies que tiene baja tasa de germinación, es decir germinan de manera lenta, son plántulas que pueden llegar a ser más resistentes y grandes.

### **2.3.1. Persistencia y dormancia de las semillas**

“La persistencia de las especies en un determinado ambiente está asociada, entre otros factores, a su estrategia de colonización, y consecuentemente, se involucra al banco de semillas almacenado en el suelo” (Trujillo y Vargas, 2007). Muchas especies persisten en el suelo años o décadas como semillas no dormidas (Bedoya et al., 2010). Al respecto, las semillas de especies perennes no permanecen viables tanto tiempo en el suelo a diferencia de

las anuales que son viables durante muchos años (Cook, 1980). No obstante, las semillas de algunas de las gramíneas llegan a germinar de manera instantánea una vez desprendidas de la planta madre, de igual manera pocas presentan dormición de manera prolongada (Williams, 1984).

Ponce y Montalván (2005) mencionan que la inhibición de la germinación puede suceder debido a:

La ausencia de condiciones ambientales adecuadas, principalmente luz, durante parte del periodo en el cual las semillas no están dormidas, pero no germinan. El único tipo de dormición que puede indudablemente ser responsable de la persistencia de las semillas es la dormición física, debida a la presencia de tegumentos impermeables. Resulta evidente entonces que la persistencia de las semillas en el suelo no es directamente dependiente de su estado de dormición.

#### **2.4. Descripción del ecosistema Páramo**

Los páramos son ecosistemas de altura, localizados en los límites forestales superiores y las nieves perpetuas, que se encuentran localizadas a altitudes entre 3 000 y los 5 000 m.s.n.m. Son formaciones ecológicas específicas de los Andes septentrionales, además brinda a la población servicios ambientales y en estos ecosistemas se encuentran especies endémicas (Hofstede et al., 2014).

Los páramos ecuatorianos están formados por vegetación herbácea en su mayoría, dominado por gramíneas como *Stipa ichu*, especie de la cual deriva la denominación de pajonal. La mayoría de estos ecosistemas en el país son húmedos debido a que tienen una precipitación anual que oscila entre 500 y 2000 mm, sin embargo estas áreas no son homogéneas y su vegetación varía debido a los cambios meteorológicos (Camacho, 2013).

En Ecuador existe un sistema simplificado que hace referencia a la clasificación de los páramos, basado en la estructura general de la vegetación: páramo de pajonal, de frailejones, páramo herbáceo de pajonal en la estructura general de la vegetación y almohadillas, páramo pantanoso; páramo seco, páramos sobre arenales, superpáramo y páramos arbustivos del Sur (Hofstede et al., 2003).

#### **2.4.1. Páramos antrópicos**

En esta investigación se estudió el páramo antrópico o pajonal que es un ecosistema que se encuentra extendido por todo el territorio nacional y son cubiertas por pajonales de varios géneros como *Calamagrostis*, *Festuca* y *Stipa* (Hofstede et al., 2003). Son áreas naturales, que han sido modificados por actividades antrópicas sobre la vegetación original (Pujos, 2013). El pajonal domina los páramos, se da en parte por vegetación secundaria mantenida como tal por acción de los fuegos que en su mayoría son producidos por las actividades antrópicas (Hofstede et al., 2003).

#### **2.5. Parámetros estructurales de la vegetación**

Los parámetros estructurales a considerar para realizar el estudio de composición florística según Aguirre y Aguirre (1999) y Aguirre (2019):

- **Densidad Relativa (Dr.)**

Permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, ya se considera el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población (Aguirre y Aguirre, 1999).

- **Frecuencia Relativa (Fr)**

La frecuencia relativa permite conocer las veces que se repite una especie en un determinado muestreo.

- **Índice Valor de Importancia (IVI)**

Este índice indica qué tan importante es una especie dentro de una comunidad vegetal. La especie que tiene el IVI más alto hace referencia a que es ecológicamente dominante; que absorbe muchos nutrientes, ocupa un mayor espacio físico y controla en un alto porcentaje la energía que llega a ese sistema (Aguirre y Aguirre, 1999).

## **2.6. Índices de diversidad**

### **2.6.1. Índice de diversidad de Shannon ( $H'$ )**

Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, es decir mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar (Magurran, 1988). El mismo autor menciona que si los valores adquiridos se encuentran entre cero es indicio de la existencia de una sola especie, por otro lado, adquiere valores en logaritmo de S cuando todas las especies encontradas están representadas por el mismo número de individuos. La interpretación se realizó a través de los valores recomendados por expertos (Tabla 1).

Tabla 1. Interpretación del índice de Shannon

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

Fuente: Aguirre (2019)

### 2.6.2. Índice de equitatividad de Pielow (E)

Según Moreno (2001) “mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada”. E adquiere cualquier valor entre 0 y 1, donde 1 representa la condición de homogeneidad en la distribución de los elementos y 0 la posibilidad de heterogeneidad (Aguirre, 2019). El significado de diversidad se interpretó en base a la siguiente escala (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Interpretación del índice de equitatividad

Valores	Significancia	Interpretación
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 (2019)

### 2.7. Estudios similares acerca de banco de semillas del suelo

Según Carrera (2019) en su investigación denominada Banco de semillas del suelo en dos ecosistemas del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, se determinó la composición del banco de semillas en los diferentes estados sucesionales, identificando 88 individuos en el bosque montano *Ageratina dendroides* con 54 individuos y cinco individuos de *Muehlenbeckia tamnifolia* y en la plantación forestal encontró un total de 61 individuos de las cuales solo *Phytolacca bogotensis* es considerada nativa, mientras que en la evaluación de la diversidad de especies del banco de semillas la mayor riqueza específica se presentó en el bosque montano con un valor de 1,25 en comparación con la plantación forestal con un total 0,54.

En el estudio del banco de semillas en Mérida Venezuela (Hernández et al., 2009) se estudió el bosque montano secundario, un antiguo cafetal y un pinar, donde se estudió las muestras de suelo para su germinación y se encontró 55 % de vegetación herbácea, 15 % arbustiva, 13 % trepadoras, 12 % arbórea y 4 % helechos. Determino que el bosque secundario era más heterogéneo y las especies más abundantes eran *Tibouchina longifolia* y *Stachytarpheta mutabilis*; mientras que en el cafetal fueron *Impatiens sultanii* y *Piper aduncum*; pero en el pinar eran *Borreria laevis* y *Sida rhombifolia*. El estudio determinó que la diversidad y abundancia disminuye con la profundidad del suelo.

Moscoso y Diez (2005) en su investigación “Banco de semillas en un bosque de roble de la cordillera central colombiana” analizaron la diversidad de especies registrando un total de 204 individuos, siendo la familia Lauraceae la de mayor representatividad, siendo las especies *Myrcia popayanensis*, *Clethra* sp. y *Ilex danielis* las más representativas, obteniendo una comunidad muy diversa. Mientras que, de las 114 muestras del banco de semillas obtuvieron 541 plántulas con una diversidad intermedia. Sus resultados respecto a la comparación entre el banco de semillas y la vegetación determinaron que las especies compartidas fueron pocas.

Según Romero et al. (2016) en el estudio llamado Banco de semillas en áreas disturbadas en San Bernardo (Cundinamarca, Colombia), registraron 42 especies 21 nativas, 17 exóticas y 4 indeterminadas, en la plantación un total de 36 especies de las cuales 18 son nativas, 15 exóticas y 3 indeterminadas, mientras que, en el pastizal obtuvieron 40 especies, nativas 19, exóticas 17 y sin determinar 4. Indicando así que el sitio más diverso fue el relicto boscoso, seguido del pastizal y la plantación. Finalmente, el índice de Sorensen mostró que las tres coberturas son iguales entre sí, debido a que presentan especies en común.

Mocha (2020) registró un total de 914 individuos pertenecientes a 38 especies y obtuvo una diversidad media en su banco de semillas del suelo en el bosque montano en el parque Universitario “Francisco Vivar Castro”. Siendo la familia más representativa Cyperaceae, Melastomataceae y Urticaceae. Sin embargo, para la capa orgánica contabilizo 519 individuos y 33 especies, siendo *Phenax laevigatus* la especie con mayor IVI. Mientras que para su capa mineral registro 395 individuos de 24 especies, siendo *Cyperus rotundus* la especie con mayor valor ecológico. Además, obtuvo una similitud entre el bosque montano y su banco de semillas del suelo en general del 14,6 % con cuatro especies compartidas.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en el páramo antrópico, localizado entre 2380 a 2468 m.s.n.m, dentro del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” de la Universidad Nacional de Loja, se sitúa en el cantón Loja, parroquia San Sebastián, ubicado a 5 km de la ciudad (Aguirre et al., 2016) (Figura 1). Este ecosistema ocupa 20,58 ha del total del PUFVC.

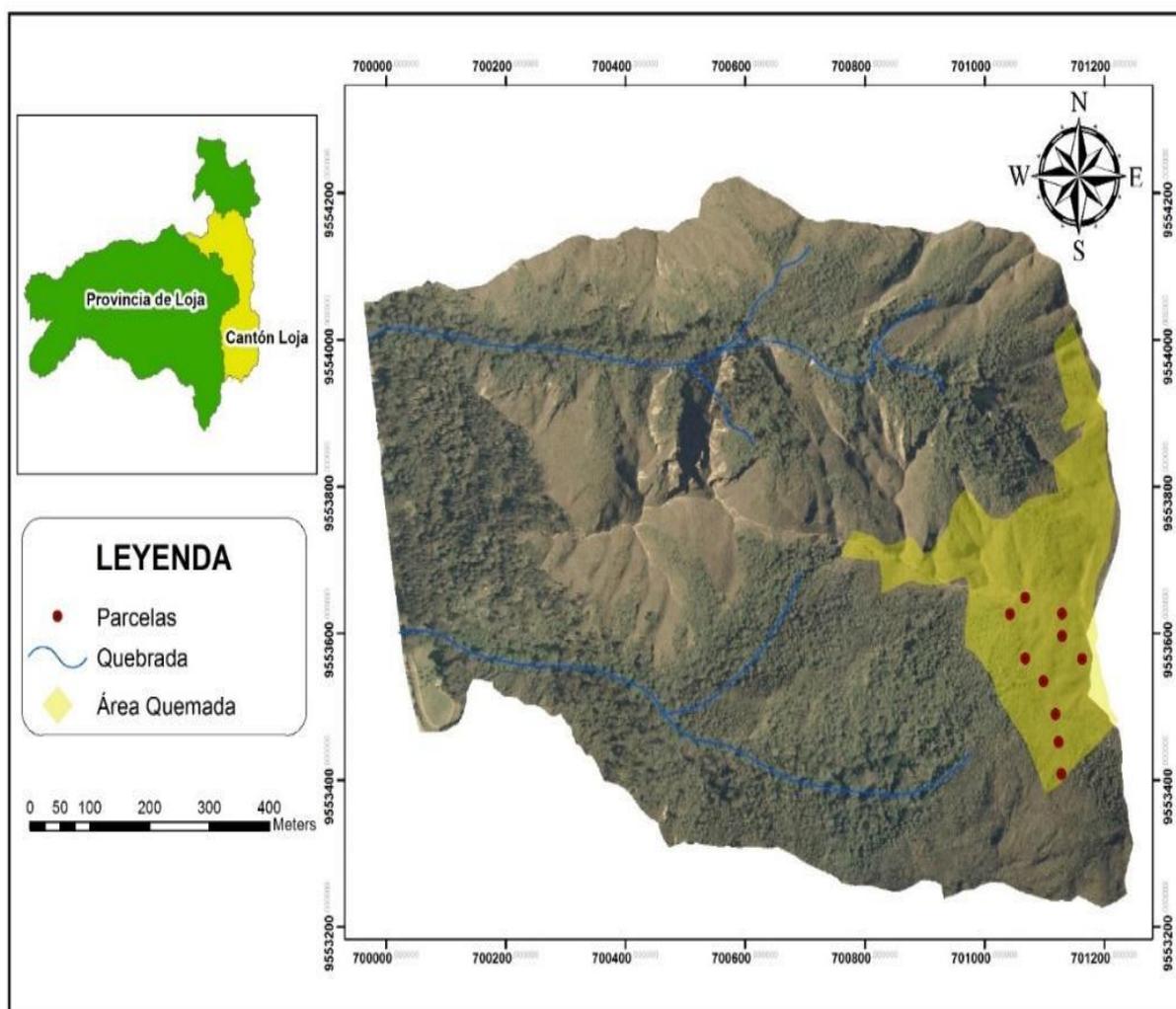


Figura 1. Mapa de ubicación del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

Fuente: Sarango (2018)

### 3.2. Metodología para caracterizar la vegetación del páramo antrópico en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

Para el levantamiento de información sobre la composición de la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, se utilizó la metodología presentada en Aguirre (2019).

