



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

**Caracterización temporal de la lluvia de semillas en el bosque andino del
parque universitario Francisco Vivar Castro**

Trabajo de Integración Curricular,
previo a la obtención
del título de Ingeniero Forestal

AUTOR:

Oscar Eduardo Tenicela Jimenez

DIRECTOR:

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg.Sc.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 22 de agosto del 2023

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

DIRECTORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Caracterización temporal de la lluvia de semillas en el bosque andino del parque universitario Francisco Vivar Castro**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Forestal**, de la autoría del estudiante **Oscar Eduardo Tenicela Jimenez**, con cédula de identidad Nro. **1106080144**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

DIRECTORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Oscar Eduardo Tenicela Jimenez**, declaro ser autor del presente Trabajo Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mí Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma:

Cedula de identidad: 1106080144

Fecha: 6 de agosto del 2024

Correo electrónico: oscar.tenicela@unl.edu.ec

Celular: 0986609722

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Oscar Eduardo Tenicela Jimenez**, declaro ser el autor, del Trabajo de Integración Curricular denominado: “**Caracterización temporal de la lluvia de semillas en el bosque andino del parque universitario Francisco Vivar Castro**”, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Forestal**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional:

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

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de este Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, al sexto día del mes de agosto del dos mil veinte cuatro.



Firma:

Autor: Oscar Eduardo Tenicela Jimenez

Numero de cedula: 1106080144

Dirección: Loja-Sector: Pucacocha, Calle: Lago Michigan y Av. Chuquiribamba

Correo electrónico: oscar.tenicela@unl.edu.ec

Celular: 0986609722

DATOS COMPLEMENTARIOS

Directora del Trabajo de Integración Curricular:

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a las dos personas más importantes de mi vida, mi papá Segundo Tenicela y mi mamá Luz Jimenez, quienes se esforzaron hasta el límite para sacarme adelante y que yo pueda cumplir este sueño. Son los mejores padres que pude a ver pedido en esta vida, me dieron todas las cosas materiales que necesité, pero aún más importante por a haberme dado todo el amor que pueden dar sus padres a sus hijos y más. Por los momentos en los que tomaba decisiones equivocadas y estuve a punto de ir por un camino erróneo y ustedes estuvieron presentes para guiarme al camino correcto, por enseñar los valores necesarios para la vida y por mostrarme que si me esfuerzo puedo llegar cada vez más alto.

Gracias por su esfuerzo, su amor y su educación, son mi orgullo, mis pilares y mi Segunda Luz en esta vida por la cual aprende a ser feliz e ir cada vez más lejos.

Oscar Eduardo Tenicela Jimenez

Agradecimiento

A mi directora del Trabajo de Integración Curricular, Ing. Johana Muñoz, por permitirme trabajar a su lado y haber depositado su confianza en mí, por el cariño, la paciencia, la sabiduría y el conocimiento que me pudo transmitir. Por enseñarme que todos los momentos sean buenos o malos tenemos que atravesarlos con una sonrisa y con fuerza para seguir adelante.

Al Ing. Darío Veintimilla, Ing. Zhofre Mendoza, Ing. Luis Muñoz e Ing. Darlin González por su apoyo en aspectos importantes de esta investigación.

Al equipo de docentes de la carrera de Ingeniería Forestal, por ser mis mentores y a ver transmitido todos sus conocimientos en las diversas áreas de esta hermosa carrera, que, a pesar de tener nuestras diferencias, siempre nos tratamos con respeto y cariño.

Finalmente, a las personas que conocí y que puedo llamar amigos y amigas, los cuales me enseñaron a tener paciencia y formar un grupo muy divertido, y a pesar que cada uno de ellos tiene sus defectos, siempre fueron reales y sinceros.

Oscar Eduardo Tenicela Jimenez

Índice de contenidos

| | |
|--|------------|
| Portada | i |
| Certificación | ii |
| Autoría | iii |
| Carta de autorización | iv |
| Dedicatoria | v |
| Agradecimiento | vi |
| Índice de contenidos | vii |
| Índice de tablas | ix |
| Índice de figuras | x |
| Índice de anexos | xi |
| 1. Título | 1 |
| 2. Resumen | 2 |
| Abstract | 4 |
| 3. Introducción | 6 |
| 4. Marco teórico | 8 |
| 4.1. Bosque andino | 8 |
| 4.1.1. Composición florística del bosque montano del sur del Ecuador | 8 |
| 4.1.2. Problemas que afectan los bosques montanos | 9 |
| 4.2. Procesos ecológicos en los bosques montanos..... | 9 |
| 4.2.1. Regeneración natural..... | 10 |
| 4.2.2. Dispersión de diásporas | 10 |
| 4.3. Lluvia de semillas..... | 10 |
| 4.4. Mecanismos de dispersión | 11 |
| 4.5. Semillas | 11 |
| 4.5.1. Forma de la semilla | 12 |
| 4.5.2. Tipos de frutos | 12 |
| 4.6. Investigaciones realizadas en relación a la lluvia de semillas..... | 13 |
| 5. Metodología | 16 |
| 5.1. Área de estudio..... | 16 |
| 5.2. Metodología para determinar el tipo de semillas que se dispersan en la lluvia de semillas del bosque andino del PUFVC | 16 |

| | |
|---|-----------|
| 5.2.1. Diseño y disposición de las trampas de semillas | 16 |
| 5.2.2. Monitoreo y recolección de semillas y frutos | 17 |
| 5.2.3. Caracterización de las especies vegetales presentes en el entorno de las trampas 17 | |
| 5.2.4. Clasificación del tipo de semillas y frutos | 17 |
| 5.2.5. Identificación del tipo de semillas y frutos | 19 |
| 5.3. Metodología para cuantificar la variación temporal de la lluvia de semillas con relación a la densidad y abundancia del tipo de semillas..... | 19 |
| 5.3.1. Cuantificación de la variabilidad temporal de la lluvia de semillas | 19 |
| 6. Resultados..... | 21 |
| 6.1. Composición florística del entorno de las trampas de semillas | 21 |
| 6.2. Determinación del tipo de diásporas que se dispersan en el bosque andino del PUFVC | 21 |
| 6.2.1. Semillas..... | 22 |
| 6.2.2. Frutos..... | 23 |
| 6.3. Distribución espacial de diásporas en el bosque andino del PUFVC | 24 |
| 6.3.1. Semillas..... | 24 |
| 6.3.2. Frutos..... | 25 |
| 6.4. Abundancia de diásporas por especie en la lluvia de semillas | 27 |
| 6.4.1. Semillas..... | 27 |
| 6.4.2. Frutos..... | 28 |
| 6.5. Variación temporal de lluvia de semillas con relación a la densidad y abundancia del tipo de semillas | 29 |
| 6.5.1. Variación temporal en función de la densidad..... | 29 |
| 6.5.2. Variación temporal en función de la abundancia de semillas y frutos por especie 32 | |
| 7. Discusión..... | 36 |
| 7.1. Determinación del tipo de semilla que se dispersan en el bosque andino del PUFVC.. | 36 |
| 7.2. Variación temporal de lluvia de semillas con relación a la densidad y abundancia del tipo de semillas del bosque andino del PUFVC | 38 |
| 8. Conclusiones | 40 |
| 9. Recomendaciones..... | 41 |
| 10. Bibliografía..... | 42 |
| 11. Anexos | 48 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Especies vegetales presentes en el entorno de las trampas en el bosque andino del PUFVC | 21 |
| Tabla 2. Formas de las semillas identificadas en la lluvia de semillas en el bosque andino del PUFVC | 21 |
| Tabla 3. Tipos de frutos según su consistencia presentes en la lluvia de semillas en el bosque andino del PUFVC | 22 |
| Tabla 4. Pesos de semillas de las especies de la lluvia de semillas del bosque andino del PUFVC | 22 |
| Tabla 5. Semillas colectadas en el bosque andino del PUFVC..... | 23 |
| Tabla 6. Frutos colectados en el bosque andino del PUFVC | 23 |
| Tabla 7. Medidas resumen del número de semillas por trampa en el bosque andino del PUFVC | 24 |
| Tabla 8. Medidas resumen del número de frutos por trampa en el bosque andino del PUFVC | 26 |
| Tabla 9. Medidas resumen del número de semillas por especie en el bosque andino del PUFVC | 27 |
| Tabla 10. Medidas resumen del número de frutos por especie en el bosque andino del PUFVC | 28 |
| Tabla 11. Porcentaje de densidad de semillas encontradas en el bosque andino del PUFVC . | 30 |
| Tabla 12. Porcentaje de densidad de frutos encontrados en el bosque andino del PUFVC..... | 31 |
| Tabla 13. Porcentaje de abundancia de semillas por especie encontradas en el bosque andino del PUFVC | 33 |
| Tabla 14. Porcentaje de abundancia de frutos por especie encontrados en el bosque andino del PUFVC | 34 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Localización del área de estudio en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”. | 16 |
| Figura 2. Distribución de las áreas de muestreo (trampas de semilla) en una parcela permanente de 1 ha en el bosque andino del PUFVC. | 17 |
| Figura 3. Ilustraciones de: trampa (A), monitoreo (B), recolección (C) y secado (D) de diásporas colectadas en el bosque andino del PUFVC. | 18 |
| Figura 4. Ilustración del proceso de pesaje de diásporas colectadas en el bosque andino del PUFVC. | 18 |
| Figura 5. Germinación de semillas no identificadas bajo condiciones de invernadero. | 19 |
| Figura 6. Dispersión de semillas en bosque andino del PUFVC a los 8 meses de evaluación. | 25 |
| Figura 7. Análisis de conglomerados de abundancia de semillas en las trampas de bosque andino. | 25 |
| Figura 8. Dispersión de frutos en bosque andino del PUFVC a los 8 meses de evaluación. | 26 |
| Figura 9. Análisis de conglomerados de abundancia de frutos en las trampas de bosque andino. | 27 |
| Figura 10. Especies vegetales registradas como semillas en bosque andino del PUFVC. | 28 |
| Figura 11. Especies vegetales registradas como frutos en bosque andino del PUFVC. | 29 |
| Figura 12. Densidad de semillas recolectadas en bosque andino, según los meses de evaluación. | 30 |
| Figura 13. Densidad de frutos recolectados en bosque andino, según los meses de evaluación. | 31 |
| Figura 14. Abundancia de semillas colectadas en bosque andino del PUFVC. | 32 |
| Figura 15. Abundancia de frutos colectados en bosque andino del PUFVC. | 34 |

Índice de anexos

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Medidas resumen en la dispersión de semillas por trampa en el bosque andino del PUFVC..... | 48 |
| Anexo 2. Análisis de Kruskal-Wallis en la dispersión de semillas por trampa en el bosque andino del PUFVC..... | 48 |
| Anexo 3. Medidas resumen en la dispersión de frutos por trampa en el bosque andino del PUFVC..... | 48 |
| Anexo 4. Análisis de Kruskal-Wallis en la dispersión de frutos por trampa en el bosque andino del PUFVC..... | 48 |
| Anexo 5. Medidas resumen del análisis de la abundancia de semillas por especie en el PUFVC..... | 49 |
| Anexo 6. Análisis de Kruskal-Wallis de la abundancia de semillas por especie en el PUFVC..... | 49 |
| Anexo 7. Medidas resumen del análisis de la abundancia de frutos por especie en PUFVC.. | 50 |
| Anexo 8. Análisis de Kruskal-Wallis de la abundancia de frutos por especie en PUFVC..... | 50 |
| Anexo 9. Medidas resumen del peso por especie de semillas..... | 50 |
| Anexo 10. Semilla de <i>Prunus opaca</i> | 50 |
| Anexo 11. Semilla de <i>Palicourea amethystina</i> | 51 |
| Anexo 12. Semilla de <i>Palicourea heterochroma</i> | 51 |
| Anexo 13. Semilla de <i>Siparuna muricata</i> | 51 |
| Anexo 14. Fruto de <i>Alnus acuminata</i> | 52 |
| Anexo 15. Semilla de <i>Viburnum triphyllum</i> | 52 |
| Anexo 16. Semilla de Sp. 2..... | 52 |
| Anexo 17. Semilla de <i>Morella interrupta</i> | 53 |
| Anexo 18. Semilla de Sp. 1..... | 53 |
| Anexo 19. Semilla de <i>Vismia</i> sp..... | 53 |
| Anexo 20. Semilla de <i>Clusia alata</i> | 54 |
| Anexo 21. Semilla de <i>Schefflera acuminata</i> | 54 |
| Anexo 22. Fruto de <i>Serjania</i> sp..... | 54 |
| Anexo 23. Certificación de la traducción en Ingles..... | 55 |

1. Título

Caracterización temporal de la lluvia de semillas en el bosque andino del parque universitario

Francisco Vivar Castro

2. Resumen

Los bosques andinos ecuatorianos son ecosistemas con alta diversidad de especies y aporte de servicios ecosistémicos para la sociedad; sin embargo, son destruidos por factores antrópicos principalmente. Para abordar esta problemática, se buscan soluciones para conservar y restaurar estas áreas, intentado comprender los procesos naturales que suceden dentro del bosque como la lluvia de semillas, factor clave en la regeneración natural. Esta investigación tuvo el objetivo de determinar el tipo de diásporas que se dispersan en la lluvia de semillas y cuantificando la variación temporal con relación a la densidad y abundancia presente en el bosque andino del PUFVC. Se establecieron en el bosque nativo 8 trampas de semillas de forma sistemática y se recolectaron datos cada 15 días durante un periodo de 8 meses. Las diásporas recolectadas se fotografiaron, contabilizaron, pesaron e identificaron en los laboratorios respectivos, posteriormente se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y una prueba a posteriori para identificar las diferencias entre las especies. Para la presentación de estos resultados se realizaron tablas de semillas y frutos, medidas resumen, y diagrama de cajas y lineales para mostrar la variabilidad en la lluvia de semillas en relación a la densidad y abundancia mensual. A su vez, se realizó un análisis de conglomerados para agrupar las trampas con similitud en abundancia y tablas para calcular el porcentaje de cambio mes a mes. La lluvia de semillas del bosque andino estuvo compuesta por un 72,54 % de semillas y 27,46 % de frutos, registrando un total de 13 especies. Las semillas colectadas fueron en su mayoría de las especies que forman parte de los estratos arbustivos y arbóreos del bosque como *Palicourea amethystina* y *Alnus acuminata*, siendo las más abundantes tanto en la categoría de semilla como de frutos. La abundancia de semillas y frutos varían según los meses monitoreados, considerándose de un comportamiento heterogéneo, sugiriendo que existe un aporte constante al suelo y teniendo una gran importancia en la regeneración del bosque. La forma de la semilla es una característica importante que ayuda en el momento de la dispersión, teniendo dominancia algunas formas como la ovoide, mientras que en la categoría de frutos la consistencia más abundante fue la de tipo carnoso. Así mismo, la variación temporal de semillas y frutos fue de carácter continua, pudiéndose observar una mayor presencia y escasez de estas en diferentes periodos de tiempo, teniendo una implicación directa para la sucesión vegetal. La información obtenida resalta la importancia de la lluvia de semillas en la regeneración del bosque andino, subrayando la necesidad de conservar y restaurar estos ecosistemas, promoviendo estrategias que consideren a este proceso como elemento clave.

Palabras clave: diásporas, frutos, regeneración natural, semillas, variación temporal.

Abstract

Ecuadorian Andean forests are ecosystems with high species diversity and provide ecosystem services to society; however, they are mainly destroyed by anthropogenic factors. To address this problem, solutions are sought to conserve and restore these areas, trying to understand the natural processes that occur within the forest such as seed rain, a key factor in natural regeneration. This research had the objective of determining the type of diaspores that are dispersed in the seed rain and quantifying the temporal variation in relation to density and abundance present in the Andean forest of the PUFVC Park. Eight seed traps were systematically established in the native forest and data were collected every 15 days for a period of 8 months. The collected diaspores were photographed, counted, weighed and identified in the respective laboratories, then the Kruskal-Wallis non-parametric test and an a posteriori test were performed to identify differences between species. For the presentation of these results, seed and fruit tables, summary measures, and box and linear plots were made to show the variability in seed rainfall in relation to density and abundance. Eight seed traps were systematically established in the native forest and data were collected every 15 days for a period of 8 months. The collected diaspores were photographed, counted, weighed and identified in the respective laboratories, then the Kruskal-Wallis non-parametric test and an a posteriori test were performed to identify differences between species. For the presentation of these results, seed and fruit tables, summary measures, and box and linear plots were made to show the variability in seed rainfall in relation to monthly density and abundance. A cluster analysis was performed to group the traps with similarity in abundance and tables to calculate the percentage of change month to month. The seed rain of the Andean forest was composed of 72.54 % of seeds and 27.46 % of fruits, registering a total of 13 species. The seeds collected were mostly of species that form part of the shrub and tree strata of the forest, such as *Palicourea amethystina* and *Alnus acuminata*, being the most abundant in both the seed and fruit categories. The abundance of seeds and fruits varies according to the months monitored, being considered of a heterogeneous behavior, suggesting that there is a constant contribution to the soil and having a great importance in the regeneration of the forest. The shape of the seed is an important characteristic that helps at the time of dispersal, with some forms such as the ovoid being dominant, while in the fruit category the most abundant consistency was the fleshy type. Likewise, the temporal variation of seeds and fruits was of continuous character, being possible to observe a greater presence and scarcity of these in different periods of time, having a direct implication for the plant succession. The information obtained highlights the importance of

seed rain in the regeneration of the Andean forest, emphasizing the need to conserve and restore these ecosystems, promoting strategies that consider this process as a key element.

Key words: diaspores, fruits, natural regeneration, seeds, temporal variation.