#### 3.2.1. Levantamiento de la información

El estudio se llevó a cabo diez parcelas permanentes que fueron instaladas en el año 2017 en el PUFVC, luego de un incendio forestal que afectó la zona alta del parque, cuyas dimensiones fueron de 5 x 5 m (25 m<sup>2</sup>), con tres subparcelas de 1 m x 1 m, para el levantamiento de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo tal como se muestra en la Figura 2.

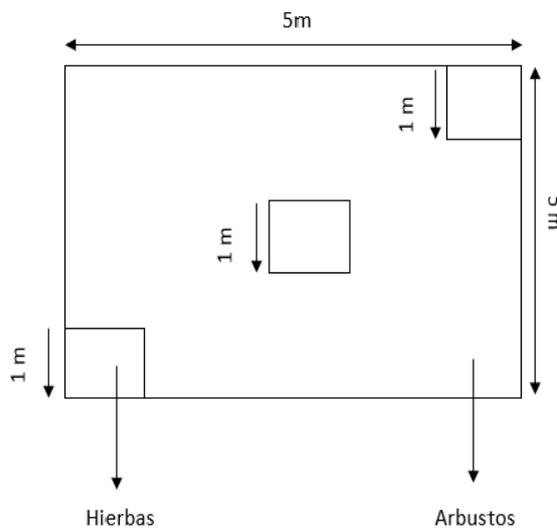


Figura 2. Diseño y distribución de parcelas y subparcelas

Todos los individuos del estrato arbóreo y arbustivo fueron etiquetados y codificados. La identificación botánica de las especies se realizó en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja.

En el estrato herbáceo se determinó el porcentaje de cobertura de acuerdo a la metodología de Braun Banquet utilizando las escalas presentada por Alcaraz (2013) (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Escala de abundancia y dominancia de Braun-Blanquet

<b>Índice</b>	<b>Significado</b>
R	Un solo individuo, cobertura despreciable
(+)	Más individuos, cobertura muy baja
1	Cobertura menor del 5%
2	Cobertura del 5% al 25%
3	Cobertura del 25% al 50%
4	Cobertura del 50% al 75%
5	Cobertura igual o superior al 75%

Fuente: Alcázar, (2013)

### 3.2.2. Parámetros estructurales de la vegetación

Se procedió a determinar los parámetros estructurales de la vegetación de acuerdo al Índice de valor de importancia simplificado que considera los parámetros como Densidad Relativa y Frecuencia Relativa (Aguirre, 2019).

- Densidad relativa (DR) % =  $\frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} \times 100$
- Frecuencia relativa (Fr) % =  $\frac{\text{N}^\circ \text{ de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$
- Índice Valor de Importancia (IVI) % =  $\frac{\text{DR} + \text{FR}}{2}$

### 3.2.3. Endemismo

Para determinar el endemismo de las especies registradas se realizó la comparación con las especies que se reportan como endémicas en el libro Rojo de las Especies Endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011).

### 3.3. Metodología para analizar la diversidad del banco de semillas del suelo y su relación con la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, a través del estudio de su composición florística

#### 3.3.1. Recolección de las muestras del banco de semillas del suelo

Se colectó 50 muestras de suelo, cinco en cada parcela permanente, con dirección Norte – Oeste y terminando en el centro de cada parcela, con el propósito de cubrir la mayor cantidad del área (Figura 3).

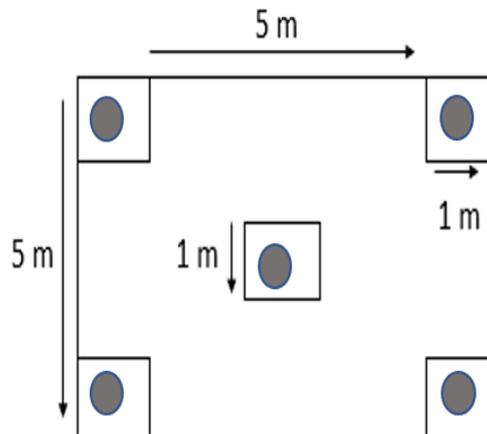


Figura 3. Puntos donde se tomarán las muestras dentro de las parcelas

Para la recolección y manipulación de las muestras se utilizó una lampa de acero y se la muestra de suelo se colocó en fundas plásticas debidamente etiquetadas. Las dimensiones de las muestras fueron 15 cm de largo, 15 cm ancho y 10 cm de espesor (volumen = 2250  $cm^3$ ), ver Anexo 1. La descripción de cada sitio de extracción se realizó utilizando el formato de la Tabla 4. Ver Anexo 2.

Tabla 4. Hoja de campo para la extracción de muestras de suelo

---

**Coordenadas UTM: Lugar:**

**Código: Fecha:**

**Altura (msnm): Pendiente:**

---

**Observaciones: Porcentaje de raíces:**

**Nº Temperatura Velocidad del viento Porcentaje de luz**

---

### **3.3.2. Procesamiento de las muestras de suelo**

Las muestras de suelo fueron llevadas al Laboratorio de Fisiología de la Universidad Nacional de Loja, donde se realizaron todos los procesos de separación de hojarasca e impurezas y para el ensayo de germinación se depositaron en bandejas de espuma Flex debidamente etiquetadas (Anexo 3).

### **3.3.3. Monitoreo de las muestras de suelo**

El monitoreo de las muestras de suelo se llevó a cabo en un periodo de cuatro meses desde su recolección, esto es del 9 de junio hasta el 09 de octubre, las muestras tuvieron riego y fueron evaluados diariamente para determinar riqueza y abundancia. El etiquetado de los individuos germinados fue de acuerdo al orden de aparición. El tiempo de monitoreo en este ensayo fue mayor a lo establecido por Trujillo y Vargas (2007) que mencionan que los dos primeros meses emergen el mayor número de individuos en el BSS considerando que el área de estudio fue afectada por un incendio.

### **3.3.4. Identificación de especies del banco de semillas del suelo**

Se utilizó la técnica basada en la emergencia de las plántulas, es decir cada plántula emergente es una semilla viable, las cuales fueron identificadas taxonómicamente mediante la colaboración de los especialistas del Herbario “Reinaldo Espinosa”, cabe recalcar que

algunas de las plántulas tenían un tamaño menor a 3 cm de altura, lo que dificultó su identificación debido a que no presentaban atributos y características botánicas claras, por lo cual fueron identificadas a nivel de morfo especie.

### 3.3.5. Índice de velocidad germinativa (IVG)

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

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

Donde:

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

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

### 3.3.6. Índice de Shannon - Wiener (H')

Con los datos de abundancia y número de especies se procedió a calcular el índice de Shannon -Wiener, mediante la aplicación de la ecuación (Moreno, 2001).

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

Dónde:

H = Índice de la diversidad de la especie

S = Número de especie

Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie

### 3.3.7. Índice de Pielow

Este índice expresa la equidad como la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada en las muestras (Villarreal, Álvarez, Córdoba et al., 2006). Para ello se aplicó la siguiente ecuación (Moreno, 2001).

$$E = \frac{H'}{Hmax}$$

Donde:

H': Índice de Shannon

Hmax: Es la diversidad Máxima

### 3.3.8. Similitud de las especies del banco de semillas del suelo y la vegetación paramera

Para conocer el grado de asociación entre la vegetación que crece en el páramo antrópico y las especies que se encuentran en latencia en el banco de semillas del suelo se utilizó el índice de diversidad de Sorensen para comparar las dos comunidades (Tabla 5).

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

Tabla 5. Interpretación y fórmula del índice de Sorensen para datos cuantitativos

Abreviación	Rango de valores a obtenerse	Interpretación
<b>Ks:</b> Índice de similitud de Sorensen	0 a 0,33	No son similares
<b>a:</b> Número total de especies en el sitio A	0,34 a 0,66	Medianamente similares
<b>b:</b> Número total de especies en el sitio B		
<b>c:</b> Número de especies en común	0,67 a 1	Muy similares

Fuente: Moreno (2001)

Para distinguir las diferencias entre el BSS y la vegetación paramera, se utilizó dos análisis multivariados: Un escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) y un análisis de similitudes (ANOSIM) (Legendre y Legendre, 1998). El NMDS es un método de ordenación utilizado para colocar los puntos de muestreo en un sistema de coordenadas bidimensional de tal manera que sus diferencias en similitud sean preservadas. El ANOSIM es una prueba no paramétrica que sirvió para determinar la significación estadística entre sitios o parcelas de estudio. Los análisis fueron realizados utilizando el paquete Vegan del programa R.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Caracterización de la vegetación del páramo antrópico en el Parque Universitario

#### “Francisco Vivar Castro”.

#### 4.1.1. Composición florística

En la vegetación del páramo antrópico se registraron 33 especies correspondientes a 29 géneros y 16 familias. Esta vegetación está dominada por arbustos y hierbas, pero se pueden encontrar algunos árboles. El estrato más representativo, en relación al número de especies, es el arbustivo con 54,55 %, seguido del herbáceo con 30,30 % y el arbóreo con 15,15 %. La composición florística del páramo antrópico se presenta en la Tabla 6, junto con información sobre el tipo de fruto y dispersor. En el Anexo 4 se presenta el inventario florístico de la vegetación del páramo antrópico.