3. Introducción

El bosque andino es un ecosistema estratégico y fundamental en términos de provisión de servicios ecosistémicos y en biodiversidad. A pesar de su valiosa contribución, se ve amenazado por actividades naturales y antrópicas, con aproximadamente 420 millones de hectáreas de bosque pérdidas desde 1990, debido a cambios en el uso del suelo y al aumento de la población, aspectos que impulsan la demanda de recursos naturales, ampliando la destrucción, deforestación y degradación de ecosistemas de forma alarmante (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2020; Pérez-Vega et al., 2020).

Frente a la pérdida de cobertura forestal, se han intentado diversas estrategias de restauración, perfilándose como una solución clave para revertir la degradación de estos ecosistemas, sin embargo; la gestión efectiva de estas acciones requiere una comprensión detallada en los procesos naturales que ocurren dentro del ecosistema (Cantero Guerrero, 2017; Vargas Ríos, 2011), tales como la dispersión, germinación y el establecimiento de las plántulas; sin embargo poco se conoce acerca de ellos (Muñoz, 2017).

La dispersión a treves de la lluvia de semillas es uno de los procesos ecológicos necesarios de comprender en los bosques andinos, proceso en el cual las diásporas, se dispersan mediante comenzando la etapa de germinación. Es proceso es un evento esencial para la regeneración, convirtiéndose en un aspecto clave a explorar, ya que puede proporcionar información crucial sobre el estado de conservación de regeneración natural (Orea et al., 2013).

El Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC) de la Universidad Nacional de Loja, constituye un área de conservación y de sensibilización ambiental para la ciudad de Loja, posee diversos ecosistemas entre los cuales sobresale un remanente de bosque andino que está en proceso de recuperación, por lo que es importante generar información sobre la dispersión y lluvia de las semillas, con el propósito de procurar el manejo de las especies vegetales con reducidas poblaciones y, que son de interés por las funciones ecológicas que cumplen.

En este contexto, la presente investigación se propuso caracterizar la lluvia de semillas en un periodo de ocho meses en el bosque andino del PUFVC, para contribuir con información que respalde el diseño de estrategias de conservación, restauración y manejo de la biodiversidad. Al abordar esta problemática, surgen las preguntas de investigación que se enmarcan en el tipo de semillas y dominancia de especies que se dispersan en la lluvia de semillas, así como en identificar si la dispersión se presenta de manera continua o intermitente.

La caracterización de la lluvia de semillas es un pilar fundamental para avanzar en la comprensión y protección de ecosistemas fundamentales como el bosque andino del PUFVC, para lo cual se formularon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Contribuir con información ecológica de las especies vegetales presentes en el bosque andino del PUFVC para el diseño de estrategias de conservación, restauración y manejo de la biodiversidad del Parque Universitario Francisco Vivar Castro de la Universidad Nacional de Loja.

Objetivos específicos

- Determinar el tipo de semillas que se dispersan en la lluvia de semillas del bosque andino del PUFVC.
- Cuantificar la variación temporal de la lluvia de semillas con relación a la densidad y abundancia del tipo de semillas.

4. Marco teórico

4.1. Bosque andino

Denominados como bosque nublado, montano o andino, a los ecosistemas montañosos que se desarrollan en las laderas de la cordilla andina, entre los 1 000 hasta 3 500 m s.n.m., con una temperatura promedio de 12 °C y precipitaciones entre 700 a 1 500 mm (Programa Bosques Andinos, 2021). Generalmente se encuentran en pendientes, quebradas profundas, fondos extensos de valles y picos escarpados (Josse et al., 2009). Sus árboles son retorcidos y tienen una altura regular de entre 25 a 30 m, con troncos gruesos y varias partes de su estructura como sus ramas están cubiertas por musgos, bromelias y orquídeas, lo que ayuda a la retención de humedad atmosférica (Lozano et al., 2007).

Sabogal et al. (2015) y Bubb et al. (2004), mencionan que los bosques montanos son ecosistemas diversos y endémicos, de gran importancia mundial, por los servicios ecosistémicos que prestan, como el mantenimiento de la calidad del agua, la fertilidad del suelo, regulación hídrica y almacenamiento de carbono, siendo una región de gran prioridad de conservación a nivel mundial (Cortés-Ballén et al., 2020).

La región andina registra una gran cantidad de biodiversidad florística, debido a sus lugares escarpados y pocos accesibles, óptimos para el crecimiento de variedad de especies; estimando que entre 900 y 3 000 m s.n.m., que corresponde al 10 % del territorio ecuatoriano, se desarrolla el 50 % de especies vegetales del Ecuador (Sierra et al., 1999).

4.1.1. Composición florística del bosque montano del sur del Ecuador

Se denomina composición florística a el conjunto de plantas de diferentes especies que constituyen una formación vegetal de tipo natural o plantada, está dada por la heterogeneidad de plantas que se pueden identificar en una determinada categoría de vegetación. Indicando la riqueza de especies vegetales que se encuentra presente en un determinado tipo de ecosistema. Se expresa como la suma de todas las especies diferentes registradas en cada transecto o lugar y proporciona información útil para gestionar la zona como remanente de vegetación (Aguirre, 2019).

Aguirre-Mendoza et al. (2017), menciona en su estudio que la composición florística de bosque montano del sur del Ecuador, registra un total de 45 especies dentro de 39 géneros y 29 familias, entre las cuales 30 son árboles y 15 arbustos. Las familias más diversas son: Rubiaceae (*Cinchona officinalis* L., *Cinchona pubescens* Vahl, *Guettarda hirsuta* (Ruiz & Pav.) Pers., *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav.) DC y *Palicourea heterochroma* K. Schum. & K. Krause), Araliaceae (*Oreopanax andreanus* Marchal, *Oreopanax rosei* Harms y *Schefflera*

acuminata (Ruiz & Pav.) Harms), Asteraceae (*Critoniopsis pycnantha* (Benth.) H. Rob, *Ageratina dendroides* (Spreng.) R.M. King & H. Rob. y *Verbesina lloensis* Hieron.), Melastomataceae (*Miconia obscura* (Bonpl.) Naudin, *Meriania tomentosa* (Cogn.) Wurdack y *Axinaea macrophylla* (Naudin) Triana) y Primulaceae (*Myrsine dependens* (Ruiz & Pav.) Spreng., *Myrsine andina* (Mez) Pipoly y *Myrsine sodiroana* (Mez) Pipoly).

4.1.2. Problemas que afectan los bosques montanos

Enríquez (2017), menciona que a pesar de que los bosques montanos son reservas de biodiversidad, provisión de servicios ecosistémicos y presenta un potencial para mitigar el cambio climático, son bosques con paisajes frágiles y sumamente vulnerables a efectos producidos por el cambio climático, deforestación y conversión de uso. Estos son ecosistemas vulnerables a la erosión del suelo debido a sus fuertes pendientes y a las intensas lluvias (Bussmann, 2005).

También se ve afectado por actividades antrópicas, como el crecimiento poblacional, provocando la disminución de áreas de bosque. Estos ecosistemas están disminuyendo rápidamente debido a los fenómenos ambientales causadas principalmente por la intervención humana (Sabogal et al., 2015). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), un factor que provoca los problemas ambientales es la deforestación debido al avance de la frontera agrícola, seguida por la construcción de infraestructura y la extracción de madera (Mendoza-Rodríguez et al., 2020).

Un problema que afecta constantemente a estos ecosistemas son los incendios forestales en los diferentes estratos vegetales, provocando la pérdida de grandes extensiones de bosque. Estos incendios se producen mayormente y de forma intencionada por los humanos, ya sea por aprendizajes culturales o simplemente malintencionados (Bosques andinos, 2021; SNGRE, 2014).

El informe La Deforestación en el Ecuador, 1990-2018, resalta que en 1990, se presentó un 68 % de remanencia forestal nativa, reduciéndose al 56 %. A su vez, el 99 % del área deforestada se transformó en áreas agropecuarias, de acuicultura y plantaciones forestales, teniendo un escenario similar en la provincia de Loja, donde la deforestación en el periodo de 2014 a 2016 fue de 3 359 hectáreas (Sierra et al., 2021; MAE, 2017).

4.2. Procesos ecológicos en los bosques montanos

Están constituidos por las actividades de plantas y animales como la dispersión y polinización, y los procesos físicos como el ciclo hidrológico. Influyendo de forma directa o

indirecta con el estado de los ecosistemas y contribuyendo al mantenimiento de la biodiversidad. Estos procesos se encargan de generar materia orgánica, transferir carbono y generar nutrientes, ayudando en la reproducción de los organismos e impulsando la formación del suelo. A su vez, desempeñan un papel fundamental en la prestación de bienes y servicios ecológicos, como lo son la provisión de alimentos, madera, regulación de la calidad del agua y el aire. El mantenimiento de estos procesos ecológicos garantiza la conservación y mantenimiento de la biodiversidad (Villacorta y Urrutia, 2010; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

4.2.1. Regeneración natural

Según Serrada (2003), la regeneración natural se define como “un proceso por el que, en un espacio y tiempo determinado se produce la aparición de nuevas especies forestales sin intervención de la acción directa o indirecta del hombre”. En este sentido, constituye la base para la continuidad y renovación de las especies vegetales en los ecosistemas. Ocurriendo en varias etapas; desarrollo de semillas, dispersión, germinación y establecimiento de plantas. Todo este proceso se constituye como una fase importante en la demografía de especies, ya que la alta mortalidad sucede en los primeros estadios del ciclo de vida de la planta (Norden, 2014). Este proceso influye directamente en la calidad y cantidad de los servicios ecosistémicos, ya que la regeneración natural permite recuperar los atributos esenciales de los ecosistemas (Murcia y Guariguata, 2014; Muñoz, 2017).

4.2.2. Dispersión de diásporas

Las diásporas son elementos complejos que forman parte de la planta, destinados a la conservación y propagación de la misma; estos pueden corresponder a semillas, frutos o bulbillos. La dispersión es el proceso por el cual las diásporas se dispersan lejos de la planta madre, colonizando nuevas áreas cercana (dispersión propinqua) o lejanas (dispersión longinqua) de acuerdo a sus adaptaciones morfológicas que facilitan su dispersión, a su vez disminuyendo la competencia y la depredación (Ramírez-Padilla y Goyes, 2004).

4.3. Lluvia de semillas

Es un fenómeno natural que se puede definir como la cantidad de semillas que caen temporalmente en un sitio determinado, influenciado por factores externos tales como los dispersores, las condiciones climáticas y factores propios de la planta, siendo un proceso que forma parte de su ciclo de vida. La lluvia de semillas es considerada una fuente importante de semillas en la sucesión vegetal, siendo más importante que el banco de semillas, principalmente en zonas perturbadas constantemente. La producción, dispersión y germinación de semillas son

elementos clave para los patrones de distribución y abundancia de las especies y desempeñan un papel importante en el mantenimiento de la diversidad genética de poblaciones y comunidades (Flores y Dezzeo, 2005).

4.4. Mecanismos de dispersión

Según Ramírez-Padilla y Goyes (2004), existen diferentes clases de dispersión debido a los diversos agentes que intervienen en el transporte de diásporas, entre ellas:

- **Autocoria:** Mecanismo propio de una especie, permitiéndole lanzar las diásporas a una gran distancia, ocasionalmente con ayuda de la humedad atmosférica.
 - **Barocoria:** Mecanismo que se produce por el propio peso de las diásporas, migrando a pequeñas distancias de acuerdo a la inclinación del suelo.
- **Anemocoria:** Mecanismo que usa el viento. Las diásporas presentan estructuras como alas o vilanos permitiéndoles hacer uso del viento para llegar a lugares a gran distancia.
- **Hidrocoria:** Mecanismo que usa el agua. Las diásporas presentan coberturas que les permiten volverse impermeables y les facilita la flotabilidad en el agua, llegando a diferentes zonas.
- **Zoocoria:** Mecanismo que usa a los animales como transporte. Las diásporas se caracterizan por tener modificaciones como arpones, pinchos, ganchos y superficies pegajosas, permitiéndole adherirse al pelaje, plumaje u otros órganos de los animales.

También existen diásporas que presentan características atractivas que llaman la atención de los animales, los cuales las ingieren (Endozoocoria) o las almacenan (Diszoocoria), entre estos se puede mencionar el olor, la forma y el color.

Algunos submecanismo de dispersión dentro de la zoocoria son:

- **Mirmecocoria:** Dispersión producida por hormigas.
- **Ornitocoria:** Dispersión producida por aves.
- **Mamaliocoria:** Dispersión producida por mamíferos. Quiropterocoria si se dispersa por murciélagos.

4.5. Semillas

Se origina a partir del ovulo vegetal, después de la fertilización. Se encuentra en las plantas angiospermas y gimnospermas. Desempeña la función de renovación, persistencia y dispersión de las plantas, produciendo la sucesión ecológica, siendo el principal órgano reproductivo de la mayoría de plantas. Las semillas se pueden almacenarse vivas por largos y cortos períodos, asegurándose así la preservación de especies (Doria, 2010).

4.5.1. Forma de la semilla

Según Ramírez-Padilla y Goyes (2004), la forma de la semilla depende de aspectos como el tipo de óvulo del cual se origina, la posición dentro del fruto, del patrón de crecimiento. De acuerdo a esto se clasifican de la siguiente forma:

- **Planas, comprimidas o deprimidas:** Tienen un predominio del largo y el ancho sobre el grosor, entre ellas se encuentran:
 - **Circulares:** Redondas y planas. Ej. carreto (*Aspidosperma*).
 - **Elípticas:** Ovaladas y alargadas. Ej. iguá (*Pseudosamanea*).
 - **Oblongas:** Más largas que anchas, con extremos redondeados. Ej. palo blanco africano (*Enantia*).
 - **Reniformes:** En forma de riñón. Ej. trébol (*Platymiscium*).
- **Tridimensionales**
 - **Angulosas:** Con bordes o ángulos definidos. Ej. eucalipto (*Eucalyptus*).
 - **Discoideas:** En forma de disco. Ej. la leguminosa (*Kalapia*).
 - **Esféricas:** Redondas y tridimensionales. Ej. jaboncillo (*Sapindus*).
 - **Obovoides:** En forma de huevo con la parte más ancha hacia arriba. Ej. moena (*Licaria*).
 - **Ovoides:** En forma de huevo. Ej. la Araliaceae.
 - **Umbonadas:** Redondas con una proyección lateral o en el centro.

4.5.2. Tipos de frutos

Ramírez-Padilla y Goyes (2004) clasifican los tipos de frutos según su:

Consistencia

- **Carnosos:** Tienen el pericarpo grueso y presentan una consistencia carnosa o jugosa.
- **Secos:** Su pericarpo pierde agua y otras sustancias después de la maduración perdiendo tamaño y teniendo una consistencia duro o correoso.

Composición

- **Frutos auténticos (haplocarpus)**

Están formados por carpelos y proceden de una sola flor.

- **Frutos complejos**

A demás de gineceo, en su constitución, presentan partes accesorias como el eje floral y el tálamo.

- **Frutos compuestos o infrutescencias**

Se forma a partir de los gineceos de varias flores contiguas que se encuentran reunidas en una inflorescencia, la cual se transformara en una infrutescencia.

4.6. Investigaciones realizadas en relación a la lluvia de semillas

Blackham et al. (2013), evaluaron la degradación y recuperación del bosque, a través del estudio de la lluvia de semillas en la zona degradada del antiguo Mega Rice Project (MRP). Se colocaron 50 trampas de semillas al aire libre y 50 bajo los árboles, recolectándolas cada 15 días durante 1 año. La lluvia de semillas fue mayor en las trampas bajo los árboles con 1 127,8 semillas y 465 semillas m² por año respectivamente mientras que en las trampas al aire libre fue de 95,2 semillas m² por año. La lluvia de semillas consistió en gran parte en especies que crecen en bosques maduros, pero estuvo dominada por unas especies abundantes dispersadas por el viento y la mayoría de las semillas dispersadas por animales se encontraron bajo los árboles. Aunque la lluvia de semillas tanto al aire libre como bajo los árboles parece suficiente para el desarrollo de la cubierta vegetal leñoso, la diversidad será limitada en las primeras etapas de la sucesión. Los autores recomiendan realizar plantaciones de enriquecimiento con especies que hubieran estado presentes antes de la destrucción del bosque, pero que no están representadas en la actual lluvia de semillas.

Rodríguez-Santamaría et al. (2006), evaluaron la variación temporal de la lluvia de semillas en un bosque de niebla del cerro de Mamapacha en Colombia. Instalaron 16 parcelas cubriendo un área de 1 ha, colocando 5 trampas (1,25 m²) en cada parcela. Se colectaron mensualmente durante siete meses (época seca y la época lluviosa). Registraron 51 489 semillas de 18 familias, 16 géneros, 10 especies y 6 no identificadas. La mayor cantidad de semillas se colectó en la época seca, y la menor en época lluviosa, observando que la lluvia de semillas se encuentra influenciada por las condiciones climáticas.

Flores y Dezzeo (2005), evaluaron la variación estacional de semillas en el suelo y la lluvia de semillas a lo largo de un gradiente bosque-sabana conformado por bosque primario (1), bosque ligeramente afectado por el fuego (2), bosque fuertemente afectado por el fuego (3) y sabana abierta (4) en Venezuela. La lluvia de semillas fue variable y baja en el bosque maduro. La lluvia de semillas del bosque secundario se mostró ligeramente mayor. La lluvia de semillas fue alta en el matorral relacionado con el carácter pionero de las especies presentes en esta comunidad. Finalmente, la lluvia de semillas en la sabana fue ligeramente mayor que en el bosque maduro y el bosque secundario. Se observó heterogeneidad espacial en todas las zonas, estando relacionado con las diferentes fenologías de las especies y los arreglos de estas dentro de las comunidades.