Tabla 6. Inventario de los árboles, arbustos y hierbas registradas en el páramo antrópico

Hábito de crecimiento	Nombre científico	Número de individuos	Tipo de fruto y dispersor
Árbol	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	8	Cápsula/AM
	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	2	Estróbilo/AM
	<i>Roupala monosperma</i> (Ruiz&Pav.) I.M.Johnst.	2	Cápsula/AM
	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	1	Drupa/EZ
	<i>Pinus patula</i> Schltdl. & Cham.	1	Estróbilo/AM
<b>Total</b>	<b>5 especies</b>	<b>14</b>	
	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl.	145	Aquenio/AM
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	130	Aquenio/AM
	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	99	Capsula/AM
	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	92	Baya/ EZ

	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	76	Baya/EZ	
	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	58		
	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	57	Cápsula/AM	
<b>Arbusto</b>	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	49		
	<i>Smilax benthamiana</i> A. DC	23	Bayas/EZ	
	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	15	Baya/EZ	
	<i>Huberia peruviana</i> Cogn.	13	Cápsula/AM	
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	12	Baya/EZ	
	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	8	Drupa/EZ	
	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f	6	Cápsula/AM	
	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	3	Drupa/EZ	
	<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex Hoerold	3	Baya/EZ	
	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	2	Drupa/EZ	
	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	1	Cápsula/AM	
	<b>Total</b>	<b>18 especies</b>	<b>792</b>	
		<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon		Esporas/Autocoría
		<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth		
<b>Hierbas</b>	<i>Puya eryngioides</i> André		Cápsula/AM	
	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv			
	<i>Eritrosis pasteense</i> (Kant) Tren.			
	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steus.		AM	
	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv		Cariópside/AM	
	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f		Cápsula/AM	
	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.		Aquenio/AM	

*Paspalum* sp

Total	10 especies
-------	-------------

Anemocoría= **AM**; Endozoocoría= **EZ**; Ectozoocoría= **ETZ**.

Respecto al tipo de fruto y a la forma de dispersión, se observa que las especies de los estratos arbóreo y arbustivo se dispersan en un 45,45 % por acción del viento (anemocoría), mientras que el 30,33 % se dispersa mediante endozoocoría. Mientras que la mayoría de las especies su fruto es de tipo capsula y baya.

#### 4.1.2. Parámetros estructurales de la vegetación del páramo antrópico

##### 4.1.2.1. Estrato arbóreo

El estrato arbóreo presenta cinco especies dentro de cinco géneros y cinco familias en una superficie de 250 m<sup>2</sup>. La familia con mayor representatividad en relación al número de individuos es Clethraceae con 57,14 %, mientras que las familias Myricaceae y Pinaceae tienen representatividad menor al 15 % (Anexo 5).

Las especies arbóreas con mayor importancia ecológica en el páramo se presenta en la Tabla 7, siendo *Clethra fimbriata* la de mayor importancia, por lo tanto, define la estructura de la vegetación de páramo.

Tabla 7. Parámetros estructurales de las especies representativas del estrato arbóreo

Especies	Familia	Número de Individuos	DR (%)	FR (%)	IVI (%)
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	8	57,14	40	48,57
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	2	14,29	20	17,14
<i>Roupala monosperma</i> (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst.	Proteaceae	2	14,29	20	17,14
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.)	Myricaceae	1	7,14	10	8,57
<i>Pinus patula</i>	Pinaceae	1	7,14	10	8,57

Densidad relativa (**DR**); Frecuencia relativa (**FR**); Índice de valor de importancia (**IVI**)

#### 4.1.2.2. Estrato arbustivo

Se registró 18 especies, pertenecientes a 15 géneros y 8 familias. Las familias botánicas con mayor representatividad en relación al número de individuos corresponden a Ericaceae con 42,42 % y Asteraceae con 34,72 %.

En la Tabla 8 se presentan los parámetros estructurales de las 10 especies representativas del componente arbustivo de acuerdo al índice de importancia (IVI). En el Anexo 6 está el listado completo de las especies arbustivas con sus respectivos valores de parámetros estructurales de la vegetación.

Las especies arbustivas con mayores valores de IVI en el páramo, son: *Gynoxys nitida* con un IVI de 14,36 %, y *Baccharis latifolia* con 13,42 %. Es importante mencionar que *Gynoxys nitida* es una especie que tiene alta resiliencia y crece en grandes poblaciones o matas extendidas, por lo que se encuentra presente en todas las parcelas de estudio.

Tabla 8. Parámetros estructurales de las 10 especies más representativas del estrato arbustivo

<b>Especies</b>	<b>Familia</b>	<b>Número de Individuos</b>	<b>DR (%)</b>	<b>FR (%)</b>	<b>IVI (%)</b>
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Asteraceae	145	18,31	10,42	14,36
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Asteraceae	130	16,41	10,42	13,42
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L	Ericaceae	99	12,50	10,42	11,46
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Ericaceae	92	11,62	10,42	11,02
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	Ericaceae	76	9,60	9,38	9,49
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	Melastomataceae	49	6,19	10,42	8,30
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Ericaceae	57	7,20	8,33	7,77
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	Lamiaceae	58	7,32	3,13	5,22
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	Ericaceae	12	1,52	7,29	4,40

<i>Smilax benthamiana</i> A. DC	Smilacaceae	23	2,90	5,21	4,06
---------------------------------	-------------	----	------	------	------

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

#### 4.1.3. Sociabilidad y dispersión del estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se registra 10 especies que se caracterizan por su grado de cobertura en el páramo. *Pteridium arachnoideum* es la más importante debido a que cubre más del 50 % del área estudiada, caracterizándose por su crecimiento en grupos pequeños, *Puya eryngioides* y *Stipa ichu* cubren un área entre el 25-50 % y presentan un crecimiento en forma de almohadillas; por ende, son las tres especies con mayor valor ecológico en este estrato, mientras que el resto de las especies crecen de manera aislada y cubren menos del 5 % del área estudiada (Tabla 9).

Tabla 9. Sociabilidad y dispersión del estrato herbáceo en la vegetación páramo del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.

Especies	Familia	Índice	Sociabilidad (%)
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Dennstaedtiaceae	4	50 al 75
<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae	3	25 al 50
<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth	Poaceae	3	25 al 50
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv	Poaceae	2	5 al 25
<i>Eragrostis pastorensis</i>	Poaceae	1	menor al 5
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steus.	Poaceae	1	menor al 5
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv	Poaceae	1	menor al 5
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae	1	menor al 5
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	Asteraceae	1	menor al 5
<i>Paspalum</i> sp	Poaceae	1	menor al 5

#### 4.1.4. Diversidad alfa de la vegetación del páramo antrópico

El índice de Shannon de la vegetación actual del páramo antrópico es 2,42 que puede ser interpretado como una diversidad media. A nivel de estratos, el arbustivo es el que posee mayor diversidad (Tabla 10). El índice de Pielow reporta un valor de 0,36 que confirma una diversidad media para la vegetación del páramo, resultados de los cálculos ver Anexos 7 y 8.

Tabla 10. Índice de Shannon - Wiener, sobre la vegetación y por estratos del páramo

Vegetación / Estrato	Valor	Interpretación
Páramo antrópico	2,42	Diversidad media
Arbóreo	1,25	Diversidad baja
Arbustivo	2,35	Diversidad media

#### 4.1.5. Endemismo del páramo antrópico

En el páramo del PUFVC *Puya eryngioides* perteneciente a la familia Bromeliaceae, es la única especie endémica, la cual representa el 0,12 % del total de especies registradas en ambos estratos. El resto de especies se distribuyen de manera amplia en la región sur del Ecuador.

### 4.2. Diversidad del banco de semillas del suelo y su relación con la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.

#### 4.2.1. Composición florística del banco de semillas del suelo del páramo antrópico

Se registran 7 especies, pertenecientes a 7 géneros y 5 familias, donde predominan las plantas herbáceas con un 91,67 % y arbustivas con 8,33 %. El listado de especies se presenta en la Tabla 11 y en el Anexo 9 está el registro de aparición de las especies.

La familia Poaceae es la de mayor representatividad con 40 % (tres especies), mientras Bromeliaceae, Commelinaceae, Asteraceae y Rubiaceae registraron una especie cada una. Además, se registró a *Puya eryngioides* como la única especie endémica, el resto de especies son nativas no endémicas (Trpicos.org.2021).

El 57,14 % de especies en el banco de semillas del suelo tiene un síndrome de dispersión mediante viento (anemocoría), mientras que el 14,29 % lo hace por medio de los animales (endozocoría). En relación al tipo de fruto, el 28,57 % de las especies tienen cápsulas y el 14,29 % restante presentan frutos tipo baya, cariósida y aquenio (Tabla 11).

Tabla 11. Composición florística del banco de semillas del suelo de la vegetación páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, se indica el número de individuos, tipo de fruto y dispersor

Nombre Científico	Familia	Hábitat de crecimiento	Número de individuos	Tipo de Fruto/Dispersor
<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae	Hierba	14	Cápsula/AM
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steus.	Poaceae	Hierba	13	AM
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Comelinaceae	Hierba	12	Cápsula/AM
Indeterminada 1	Poaceae	Hierba	6	
<i>Bidens squarrosa</i> Kunth	Asteraceae	Hierba	5	Aquenio/EZ
<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae	Arbusto	5	Baya
<i>Sporobolus</i> sp.	Poaceae	Hierba	5	Cariósida/AM
<b>Total</b>			<b>60</b>	

#### 4.2.2. Germinación del banco de semillas del suelo en el páramo antrópico

La germinación de las especies en el banco de semillas del suelo comenzó el día quince de su monitoreo, la primera especie en germinar y aparecer fue: *Puya eryngioides* con tres individuos. En los días 49 y 67 se presentó un período de latencia de 18 días, durante los cuales no se registró aparición de nuevos individuos.

El pico más alto de germinación se presentó el día 76 con cuatro individuos; mientras que en el día 80 se registraron los últimos individuos de *Commelina diffusa* y *Calamagrostis intermedia*, registrando un total de 60 individuos (Figura 4).

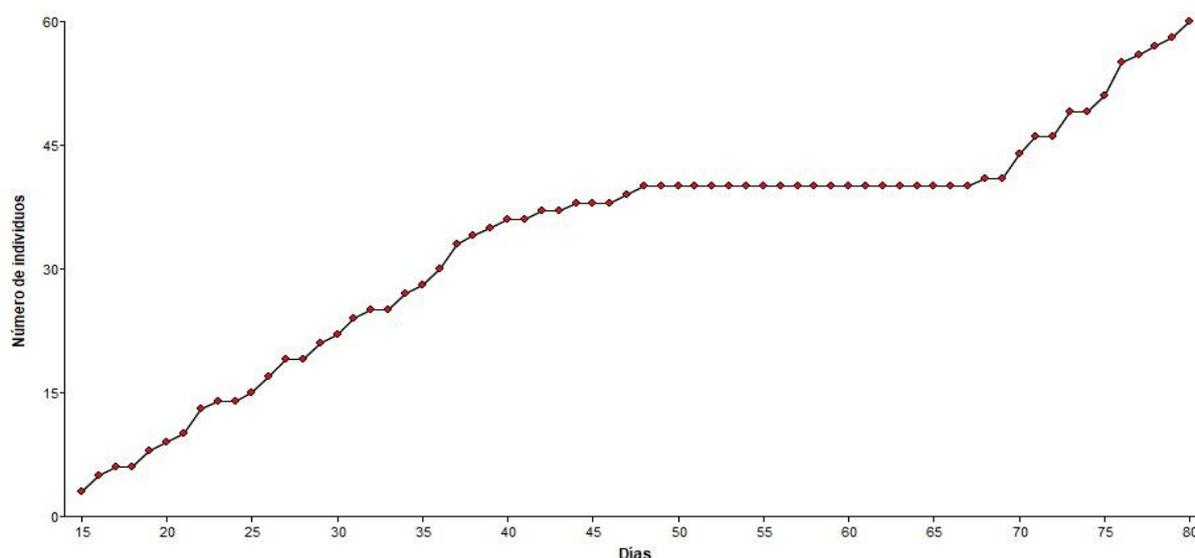


Figura 4. Germinación acumulada del banco de semillas del suelo del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.

#### 4.2.3. Índice de velocidad germinativa (IVG)

La especie del banco de semillas del suelo con mayor índice de velocidad germinativa es: *Puya eryngioides* con 4,51 semillas/día, mientras que las de menor índice fueron *Sparobolus* sp. con 0,11 semillas/día y *Bidens squarrosa* con 0,29 semillas/día (Tabla 12).

Tabla 12. Índice de velocidad germinativa de las especies del banco de semillas del páramo antrópico del PUFVC

Nombre Científico	Familia	IVG Semilla/día
<i>Bidens squarrosa</i> Kunth	Asteraceae	0,298
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steus.	Poaceae	0,403
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae	1,014
<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae	0,680
Indeterminada 1	Poaceae	0,229
<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae	4,512
<i>Sparobolus</i> sp.	Poaceae	0,122

#### 4.2.4. Diversidad del banco de semillas del suelo

El índice de diversidad de Shannon-Wiener del banco de semillas del suelo del páramo antrópico reportó un valor de 1,84 que indica una diversidad media (Anexo 10). El índice de Pielow muestra que la homogeneidad existente en el banco de semillas tiene un valor de 0,45, confirmando la diversidad media.

En la Tabla 13 se comparan los índices de diversidad según el ecosistema, donde el banco de semillas del suelo tiene menor valor del índice de Shannon, aunque mayor homogeneidad en relación a la vegetación.

Tabla 13. Diversidad específica del páramo antrópico y su banco de semillas, comparado por medio de los índices de Shannon y Pielow.

Ecosistema	Índice de Shannon (H')	Índice de Pielow (E')	Interpretación
Vegetación del Páramo antrópico	2,42	0,36	Diversidad media
Banco de semillas del suelo	1,84	0,45	Diversidad media

#### 4.2.5. Similitud de las especies del banco de semillas del suelo y la vegetación paramera

La similitud entre la vegetación del páramo antrópico y el banco de semillas del suelo, según el coeficiente de similitud de Sorensen es del 15 %, lo que indica una baja similitud florística (Tabla 14 y Anexo 11).

Las especies compartidas son: *Calamagrostis intermedia*, *Commelina diffusa*, *Puya eryngioides*, las especies como *Bidens squarrosa*, *Palicourea* sp., *Sporobolus* sp. y la especie indeterminada se presentaron exclusivamente en el BSS.

Tabla 14. Índice de similitud de Sorensen de la vegetación y su banco de semillas del suelo del páramo antrópico del suelo en el PUFVC

	Número total de especies	Número de especies compartidas	Índice de similitud %
Vegetación del páramo antrópico	33		
Banco de semillas del suelo	7	3	15

El escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) demuestra que se forman dos grupos bien definidos entre las especies que se desarrollan en el páramo y las que se presentan en el banco de semillas de suelo, lo que confirma que el grado de similitud es bajo.

En la Figura 5 se evidencian los dos grupos bien definidos y como las variables ambientales luz, velocidad del viento, profundidad del suelo, profundidad de la capa orgánica y la pendiente, definen de mejor manera al grupo de las especies que están desarrollándose en el páramo. La definición de los dos grupos es estadísticamente significativa de acuerdo al análisis de similaridad ANOSIM que presento un  $R = 0,734$  con un nivel de significancia  $p < 0.05$ .

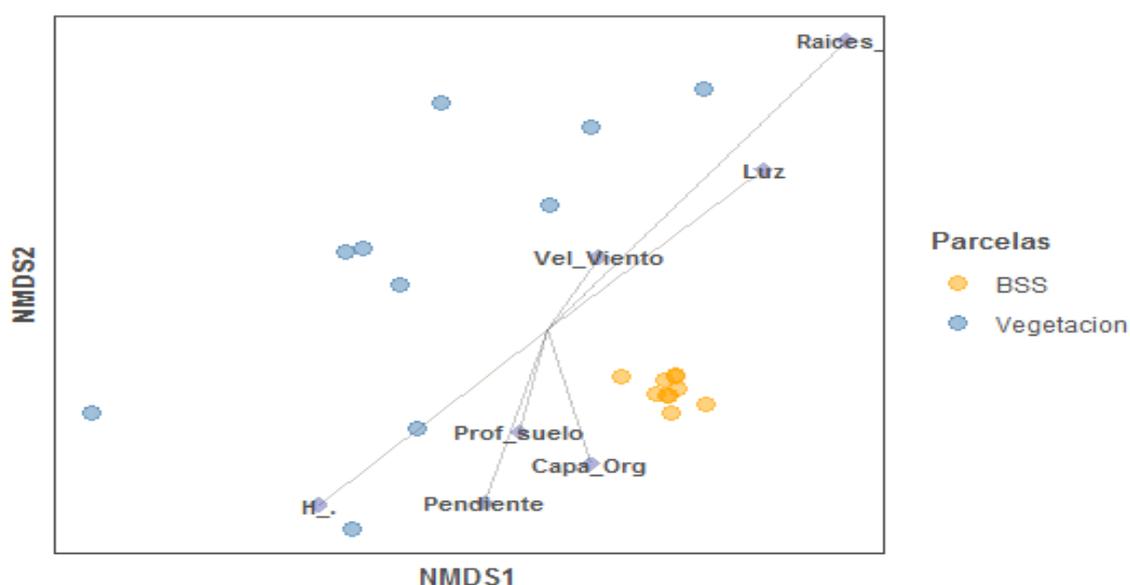


Figura 5. Escalamiento multidimensional no métrico - NMDS

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1. Caracterización de la vegetación del páramo antrópico en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”**

#### **5.1.1. Composición florística de la vegetación del páramo**

Las 33 especies registradas en el páramo antrópico del PUFVC se asemeja con lo presentado por Sarango et al. (2019) en la misma área de estudio donde reportó 21 especies entre el estrato arbóreo y arbustivo; sin embargo Medina (2018) registró menor número de especies y géneros. Estas diferencias en la riqueza específica del páramo en el PUFVC pueden ser producto de la heterogeneidad en la topografía del sitio, intervenciones antrópicas, incendios forestales, diseños de muestreo y tamaño de parcelas utilizadas en las investigaciones.

Se debe de considerar además, que el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC) se encuentra entre 2380 a 2468 m.s.n.m, muy por debajo de los páramos estudiados por Izco et al. (2007) y Almeida (2016) en Loja, no obstante presenta en su composición florística especies características de los páramos de pajonal que se encuentran por encima de 2800 m.s.n.m.

Comparando la composición florística del páramo antrópico del PUFVC con otros sitios a mayor altitud, las diferencias en riqueza específica incrementan, por ejemplo Izco et al. (2007) registran 216 especies y 120 géneros en un rango altitudinal entre 2850 y los 3637 m.s.n.m, y Cajas (2019) determina en un páramo impactado por quema la presencia 48 especies y 46 géneros. Un factor determinante en la composición florística y que podría explicar el menor número de especies en el PUFVC serían los incendios forestales ocurridos

en el sitio, pues el fuego altera tanto a la estructura como a la composición y funcionalidad de las áreas afectadas según indica Anchaluisa y Suárez (2013).

Las familias con mayor número de especies en el sitio son: Poaceae, Asteraceae, Ericaceae, resultados semejantes a lo reportado por Urgiles et al. (2018), quienes señalan a Asteraceae, como la familia con mayor abundancia en un páramo del sur del Ecuador, de igual manera Izco et al. (2007) en un estudio de los páramos de pajonal en Amaluza, Ecuador reportaron a las familias Asteraceae y Poaceae con mayor riqueza en género y especies. Similares resultados obtuvieron Aguirre et al. (2015) en el estudio de los páramos del Parque Nacional Podocarpus donde registran a Asteraceae, Melastomataceae y Ericaceae como las familias más ricas en especies. Esto demuestra que la flora de la zona alta del PUFVC a nivel de familia corresponde a un tipo de vegetación de páramo.

Las especies *Brachyotum campanulare*, *Bejaria resinosa*, *Baccharis genistelloides*, *Calamagrostis intermedia*, *Gaultheria reticulata*; *Gaultheria erecta* y *Vaccinium floribundum*, así como los géneros *Clinopodium*, *Gynoxys*, *Myrsine*, *Puya*, *Stipa* y *Paspalum* registrados en el estudio; concuerdan con algunas de las especies y géneros característicos de la flora de los páramos de pajonal de Jimbura en el sur del Ecuador reportados por Izco et al. (2007).

### **5.1.2. Parámetros estructurales de la vegetación**

Las especies que determinan la estructura y funcionalidad del páramo antrópico del PUFVC son *Clethra fimbriata*, *Gynoxys nitida*, *Pteridium arachnoideum*. Estos resultados difieren con lo registrado por Rodríguez (2011) en un páramo de almohadillas, donde las especies con mayor IVI son: *Plantago rigida* y *Geranium multipartium*, sin embargo; estos si concuerdan con los expuestos por Sarango et al. (2019) quienes reportan a *Gynoxys nitida*,

*Baccharis latifolia* y *Pteridium arachnoideum* como las especies ecológicamente más importantes en áreas perturbadas por incendios forestales.

La presencia de especies leñosas y arbustivas en la vegetación páramo antrópico, puede relacionarse con la dispersión de las semillas, ya que es posible que especies de comunidades adyacentes se dispersen por el viento y germinen en el páramo antrópico, debido a que no se encuentran a un rango altitudinal elevado, no obstante, es preciso señalar que el sitio de estudio se encuentra ubicado en una zona colindante con vegetación herbácea y arbustiva, además de que existen senderos, lo que provocaría un efecto de borde y disminuye la vegetación propia de estos ecosistemas.

### **5.1.3. Endemismo del componente leñoso y arbustivo**

*Puya eryngioides* es la única especie endémica registrada para el páramo antrópico del PUFVC, resultado que corrobora Medina (2018) en su estudio realizado en el PUFVC donde registro la misma especie como una de las siete especies endémicas en el parque, encontrándose en las provincias de Azuay, Loja y Zamora Chinchipe. La presencia de endemismo obedece a su situación geográfica pues está ubicado dentro del hotspot Andes Tropicales, en la Sierra ecuatoriana, se encuentra a una altitud de 2500 m.s.n.m aproximadamente, por lo tanto la probabilidad de encontrar especies endémicas aumenta, tal como mencionan León-Yáñez et al. (2011) quienes indican que en las zonas altas en relación a la altitud, se concentra mayor endemismo.

Aguirre et al. (2015) reportan 67 especies endémicas en los páramos del Parque Nacional Podocarpus, valores altos en comparación a los reportados en el PUFVC, los mismos autores mencionan que estos páramos son muy particulares en su flora, debido a su rango altitudinal e influencia amazónica además de que no han sido afectados por incendios

forestales como lo ha sido por varias ocasiones el PUFVC, lo que de una u otra manera afecta su composición florística y riqueza de especies, también por la extensión, estado de conservación y tamaño de muestreo.

## **5.2. Diversidad del banco de semillas del suelo y su relación con la vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”**

### **5.2.1. Composición florística del banco de semillas del suelo**

Del banco de semillas del suelo en el páramo antrópico del PUFVC germinaron 7 especies con 60 individuos. Los estudios sobre composición florística de los bancos de semillas del suelo en los páramos son limitados o escasos para hacer comparaciones, no obstante, estos resultados pueden considerarse como bajos, lo que se atribuye a la época de colección de las muestras, al método o la profundidad de colección, lo que concuerda con Vargas y Rivera (1990) que mencionan que los bancos de semillas del páramo son superficiales, y la mayoría de sus semillas se localizan en los primeros 5 cm de la superficie del suelo; mientras que para la presente investigación las muestras se tomaron hasta 10 cm de profundidad.