Orea et al. (2013), evaluaron la composición y abundancia de la lluvia y del banco de semillas en las dos épocas del año (seca y lluviosa), evaluando su contribución a la regeneración natural en bosques templados de la cuenca del río Magdalena. En la lluvia y banco de semillas se cuantificaron la riqueza y la cantidad de diásporas, comparándolas con la vegetación en pie y entre sí. La que obtuvo mayor riqueza fue la lluvia de semillas, registrándose un aporte de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, característico del bosque templado. Existió la ausencia de especies características de la zona en el banco de semillas, pero abundaron las especies herbáceas. Entre la vegetación en pie y el banco de semillas se encontró la menor similitud de especies.

Romero (2018), evaluó el aporte en la lluvia de semillas de las perchas artificiales para aves a diferentes distancias del borde del bosque, en pastizales del Bs-T en Colombia. Se obtuvo que no existe una diferencia en la distancia de recolección de la lluvia de semillas. Entre las semillas ornitócoras y semillas totales no se encontró una diferencia en riqueza ni en abundancia, sugiriendo aumentar el tiempo de estudio y el muestro.

Parada-Quintero (2012), en su estudio “evaluó la lluvia de semillas y la fenología de *Gaiadendron punctatum* (Ruiz & Pavón) G. Don y *Ternstroemia meridionalis* Mutis ex L.F”. El muestreo se realizó en 2010, período de época seca y lluviosa, instalando 8 trampas (1 m²). Los resultados demostraron que las dos especies presentaron fructificación continua, teniendo mayor fructificación en época lluviosa. *Gaiadendron punctatum* tuvo su mayor abundancia en época seca y *Ternstroemia meridionalis* fue en época lluviosa. Sin embargo, *Ternstroemia meridionalis* presentó un alto porcentaje de semillas viables a comparación de *Gaiadendron punctatum* que presentó mayor abundancia de semillas.

Por su parte, Bonvissuto y Busso (2007), evaluaron la lluvia de semillas entre parches de vegetación en el Monte Austral Neuquino, Argentina. Se realizó en dos sitios distantes de 1,5 km. Se establecieron trampas en cuatro lugares de cada parche de vegetación. Estableciendo 2 hipótesis, las semillas de las cuatro ubicaciones llegan a todos los parches de vegetación y la lluvia de semillas varía de acuerdo a la época del año. La especie que mostró mayores valores en los corredores entre los parches y en su periferia fue *Larrea divaricata*, observando algo similar con *Stipa neaei* únicamente diferenciándose en la distancia de dispersión de árbol madre. La especie que distribuyó de manera homogénea en los cuatro lugares fue *Atriplex lampa* y *Larrea divaricata* una mayor proporción en la lluvia de semillas. Finalmente, la

Atriplex lampa tuvo una lluvia de semillas casi permanente durante todo el estudio, a comparación de *Stipa neaei* que tuvo presencia en meses específicos.

Velázquez et al. (2015), en su estudio “evaluaron el flujo, la composición, estructura y variación estacional de la lluvia de semillas en una selva nublada andina y en un bosque secundario de reemplazo en Venezuela”. Colocaron 30 trampas (0,25 m²) en cada sitio, por 317 días. Colectaron $10,6 \pm 18,9$ semillas m²/día de 78 especies en la selva nublada y $15,3 \pm 10,7$ semillas m²/día de 35 especies en el bosque secundario. Observando que la diversidad y estacionalidad es mayor en la selva y la lluvia y, el movimiento de semillas es diferente en los dos ecosistemas.

5. Metodología

5.1. Área de estudio

El estudio se desarrolló en el bosque andino del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), el cual tiene una superficie de 96 ha, ubicado en Argelia, propiedad de la Universidad Nacional de Loja. El bosque andino tiene una superficie de 12,93 ha, localizado entre 2 385 y 2 418 m s.n.m. (Aguirre et al., 2016) (Figura 1).

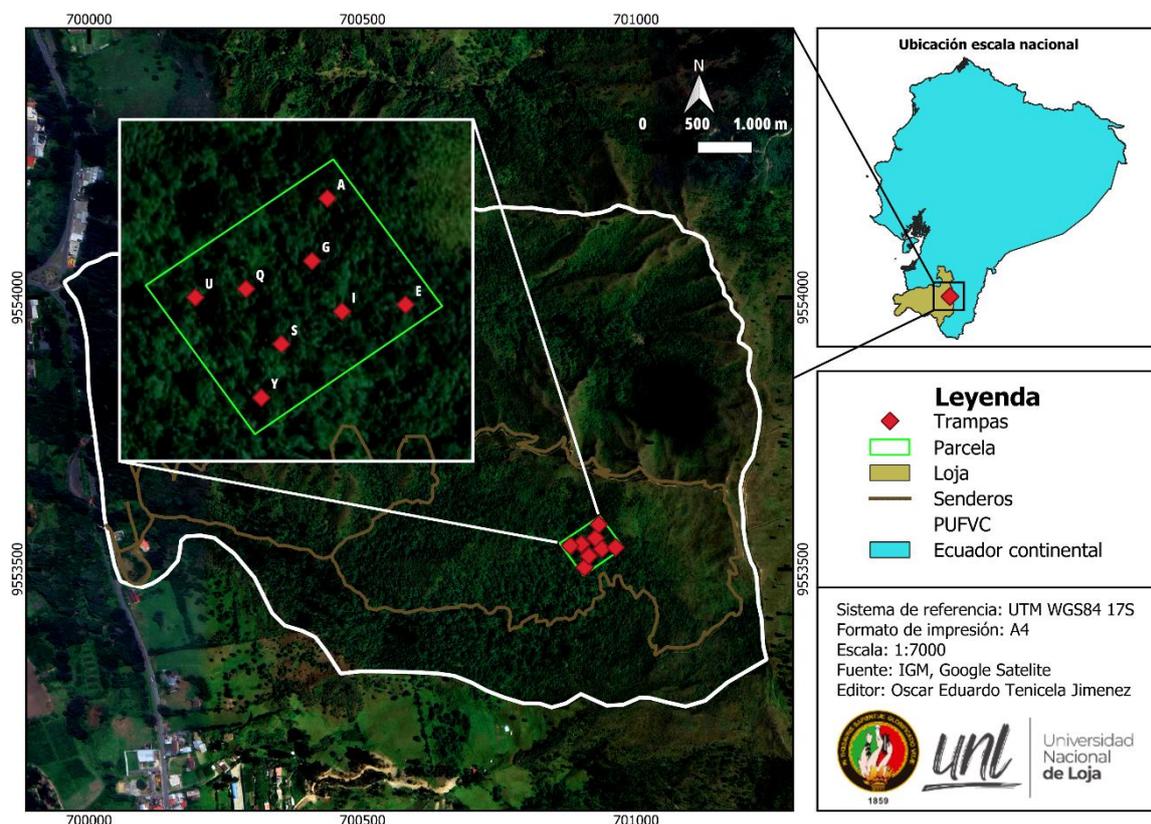


Figura 1. Localización del área de estudio en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”.

5.2. Metodología para determinar el tipo de semillas que se dispersan en la lluvia de semillas del bosque andino del PUFVC

5.2.1. Diseño y disposición de las trampas de semillas

En la parcela permanente de 1 ha instalada en el año 2017 por Reyes (2017), se colocaron 8 trampas (1 m²) distribuidas sistemáticamente en 8 de las 25 subparcelas de 20 × 20 m, donde la cobertura arbórea es dominante con el propósito de minimizar interferencias en la caída de diásporas en las trampas (Figura 2).

| | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | B | C | D | E |
| F | G | H | I | J |
| K | L | M | N | O |
| P | Q | R | S | T |
| U | V | W | X | Y |

Figura 2. Distribución de las áreas de muestreo (trampas de semilla) en una parcela permanente de 1 ha en el bosque andino del PUFVC.

Las trampas de 1 m² se fabricaron con barras de metal de 1,2 m de longitud y tela de propileno de 1 mm para retener las semillas pequeñas. Fueron colocadas a 1 m respecto al suelo, usando 4 barras de metal como soportes para cada trampa con el propósito de darle mayor estabilidad (Figura 3A).

5.2.2. Monitoreo y recolección de semillas y frutos

El monitoreo de las trampas de semillas se realizó cada 15 días, durante 8 meses comprendidos entre septiembre de 2022 hasta abril de 2023 (Figura 3B). En la recolección de las semillas se empleó bolsas Ziploc etiquetadas con la respectiva fecha (Figura 3C). Las diásporas recolectadas en campo, fueron llevadas al laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Loja en donde se clasificaron e identificaron.

5.2.3. Caracterización de las especies vegetales presentes en el entorno de las trampas

Con el propósito de conocer las especies vegetales presentes en el entorno de las trampas de semillas, se realizó un levantamiento de información de la vegetación que se encuentra a 2 metros a la redonda de las trampas, para posteriormente usarlas como apoyo en la identificación de las diásporas.

5.2.4. Clasificación del tipo de semillas y frutos

Todas las diásporas recolectadas en las trampas de semillas se dividieron en dos grupos: semillas y frutos, los cuales a su vez fueron clasificados de acuerdo a la forma de las semillas y a la consistencia del fruto.

5.2.4.1. Forma y apariencia

Las diásporas recolectadas en las trampas, se agruparon de acuerdo a la clasificación de Ramírez-Padilla y Goyes (2004), de la forma de las semillas (circular, semicircular, ovoide) y la consistencia de los frutos (seco o carnosos).

5.2.4.2. Conteo, secado y pesaje de semillas

Se realizó el conteo del número de semillas y frutos presentes en cada grupo, posteriormente fueron colocadas en bandejas de espuma Flex de $23,5 \times 23,5 \times 3$ cm y se expusieron directamente al sol durante un periodo de 2 a 3 días para eliminar exceso de humedad externa (Figura 3D). En el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Loja se pesó las semillas y frutos utilizando una balanza analítica BOECO Germany con una precisión de 4 decimales (Figura 4).



Figura 3. Ilustraciones de: trampa (A), monitoreo (B), recolección (C) y secado (D) de diásporas colectadas en el bosque andino del PUFVC.



Figura 4. Ilustración del proceso de pesaje de diásporas colectadas en el bosque andino del PUFVC.

5.2.5. Identificación del tipo de semillas y frutos

La identificación de especies se realizó mediante un análisis taxonómico y, el tipo de semillas y frutos mediante análisis morfológico utilizando la clasificación de Ramírez-Padilla y Goyes (2004), en las siguientes etapas:

- Identificación botánica: se realizó en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja.
- Revisión bibliográfica: todas las semillas y frutos que no pudieron ser identificadas en la etapa anterior, fueron comparadas con registros fotográficos y literatura científica.
- Germinación: algunas semillas fueron colocadas en bandejas plásticas con un sustrato (tierra negra, humus y tamo de arroz) para su germinación (Figura 5).



Figura 5. Germinación de semillas no identificadas bajo condiciones de invernadero.

5.3. Metodología para cuantificar la variación temporal de la lluvia de semillas con relación a la densidad y abundancia del tipo de semillas

5.3.1. Cuantificación de la variabilidad temporal de la lluvia de semillas

La cuantificación de las diásporas que componen la lluvia de semillas, se realizó mediante la metodología aplicada por Rodríguez-Santamaría et al. (2006), que consiste que, a partir del número total de semillas identificadas por especie durante cada mes, se determinó el número de semillas por trampa (m^2).

Para evaluar los patrones de tendencia de la lluvia de semillas en los meses de colecta se realizó graficas lineales de la variación temporal de semillas y frutos, en relación a la densidad y abundancia considerando los meses de recolección y el número de frutos y semillas. Seguidamente se procedió a calcular el porcentaje de cambio mes a mes en la recolección de semillas y frutos de acuerdo a su densidad y abundancia, tomando como base el primer mes en el que se registró datos, en el cual se estableció la densidad y abundancia al 100 %. A partir de este punto de partida, se calcularon los cambios porcentuales en la densidad y abundancia de

semillas y frutos en relación con el mes anterior, permitiendo así una comparación sistemática de las variaciones a lo largo del período de estudio. Para calcular el porcentaje de cambio mensual, se utilizó la fórmula comúnmente empleada en los análisis de series temporales:

Porcentaje de cambio (%)

$$= \left(\frac{\text{Valor del mes actual} - \text{Valor del primer mes de registro de datos}}{\text{Valor del primer mes de registro de datos}} \right) * 100$$

5.3.1.1. Abundancia

La abundancia se calculó considerando el número de semillas y frutos por mes de cada trampa (m²) a lo largo del periodo monitoreado.

5.3.1.2. Densidad

La densidad se obtuvo considerando el número total de semillas y frutos recolectados durante el periodo de monitoreo evaluado de cada trampa.

5.3.2. Análisis de datos

Los datos fueron organizados en hojas de cálculo en Microsoft Excel, los análisis estadísticos y gráficas se realizaron utilizando el software libre RStudio versión 4.1.3 e InfoStat. Los errores de los datos se sometieron a los supuestos estadísticos de normalidad con el propósito de aplicar pruebas de comparación entre las trampas; no obstante, al no cumplir con dicho supuesto se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y, posteriormente se realizó una prueba a posteriori para identificar las diferencias entre las trampas y especies.

Para representar la variabilidad en la lluvia de semillas, se utilizó tablas de medidas resumen, gráficos estadísticos como diagramas de cajas y diagramas de líneas.

Se realizó un análisis de conglomerados para agrupar elementos similares en conjuntos llamados clústeres, identificando y agrupando las trampas y especies que tienen similitudes en la abundancia de semillas y frutos. Este proceso se realizó en el programa InfoStat aplicando el método de encadenamiento promedio (Average linkage) y la distancia Euclídea, la combinación de estos métodos fue apropiada ya que los clústeres presentaron tamaños variados siendo los datos mejor representados (Rodríguez-Ruíz et al., 2023; Criado Fernández de Gaceo, 2022; Arias-García, 2006).

6. Resultados

6.1. Composición florística del entorno de las trampas de semillas

Las especies vegetales que con mayor frecuencia se identificaron en el entorno de las trampas fueron: *Palicourea amethystina*, *Siparuna muricata* y *Palicourea heterochroma* (Tabla 1).

Tabla 1. Especies vegetales presentes en el entorno de las trampas en el bosque andino del PUFVC

| Identificación de las Trampas | Especies vegetales asociadas |
|-------------------------------|--|
| Y | <i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms, <i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees, <i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC., <i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC. |
| S | <i>Alnus acuminata</i> Kunth, <i>Clusia elliptica</i> Kunth, <i>Palicourea amethystina</i> Ruiz & Pav.) DC., <i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC. |
| G | <i>Palicourea amethystina</i> Ruiz & Pav.) DC. |
| A | <i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause |
| Q | <i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms |
| U | <i>Phenax laevigatus</i> Wedd., <i>Palicourea amethystina</i> Ruiz & Pav.) DC. |
| I | <i>Palicourea amethystina</i> Ruiz & Pav.) DC., <i>Cinchona pubescens</i> Vahl, <i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp. |
| E | <i>Clusia alata</i> Planch. & Triana, <i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br., <i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause |

6.2. Determinación del tipo de diásporas que se dispersan en el bosque andino del PUFVC

La lluvia de semillas en el bosque andino registró un total de 1 482 diásporas, correspondientes a 13 especies, de las cuales 11 fueron identificadas y 2 clasificadas como morfoespecies, que pertenecen a 10 familias botánicas. La lluvia de semillas se caracterizó por estar representado en un 72,54 % por semillas y un 27,46 % por frutos.

De manera general, las semillas colectadas se clasificaron en 8 tipos morfológicos, siendo las formas angulosa y ovoide las más abundantes, mientras que los frutos presentaron dos tipos de consistencia, siendo carnosas la de mayor presencia (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Formas de las semillas identificadas en la lluvia de semillas en el bosque andino del PUFVC

| Forma de semillas | Número de especies | Porcentaje (%) |
|-------------------|--------------------|----------------|
| Ovoide | 3 | 23,08 |
| Angulosa | 3 | 23,08 |
| Obovoide | 2 | 15,38 |
| Discoide | 1 | 7,69 |
| Esférica | 1 | 7,69 |

| | | |
|--------------|----|------|
| Elíptica | 1 | 7,69 |
| Oblonga | 1 | 7,69 |
| Trapezoidal | 1 | 7,69 |
| Total | 13 | 100 |

Tabla 3. Tipos de frutos según su consistencia presentes en la lluvia de semillas en el bosque andino del PUFVC

| Consistencia | Número de especies | Porcentaje (%) |
|-----------------|--------------------|----------------|
| Carnoso | 8 | 61,54 |
| No identificado | 3 | 23,08 |
| Seco | 2 | 15,38 |
| Total | 100 | 100 |

En lo que respecta al peso de las semillas, se evidenció un promedio de 0,0375 kg. Sin embargo; a nivel de especies se aprecia una variabilidad, ya que en el caso de *Alnus acuminata* se reportó el peso promedio más bajo (<0,0001 kg) mientras que *Prunus opaca* registró el valor más alto de las 13 especies (0,1989 kg), ver Tabla 4.