El bajo número de especies en el banco de semillas del suelo del PUFVC puede estar relacionado también con el método de dispersión de las semillas de las especies, que es mayoritariamente anemócora y endozoocora, motivo por el cual las semillas se desplazan y crean comunidades vegetales en otras áreas, o a su vez éstas germinen rápidamente al encontrarse a pocos centímetros de la superficie del suelo por lo cual no se registran en el BSS. Algunas investigaciones sugieren ampliar los tiempos de monitoreo del periodo de germinación, por ejemplo Moscoso y Diez (2005) mencionan que es posible que, en las muestras del suelo, queden semillas sin germinar y permanecer en estado de latencia una vez que se allá culminado con los ensayos de germinación.

En lo que respecta al hábito de crecimiento las especies herbáceas dominan el BSS con 91,67 %, esto podría corresponder a que estas especies producen gran cantidad de semillas que se dispersan fácilmente, además tienen gran capacidad de dispersión y pueden llegar a largas distancias, formando así bancos de semillas persistente, además son excepcionales colonizadoras (Cook, 1980). Sin embargo se registró un solo individuo arbustivo que representa el 8,33 % y ningún individuo arbóreas hecho que corresponde a que en este tipo de ecosistemas no predomina la vegetación boscosa; además, la gran mayoría de las especies leñosas tienden a acumular las semillas en la superficie formando bancos de semillas transitorios de corta duración con una germinación inmediata (Sione et al., 2015) y sus semillas se presentan sólo en las capas superiores del suelo de 00 – 05 cm de profundidad (Martínez et al., 2013).

Es posible que las semillas de la mayoría de los árboles y arbustos presentes desaparecieran del banco de semillas del suelo por germinación o descomposición, también cabe considerar que el momento del muestreo no coincidiera con la época de fructificación de las especies. Se debe de considerar que el área de estudio fue afectada por un incendio forestal y quizá las alteraciones y/o impactos ambientales en el suelo se presentan a mediano plazo, lo que podría influenciar en la densidad de especies dando como resultado la ausencia de estas en el BSS, lo que concuerda con Hepper et al. (2013), quienes manifiestan que los incendios provocan afectaciones a los bancos de semillas del suelo debido a sus elevadas temperaturas y sus cenizas.

Los géneros presentes en el BSS como *Puya*, *Calamagrostis*, *Sporobolus* y *Bidens* corresponden a la flora de los páramos de pajonal en el sur del Ecuador, siendo *Calamagrostis intermedia* una de las especies más abundantes en el banco de semillas del suelo que forma parte de la vegetación que se desarrolla en el páramo, es una especie que se

adapta al fuego y considera que este suceso es parte de la dinámica de los ecosistemas (Horn y Kappelle, 2009), Cajas (2019) destaca su abundancia en áreas que han sufrido quemadas.

Cabe mencionar que la vegetación paramera y el banco de semillas del suelo presentan una diversidad media, la diferencia radica en el número de especies registradas para ambos; resultados semejantes obtuvo Medina (2018) en el estudio realizado en la flora del páramo antrópico del PUFVC donde determina un valor de 2,04 interpretando una diversidad media. Así mismo, Rodríguez (2011) registró en su estudio una diversidad media en sus tres diferentes altitudes en un páramo de almohadillas, sin embargo; Cajas (2019) obtuvo una diversidad baja en un páramo conservado y uno quemado.

### **5.2.2. Índice de velocidad germinativa**

Se evaluó el banco de semillas del suelo durante un período de 90 días, el primer individuo en germinar se registró al día 15 de su monitoreo y fue *Puya eryngioides*, mientras que al día 80 del seguimiento germinaron los últimos individuos de *Commelina diffusa* y *Calamagrostis intermedia*. Esto obedece a que la velocidad germinativa de las especies indica que el BSS del páramo presenta especies con baja energía germinativa como *Sporobolus* sp. y la Indeterminada 1 (Poaceae) que registraron valores de 0,3 semillas/día, y especies con alta energía germinativa como *Puya eryngioides* con 4,5 semillas/día, a pesar de ser una especie endémica que se caracterizan porque sus poblaciones son susceptibles ante cualquier afectación de su hábitat.

Cabe mencionar que la alta velocidad germinativa de *Puya eryngioides* se debe a que es una especie pirrófita, es decir, se propaga y germina rápidamente luego de incendios, provocando de esta manera que domine las áreas afectadas por este tipo de disturbios, además dispersa sus semillas por medio del viento.

Maguire (1962), menciona que los valores más altos de IVG están relacionados con mayor energía para germinar las semillas, es decir, permite obtener el mayor número de plántulas en el menor tiempo posible y en condiciones óptimas de germinación son más deseables y de mejor calidad fisiológica, sin embargo, las especies con los valores más bajos se caracterizan por su baja energía germinativa. Cabe mencionar que son limitadas las investigaciones donde se evalúe el índice de velocidad germinativa en bancos de semillas del suelo en páramos.

### **5.2.3. Similitud de las especies del banco de semillas del suelo y la vegetación paramera**

La similitud entre las especies presentes en el banco de semillas de suelo y la vegetación paramera es bajo, con un 15 % de similitud, demostrando así una correspondencia pobre. El análisis NMDS confirma que se trata de dos grupos que comparten solo pocas especies al mostrar una configuración espacial que da una idea de las relaciones de similitud.

*Bidens squarrosa*, *Palicourea* sp., *Sporobolus* sp., se registraron exclusivamente en el banco de semillas del suelo, mientras que *Calamagrostis intermedia*, *Commelina diffusa* y *Puya eryngioides* son las únicas especies compartidas, estas se dispersan a través del viento, y son las primeras en dominar áreas que han sufrido disturbios como son los incendios forestales. De igual manera estas especies pueden estar formando un banco de semilla permanente, motivo por el cual sus semillas perduran por tiempo prolongado en el suelo (Warr, Thompson y Kent, 2004) y se encuentran tanto en su vegetación como en su BSS. Cajas (2019) menciona que, en el páramo del Parque Nacional Cotopaxi, existe una similitud baja entre un páramo quemado y uno conservado.

La exclusividad de especies en el BSS podría estar sujeto al tipo de dispersión de las especies que les permitió llegar hasta esa área, además del tamaño característico de sus

semillas que pudo haber facilitado su introducción al suelo y esperar las condiciones necesarias para germinar. Por otro lado, puede ser indicativo de que son especies potencialmente capaces de reemplazar a las existentes actualmente en la vegetación tal como lo mencionan Bedoya et al. (2010), sin embargo; también puede estar relacionado con la vegetación existente antes de que se presentarán los incendios forestales años anteriores.

## 6. CONCLUSIONES

La vegetación del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” se caracteriza por presentar una diversidad media y registrar 33 especies de 29 géneros y 16 familias, de los cuales cinco son árboles, 18 arbustos y 10 hierbas.

Las especies más importantes ecológicamente del páramo antrópico y que definen la estructura del mismo son *Clethra fimbriata* (árbol), *Gynoxys nitida* (arbusto) y *Pteridium arachnoideum* y *Calamagrostis intermedia* (hierbas).

El banco de semillas del suelo del páramo antrópico presenta un periodo de germinación irregular, con una duración de 80 días de monitoreo, con un registro de 60 individuos germinados, la familia Poaceae es la más representativa con un total de 24 individuos. El mismo que presenta una diversidad media, con la presencia de siete especies de cinco familias, donde seis son hierbas y un arbusto; siendo *Puya eryngioides* la especie más abundante.

*Puya eryngioides* presenta el mayor índice de velocidad germinativa lo que quiere decir que las condiciones actuales del páramo antrópico (suelo, clima, relaciones ecológicas) son ideales para la germinación de semillas de esta especie y su posterior establecimiento de la regeneración natural; además, es una especie resistente a perturbaciones producto de incendios forestales.

La composición de especies del banco de semillas del páramo antrópico es similar en un 15 % a su flora establecida, y resulta como un indicador de que en los bancos de semillas del páramo antrópico existe material vegetal diferente a la composición del páramo, por lo que en un futuro puede formar una composición florística diferente a la actual, que es producto de alteraciones por actividades antrópicas.

## **7. RECOMENDACIONES**

Evaluar los bancos de semillas del suelo en sitios no perturbadas por incendios con la finalidad de comparar las variaciones en la riqueza y densidad del banco de semillas.

Realizar ensayos del banco de semillas del suelo del páramo antrópico, pero a diferentes niveles de profundidad.

Realizar ensayos en diferentes épocas del año con la finalidad de conocer la dinámica en composición y densidad del banco de semillas del suelo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Mendoza, Z., Aguirre, N., Merino, B., y Ochoa, I. (2015). *Los páramos del Parque Nacional Podocarpus: una aproximación a su diversidad ecosistémica y florística*. Programa de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z., Yaguana, C., Gaona, T. (2016). *Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación “Ing. Francisco Vivar Castro.”* Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre Z. (2019). *Métodos para medir la Biodiversidad*. Primera Edición. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. ISBN: 978-9942-36-127-1
- Aguirre, Z., y Aguirre, N. (1999). *Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales Herbario Loja #5*. Universidad Nacional de Loja.
- Alcaraz, F. (2013). *El método fitosociológico*. Geobotánica. Universidad de Murcia. España. p. 18 (2).
- Allauca, V. (2005). *Desarrollo de la tecnología de elaboración de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) germinado fresco para aumentar el valor nutritivo del grano* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Digital INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1424/1/iniapsctA416d.pdf>
- Anchaluisa, S., y Suárez, E. (2013). Efectos del fuego sobre la estructura, microclima y funciones ecosistémicas de plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*; Myrtaceae) en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *Avances En Ciencias e Ingenierías*, 5(2).
- Arroyo, D. (2018). *Establecimiento de un banco de semillas del bosque Palictahua, en la*

- provincia de Chimborazo, cantón Penipe, sector Aguas termales* [Tesis de grado, Escuela superior Politecnica de Chimborazo]. Repositorio Digital Dspace ESPOCH. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10363/1/33T0198.pdf>
- Becking, M. (2004). *Sistema microregional de conservación Podocarpus*. Tejiendo (micro) corredores de conservación hacia la cogestión de una Reserva de Biosfera Cándor-Podocarpus. Imprenta Monsalve Moreno. Cuenca, Ecuador.
- Bedoya, J., Estévez, J., y Castaño, G. (2010). Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Bol.Cient.Mus.Hist.Nat.*, 14(2), 77–91.
- Bonilla, M. (2004). *Ecología de poblaciones*. Universidad Nacional de Colombia. Área de ecología. Colombia
- Cajas, G. (2019). *Composición y Variación Florística entre un Páramo Conservado y uno Impactado por Quema, Parque Nacional Cotopaxi–Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Central Del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17775/1/T-UCE-0016-CBI-009.pdf>
- Calva, O., Beltrán, G., Gunter, S., y Cabrera, O. (2007). Impacto de la luz sobre la regeneración natural de Podocarpáceas en los bosques de San Francisco y Numbala. *Boques Latitud Cero*, 3, 21–23. <http://w3.forst.tu-muenchen.de/~waldbau/litorg0/2018.pdf>
- Camacho, M. (2013). Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *Revista Anales*, 1(372), 77–92.
- 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]. Repositorio Digital Dspace.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21678/1/GUISELLA%20YAZM%20c3%8dN%20CARRERA%20BRAVO.pdf>
- Chaverri, A., Cleef, A. . (1997). Las comunidades vegetacionales en los páramos de los macizos del Chirripó y Buenavista. *Revista Forestal Centroamericana*, 5, 15-17.  
[http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2792/1/33T0114 .pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2792/1/33T0114.pdf)
- Christoffoleti, P., y Caetano, R. (1998). Bancos de semillas del suelo. *Scientia Agricola*, 55, 1–5. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161998000500013>
- Cook, R. (1980). *The biology of seeds in the soil*. Demography and evolution in plant populations. Botanical Monographs 15.
- Courtis, A. (2013). *Germinación de semillas*. Fisiología vegetal.  
<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>
- Domínguez, K., Romero, Y. (2015). *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.
- Doria, J. (2010). Generalidades Sobre Las Semillas: Su Producción, Conservación Y Almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74–85.
- Fenner, M., y Thompson, K. (2006). The Ecology of Seeds. *Annals of Botany*, 97 (1), 151.153.
- Ferrandis, P. (2019). La importancia de los bancos de semillas del suelo en los estudios ecológicos. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 7(3), 276–282.