Tabla 4. Pesos de semillas de las especies de la lluvia de semillas del bosque andino del PUFVC

| Especies | Peso promedio (kg) | ± Desviación estándar | Valor Mínimo | Valor Máximo |
|--|--------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| <i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp. | 0,1989 | 0,1016 | 0,0781 | 0,3712 |
| <i>Serjania</i> sp. | 0,1102 | 0,0986 | 0,0291 | 0,2805 |
| Sp. 2 | 0,0529 | 0,0069 | 0,0445 | 0,0657 |
| <i>Viburnum triphyllum</i> Benth. | 0,0321 | 0,0074 | 0,0238 | 0,0379 |
| <i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC. | 0,0267 | 0,0062 | 0,012 | 0,0371 |
| <i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC. | 0,0246 | 0,0037 | 0,0186 | 0,0326 |
| <i>Morella interrupta</i> (Benth.) Lægaard | 0,0119 | 0,0035 | 0,0062 | 0,0171 |
| <i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause | 0,0116 | 0,0036 | 0,0048 | 0,0188 |
| Sp. 1 | 0,0103 | 0,0051 | 0,0055 | 0,0186 |
| <i>Clusia alata</i> Planch. & Triana | 0,0041 | 0,0022 | 0,0018 | 0,0078 |
| <i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms | 0,0027 | 0,0008 | 0,0015 | 0,0035 |
| <i>Vismia</i> sp. | 0,0014 | 0,0004 | 0,0011 | 0,0019 |
| <i>Alnus acuminata</i> Kunth* | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| Promedio | 0,0375 | 0,0185 | 0,0175 | 0,0687 |

Nota: *Peso de los frutos (pequeñas nueces aladas)

6.2.1. Semillas

Se recolectaron un total de 1 075 semillas, pertenecientes a ocho especies, de las cuales seis fueron identificadas botánicamente, mientras que las dos restantes fueron catalogadas como morfoespecies (Tabla 5).

Palicourea amethystina y *Palicourea heterochroma* registraron la mayor cantidad de semillas, mientras que Sp. 2. y *Viburnum triphyllum* presentaron la menor cantidad. Las familias de mayor abundancia fueron Rubiaceae y Myricaceae, mientras que Viburnaceae y Sp.2 fueron las de menor. El 37,5 % de las semillas de las especies identificadas están representadas por formas angulosas, seguida de obovoide con el 25 % mientras que las formas restantes representaron un 12,5 % (Tabla 5).

Tabla 5. Semillas colectadas en el bosque andino del PUFVC

| Tipo | Forma de semilla | Nombre científico | Familia | Total |
|---------------------|------------------|--|-----------------|-------|
| Semillas 72,54 % | Angulosa | <i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC. | Rubiaceae | 490 |
| | Angulosa | <i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause | Rubiaceae | 170 |
| | Esférica | <i>Morella interrupta</i> (Benth.) Læggaard | Myricaceae | 149 |
| | Ovoide | Sp. 1 | No identificado | 86 |
| | Angulosa | <i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC. | Siparunaceae | 72 |
| | Ovoide | <i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp. | Rosaceae | 69 |
| | Obovoide | <i>Viburnum triphyllum</i> Benth. | Viburnaceae | 22 |
| | Discoide | Sp. 2 | No identificado | 17 |
| Total | | | | 1 075 |

6.2.2. Frutos

Se encontró un total de 407 frutos pertenecientes a 5 especies. *Alnus acuminata* presento la mayor cantidad, seguido por *Clusia alata*, mientras que *Serjania* sp. fue la especie con menor cantidad de frutos registrados.

Las familias botánicas con mayor abundancia fueron Betulaceae y Clusiaceae, mientras que Araliaceae y Sapindaceae presentaron los registros menores. La consistencia de los frutos fue de 60 % en la categoría carnosos, mientras que 40 % correspondió a la categoría secos. En la Tabla 6, además, se presentó las cinco formas de las semillas con el propósito de comprender de mejor manera los tipos de frutos identificados.

Tabla 6. Frutos colectados en el bosque andino del PUFVC

| Tipo | Consistencia de Fruto | Forma de Semilla del fruto | Nombre científico | Familia | Total |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------------|-------|
| Frutos 27,46 % | Seco | Trapezoidal | <i>Alnus acuminata</i> Kunth | Betulaceae | 218 |
| | Carnoso | Obovoide | <i>Clusia alata</i> Planch. & Triana | Clusiaceae | 103 |
| | Carnoso | Elíptica | <i>Vismia</i> sp. | Hypericaceae | 45 |

| | | | | |
|--------------|---------|---|-------------|-----|
| Carnoso | Oblonga | <i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms | Araliaceae | 31 |
| Seco | Ovoide | <i>Serjania sp.</i> | Sapindaceae | 10 |
| Total | | | | 407 |

6.3. Distribución espacial de diásporas en el bosque andino del PUFVC

6.3.1. Semillas

La dispersión de diásporas presentó notables diferencias en la distribución y en la concentración de las semillas a lo largo de la ubicación de cada trampa. Como se puede evidenciar en la Tabla 7, las trampas A e Y registraron en promedio 35 semillas y en la trampa G se registró 5 semillas.

De manera general, en todas las trampas, se obtuvo un promedio de 23 semillas, con una desviación estándar de ± 14 semillas/trampa. Se evidenció un coeficiente de variabilidad del 72,29 % a lo largo del periodo de monitoreo (Tabla 7).

Tabla 7. Medidas resumen del número de semillas por trampa en el bosque andino del PUFVC

| Trampas | Media | Mediana | Valor Mínimo | Valor Máximo | \pm Desviación estándar | Coefficiente de variación (%) |
|-----------------|-------|---------|--------------|--------------|---------------------------|-------------------------------|
| A | 35 | 30 | 14 | 65 | 21 | 60,04 |
| Y | 35 | 32 | 9 | 79 | 22 | 62,61 |
| E | 30 | 27 | 14 | 52 | 14 | 47,96 |
| S | 20 | 20 | 6 | 35 | 10 | 50,49 |
| I | 10 | 7 | 0 | 29 | 10 | 105,71 |
| G | 5 | 4 | 0 | 13 | 5 | 106,9 |
| Promedio | 23 | 20 | 7 | 46 | 14 | 72,29 |

Al comparar la abundancia de semillas entre trampas, se observó que existen diferencias significativas ($p = 0,000135$) según el análisis de Kruskal-Wallis, destacando las trampas Y, A y E, que presentaron rangos más amplios entre los valores mínimos y máximos; entre tanto, las trampas que tuvieron rangos bajos fueron G e I (Figura 6).

Abundancia de semillas por trampa

Kruskal-Wallis $p = 0.000135$

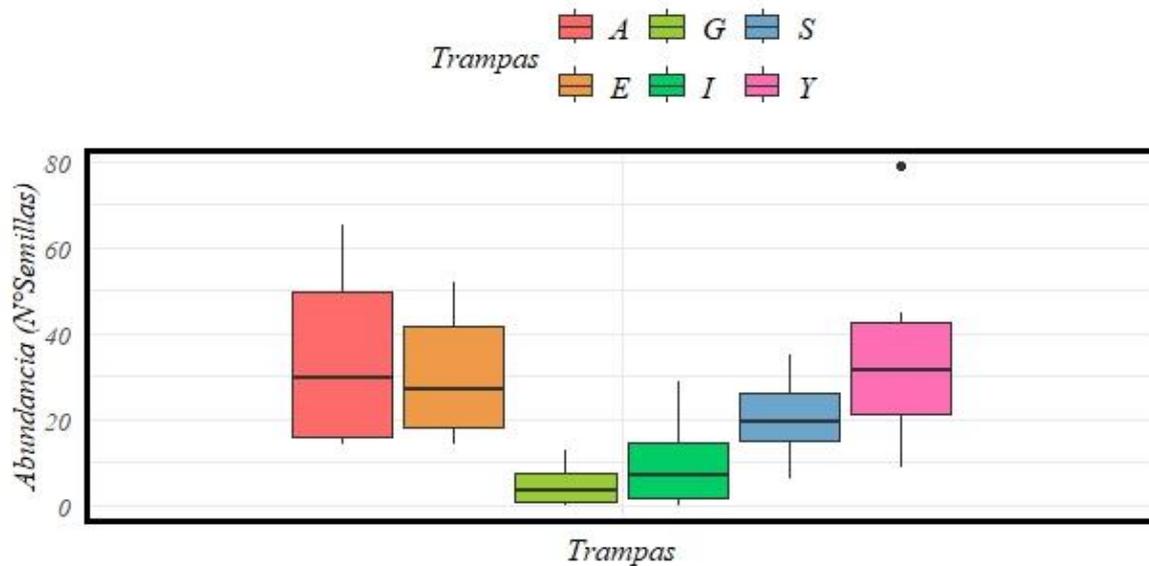


Figura 6. Dispersión de semillas en bosque andino del PUFVC a los 8 meses de evaluación.

El dendrograma reveló la formación de dos grupos en la lluvia de semillas, el primer grupo se conformó por aquellas trampas que presentaron abundancias más bajas, mientras que el clúster B está formado por las trampas con la mayor abundancia. (Figura 7).

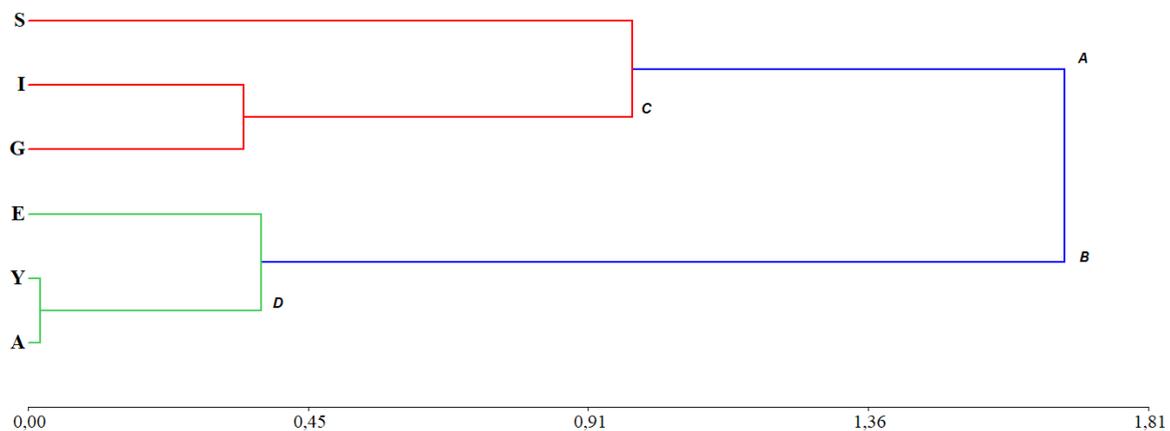


Figura 7. Análisis de conglomerados de abundancia de semillas en las trampas de bosque andino.

6.3.2. Frutos

En lo que respecta a frutos, el promedio del número de frutos por trampa fue de siete con una desviación estándar de ± 6 frutos/trampa, indicando una dispersión relativamente baja, siendo la trampa Y la que presentó la media más baja con 2 frutos; mientras que, la trampa I registró la más alta con 14 frutos. El coeficiente de variación promedio fue de 84,21 %, con una mediana promedio de 6 frutos/trampa. En la Tabla 8 se presenta las medidas resumen de los frutos que fueron recolectados por trampa.

Tabla 8. Medidas resumen del número de frutos por trampa en el bosque andino del PUFVC

| Trampas | Media | Mediana | Min | Max | ± Desviación estándar | Coefficiente de variación (%) |
|-----------------|-------|---------|-----|-----|-----------------------------|----------------------------------|
| I | 14 | 12 | 7 | 37 | 9 | 65,25 |
| E | 13 | 13 | 0 | 30 | 10 | 77,14 |
| S | 10 | 8 | 3 | 19 | 5 | 53,08 |
| G | 5 | 3 | 0 | 14 | 5 | 95,32 |
| Q | 4 | 3 | 0 | 11 | 4 | 96 |
| A | 3 | 3 | 0 | 7 | 3 | 88,07 |
| Y | 2 | 2 | 0 | 8 | 3 | 114,62 |
| Promedio | 7 | 6 | 1 | 18 | 6 | 84,21 |

Se observó que existe una variación y una diferencia significativa ($p = 0,0005$) en la abundancia de las trampas según el análisis de Kruskal-Wallis. La trampa I registró la mayor abundancia, variando entre 7 a 37 frutos, y la trampa A obtuvo la menor abundancia con 7 frutos, cabe destacar que en algunas trampas se presentó una atipicidad entre el rango de recolección (Figura 8), lo que podría explicarse por la vegetación que se desarrolla alrededor de las mismas.

Abundancia de frutos por trampa

Kruskal-Wallis $p = 0.000542$

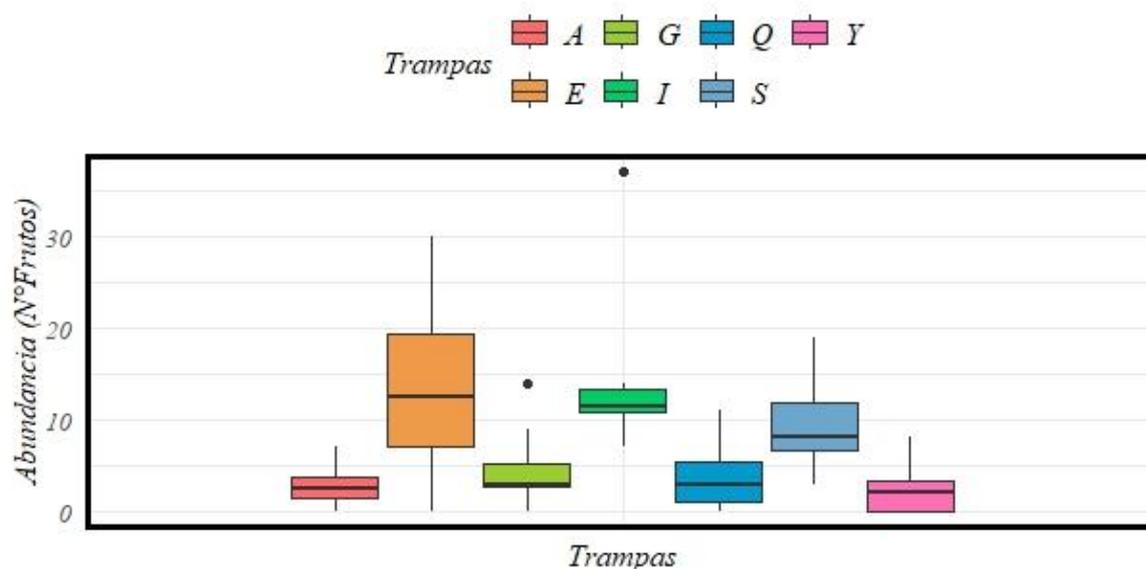


Figura 8. Dispersión de frutos en bosque andino del PUFVC a los 8 meses de evaluación.

Al igual que en las semillas, el dendrograma reveló la formación de dos clústeres (A y B) diferenciándose por la similitud en la abundancia de frutos (Figura 9).

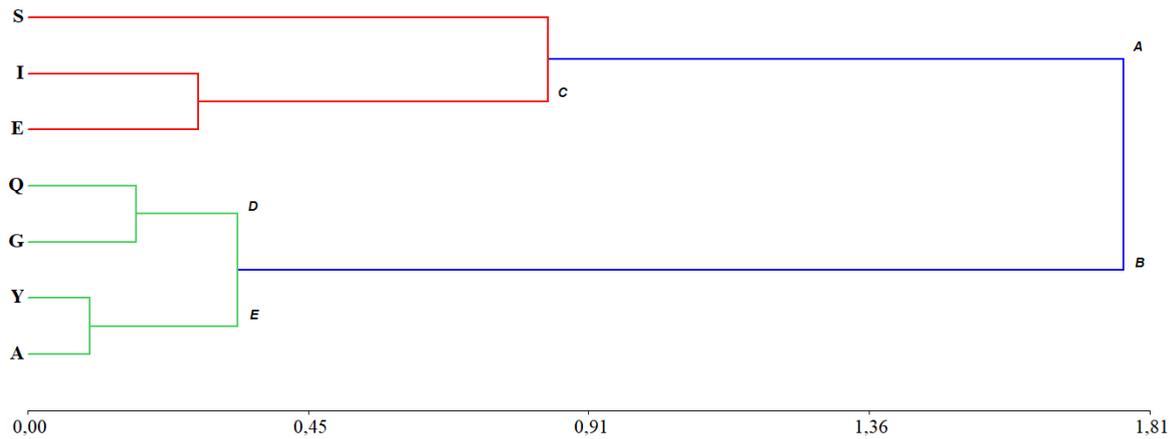


Figura 9. Análisis de conglomerados de abundancia de frutos en las trampas de bosque andino.

6.4. Abundancia de diásporas por especie en la lluvia de semillas

6.4.1. Semillas

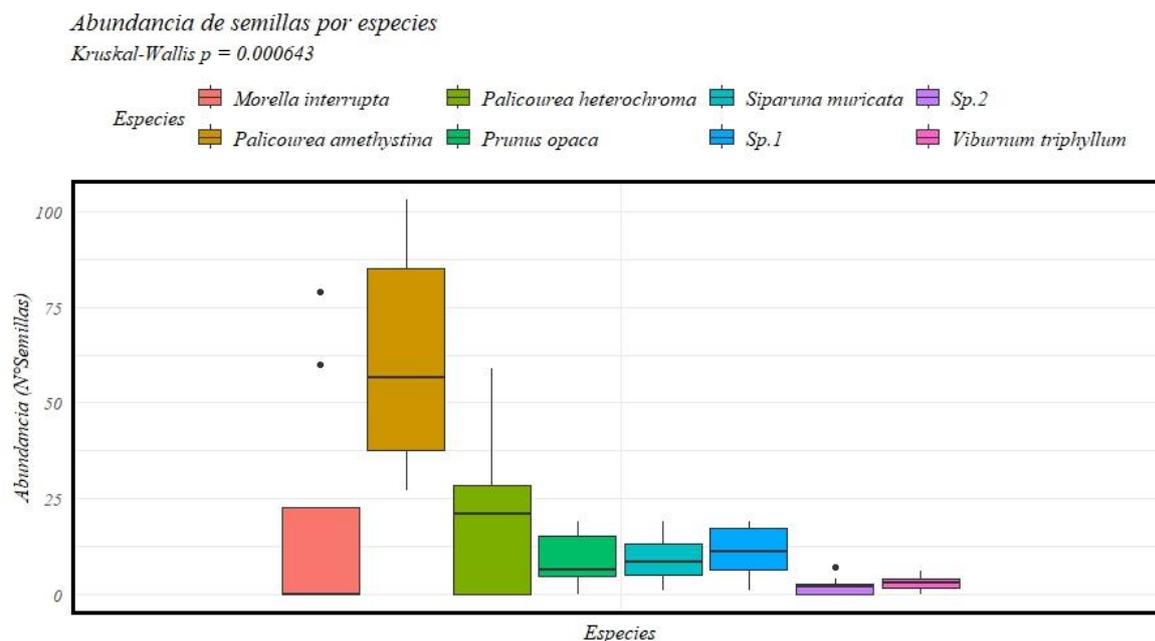
De las ocho especies identificadas, se obtuvo una media promedio de 17 semillas por especie. La desviación estándar promedio fue de ± 14 semillas/trampa, con un coeficiente de variación promedio de 91,86 % y una mediana promedio de 14. Finalmente, se registró un mínimo promedio de cuatro semillas y un máximo promedio de 39. Como se puede observar en la Tabla 9, existe una variabilidad mayor al 50 % en la abundancia de las semillas de las especies identificadas.

Tabla 9. Medidas resumen del número de semillas por especie en el bosque andino del PUFVC

| Especies | Media | Mediana | Min | Max | \pm Desviación Estándar | Coefficiente de variación (%) |
|--|-------|---------|-----|-----|---------------------------|-------------------------------|
| <i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC. | 61 | 57 | 27 | 103 | 29 | 46,82 |
| <i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause | 21 | 21 | 0 | 59 | 22 | 104,4 |
| <i>Morella interrupta</i> (Benth.) Lægaard | 19 | 0 | 0 | 79 | 32 | 171,79 |
| Sp. 1 | 11 | 11 | 1 | 19 | 7 | 67,22 |
| <i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC. | 9 | 9 | 1 | 19 | 6 | 69,77 |
| <i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp. | 9 | 7 | 0 | 19 | 7 | 84,05 |
| <i>Viburnum triphyllum</i> Benth. | 3 | 3 | 0 | 6 | 2 | 77,14 |
| Sp. 2 | 2 | 2 | 0 | 7 | 2 | 113,72 |
| Promedio | 17 | 14 | 4 | 39 | 14 | 91,86 |

Palicourea amethystina registró la mayor cantidad de semillas, con reportes de hasta 103 semillas como máximo en una recolección, seguidas de *Palicourea heterochroma* y *Morella interrupta*, mientras que *Viburnum triphyllum* y Sp. 2 presentaron valores máximos de 7 semillas. De acuerdo al análisis de Kruskal-Wallis existe una variación significativa ($p =$

0,000643) en la abundancia de semillas entre las especies, siendo *Palicourea amethystina* la que se diferencia de todas las otras especies (Anexo 6) (Figura 10).



6.4.2. Frutos

De las 5 especies identificadas se registró una media de 10 frutos por especie, con una desviación estándar promedio de ± 7 frutos/especie, con un coeficiente de variación promedio de 79,31 % y una mediana promedio de 9 frutos por especie. Se obtuvo una mínima promedio de 3 frutos y una máxima promedio de 24, esto resalta la variabilidad en la producción de frutos entre las diferentes especies registradas (Tabla 10).

Tabla 10. Medidas resumen del número de frutos por especie en el bosque andino del PUFVC

| Especies | Media | Mediana | Min | Max | \pm Desviación Estándar | Coefficiente de variación (%) |
|--|-------|---------|-----|-----|---------------------------|-------------------------------|
| <i>Alnus acuminata</i> Kunth | 27 | 24 | 14 | 66 | 16 | 59,62 |
| <i>Clusia alata</i> Planch. & Triana | 13 | 13 | 0 | 30 | 10 | 79,26 |
| <i>Vismia</i> sp. | 6 | 6 | 0 | 11 | 4 | 68,48 |
| <i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms | 4 | 3 | 0 | 11 | 4 | 96 |
| <i>Serjania</i> sp. | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 93,2 |
| Promedio | 10 | 9 | 3 | 24 | 7 | 79,31 |

Alnus acuminata registró el mayor número de frutos, con una abundancia que varió entre 14 a 66 frutos. *Vismia* sp., *Schefflera acuminata* y *Clusia alata* fueron las especies que presentaron el menor valor de frutos. Según el análisis de Kruskal-Wallis, existe diferencias

estadísticas significativas ($p = 0,000149$) en la abundancia de frutos en las especies, siendo *Serjania* sp. y *Alnus acuminata* las que se diferencian de las demás, las especies restantes presentan comportamientos que la colocan en una posición intermedia como *Schefflera acuminata*, *Vismia* sp. y *Clusia alata* (Anexo 8) (Figura 12).

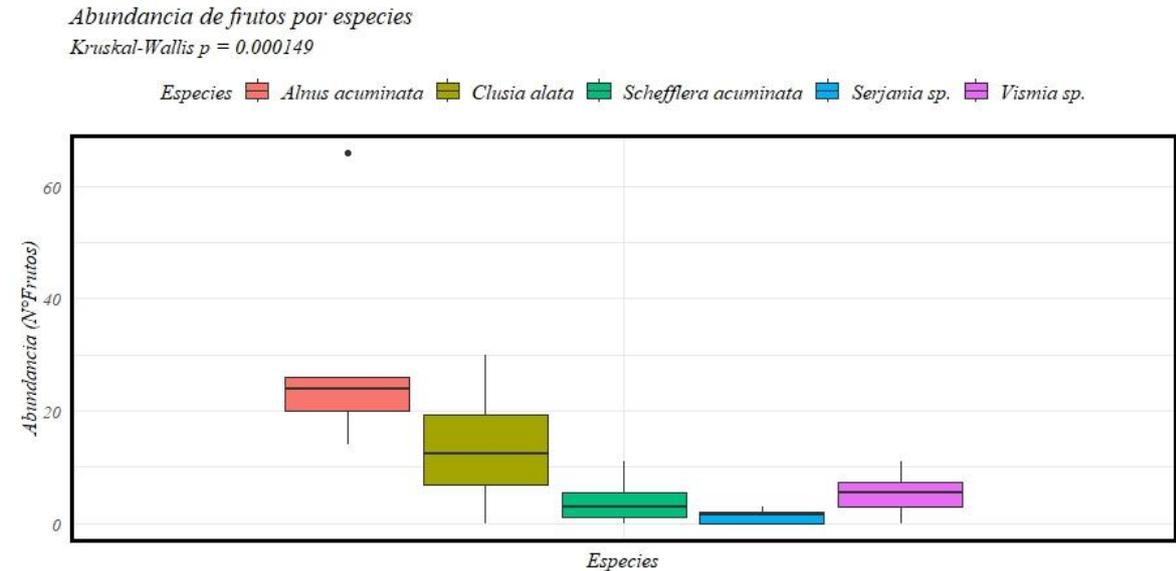


Figura 11. Especies vegetales registradas como frutos en bosque andino del PUFVC.

6.5. Variación temporal de lluvia de semillas con relación a la densidad y abundancia del tipo de semillas

6.5.1. Variación temporal en función de la densidad

6.5.1.1. Semillas

Durante el periodo de evaluación de 8 meses, que incluía 7 meses de estación lluviosa (octubre a abril) y 1 mes estación seca (septiembre). Se registró fluctuaciones en las cantidades de semillas, teniendo una presencia continua en algunas especies. El mes de marzo destacó con 174 semillas, lo que representó la mayor cantidad registrada, mientras que octubre resultó el mes de menor cantidad, con 76 semillas (Figura 14).

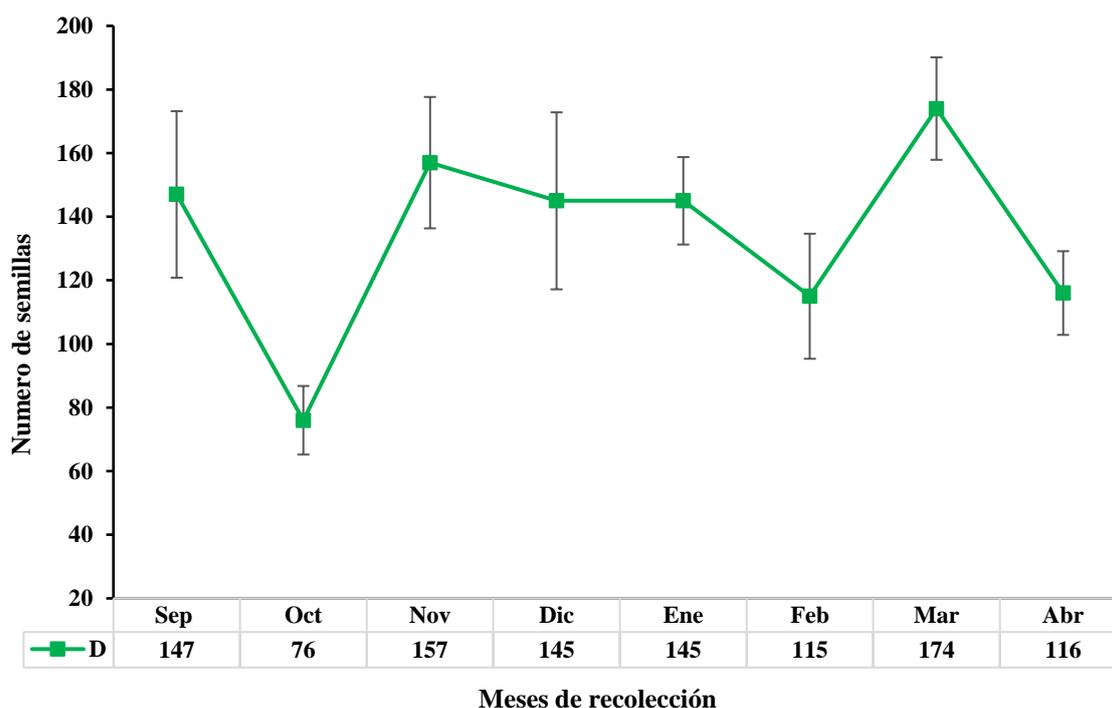


Figura 12. Densidad de semillas recolectadas en bosque andino, según los meses de evaluación.

Septiembre fue el mes de referencia para el análisis de variabilidad, a partir de octubre, se observó una disminución en la densidad de semillas, indicando una caída del 48,30 % en comparación con el mes anterior. El mes de noviembre, presentó un aumento del 6,80 % en la densidad de semillas; mientras que los meses de diciembre y enero mostraron una disminución del 1,36 %, no obstante, febrero mostró una disminución del 21,77 %. A partir de abril, la densidad de semillas aumentó en un 18,37 %, aunque el mes siguiente se registró una disminución del 21,09 % en la densidad de semillas recolectadas (Tabla 11).

Tabla 11. Porcentaje de densidad de semillas encontradas en el bosque andino del PUFVC

| Mes | Densidad (Semillas/m ²) | Porcentaje (%) |
|-----|-------------------------------------|----------------|
| SEP | 147 | 100 |
| OCT | 76 | -48,30 |
| NOV | 157 | 6,80 |
| DIC | 145 | -1,36 |
| ENE | 145 | -1,36 |
| FEB | 115 | -21,77 |
| MAR | 174 | 18,37 |
| ABR | 116 | -21,09 |

6.5.1.2. Frutos

En lo que respecta a frutos, se observa un comportamiento heterogéneo a lo largo del tiempo de evaluación, la mayor cantidad de frutos se registró en el mes de abril con 71 frutos,

mientras que la menor cantidad se obtuvo en el mes de marzo con 33 frutos, ambas en estación lluviosa, destacando que las condiciones climáticas locales podrían llegar a influir en la fluctuación en la cantidad de frutos (Figura 15).

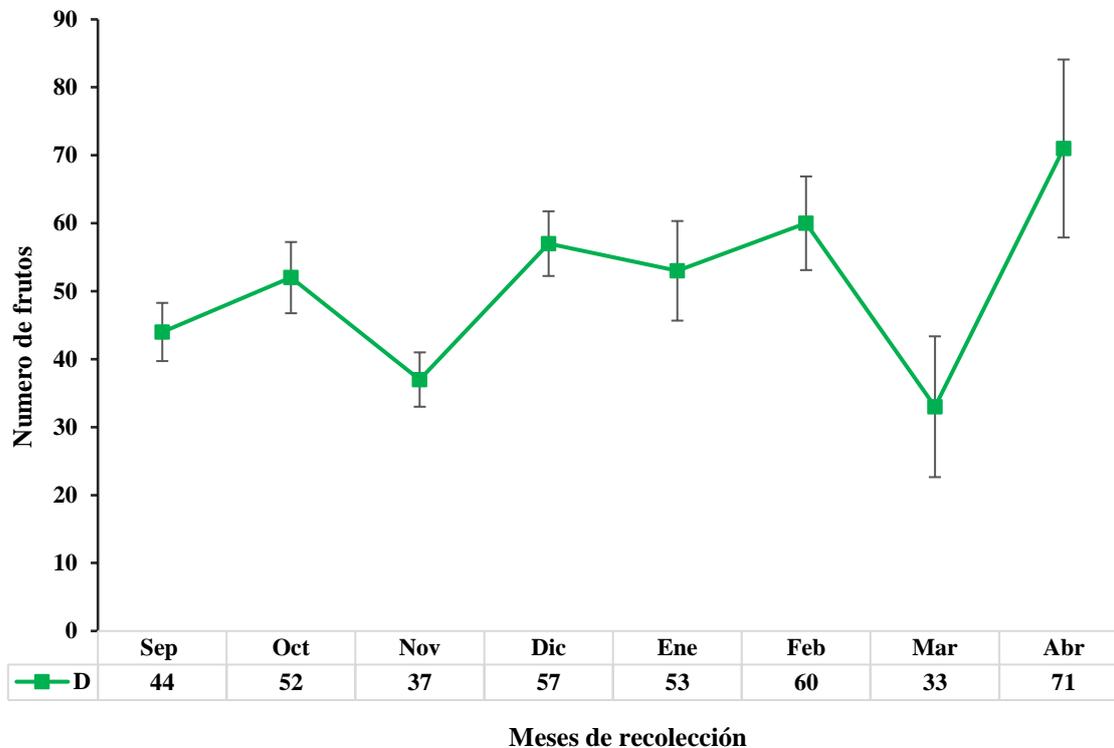


Figura 13. Densidad de frutos recolectados en bosque andino, según los meses de evaluación.

A partir de septiembre, se registró un aumento del 18,18 % en la densidad de frutos; sin embargo; para el mes de noviembre, se registró una disminución del 15,91 %. Durante los meses de diciembre, enero y febrero la densidad de frutos aumento en un 29,55 %, 20,45 % y 36,36 % respectivamente, este comportamiento mostró una reducción del 25 % en la densidad de frutos del mes de marzo para luego, registrar un incremento de un 61,36 % en el último mes de monitoreo (Tabla 12).

Tabla 12. Porcentaje de densidad de frutos encontrados en el bosque andino del PUFVC

| Frutos | Densidad (Frutos/ m ²) | Porcentaje (%) |
|--------|---------------------------------------|----------------|
| SEP | 44 | 100 |
| OCT | 52 | 18,18 |
| NOV | 37 | -15,91 |
| DIC | 57 | 29,55 |
| ENE | 53 | 20,45 |
| FEB | 60 | 36,36 |
| MAR | 33 | -25 |
| ABR | 71 | 61,36 |

6.5.2. Variación temporal en función de la abundancia de semillas y frutos por especie

6.5.2.1. Semillas

Las ocho especies identificadas de semillas estuvieron presentes de manera continua durante el periodo de monitoreo. La mayor presencia de semillas de *Palicourea amethystina* se presentó desde el mes de septiembre hasta enero, mientras que, *Palicourea heterochroma* registró la mayor presencia en el mes de febrero. Las especies restantes presentaron un patrón similar de presencia en las trampas, no obstante, en los últimos dos meses de monitoreo de época lluviosa *Morella interrupta* presentó la mayor cantidad de semillas en las trampas, siendo su pico más alto el mes de marzo (Figura 16).

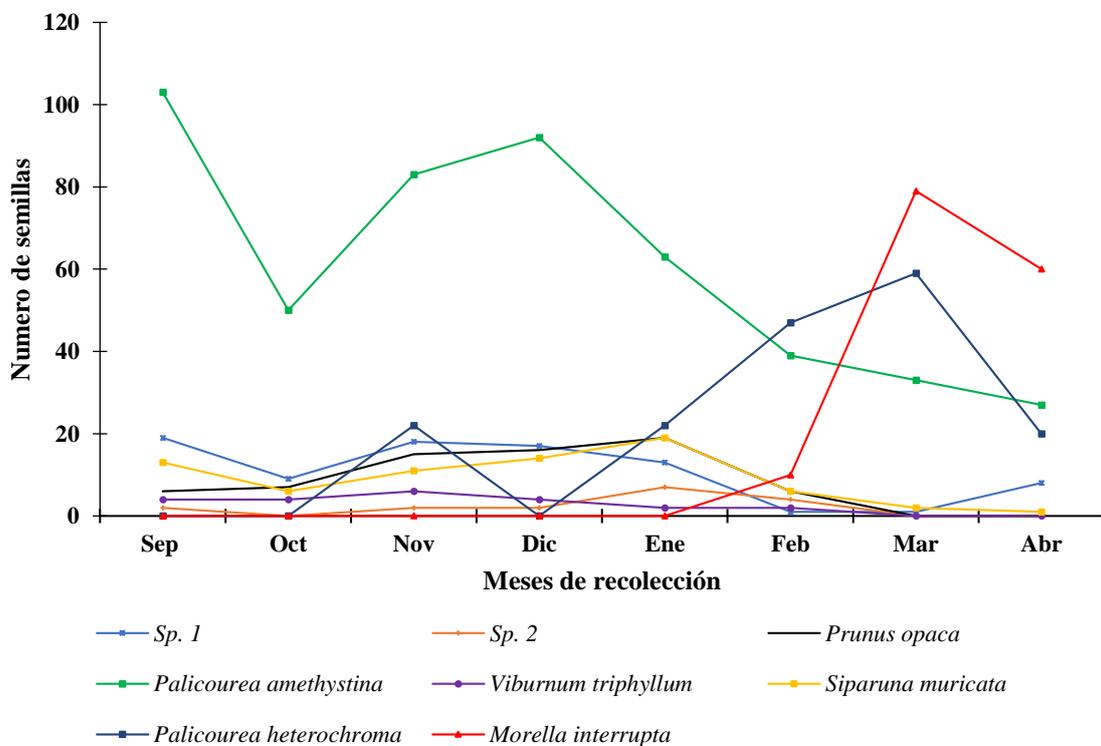


Figura 14. Abundancia de semillas colectadas en bosque andino del PUFVC.