<https://udlap.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=140224027&lang=es&site=eds-live>

Finch Savage, W. E., y Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of Germination. *New Phytologist* 171 (3). 501-523.

Forcella, F., Webster, T., Cardina, J. (2007). Protocolos para la determinación de bancos de semillas de malezas en los agrosistemas. *Elsevir Science*, 67(2), 105-122.

García, A. (1991). La dispersión de las semillas. Universidad Nacional Autónoma de México. *Ciencias*. 24 (10/12), 3-6.

Guevara, S., y Gómez, A. (1972). *Determinación del contenido de semillas de una Selva Tropical de Veracruz, México*. Compañía Editorial Continental. Veracruz, México.

Herbario, L. (2000). *Diagnóstico de la vegetación natural y de la intervención humana en los páramos del Parque Nacional Podocarpus*. Programa Podocarpus. Informe Final. Loja, Ecuador.

Hernández, R., Malkind, S., y Mora, A. (2009). Estudio del banco de semillas de un bosque húmedo montano bajo de Mérida-Venezuela. *Pittieria*, 33, 47-58.  
[https://www.researchgate.net/publication/275833922\\_Estudio\\_del\\_banco\\_de\\_semillas\\_de\\_un\\_bosque\\_humedo\\_montano\\_bajo\\_de\\_Merida-Venezuela\\_Seed\\_bank\\_study\\_of\\_a\\_low\\_mountain\\_forest\\_of\\_Merida\\_Venezuela](https://www.researchgate.net/publication/275833922_Estudio_del_banco_de_semillas_de_un_bosque_humedo_montano_bajo_de_Merida-Venezuela_Seed_bank_study_of_a_low_mountain_forest_of_Merida_Venezuela)

Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., Vásquez, A., y Cerra, M. (2014). *Los páramos Andinos. ¿Qué sabemos?. Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo*. UICN. Quito, Ecuador.  
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-025.pdf>

- Hofstede, R., Coppus, R., Mena Vasconez, P., Segarra, P., Wolf, J., y Sevink, J. (2002). The conservation status of tussock grass paramo in Ecuador. *Ecotropicos*, 15(1), 3–18.
- Hofstede, R., Segarra, P., y Mena, P. (2003). Los páramos del mundo. In *Proyecto atlas mundial de los páramos*. Global Peatland Initiative/NC\_IUCN/EcoCiencia. [https://www.portalces.org/sites/default/files/rehoferences/038\\_Hofstede et al.%28eds%29.2003.Los Paramos del Mundo.pdf](https://www.portalces.org/sites/default/files/rehoferences/038_Hofstede_et_al.%28eds%29.2003.Los%20Paramos%20del%20Mundo.pdf)
- Horn, S., y Kappelle, M. (2009). Fire in the páramo ecosystems of Central and South America. In *Tropical Fire Ecology*. In Cochrane M.A. Tropical fire ecology: climate change, land use and ecosystem dynamics. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77381-8>
- Izco, J., Pulgar, Í., Aguirre, Z., y Santin, F. (2007). Estudio florístico de los páramos de pajonal meridionales de Ecuador. *Revista Peruana de Biología*, 14(2), 237–246. <https://doi.org/10.15381/rpb.v14i2.1783>
- Klimešová, J., y Klimeš, L. (2007). Bud banks and their role in vegetative regeneration - A literature review and proposal for simple classification and assessment. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 8(3), 115–129. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2006.10.002>
- Legendre P. y Legendre L. (1998). Numerical Ecology. In *Developments in Environmental Modelling 20* (Second Eng, p. 853). *Elsevier Science B. V. Amsterdam*.
- León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C. U., y Navarrete, H. (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador* (2º Edición). Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. [https://ddrn.dk/wpcontent/uploads/2018/01/LIBRO\\_ROJO\\_de\\_las\\_plantas\\_endemicas\\_d](https://ddrn.dk/wpcontent/uploads/2018/01/LIBRO_ROJO_de_las_plantas_endemicas_d)

- Lozano, P., Delgado, T., y Aguirre., Z. (2003). *Estado actual de la flora endémica exclusiva y su distribución en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus*. Fundación Ecuatoriana para la Investigación y Desarrollo de la Botánica. Loja, Ecuador
- Maguire, J. (1962). Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergente and vigor. *Crop Science*, 2(2), 176–177.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. New Jersey, Estados Unidos.
- Marañón, T. (2001). El banco de semillas en el suelo. In *Ecología del banco de semillas y dinamica de comunidades Mediterráneas* (pp. 141–152). Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional. [http://www3.uah.es/dep\\_ecologia\\_pcastro/Ecologia1/Material%2520practicass/Banco%25%0A20semillas%252005/teodoro.pdf](http://www3.uah.es/dep_ecologia_pcastro/Ecologia1/Material%2520practicass/Banco%25%0A20semillas%252005/teodoro.pdf)
- Martínez, Y., Castillo, S., Álvarez, J., Collazo, M., y 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.
- Medina, J. (2018). *Diversidad florística y estimación de la captura de carbono en tres ecosistemas del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, canton Loja, Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital DSpace. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21532/1/Jos%c3%a9%20Alexande r%20Medina%20Medina.pdf>
- Mena, P., A. Castillo, S. Flores, R. Hofstede, C. Josse, S. Lasso, G. Medina, N., y Ortiz, O. y

- D. (2011). Páramo. Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado. In *Eco-Ciencia/Abya Yala/ECOBAONA*.
- Mena, P., y Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 91–109. [http://www.beisa.dk/Publications/BEISA\\_Book\\_pdf/Capitulo\\_06.pdf](http://www.beisa.dk/Publications/BEISA_Book_pdf/Capitulo_06.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]. Repositorio Digital Dspace. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23684/1/Jonathan%20Javier%20Mocha%20G%c3%b3mez.pdf>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T– Manuales y Tesis SEA A, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moscoso, L., y Diez, M. (2005). Banco de semillas en un bosque de roble de la cordillera Central Colombiana. In *Ingeniería Forestal*, 58(2), 2931–2943.
- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Bosques de Latitud Cero*, 7(2), 130–143. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326>
- Overpeck, J., Garfin, G., Jardine, A., Busch, D., Cayan, D., Dettinger, M., Fleishman, E., Gershunov, A., MacDonald, G., Redmond, K., Travis, W., y Udall, B. (2005). Ecosystems and human Well-Being. In *Millennium Ecosystem Assessment*. [https://doi.org/10.5822/978-1-61091-484-0\\_1](https://doi.org/10.5822/978-1-61091-484-0_1)
- Ponce, L., y Montalván, H. (2005). *Evaluación del banco de semillas del suelo en tres sitios*

*diferentes estados sucesionales en un bosque seco secundario en Mandarola, Nandaime, Granada* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria].  
<https://repositorio.una.edu.ni/1069/1/tnf03p792.pdf>

Pujos, L. (2013). *Diversidad florística a diferentes altitudes en el ecosistema páramo de tres comunidades de la organización de segundo grado unión de organizaciones del Pueblo Chibuleo* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Digital Dspace ESPOCH  
[http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2792/1/33T0114 .pdf-](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2792/1/33T0114.pdf)

Rodriguez, R., Nieto, R. (1999). *Investigación en semillas forestales nativas*. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal 126/98. Santafé de Bogota, Colombia.

Rodríguez. (2011). *Estudio de la diversidad florística a diferentes altitudes en el páramo de almohadillas de la comunidad Yatzaputzán, cantón Ambato* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Digital ESPOCH  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/741/1/33T0081.pdf>

Romero, A., Baquero, N., y Beltran, H. (2016). Banco de semillas en áreas disturbadas de bosque subandino en San Bernardo (Cundinamarca, Colombia). *Colombia Forestal*, 19(2), 181–194.

Sarango, J., Muñoz, J., Muñoz, L., y Aguirre, Z. (2019). Impacto ecológico de un incendio forestal en en la flora del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro.” *Boques Latitud Cero*, 9(2), 101–114.

Scholz, C., González, E., Vilchez, B. (1999). *El banco de semillas en diferentes estados sucesionales en un Bosque Seco Tropical de Costa Rica* [Tesis Ing. Forestal] San Pedro,

Costa Rica. OTS (Organization for tropical studies).

Sione, S., Ledesma, S., Rosenberger, L., Galliusi, R., y Sabbatini, R. (2015). Banco de semillas del suelo, en relación a dos estados sucesionales del bosque nativo Entre Ríos. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, 23(1–2), 62–73.

Suárez, D., y Melgarejo, L. (2014). Biología de la Germinación de Semillas. In *Laboratorio de Fisiología y Bioquímica Vegetal* (pp. 13–24).

Teketay, D., Granstrom, A. (1995). Soil seed banks in dry afro-montane forest of Etiopía. *Journal of Vegetation, Science* 6.

Thompson, K., Bakker, J. P., y Bekker, R. M. (1997). The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. *New Phytologist*, 136, 369–374.

Trujillo, L., y Vargas, O. (2007). *Bancos de semillas en bordes de bosque. Estrategias Para La Restauración Ecológica Del Bosque Altoandino*, 295–305.  
[https://www.researchgate.net/publication/263659126\\_Bancos\\_de\\_semillas\\_en\\_bordes\\_de\\_bosque](https://www.researchgate.net/publication/263659126_Bancos_de_semillas_en_bordes_de_bosque)

Urgiles, N., Cofre, D., Loján, P., Maita, J., Alvarez, P., Báez, S., Tamargo, E., Eguiguren, P., Ojeda, T., y Aguirre, N. (2018). Diversidad de plantas, estructura de la comunidad y biomasa aérea en un páramo del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 8(1), 44–56.  
[https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20230/1/Diversidad de plant. SB 2018.pdf](https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20230/1/Diversidad_de_plant_SB_2018.pdf)

Vargas, O., y Rivera, D. (1990). El páramo un ecosistema frágil. In *Ciencia y tecnología* 5 (12), 143-157.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H.,

Ospina, M., y Umaña, A. M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Bioiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad (Segunda ed). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://cdam.minam.gob.pe:8080/handle/123456789/764>

Warr, S., Thompson, K., y Kent, M. (2004). Seed bank composition and variability in five woodlands in México. *J. Biogeogr*, 151-168.

Weinberger, P., y Ramirez, C. (2001). Microclima y regeneración natural de Raulí, Roble y Coigüe (*Nothofagus alpina*, *N. obliqua* y *N. dombeyi*). *Bosque*, 22(1), 11–26. <https://doi.org/10.4206/bosque.2001.v22n1-02>

Williams, E. (1984). Changes during 3 years in the size and composition of the seed bank beneath a long-term pasture as influenced by defoliation and fertilize regime. *Journal of Applied Ecology*, 21(603–615).

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Extracción de las muestras del suelo en el páramo antrópico del PUFVC



Anexo 2. Base de datos de la recolección de las muestras del banco de semillas del suelo

N°	Código	Altitud	(X)		t (°C)	vv (k/h)	h (%)	Co (%)	Es (cm)	P (%)	Pl (%)	Pr (%)
1	P1M1	2443	701129	9553408	20	1,8	93,3	1	9	30	20	40
2	P1M2					1,9	93,5	1	9		30	45
3	P1M3					3,1	91,7	1	9		20	35
4	P1M4					2,3	92,3	1	9		5	45
5	P1M5					3,2	94	1	9		5	50
6	P2M1	2442	701124	9553451	20	1,9	87,5	1	9	30	20	40
7	P2M2					3,2	90,5	1	9		40	50
8	P2M3					3	87,5	1	9		40	55
9	P2M4					1,8	90,5	1	9		40	45
10	P2M5					2,2	82,2	1	9		30	40
11	P3M1	2447	701119	9553489	20	2,6	95,2	1	9	35	20	55
12	P3M2					3,5	95	1	9		50	60
13	P3M3					3,1	96,1	1	9		50	35
14	P3M4					3,4	96,3	1	9		30	55
15	P3M5					3,2	96	1	9		20	65
16	P4M1	2448	701098	9553534	20	3,3	95,4	1	9	35	30	60
17	P4M2					3,5	94,8	1	9		50	45
18	P4M3					1,5	95,6	1	9		50	35
19	P4M4					3,4	95,2	1	9		40	55
20	P4M5					3,3	94,9	1	9		40	55
21	P5M1	2446	701068	9553565	20	2,8	85	1	9	25	30	45
22	P5M2					3,5	94,4	1	9		50	60
23	P5M3					1,8	98,2	1	9		40	55
24	P5M4					3,3	96,2	1	9		40	65
25	P5M5					3,5	94,4	1	9		45	40
26	P6M1	2448	701043	9553626	20	3,2	85,9	1	9	33	40	55
27	P6M2					3,3	91,3	1	9		30	40
28	P6M3					1,9	89,2	1	9		50	60
29	P6M4					3	95,6	1	9		50	45
30	P6M5					2,8	92,5	1	9		20	45

31	P7M1	2451	701058	9553641	20	2,5	90,8	1	9	28	30	40
32	P7M2					3,2	93	1	9		50	55
33	P7M3					3,2	95,3	1	9		50	35
34	P7M4					2,6	91,4	1	9		20	50
35	P7M5					1,7	95,3	1	9		40	40
36	P8M1	2465	701129	9553626	20	2,5	93,5	1	9	30	50	45
37	P8M2					2,4	96,7	1	9		20	55
38	P8M3					1,9	96,4	1	9		40	60
39	P8M4					3,2	96,3	1	9		40	35
40	P8M5					2,9	96,6	1	9		30	50
41	P9M1	2469	701129	9553595	20	2,7	82,4	1	9	32	20	50
42	P9M2					2,3	95,6	1	9		10	45
43	P9M3					2	95,6	1	9		10	35
44	P9M4					5	96,8	1	9		20	45
45	P9M5					1,8	95,6	1	9		40	60
46	P10M1	2474	701163	9553564	20	2,4	85,4	1	9	30	40	70
47	P10M2					2,7	82,2	1	9		50	55
48	P10M3					1,9	81,5	1	9		30	35
49	P10M4					2,2	83,6	1	9		20	45
50	P10M5					2,6	82,9	1	9		30	45

**t:** temperatura **vv:** velocidad del viento **h:** humedad **Co:** Capa orgánica **P:** pendiente general **Pl:** Porcentaje de luz **Pr:** Porcentaje de raíces **Es:** espesor del suelo

### Anexo 3. Procesamiento de las muestras de suelo



### Anexo 4. Especies registradas en el páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.

Parcela	Nombre científico	Nombre común	Familia	Núm. de Individuos
P1	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aliso	Betulaceae	1
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)			
P1	Pers.	Chilca larga	Asteraceae	13
P1	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Payamo	Ericaceae	12
	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.)			
P1	Triana		Melastomataceae	2
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz &			
P1	Pav. ex J.)	Zalapa	Ericaceae	3
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz &			
P1	Pav. ex J.)	Zalapa	Clethraceae	2
	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth)			
P1	Harley	Poleo de inca	Lamiaceae	42

P1	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Mote de oso	Ericaceae	3
P1	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth		Ericaceae	7
P1	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Tunash	Asteraceae	22
	<i>Meclanea rupestris</i> (Kunth) A.C.			
P1	Sm.		Ericaceae	1
P1	<i>Smilax benthamiana</i> A. DC	Sarzaparrilla	Smilacaceae	8
P1	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Garra del diablo	Melastomataceae	3
P1	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Mortiño	Ericaceae	3
P2	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aliso	Betulaceae	1
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)			
P2	Pers.	Chilca larga	Asteraceae	12
P2	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Payamo	Ericaceae	10
	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.)			
P2	Triana		Melastomataceae	3
P2	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Mote de oso	Ericaceae	6
P2	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth		Ericaceae	8
P2	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Tunash	Asteraceae	5
	<i>Meclanea rupestris</i> (Kunth) A.C.			
P2	Sm.		Ericaceae	1
P2	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly		Myrsinaceae	1
	<i>Roupala monosperma</i> (Ruiz &			
P2	Pav.) I.M. Johnst.		Proteaceae	1
P2	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Mortiño	Ericaceae	6
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)			
P3	Pers.	Chilca larga	Asteraceae	18
P3	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Payamo	Ericaceae	14
	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.)			
P3	Triana		Melastomataceae	3
	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz &	Violeta de		
P3	Pav.)	campo	Loranthaceae	10
P3	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Mote de oso	Ericaceae	15
P3	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth		Ericaceae	11
P3	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Tunash	Asteraceae	11
P3	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Mortiño	Ericaceae	23
P4	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P.		Poaceae	----

	Beauv.			
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)			
P4	Pers.	Chilca larga	Asteraceae	25
P4	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Payamo	Ericaceae	16
	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.)			
P4	Triana		Melastomataceae	1
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz &			
P4	Pav. ex J.)	Zalapa	Clethraceae	2
P4	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Almizcle	Clethraceae	1
	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth)			
P4	Harley	Poleo de inca	Lamiaceae	13
P4	<i>Eragrostis pastorensis</i>		Poaceae	
P4	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth		Ericaceae	13
P4	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Tunash	Asteraceae	4
	<i>Morella pubescens</i> (Humb. &			
P4	Bonpl. ex Willd.)	Laurel de cera	Myricaceae	1
	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R.			
P4	Br.	Cucharillo	Proteaceae	1
P4	<i>Smilax benthamiana</i> A. DC	Sarzaparrilla	Smilacaceae	3
P4	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Mortiño	Ericaceae	4
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)			
P5	Pers.	Chilca larga	Asteraceae	5
P5	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Payamo	Ericaceae	11
	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.)			
P5	Triana		Melastomataceae	5
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz &			
P5	Pav. ex J.)	Zalapa	Clethraceae	1
P5	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth		Clethraceae	1
	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz &	Violeta de		
P5	Pav.)	campo	Loranthaceae	1
P5	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Mote de oso	Ericaceae	2
P5	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth		Ericaceae	3
P5	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Tunash	Asteraceae	23
	<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f.			
P5	ex		Ericaceae	3

P5	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly		Myrsinaceae	7
P5	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Mortiño	Ericaceae	3
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)			
P6	Pers.	Chilca larga	Asteraceae	1
P6	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Payamo	Ericaceae	4
	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.)			
P6	Triana		Melastomataceae	4
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz &			
P6	Pav. ex J.)	Zalapa	Clethraceae	1
P6	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth		Clethraceae	4
	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth)			
P6	Harley	Poleo de inca	Lamiaceae	3
P6	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth		Ericaceae	21
P6	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Tunash	Asteraceae	26
	<i>Roupala monosperma</i> (Ruiz &			
P6	Pav.) I.M. Johnst.		Proteaceae	1
P6	<i>Smilax benthamiana</i> A. DC	Sarzaparrilla	Smilacaceae	5
P6	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Mortiño	Ericaceae	17
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)			
P7	Pers.	Chilca larga	Asteraceae	18
P7	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Payamo	Ericaceae	6
	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.)			
P7	Triana		Melastomataceae	7
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz &			
P7	Pav. ex J.)	Zalapa	Clethraceae	1
P7	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Mote de oso	Ericaceae	9
P7	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth		Ericaceae	2
P7	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Tunash	Asteraceae	15
P7	<i>Smilax benthamiana</i> A. DC	Sarzaparrilla	Smilacaceae	3
P7	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Mortiño	Ericaceae	8
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)			
P8	Pers.	Chilca larga	Asteraceae	10
P8	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Payamo	Ericaceae	10
P8	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f.	Payamo	Ericaceae	2
P8	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.)		Melastomataceae	7

	Triana			
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz &			
P8	Pav. ex J.)	Zalapa	Clethraceae	2
	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz &	Violeta de		
P8	Pav.)	campo	Loranthaceae	1
P8	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Mote de oso	Ericaceae	7
P8	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth		Ericaceae	8
P8	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Tunash	Asteraceae	14
	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.)			
P8	Maxon	Llashipa	Dennstaedtiaceae	----
P8	<i>Puya eryngioides</i> André	Achupalla	Bromeliaceae	
P8	<i>Smilax benthamiana</i> A. DC	Sarzaparrilla	Smilacaceae	4
P8	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth		Poaceae	
P8	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Mortiño	Ericaceae	12
	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.)			
P9	Pers.	Mano de Dios	Asteraceae	----
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)			
P9	Pers.	Chilca larga	Asteraceae	12
P9	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Payamo	Ericaceae	14
	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.)			
P9	Triana		Melastomataceae	12
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz &			
P9	Pav. ex J.)	Zalapa	Clethraceae	2
P9	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Taguachi	Commelinaceae	
P9	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Mote de oso	Ericaceae	9
P9	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth		Ericaceae	3
P9	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Tunash	Asteraceae	8
P9	<i>Paspalum</i> sp		Poaceae	
	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.)			
P9	Maxon	Llashipa	Dennstaedtiaceae	----
P9	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth		Poaceae	
P9	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Mortiño	Ericaceae	2
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)			
P10	Pers.	Chilca larga	Asteraceae	16
P10	<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Payamo	Ericaceae	2

P10	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f.	Payamo	Ericaceae	4
	<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.)			
P10	Triana		Melastomataceae	5
P10	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Paja	Poaceae	----
	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.)	Violeta de campo	Loranthaceae	3
P10	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Mote de oso	Ericaceae	6
P10	<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Tunash	Asteraceae	17
P10	<i>Huberia peruviana</i> Cogn.		Melastomataceae	13
P10	<i>Melinis minutiflora</i>	Yaragua	Poaceae	----
P10	<i>Pinus patula</i>	Pino	Pinaceae	1
P10	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Mortiño	Ericaceae	14