La abundancia de semillas de especies como Sp. 1 (19), Sp. 2 (2), *Prunus opaca* (6), *Palicourea amethystina* (103), *Viburnum triphyllum* (4) y *Siparuna muricata* (13) empieza a decrecer a partir del mes de octubre, mientras que en el caso de *Palicourea heterochroma* (22) inició se incrementa en noviembre y para *Morella interrupta* (10) fue en febrero. Algunas especies como Sp. 1 registraron disminuciones en todos los meses siendo el registro máximo del 94,74 % en febrero y marzo. La Sp. 2 registra su máximo aumento de abundancia en enero del 250 % y su máxima disminución del 100 % en octubre, marzo y abril. *Prunus opaca* obtuvo su máximo aumento en enero con un incremento de hasta el 216,67 % y su máxima disminución

en marzo y abril del 100 %. Como se puede observar en la Tabla 13, la variabilidad de la abundancia de las semillas de las especies es alta registrando valores bajos hasta incrementos de más del 100 %.

Tabla 13. Porcentaje de abundancia de semillas por especie encontradas en el bosque andino del PUFVC

| Nombre científico | Sp. 1 | Sp. 2 | <i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp. | <i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC. | <i>Viburnum triphyllum</i> Benth. | <i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC. | <i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause | <i>Morella interrupta</i> (Benth.) Læggaard | |
|-------------------|-------|--------|------------------------------------|---|-----------------------------------|---|--|---|-----|
| Sep | A | 19 | 2 | 6 | 103 | 4 | 13 | 0 | 0 |
| | % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | - |
| Oct | A | 9 | 0 | 7 | 50 | 4 | 6 | 0 | 0 |
| | % | -52,63 | -100 | 16,67 | -51,46 | 0 | -53,85 | - | - |
| Nov | A | 18 | 2 | 15 | 83 | 6 | 11 | 22 | 0 |
| | % | -5,26 | 0 | 150 | -19,42 | 50 | -15,38 | 100 | - |
| Dic | A | 17 | 2 | 16 | 92 | 4 | 14 | 0 | 0 |
| | % | -10,53 | 0 | 166,67 | -10,68 | 0 | 7,69 | -100 | - |
| Ene | A | 13 | 7 | 19 | 63 | 2 | 19 | 22 | 0 |
| | % | -31,58 | 250 | 216,67 | -38,83 | -50 | 46,15 | 0 | - |
| Feb | A | 1 | 4 | 6 | 39 | 2 | 6 | 47 | 10 |
| | % | -94,74 | 100 | 0 | -62,14 | -50 | -53,85 | 113,64 | 100 |
| Mar | A | 1 | 0 | 0 | 33 | 0 | 2 | 59 | 79 |
| | % | -94,74 | -100 | -100 | -67,96 | -100 | -84,62 | 168,18 | 690 |
| Abril | A | 8 | 0 | 0 | 27 | 0 | 1 | 20 | 60 |
| | % | -57,89 | -100 | -100 | -73,79 | -100 | -92,31 | -9,09 | 500 |

Nota: A: Abundancia; %: Porcentaje

6.5.2.2. Frutos

Con respecto a los frutos, de las cinco especies identificadas, se registró la presencia de *Alnus acuminata* por sobre el resto de especies tanto en la estación seca como en la lluviosa, excluyendo el mes de diciembre. *Clusia alata* fue la especie que reportó la mayor abundancia en el mes de diciembre que coincide con el inicio de la época lluviosa, el resto de las especies se encontraron de manera similar a lo largo del periodo de monitoreo (Figura 17).

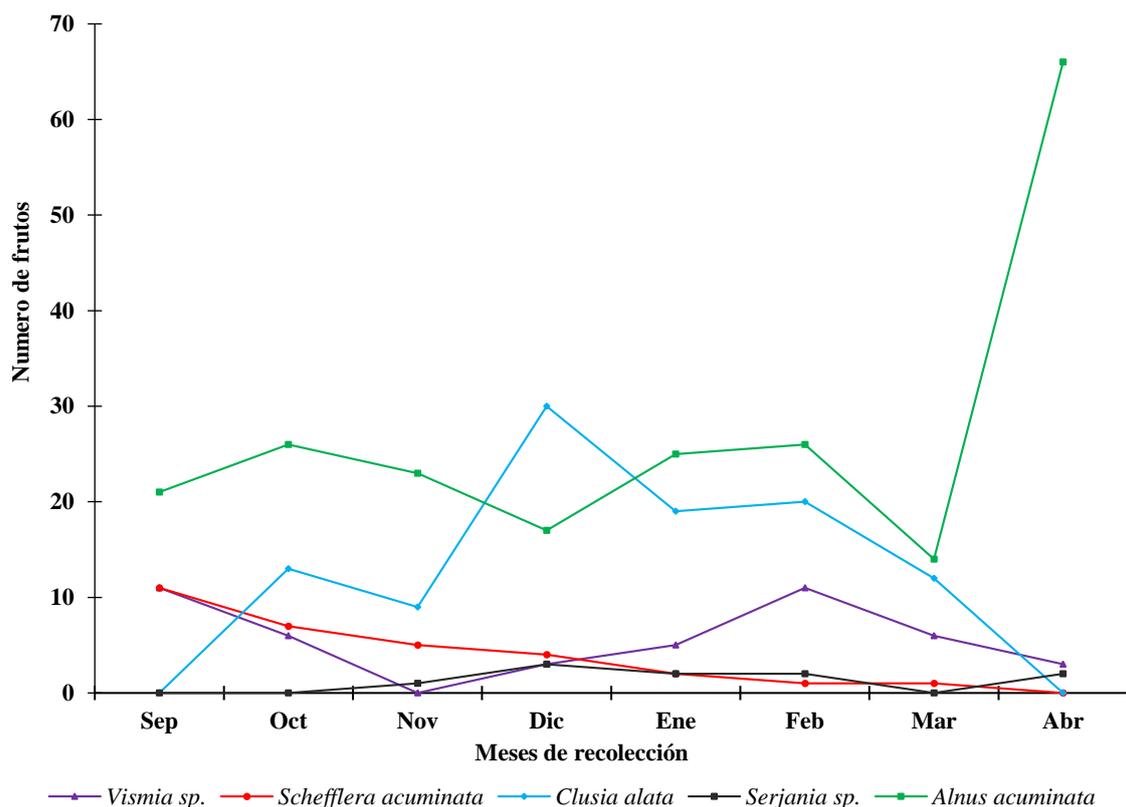


Figura 15. Abundancia de frutos colectados en bosque andino del PUFVC.

Especies como *Vismia* sp. mostraron una variabilidad considerable ya que la mayoría de los meses se produce una disminución respecto a su abundancia, a excepción del mes de febrero en donde se incrementa el registro del número de frutos. Especies como *Schefflera acuminata* a partir del mes de octubre registran una considerable reducción en la presencia de frutos en las trampas de lluvia de semillas. *Clusia alata* registró incrementos desde octubre hasta que empieza una disminución del 100 % en abril. La Tabla 14, muestra la cuantificación de la variabilidad en la presencia de frutos de las especies recolectadas en las trampas de semillas del bosque andino del PUFVC.

Tabla 14. Porcentaje de abundancia de frutos por especie encontrados en el bosque andino del PUFVC

| Nombre científico | <i>Vismia</i> sp. | <i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms | <i>Clusia alata</i> Planch. & Triana | <i>Serjania</i> sp. | <i>Alnus acuminata</i> Kunth |
|-------------------|-------------------|--|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Sep | A 11 | 11 | 0 | 0 | 21 |
| | % 100 | 100 | - | - | 100 |
| Oct | A 6 | 7 | 13 | 0 | 26 |
| | % -45,45 | -36,36 | 100 | - | 23,81 |
| Nov | A 0 | 5 | 9 | 1 | 23 |
| | % -100 | -54,55 | -30,77 | 100 | 9,52 |
| Dic | A 3 | 4 | 30 | 3 | 17 |

| | | | | | | |
|-----|---|--------|--------|--------|------|--------|
| | % | -72,73 | -63,64 | 130,77 | 200 | -19,05 |
| Ene | A | 5 | 2 | 19 | 2 | 25 |
| | % | -54,55 | -81,82 | 46,15 | 100 | 19,05 |
| Feb | A | 11 | 1 | 20 | 2 | 26 |
| | % | 0 | -90,91 | 53,85 | 100 | 23,81 |
| Mar | A | 6 | 1 | 12 | 0 | 14 |
| | % | -45,45 | -90,91 | -7,69 | -100 | -33,33 |
| Abr | A | 3 | 0 | 0 | 2 | 66 |
| | % | -72,73 | -100 | -100 | 100 | 214,29 |

Nota: A: Abundancia; %: Porcentaje

7. Discusión

7.1. Determinación del tipo de semilla que se dispersan en el bosque andino del PUFVC

La lluvia de semillas del PUFVC, se caracterizó por la presencia de ocho tipos de semillas, las formas más características fueron la angulosa y la ovoide, con pesos que oscilaron entre <0,0001 kg a 0,1989 kg. Estos atributos pueden estar relacionados con los mecanismos de dispersión, ya que podrían influir en la capacidad de las semillas al momento de aprovechar los distintos mecanismos de dispersión, como el viento, gravedad, agua y la fauna. Rodríguez-Santamaría et al. (2006) y Pérez Ríos (2006), manifiestan que la morfología de las semillas permite utilizar diversos medios de dispersión, llegando a zonas más alejadas. De igual manera, los resultados obtenidos en nuestro estudio coinciden en que la morfología de las semillas puede facilitar la dispersión. Como en el caso de las semillas angulosas y ovoides, las cuales se dispersaron de mejor forma debido a su morfología.

Un estudio realizado por Bonvissuto y Busso (2007), indica que la dispersión por viento esta determina por factores como la velocidad y dirección del viento en combinación con la altura de la fuente semillera y la morfología de las diásporas. Nuestro estudio está de acuerdo en los cuatro factores mencionados; sin embargo, también se sugiere que se debe tener en cuenta el tamaño y peso de la diáspora, ya que, si esta llega a ser muy pesada y grande, se le dificultaría llegar a lugares más lejanos. En contraste, la dispersión por viento es posible en algunas diásporas de tamaño pequeño y con la morfología correcta, sin embargo, se debe tener en cuenta otros mecanismos de dispersión en el PUFVC.

Muñoz et al. (2022) manifiestan en su estudio, que los rasgos de la dispersión de especies del bosque andino del PUFVC dependen en gran medida de la fauna, principalmente de aves y mamíferos. De igual manera, los resultados obtenidos en este estudio, concuerdan con lo mencionado por ellos. Se observó que algunas especies presentaron frutos carnosos, los cuales son muy llamativos y pueden atraer a distintos mamíferos del parque para consumirlos e iniciar un proceso de dispersión. Lo mismo llegaría a suceder con las aves, ya que se encontraron diferentes tipos de semillas, que pueden ser muy llamativas para estas, incentivando a consumirlas y posterior dispersión.

La abundancia total registrada de diásporas en la lluvia de semillas del PUFVC, fue de 1 482, de los cuales 1 075 fueron semillas y 407 frutos, durante 8 meses y utilizando 8 trampas de 1 m², teniendo menor recolección que Blackham et al. (2013), los cuales registraron un total de 61 149 semillas en un año y utilizando 100 trampas de 1 m², observándose una gran

diferencia de la lluvia de semillas en un bosque andino en Ecuador y una zona degradada en Indonesia. Sin embargo, en el caso de Rodríguez-Santamaría et al. (2006), registraron 51 489 semillas en un bosque de niebla de Colombia, durante 7 meses y utilizando 16 trampas de 1,25 m². La diferencia de valores entre los estudios puede deberse a factores de cada zona, como es la riqueza de especies, la fenología de estas, las condiciones climáticas, el área de estudio y los mecanismos de dispersión, que afectan directamente en la lluvia de semillas.

Se registraron 13 especies, representadas en diez familias botánicas: Rosaceae, Rubiaceae, Viburnaceae, Siparunaceae, Myricaceae, Hypericaceae, Araliaceae, Clusiaceae, Sapindaceae y Betulaceae, destacando la familia Rubiaceae por la abundancia de especies y semillas. La predominancia de estas familias en la lluvia de semillas del PUFVC se debe a la abundancia y presencia de individuos adultos dentro del área de estudio, lo que está acorde con lo mencionado por Aguirre-Mendoza et al. (2017), quienes destacaron que entre las familias botánicas más diversas del componente leñoso del bosque montano del PUFVC se encuentran: Rubiaceae, Araliaceae, Clusiaceae y Rosaceae.

Sobre la vegetación cercana a las trampas para el monitoreo de la lluvia de semillas, las especies con mayor abundancia fueron *Palicourea amethystina* y *Palicourea heterochroma*, lo que está relacionado directamente con su presencia dentro del área estudiada; además, se observó una gran cantidad de fructificación de estas especies durante diferentes periodos de tiempo, existiendo una relación directa entre los ciclos fenológicos con las especies que conforman la lluvia de semillas. Así mismo, *Alnus acuminata* y *Clusia alata* presentaron la mayor abundancia de frutos y de tamaño considerable, por lo cual no llegan a dispersarse a grandes distancias y caen cerca del árbol madre, permitiendo obtener una mayor recolección y abundancia en las trampas. Los procesos fenológicos permiten comprender de mejor manera la dinámica de la lluvia de semillas, como lo mencionan Casiano-Dominguez y Paz-Pellat (2018), que concuerdan en la importancia de estudiar la fenología para comprender los momentos óptimos de desarrollo y producción de la vegetación, así como el estudio de lluvias de semillas.

La variabilidad en la abundancia de las diásporas recolectadas en las trampas, pueden deberse a la ubicación de cada trampa, como menciona Arias-García (2006), indicando que en algunos casos la distancia de los árboles a las trampas de semillas, explicaría las diferencias en abundancia de diásporas. Esto explica las altas densidades de diásporas en las trampas ubicadas bajo árboles. También la topografía de las zonas juega un papel importante, según menciona

Romero (2018), debido a que las micro elevaciones y depresiones de nivel pudieran aumentar la caída de diásporas por viento en las trampas de semillas.

En relación a la distribución espacial de semillas y frutos se evidenció una variación significativa en la abundancia de cada trampa. De acuerdo al análisis de conglomerados, se agruparon trampas con una mayor abundancia versus aquellas trampas con una menor abundancia. Este comportamiento en las trampas puede estar relacionado con las especies vegetales que se encontraron cerca de las trampas, la fenología de las especies, el tipo de dispersión y la inclinación del terreno. Estos hallados en nuestro estudio coinciden con lo propuesto por Romero (2018) quien manifiesta, que la disparidad en las trampas puede deberse a la composición florística del entorno y a los terrenos inclinados en las distintas zonas, afectando la producción y dispersión de diásporas.

Así mismo, Flores y Dezzeo (2005), indican que el flujo en la lluvia de semillas de una comunidad vegetal es espacialmente heterogéneo y su distribución espacial depende del modo de dispersión y del papel de los agentes dispersores. El estudio del PUFVC apoya esta afirmación, ya que los resultados obtenidos demuestran que existen una heterogeneidad en la distribución de semillas y frutos, la cual esta influenciada por los tipos de dispersores, como las aves y mamíferos, que afectan en la acumulación de diásporas en distintas trampas.

7.2. Variación temporal de lluvia de semillas con relación a la densidad y abundancia del tipo de semillas del bosque andino del PUFVC

Durante los ocho meses de recolección se registró una variación temporal tanto en la cantidad de semillas como en los frutos, la época de floración y fructificación de las especies es fundamental en el aporte de las diásporas en la lluvia de semillas. La temporalidad de producción de semillas y frutos depende directamente de la fase fenológica, por ejemplo, el mes de marzo presentó la mayor cantidad de semillas (174 semillas), mientras que el mes de octubre reportó la menor cantidad (76 semillas). En el caso de los frutos, el mes de marzo presentó la menor cantidad (33 frutos), mientras que el mes de abril registró la mayor cantidad (71 frutos), esto está relacionado con la fenología reproductiva de las especies en la zona, concordando con Bonvissuto y Busso (2007), quienes resaltan la importancia de conocer las épocas reproductivas de los diferentes estratos del bosque, además mencionan que el tiempo de madurez de las diásporas es un componente importante en la lluvia de semillas, ya que hay diásporas que se liberan tan pronto como maduran y otros necesitan un tiempo de post-maduración, liberándose lentamente a lo largo de un período prolongado, debido a esto se encontraron especies que

tienen gran abundancia de diásporas en un largo periodo y otras que tuvieron mayor abundancia en periodos específicos.

Palicourea amethystina presentó la mayor cantidad de semillas desde el mes de septiembre hasta enero, esto se debe a que esta especie tuvo una fructificación prolongada durante el monitoreo y está presente en las diferentes áreas de estudio, por lo cual se pudo registrar mayor abundancia en diferentes periodos de tiempo, comprobando que se trata de una especie muy importante para el bosque andino del PUFVC. A partir de febrero hasta abril la Sp. 1 tuvo la mayor cantidad, pudiéndose considerar que esta especie tiene una maduración y caída de semillas en un periodo concreto, por lo cual solo se registraron en una época del año específica.

Alnus acuminata presentó la mayor abundancia en todos los meses, a excepción del mes de diciembre donde *Clusia alata* presentó mayor abundancia. Esta fluctuación de diásporas puede deberse a la fenología de cada especie, como mencionan Orea et al. (2013); Casiano Domínguez y Paz Pellat (2018) y Bonvissuto y Busso (2007), resaltando que la lluvia de semillas está estrechamente relacionada con la fenología, lo que genera un patrón de mayor y menor producción de diásporas en diferentes épocas del año, incluso se menciona que para algunas especies existen intervalos de hasta dos años en los que ocurre una producción masiva de semillas, esto variando entre especies, es decir que la lluvia de semillas varía en función del tiempo y del espacio.

Otro punto a considerar en la variación temporal de la lluvia de semillas es la influencia del clima, aspecto que es manifestado por Orea et al. (2013); Rodríguez-Santamaría et al. (2006); Velázquez et al. (2015); Flores y Dezzeo (2005); Romero (2018) y Parada Quintero (2012). Las fluctuaciones a nivel temporal influyen en la abundancia de agentes dispersores como aves y mamíferos, produciendo épocas del año con gran presencia de éstos y otras épocas de ausencia, provocando menor movimiento de diásporas.

En el caso del PUFVC, Muñoz et al. (2022), mencionan que la dispersión de diásporas depende en gran medida de la fauna, por lo que es necesario investigar el papel que cumplen algunos grupos de fauna en la dispersión de las semillas de las especies vegetales que son importantes para este ecosistema. Por otra parte, Rodríguez-Santamaría et al. (2006), indican que la variación temporal se debe a factores ecológicos como la competencia, ya que la vegetación busca evitar la competencia entre especies y así garantizar el éxito en la reproducción.

8. Conclusiones

La lluvia de semillas del bosque andino en el PUFVC se caracterizó por la presencia de especies arbóreas y arbustivas representadas en un 72,54 % en el grupo semillas y 27,46 % en frutos, especies como *Palicourea amethystina*, *Palicourea heterochroma*, *Morella interrupta*, *Alnus acuminata* y *Clusia alata*, son abundantes en la lluvia de semillas, siendo consideradas como especies vegetales importantes para este ecosistema.

La lluvia de semillas se caracterizó por la presencia de semillas y frutos que poseen diversas características morfológicas, siendo las categorías ovoides y angulosas las de mayor presencia en las trampas de semillas, lo que se consideraría una característica importante que ayuda a su dispersión.

En relación a la distribución espacial, la lluvia de semillas es heterogénea, es decir existen sitios del bosque con alto número de frutos y semillas como parte de la lluvia de semillas y viceversa, lo cual podría estar influenciado por la cantidad de vegetación que se desarrolla alrededor de las trampas de semillas, el relieve del suelo, el tipo de dispersión y de la época de floración y fructificación, en donde la forma de dispersión es vital para garantizar la sobrevivencia de las especies.

La lluvia de semillas durante los meses monitoreados, fue de carácter continua; sin embargo, se evidenciaron meses en los cuales se detectó menor abundancia en las semillas y frutos de algunas especies, lo que tendría implicaciones directas en la sucesión vegetal del bosque.

La variación temporal de semillas y frutos del bosque andino del parque universitario “Francisco Vivar Castro” presenta diferencias significativas en la abundancia, mostrando que hay meses en los cuales existe gran cantidad de semillas, pero menor cantidad de frutos y viceversa, aspectos que muestran la variabilidad natural asociada a la reproducción y dispersión de la lluvia de semillas, interpretándose como indicativos de las diversas estrategias que emplean las especies para asegurar su supervivencia.

9. Recomendaciones

Continuar con el monitoreo, completando un año, lo que permitirá identificar patrones estacionales de comportamiento de algunas especies vegetales en la lluvia de semillas.

Incorporar variables como el viento, la gravedad, el agua, el papel de la fauna y estudiar su influencia en la dispersión de semillas, así se puede obtener información de cómo se realiza el desplazamiento de las semillas en el área.

Completar la información de la lluvia de semillas con estudios fenológicos que permitan identificar de mejor manera el comportamiento de la dispersión de frutos y semillas, con el propósito de comprender los procesos de regeneración natural del bosque.

Implementar este mismo estudio en otros ecosistemas del PUFVC con el propósito de generar información ecológica para la toma de decisiones para el manejo y conservación de las especies vegetales y animales que habitan estos ecosistemas.

10. Bibliografía

- Aguirre Mendoza, Z., Reyes Jiménez, B., Quizhpe Coronel, W., y Cabrera, A. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 543-556. <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24207>
- Aguirre, Z. (2019). *Métodos para medir la biodiversidad*. Primera Edición. Universidad Nacional De Loja. Ecuador. <https://acortar.link/iC4Fe0>
- Aguirre, Z., Gutiérrez, M., Gaona, T. Y Jaramillo, N. (2016). Escenarios para la enseñanza y valoración de la biodiversidad en la región sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero* 6(2), 73-87. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/231>
- Aguirre, Z., Yaguana, C. y Gaona, T. (2016). *Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación Ing. Francisco Vivar Castro*. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Arias García, A. (2006). *Lluvia de semillas bajo árboles nativos e introducidos en el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Cabo Rojo, Puerto Rico* [Tesis de maestría, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez]. Repositorio Universitario de Mayagüez-UPRM. <https://hdl.handle.net/20.500.11801/588>
- Blackham, G. V., Thomas, A., Webb, E. L., y Corlett, R. T. (2013). Seed rain into a degraded tropical peatland in Central Kalimantan, Indonesia. *Biological conservation*, 167, 215-223. <https://acortar.link/ok2uxv>
- Bonvissuto, GL, y Busso, CA. (2007). Seed rain in and between vegetation patches in arid Patagonia, Argentina. *Phyton (Buenos Aires)*, 76, 47-59. <https://acortar.link/VCPjHa>
- Bosques Andinos. (21 de octubre del 2021). *Incendios forestales de los bosques andinos*. Bosques andinos. <https://www.bosquesandinos.org/video-incendios-forestales-de-los-bosquesandinos/>
- Bosques Andinos. (19 de noviembre del 2021). *Bosques andinos: Problemática Y Caracterización*. Cooperación Suiza. <https://www.cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2021/10/Brief1envioDOBLE.pdf>
- Bubb, P., May, I., Miles, L., y Sayer, J. (2004). *Cloud Forest Agenda*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK. <https://acortar.link/45ncz5>

- Bussmann, Rainer, W. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 203-216. <https://acortar.link/qfRONa>
- Cantero Guerrero, M. M. (2017). *Lluvia de semillas en un bosque alto andino*. [Tesis de grado, Universidad ICESI]. Biblioteca digital-Universidad ICESI. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/83010
- Casiano Dominguez, M., y Paz Pellat, F. (2018). Patrones espectrales de la fenología del desarrollo vegetativo y reproductivo de árboles de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.). *Terra latinoamericana*, 36(4), 393-409. <https://acortar.link/OGiUn4>
- Cortés-Ballén, L., Camacho-Ballesteros, S., y Matoma-Cardona, M. (2020). Estudio de la composición y estructura del bosque andino localizado en Potrero Grande, Chipaque (Colombia). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1483>
- Criado Fernández de Gaceo, V. (2022). *Germinación de semillas dispersadas por aves y murciélagos frugívoros y su relación con las bacterias endófitas en los bosques en la hacienda Sebastopol, Vereda el Chircal, Zipacón, Cundinamarca*. [Tesis de grado, Universidad el Bosque]. Repositorio institucional-Universidad el Bosque. <https://acortar.link/NVTPqk>
- Doria, Jessica. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos tropicales*, 31(1), 00-00. <https://acortar.link/z0CQcr>
- Enríquez, V. (2017). *Grupos funcionales y su papel en la restauración de paisajes en la región sur del Ecuador*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital-UNL. <https://acortar.link/ZFSvNI>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2020). *El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas*. (Primera Edición). FAO and UNEP. <https://doi.org/10.4060/Ca8642es>
- Flores, Saúl, y Dezzeo, Nelda. (2005). Variaciones temporales en cantidad de semillas en el suelo y en lluvia de semillas en un gradiente bosque-sabana en la gran sabana, Venezuela. *Interciencia*, 30(1), 39-43. <https://acortar.link/Ry7JA1>

- Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Cabrera, E., Chacón- Moreno, E., Ferreira, W., Peralvo, M., Saito, J., y Tovar, A. (2009). *Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela*. Lima, Perú. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAvH, LTA-UNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL. Lima.
<https://acortar.link/WcDVHq>
- Lozano, P., Rainer, W., y Küppers, M. (2007). Diversidad florística del bosque montano en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus, Sur del Ecuador y su influencia en la flora pionera en deslizamientos naturales. *Revista UDO Agrícola*, 7 (1), 142-159.
<https://acortar.link/CpW9Ai>
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2017). *Deforestación del Ecuador Continental periodo 2014-2016*. Quito – Ecuador.
- Mendoza-Rodríguez, T., González-Dávila, R. P., Acosta-Jacome, M. V., y Recalde-Quiroz, M. (2020). Caracterización territorial de la cuenca alta del río Sábalo, Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador. *Killkana Técnica*, 4(3), 15–20.
<https://doi.org/10.26871/killkanatecnica.v4i3.762>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human Well-being: Synthesis*. Island Press. Washington, DC. <https://acortar.link/oRGwuV>
- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(2), 130-143.
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326>
- Muñoz, J., Cuenca, H., Muñoz-Chamba, L., y Aguirre, Z. (2022). Identificación de tipos funcionales de plantas en el bosque andino del Parque Universitario Francisco Vivar Castro. *Bosques Latitud Cero*, 12(2), 1-12. <https://acortar.link/SWfnDc>
- Murcia, C., y Guariguata, MR. (2014). *La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades*. Documentos Ocasionales 107. Bogor, Indonesia: CIFOR.
<https://doi.org/10.17528/cifor/004519>
- Norden, N. (2014). Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. *Colombia Forestal*, 17(2), 247-261.
<https://acortar.link/jKUb8A>

- Orea, Y. M., Castillo-Argüero, S., Álvarez-Sánchez, J., Collazo-Ortega, M., y Zavala-Hurtado, A. (2013). Lluvia y banco de semillas como facilitadores de la regeneración natural en un bosque templado de la ciudad de México. *Interciencia*, 38(6), 400-409. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5435533>
- Parada Quintero, Martha. (2012). Análisis comparativo de la lluvia de semillas de *Gaiadendron punctatum* (Ruiz & Pavón) G. Don. (Loranthaceae) Y *Ternstroemia meridionalis* Mutis Ex L.F. (Theaceae) En El Parque Natural Municipal Ranchería (Boyacá), Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 17(1), 159-172. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2012000100012&lng=en&tlng=es.
- Pérez Ríos, M. A. (2006). *Remoción y lluvia de semillas en etapas sucesionales de bosque de niebla en sierra norte, Oaxaca*. [Tesis de posgrado, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca] Repositorio Institucional de Literatura del IPN-CIIDIR Unidad Oaxaca. http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/29
- Pérez-Vega, A., Regil García, H. H., y Mas, J. F. (2020). Degradación Ambiental Por Procesos De Cambios De Uso Y Cubierta Del Suelo Desde Una Perspectiva Espacial En El Estado De Guanajuato, México. *Investigaciones Geográficas*, (103). <https://doi.org/10.14350/rig.60150>
- Programa Bosques Andinos. (2021). *Nuestros Bosques Andinos: construyendo bienestar y sostenibilidad en comunidad*. <https://www.bosquesandinos.org/pba/Documentos/3/BosquesAndinos.html>
- Ramírez Padilla, Bernardo y R.I., Goyes. (2004). *Botánica. Generalidades, morfología y anatomía de plantas superiores*. (Primera edición). Universidad de Cauca. <https://acortar.link/cVj5Tp>
- Rodríguez-Ruíz, E. R., Vaquera-Huerta, H., Venegas-Barrera, C. S., Cervantes-Ortíz, F., Poot-Poot, W. A., y Rangel-Lucio, J. A. (2023). Morfometría de fruto y semilla de poblaciones de *Ferocactus pilosus* del altiplano Tamaulipeco. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 14(1), 39-49. <https://acortar.link/Y4opFW>
- Rodríguez-Santamaría, M. F., Puentes-Aguilar, J. M., y Cortés-Pérez, F. (2006). Caracterización temporal de la lluvia de semillas en un bosque nublado del cerro de

- Mamapacha (Boyacá-Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 30(117), 619-624. <https://acortar.link/dXjw4z>
- Romero, D. O. (2018). *¿Las perchas artificiales simples para aves aumentan la lluvia de semillas en un pastizal del Bosque Seco Tropical en la Mesa de los Santos, Santander, Colombia?* [Tesis doctoral, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional Javeriano. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/40134>
- Sabogal, C., Besacier, C., y McGuire, D. (2015). Restauración de bosques y paisajes: conceptos, enfoques y desafíos que plantea su ejecución. *Unasylva*, 66(245), 3-10. <https://acortar.link/PaalXn>
- Serrada, R. (2003). Regeneración natural: Situaciones, concepto, factores y evaluación. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 15, 11-16. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7455748>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias [SNGRE]. (2014). *Incendios Forestales*. Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/incendios-forestales/>
- Sierra, M. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental*. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia. Quito, Ecuador. <https://acortar.link/Eaaw9G>
- Sierra, R., Calva, O. y Guevara, A. (2021). *La Deforestación en el Ecuador, 1990-2018. Factores promotores y tendencias recientes*. Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador (MAAE), Ministerio de Agricultura del Ecuador (MAG), en el marco de la implementación del Programa Integral Amazónico de Conservación de Bosques y Producción Sostenible. Quito, Ecuador. <https://acortar.link/RXO4nx>
- Vargas Ríos, Orlando. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221-246. <https://acortar.link/3MCKle>
- Velázquez, M., Naranjo, M., Gámez, L. y Murillo, J. (2015). Lluvia de semillas en una selva nublada y en un bosque secundario en los Andes venezolanos. *Ecotropicos*, 28(1-2), 1-13. <https://acortar.link/kd8VF4>
- Villacorta, R. G., y Urrutia, G. G. (2010). *Identificación de los Procesos Ecológicos y Evolutivos Esenciales para la Persistencia y Conservación de la Biodiversidad en la*

Región Loreto, Amazonía, Perú. Gobierno Regional de Loreto, Procrel.
<https://acortar.link/OLGxyR>

11. Anexos

Anexo 1. Medidas resumen en la dispersión de semillas por trampa en el bosque andino del PUFVC.

Medidas resumen

| Trampa | Variable | Media | D.E. | CV | Mín | Máx | Mediana |
|--------|------------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|
| A | Abundancia | 34,88 | 20,94 | 60,04 | 14,00 | 65,00 | 29,50 |
| E | Abundancia | 29,88 | 14,33 | 47,96 | 14,00 | 52,00 | 27,00 |
| G | Abundancia | 5,00 | 5,35 | 106,90 | 0,00 | 13,00 | 3,50 |
| I | Abundancia | 9,50 | 10,04 | 105,71 | 0,00 | 29,00 | 7,00 |
| Q | Abundancia | 0,50 | 0,93 | 185,16 | 0,00 | 2,00 | 0,00 |
| S | Abundancia | 19,88 | 10,03 | 50,49 | 6,00 | 35,00 | 19,50 |
| U | Abundancia | 0,13 | 0,35 | 282,84 | 0,00 | 1,00 | 0,00 |
| Y | Abundancia | 34,63 | 21,68 | 62,61 | 9,00 | 79,00 | 31,50 |

Anexo 2. Análisis de Kruskal-Wallis en la dispersión de semillas por trampa en el bosque andino del PUFVC.

Prueba de Kruskal Wallis

| Variable | Trampa | Medias | D.E. | Medianas | p |
|------------|--------|--------|-------|----------|--------|
| Abundancia | A | 34,88 | 20,94 | 29,50 | 0,0001 |
| Abundancia | E | 29,88 | 14,33 | 27,00 | |
| Abundancia | G | 5,00 | 5,35 | 3,50 | |
| Abundancia | I | 9,50 | 10,04 | 7,00 | |
| Abundancia | S | 19,88 | 10,03 | 19,50 | |
| Abundancia | Y | 34,63 | 21,68 | 31,50 | |

Trat. Ranks

| | | |
|---|-------|-----|
| G | 8,31 | A |
| I | 13,44 | A B |
| S | 25,69 | B C |
| E | 32,56 | C |
| A | 33,25 | C |
| Y | 33,75 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 3. Medidas resumen en la dispersión de frutos por trampa en el bosque andino del PUFVC.

Medidas resumen

| Trampa | Variable | Media | D.E. | CV | Mín | Máx | Mediana |
|--------|------------|-------|-------|--------|------|-------|---------|
| A | Abundancia | 2,88 | 2,53 | 88,07 | 0,00 | 7,00 | 2,50 |
| E | Abundancia | 13,00 | 10,03 | 77,14 | 0,00 | 30,00 | 12,50 |
| G | Abundancia | 4,75 | 4,53 | 95,32 | 0,00 | 14,00 | 3,00 |
| I | Abundancia | 14,38 | 9,38 | 65,25 | 7,00 | 37,00 | 11,50 |
| Q | Abundancia | 3,88 | 3,72 | 96,00 | 0,00 | 11,00 | 3,00 |
| S | Abundancia | 9,50 | 5,04 | 53,08 | 3,00 | 19,00 | 8,00 |
| U | Abundancia | 0,13 | 0,35 | 282,84 | 0,00 | 1,00 | 0,00 |
| Y | Abundancia | 2,38 | 2,72 | 114,62 | 0,00 | 8,00 | 2,00 |

Anexo 4. Análisis de Kruskal-Wallis en la dispersión de frutos por trampa en el bosque andino del PUFVC.