#### Anexo 5. Parámetros estructurales del estrato arbóreo

Especies	Familia	Número de			
		Individuos	DR %	FR%	IVI%
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	8	57,14	40	48,57
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	2	14,29	20	17,14
<i>Roupala monosperma</i> (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst.	Proteaceae	2	14,29	20	17,14
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	Myricaceae	1	7,14	10	8,57
<i>Pinus patula</i>	Pinaceae	1	7,14	10	8,57
		<b>14</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

#### Anexo 6. Parámetros estructurales del estrato arbustivo

Especies	Familia	Número de			
		Individuos	DR %	FR%	IVI%
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	Asteraceae	145	18,31	10,42	14,36
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Asteraceae	130	16,41	10,42	13,42
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Ericaceae	99	12,50	10,42	11,46
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Ericaceae	92	11,62	10,42	11,02
<i>Gaultheria reticulata</i>	Ericaceae	76	9,60	9,38	9,49

<i>Brachyotum campanulare</i>	Melastomataceae	49	6,19	10,42	8,30
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Ericaceae	57	7,20	8,33	7,77
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	Lamiaceae	58	7,32	3,13	5,22
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	Ericaceae	12	1,52	7,29	4,40
<i>Smilax benthamiana</i> A. DC	Smilacaceae	23	2,90	5,21	4,06
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Loranthaceae	15	1,89	4,17	3,03
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Myrsinaceae	8	1,01	2,08	1,55
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f.	Ericaceae	6	0,76	2,08	1,42
<i>Huberia peruviana</i> Cogn.	Melastomataceae	13	1,64	1,04	1,34
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	Ericaceae	2	0,25	2,08	1,17
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	3	0,38	1,04	0,71
<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex Hoerold	Ericaceae	3	0,38	1,04	0,71
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br	Proteaceae	1	0,13	1,04	0,58
		<b>792</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Anexo 7. Índice de Shannon de la vegetación del páramo antrópico

Nombre Científico	#			
	Individuos	Pi(n/N)	Ln(Pi)	Pi*Lnpi
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	2	0,002	-6,00	-0,01
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	130	0,161	-1,82	-0,29
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	99	0,123	-2,10	-0,26
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f.	6	0,007	-4,90	-0,04
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	49	0,061	-2,80	-0,17
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	12	0,015	-4,21	-0,06

<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	8	0,010	-4,61	-0,05
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	58	0,072	-2,63	-0,19
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	15	0,019	-3,98	-0,07
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	57	0,071	-2,65	-0,19
<i>Gaultheria reticulata</i>	76	0,094	-2,36	-0,22
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	145	0,180	-1,72	-0,31
<i>Huberia peruviana</i> Cogn.	13	0,016	-4,13	-0,07
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	2	0,002	-6,00	-0,01
<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex <i>Hoerold</i>	3	0,004	-5,59	-0,02
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	1	0,001	-6,69	-0,01
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	8	0,010	-4,61	-0,05
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br	1	0,001	-6,69	-0,01
<i>Pinus patula</i>	1	0,001	-6,69	-0,01
<i>Roupala monosperma</i> (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst.	2	0,002	-6,00	-0,01
<i>Smilax benthamiana</i> A. DC	23	0,029	-3,56	-0,10
<i>Tibouchina laxa</i>	3	0,004	-5,59	-0,02
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	92	0,114	-2,17	-0,25
	<b>806</b>	<b>1</b>	<b>H' =</b>	<b>-2,42</b>
			<b>E' =</b>	<b>0,36</b>

Anexo 8. Índice de Shannon Wiener de los dos estratos del páramo antrópico

Especies arbóreas	Número de			
	Individuos	Pi(n/N)	Ln(Pi)	Pi*Lnpi
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	2	0,143	-1,946	-0,28
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	8	0,571	-0,560	-0,32
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	1	0,071	-2,639	-0,19
<i>Pinus patula</i>	1	0,071	-2,639	-0,19
<i>Roupala monosperma</i> (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst.	2	0,143	-1,946	-0,28
	<b>14</b>	<b>1</b>		<b>-1,25</b>

Especies arbustivas	Número de			
	Individuos	Pi(n/N)	Ln(Pi)	Pi*Lnpi
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	130	0,164	-1,807	-0,297
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	99	0,125	-2,079	-0,260
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f	6	0,008	-4,883	-0,037
<i>Brachyotum campanulare</i> (Bonpl.) Triana	49	0,062	-2,783	-0,172
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	12	0,015	-4,190	-0,063
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	58	0,073	-2,614	-0,191
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	15	0,019	-3,967	-0,075
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	57	0,072	-2,632	-0,189
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	76	0,096	-2,344	-0,225
<i>Gynoxys nitida</i> Muschl	145	0,183	-1,698	-0,311
<i>Huberia peruviana</i> Cogn.	13	0,016	-4,110	-0,067
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	2	0,003	-5,981	-0,015
<i>Macleania salapa</i> (Benth.) Hook. f. ex Hoerold	3	0,004	-5,576	-0,021
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	8	0,010	-4,595	-0,046
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	1	0,001	-6,675	-0,008
<i>Smilax benthamiana</i> A. DC	23	0,029	-3,539	-0,103
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	3	0,004	-5,576	-0,021
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	92	0,116	-2,153	-0,250
	<b>792</b>	<b>1</b>		<b>-2,35</b>

Anexo 9. Composición florística del banco de semillas del suelo

Etiquetado	Parcela	Día	Nombre Científico	Familia
1	P8_M2	15	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae
2	P8_M3	15	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae
3	P8_M2	15	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae
4	P7_M2	16	<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae
5	P8_M1	16	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae

6	P9_M2	17	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae
7	P8_M2	19	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae
8	P9_M4	19	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae
9	P9_M2	20	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae
10	P8_M4	21	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae
11	P8_M2	22	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae
12	P8_M4	22	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae
13	P9_M5	22	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae
14	P6_M3	23	Poaceae	Poaceae
15	P2_M1	25	<i>Bidens squarrosa</i> Kunth	Asteraceae
16	P6_M5	26	<i>Bidens squarrosa</i> Kunth	Asteraceae
17	P9_M1	26	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae
18	P9_M1	27	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae
			<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl)	
19	P3_M1	27	Steus.	Poaceae
20	P5_M1	29	<i>Bidens squarrosa</i> Kunth	Asteraceae
21	P9_M4	29	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae
			<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl)	
22	P3_M2	30	Steus.	Poaceae
23	P8_M5	31	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae
24	P9_M4	31	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae
25	P10_M2	32	<i>Sporobolus</i> sp.	Poaceae
26	P1_M5	34	Poaceae	Poaceae
27	P8_M3	34	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae
28	P6_M3	35	<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae
29	P8_M2	36	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae
30	P10_M5	36	<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae
			<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl)	
31	P3_M1	37	Steus.	Poaceae
32	P10_M3	37	<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae
33	P10_M2	37	<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae
			<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl)	
34	P3_M1	38	Steus.	Poaceae
35	P5_M1	39	<i>Bidens squarrosa</i> Kunth	Asteraceae
36	P9_M2	40	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae

37	P8_M1	42	<i>Puya eryngioides</i> André <i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl)	Bromeliaceae
38	P2_M3	44	Steus.	Poaceae
39	P8_M5	47	<i>Puya eryngioides</i> André <i>Calamagrostis intermedia</i>	Bromeliaceae
40	P3_M4	48	(J.Presl) Steus.	Poaceae
41	P6_M3	68	Poaceae <i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl)	Poaceae
42	P3_M2	70	Steus.	Poaceae
43	P1_M4	70	Poaceae	Poaceae
44	P10_M2	70	<i>Sparobolus</i> sp.	Poaceae
45	P2_M5	71	<i>Bidens squarrosa</i> Kunth <i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl)	Asteraceae
46	P3_M1	71	Steus. <i>Calamagrostis intermedia</i>	Poaceae
47	P3_M1	73	(J.Presl) Steus. <i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl)	Poaceae
48	P3_M1	73	Steus.	Poaceae
49	P10_M3	73	<i>Sparobolus</i> sp.	Poaceae
50	P10_M1	75	<i>Sparobolus</i> sp.	Poaceae
51	P9_M4	75	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f. <i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl)	Commelinaceae
52	P3_M2	76	Steus.	Poaceae
53	P8_M2	76	<i>Puya eryngioides</i> André	Bromeliaceae
54	P6_M2	76	Poaceae	Poaceae
55	P9_M3	76	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f. <i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl)	Commelinaceae
56	P3_M3	77	Steus.	Poaceae
57	P6_M5	78	Poaceae	Poaceae
58	P10_M2	79	<i>Sparobolus</i> sp. <i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl)	Poaceae
59	P3_M2	80	Steus.	Poaceae
60	P8_M5	80	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae

Anexo 10. Índice de Shannon Wiener del banco de semillas del suelo

Nombre Científico	Número de			
	Individuos	Pi(n/N)	Ln(Pi)	Pi*Lnpi
<i>Bidens squarrosa</i> Kunth	5	0,08	-248	-0,207
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl)				
Steus.	13	0,22	-1,53	-0,331
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	12	0,20	-1,61	-0,322
<i>Palicourea</i> sp.	5	0,08	-2,48	-0,207
Morfo especie	6	0,10	-2,30	-0,230
<i>Puya eryngioides</i> André	14	0,23	-1,46	-0,340
<i>Sporobolus</i> sp.	5	0,08	-2,48	-0,207
	<b>60</b>	<b>1</b>	<b>H' =</b>	<b>-1,844</b>
			<b>E' =</b>	<b>0,45</b>

Anexo 11. Índice de similitud de Sorensen

Nombre Científico	Vegetación	BSS	Veg vs BSS
	(A)	(B)	(A vs B)
<i>Alnus acuminata</i>	X		0
<i>Axonopus compressus</i>	X		0
<i>Baccharis genistelloides</i>	X		0
<i>Baccharis latifolia</i>	X		0
<i>Bejaria aestuans</i>	X		0
<i>Bejaria resinosa</i>	X		0
<i>Bidens squarrosa</i>		X	0
<i>Brachyotum campanulare</i>	X		0
<i>Calamagrostis intermedia</i>	X	X	1
<i>Cavendishia bracteata</i>	X		0
<i>Clethra fimbriata</i>	X		0
<i>Clinopodium taxifolium</i>	X		0
<i>Commelina diffusa</i>	X	X	1
<i>Eragrostis pastorensis</i>	X		0
<i>Gaiadendron punctatum</i>	X		0

<i>Gaultheria erecta</i>	X		0
<i>Gaultheria reticulata</i>	X		0
<i>Gynoxys nitida</i>	X		0
<i>Huberia peruviana</i>	X		0
<i>Macleania rupestris</i>	X		0
<i>Macleania salapa</i>	X		0
<i>Melinis minutiflora</i>	X		0
<i>Morella pubescens</i>	X		0
<i>Morfo especie</i>		X	0
<i>Myrsine andina</i>	X		0
<i>Oreocallis grandiflora</i>	X		0
<i>Paliocurea sp</i>		X	0
<i>Paspalum sp</i>	X		0
<i>Pinus patula</i>	X		0
<i>Pteridiun arachnoideum</i>	X		0
<i>Puya eryngioides</i>	X	X	1
<i>Roupala monosperma</i>	X		0
<i>Smilax benthamiana</i>	X		0
<i>Sparobolus sp</i>		X	0
<i>Stipa ichu</i>	X		0
<i>Tibouchina laxa</i>	X		0
<i>Vaccinium floribundum</i>	X		0
	<b>33</b>	<b>7</b>	<b>3</b>