Prueba de Kruskal Wallis

| Variable | Trampa | Medias | D.E. | Medianas | p |
|--------------|--------|--------|-------|----------|--------|
| Abundancia A | | 2,88 | 2,53 | 2,50 | 0,0005 |
| Abundancia E | | 13,00 | 10,03 | 12,50 | |
| Abundancia G | | 4,75 | 4,53 | 3,00 | |
| Abundancia I | | 14,38 | 9,38 | 11,50 | |
| Abundancia Q | | 3,88 | 3,72 | 3,00 | |
| Abundancia S | | 9,50 | 5,04 | 8,00 | |
| Abundancia Y | | 2,38 | 2,72 | 2,00 | |

| Trat. | Ranks |
|-------|-----------|
| Y | 15,69 A |
| A | 17,75 A |
| Q | 21,00 A |
| G | 24,56 A B |
| S | 37,50 B C |
| E | 38,44 B C |
| I | 44,56 C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 5. Medidas resumen del análisis de la abundancia de semillas por especie en el PUFVC.

Medidas resumen

| Especies | Variable | Media | D.E. | CV | Mín | Máx | Mediana |
|-------------------------|------------|-------|-------|--------|-------|--------|---------|
| Morella interrupta | Abundancia | 18,63 | 32,00 | 171,79 | 0,00 | 79,00 | 0,00 |
| Palicourea amethystina | Abundancia | 21,25 | 22,19 | 104,40 | 0,00 | 59,00 | 21,00 |
| Palicourea heterochroma | Abundancia | 61,25 | 28,68 | 46,82 | 27,00 | 103,00 | 56,50 |
| Prunus opaca | Abundancia | 8,63 | 7,25 | 84,05 | 0,00 | 19,00 | 6,50 |
| Siparuna muricata | Abundancia | 9,00 | 6,28 | 69,77 | 1,00 | 19,00 | 8,50 |
| Sp.1 | Abundancia | 10,75 | 7,23 | 67,22 | 1,00 | 19,00 | 11,00 |
| Sp.2 | Abundancia | 2,13 | 2,42 | 113,72 | 0,00 | 7,00 | 2,00 |
| Viburnum triphyllum | Abundancia | 2,75 | 2,12 | 77,14 | 0,00 | 6,00 | 3,00 |

Anexo 6. Análisis de Kruskal-Wallis de la abundancia de semillas por especie en el PUFVC.

Prueba de Kruskal Wallis

| Variable | Especies | Medias | D.E. | Medianas | p |
|------------------------------------|----------|--------|-------|----------|--------|
| Abundancia Morella interrupta | | 18,63 | 32,00 | 0,00 | 0,0006 |
| Abundancia Palicourea amethystina | | 61,25 | 28,68 | 56,50 | |
| Abundancia Palicourea heterochroma | | 21,25 | 22,19 | 21,00 | |
| Abundancia Prunus opaca | | 8,63 | 7,25 | 6,50 | |
| Abundancia Siparuna muricata | | 9,00 | 6,28 | 8,50 | |
| Abundancia Sp.1 | | 10,75 | 7,23 | 11,00 | |
| Abundancia Sp.2 | | 2,13 | 2,42 | 2,00 | |
| Abundancia Viburnum triphyllum | | 2,75 | 2,12 | 3,00 | |

| Trat. | Ranks |
|-------------------------|---------|
| Sp.2 | 18,69 A |
| Viburnum triphyllum | 21,19 A |
| Morella interrupta | 24,75 A |
| Prunus opaca | 30,94 A |
| Siparuna muricata | 33,75 A |
| Sp.1 | 35,81 A |
| Palicourea heterochroma | 36,38 A |
| Palicourea amethystina | 58,50 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 7. Medidas resumen del análisis de la abundancia de frutos por especie en PUFVC.

Medidas resumen

| Especies | Variable | Media | D.E. | CV | Min | Máx | Mediana |
|----------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Alnus acuminata | Abundancia | 27,25 | 16,25 | 59,62 | 14,00 | 66,00 | 24,00 |
| Clusia alata | Abundancia | 12,88 | 10,20 | 79,26 | 0,00 | 30,00 | 12,50 |
| Schefflera acuminata | Abundancia | 3,88 | 3,72 | 96,00 | 0,00 | 11,00 | 3,00 |
| Serjania sp. | Abundancia | 1,25 | 1,16 | 93,20 | 0,00 | 3,00 | 1,50 |
| Vismia sp. | Abundancia | 5,63 | 3,85 | 68,48 | 0,00 | 11,00 | 5,50 |

Anexo 8. Análisis de Kruskal-Wallis de la abundancia de frutos por especie en PUFVC.

Prueba de Kruskal Wallis

| Variable | Especies | N | Medias | D.E. | Medianas | p |
|------------|----------------------|---|--------|-------|----------|--------|
| Abundancia | Alnus acuminata | 8 | 27,25 | 16,25 | 24,00 | 0,0001 |
| Abundancia | Clusia alata | 8 | 12,88 | 10,20 | 12,50 | |
| Abundancia | Schefflera acuminata | 8 | 3,88 | 3,72 | 3,00 | |
| Abundancia | Serjania sp. | 8 | 1,25 | 1,16 | 1,50 | |
| Abundancia | Vismia sp. | 8 | 5,63 | 3,85 | 5,50 | |

| Trat. | Ranks |
|----------------------|-----------|
| Serjania sp. | 9,31 A |
| Schefflera acuminata | 15,13 A B |
| Vismia sp. | 18,81 A B |
| Clusia alata | 24,13 B C |
| Alnus acuminata | 35,13 C |

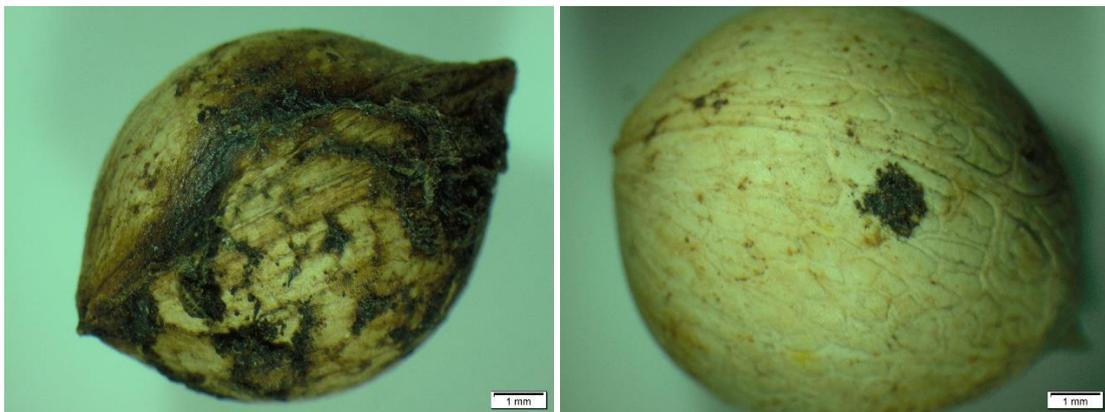
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 9. Medidas resumen del peso por especie de semillas.

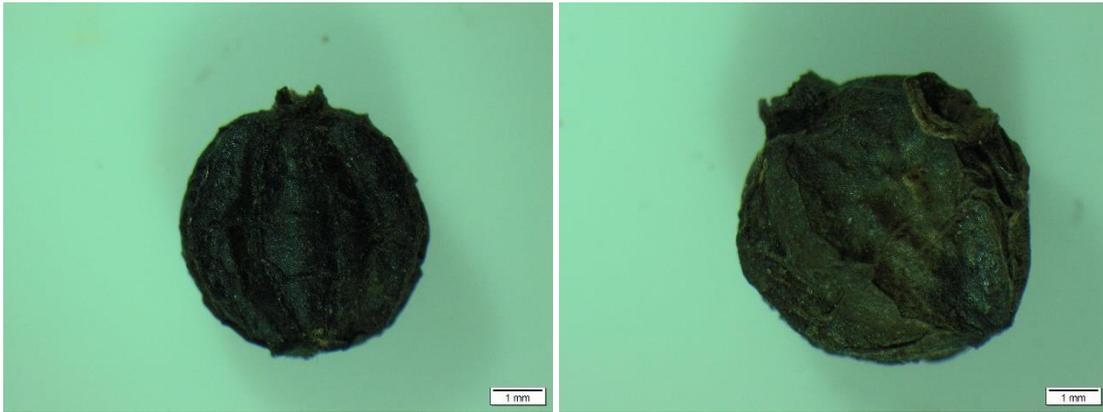
Medidas resumen

| Especies | Variable | Media | D.E. | Min | Máx |
|-------------------------|------------|---------|---------|---------|---------|
| Alnus acuminata | Pesos (Kg) | 1,0E-04 | 0,00 | 1,0E-04 | 1,0E-04 |
| Clusia alata | Pesos (Kg) | 4,1E-03 | 2,2E-03 | 1,8E-03 | 0,01 |
| Morella interrupta | Pesos (Kg) | 0,01 | 3,5E-03 | 0,01 | 0,02 |
| Palicourea amethystina | Pesos (Kg) | 0,02 | 3,7E-03 | 0,02 | 0,03 |
| Palicourea heterochroma | Pesos (Kg) | 0,01 | 3,6E-03 | 4,8E-03 | 0,02 |
| Prunus opaca | Pesos (Kg) | 0,20 | 0,10 | 0,08 | 0,37 |
| Schefflera acuminata | Pesos (Kg) | 2,7E-03 | 7,6E-04 | 1,5E-03 | 3,5E-03 |
| Serjania sp. | Pesos (Kg) | 0,11 | 0,10 | 0,03 | 0,28 |
| Siparuna muricata | Pesos (Kg) | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,04 |
| Sp. 1 | Pesos (Kg) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Sp. 2 | Pesos (Kg) | 0,05 | 0,01 | 0,04 | 0,07 |
| Viburnum triphyllum | Pesos (Kg) | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,04 |
| Vismia sp. | Pesos (Kg) | 1,4E-03 | 3,6E-04 | 1,1E-03 | 1,9E-03 |

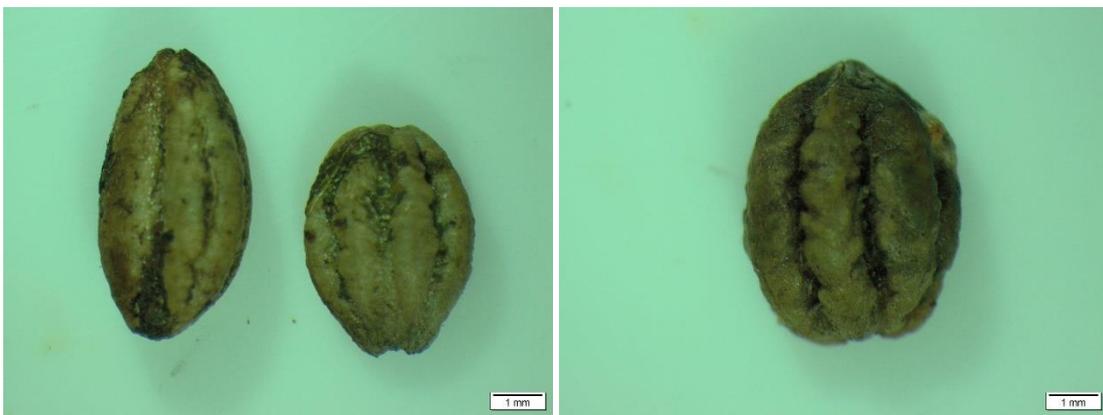
Anexo 10. Semilla de *Prunus opaca*.



Anexo 11. Semilla de *Palicourea amethystina*.



Anexo 12. Semilla de *Palicourea heterochroma*.



Anexo 13. Semilla de *Siparuna muricata*.



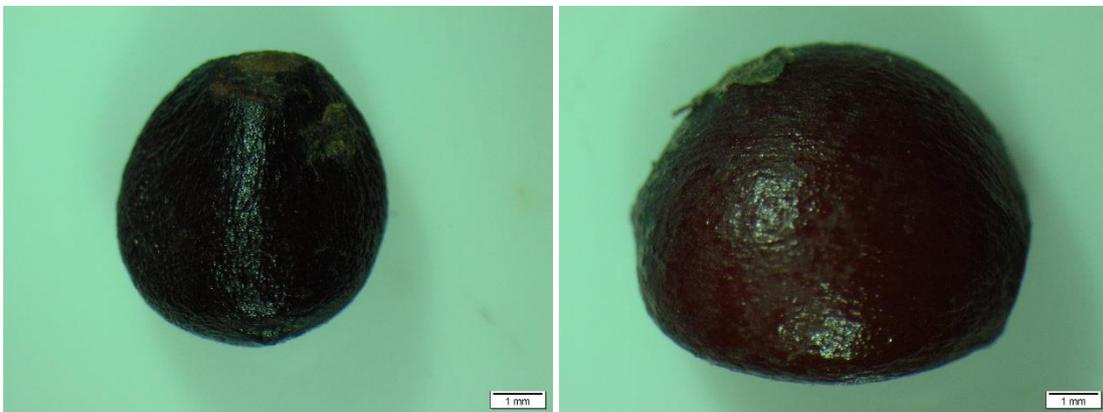
Anexo 14. Fruto de *Alnus acuminata*.



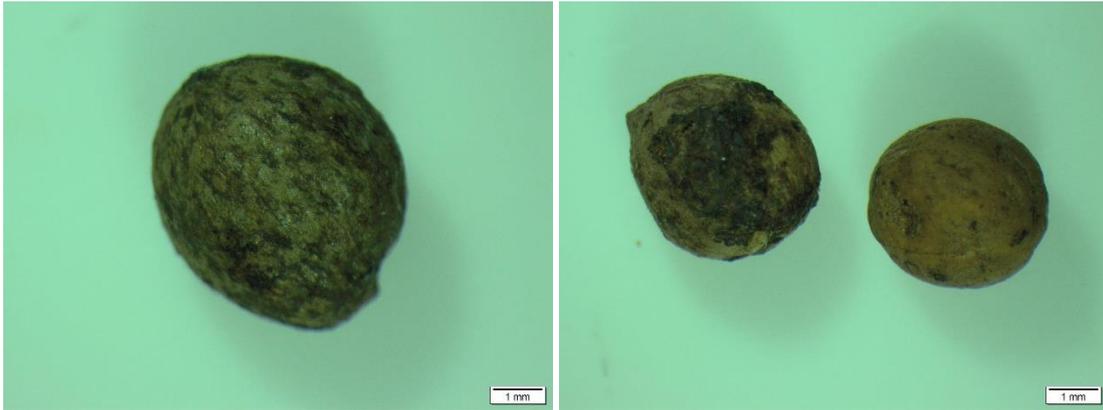
Anexo 15. Semilla de *Viburnum triphyllum*.



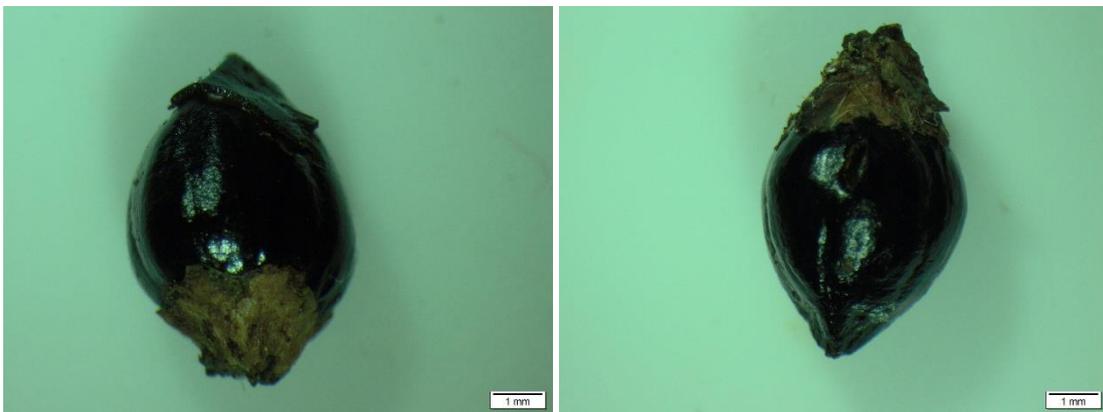
Anexo 16. Semilla de Sp. 2.



Anexo 17. Semilla de *Morella interrupta*.



Anexo 18. Semilla de Sp. 1.



Anexo 19. Semilla de *Vismia* sp.



Anexo 20. Semilla de *Clusia alata*.



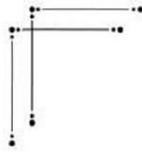
Anexo 21. Semilla de *Schefflera acuminata*.



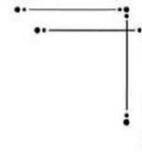
Anexo 22. Fruto de *Serjania* sp.



Anexo 23. Certificación de la traducción en Inglés.



Universidad
Nacional
de Loja



Loja, 25 de julio de 2024

Lic. Marlon Armijos Ramírez Mgs.
**DOCENTE DE PEDAGOGIA DE LOS IDIOMAS
NACIONALES Y EXTRANJEROS – UNL**

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular: **Caracterización temporal de la lluvia de semillas en el bosque andino del parque universitario Francisco Vivar Castro**, autoría de Oscar Eduardo Tenicela Jimenez, con CI: 1106080144 de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja.

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

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
MARLON RICHARD
ARMIJOS RAMIREZ

MARLON ARMIJOS RAMÍREZ
DOCENTE DE LA CARRERA PINE-UNL
1031-12-1131340
1031-2017-1905329



Educamos para Transformar

