



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

Fenología y productividad de siete especies forestales del bosque andino en el
Parque Universitario Francisco Vivar Castro

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniera Forestal

AUTORA:

Evelin Dayana Ulloa Jumbo

DIRECTORA:

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2025

Certificación

Loja, 21 de febrero de 2025

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del trabajo de Integración Curricular o de Titulación: **Fenología y productividad de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro**, previa a la obtención del título de **Ingeniería Forestal**, de la autoría de la estudiante **Evelin Dayana Ulloa Jumbo**, con cédula de identidad Nro. **1150837647**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Evelin Dayana Ulloa Jumbo** declaro ser autora del presente trabajo de integración curricular o de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi trabajo de integración curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de Identidad: 1150837647

Fecha: 21 de febrero del 2025

Correo electrónico: evelin.ulloa@unl.edu.ec

Teléfono/Celular: 0988787581

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

Yo, **Evelin Dayana Ulloa Jumbo** declaro ser autora del trabajo de integración curricular denominado “**Fenología y productividad de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro**”, como requisito para optar el título de **Ingeniera Forestal**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

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

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del trabajo de integración curricular o de titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 21 días de febrero del dos mil veinticinco.

Firma:



Autora: Evelin Dayana Ulloa Jumbo

Cédula: 1150837647

Dirección: Barrio Tierras Coloradas

Correo electrónico: evelin.ulloa@unl.edu.ec

Teléfono/Celular: 0988787581

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del trabajo de integración curricular: Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación, en primer lugar, a Dios, quien ha guiado cada uno de mis pasos, brindándome fortaleza y sabiduría para enfrentar los desafíos del camino.

A mis padres, Teresa y Jorge, cuyo amor incondicional, esfuerzo y dedicación han sido el motor que me impulsa a alcanzar mis metas. Su ejemplo y apoyo constante han sido mi mayor inspiración.

A mis hermanos Jorge, Ángel, Gabriel y Andrés, por su confianza en mis capacidades y por estar siempre presentes, alentándome a superar cada reto con valentía.

A mis amigos y demás familiares, por su cariño, palabras de aliento y apoyo desinteresado, que han sido clave para llegar a este momento tan significativo.

A todos ustedes, gracias por ser mi mayor fuente de motivación y fortaleza.

Evelin Dayana Ulloa Jumbo

Agradecimiento

Al llegar a este punto culminante de mi educación profesional, expreso mi más profundo agradecimiento a Dios quien ha sido mi guía y fortaleza en los momentos difíciles, dándome la sabiduría y el ánimo necesario para superar cada desafío y culminar esta importante etapa de mi vida.

A mis padres, Teresa y Jorge, y a mis hermanos, quienes con su amor incondicional, apoyo constante y palabras de aliento han sido el pilar fundamental para alcanzar las metas que me propuse. Gracias por siempre creer en mí y recordarme que no hay límites para lo que puedo lograr.

A la Ing. Johana Muñoz, mi directora del Trabajo de Integración Curricular, por su confianza, paciencia y valiosa orientación durante todo el proceso de elaboración de este trabajo. Su compromiso y guía fueron esenciales para alcanzar este logro.

A mis amigos Sofía, Juan y Flavio, quienes han estado a mi lado en cada etapa de este camino. Su compañía, apoyo y motivación fueron un aliento constante que me ayudó a seguir adelante y a disfrutar cada momento del proceso.

A todos ustedes, gracias por ser parte de este logro tan significativo en mi vida.

Evelin Dayana Ulloa Jumbo

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas:	xi
Índice de figuras:	xii
Índice de anexos:.....	xiii
1. Título	1
2. Resumen.....	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1. Bosques andinos	6
4.2. Fenología	6
4.3. Fenofases en las plantas.....	6
4.3.1. Defoliación	6
4.3.2. Brotación	7
4.3.3. Floración.....	7
4.3.4. Foliación.....	7
4.3.5. Fructificación	7
4.4. Productividad de frutos.....	8
4.5. <i>Prunus opaca</i> (Benth) Walp.	8
4.5.1. Taxonomía.....	8

4.5.2.	Categoría	8
4.5.3.	Descripción.....	8
4.5.4.	Usos	8
4.6.	<i>Nectandra Laurel</i> Klotzsch ex Nees.....	9
4.6.1.	Taxonomía.....	9
4.6.2.	Categoría	9
4.6.3.	Descripción.....	9
4.6.4.	Usos	10
4.7.	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	10
4.7.1.	Taxonomía.....	10
4.7.2.	Categoría	10
4.7.3.	Descripción.....	11
4.7.4.	Usos	11
4.8.	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC	12
4.8.1.	Taxonomía.....	12
4.8.2.	Categoría	12
4.8.3.	Descripción.....	12
4.8.4.	Usos	12
4.9.	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	13
4.9.1.	Taxonomía.....	13
4.9.2.	Categoría	13
4.9.3.	Descripción.....	13
4.9.4.	Usos	14
4.10.	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.....	14
4.10.1.	Taxonomía.....	14
4.10.2.	Categoría	15
4.10.3.	Descripción.....	15

4.10.4. Usos.....	15
4.11. <i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng	15
4.11.1. Taxonomía.....	15
4.11.2. Categoría	16
4.11.3. Descripción.....	16
4.11.4. Usos.....	16
5. Metodología	18
5.1. Área de estudio	18
5.2. Metodología para determinar el ciclo fenológico de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro.....	19
5.2.1. Selección de especies	19
5.2.2. Selección de arboles	19
5.2.3. Observaciones fenológicas	19
5.2.4. Colecta de datos	20
5.2.5. Análisis de datos.....	20
5.3. Metodología para estimar la productividad de frutos de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro.....	21
5.3.1. Determinación del potencial productivo de semillas	21
5.3.2. Análisis de datos para la productividad de frutos por especie.	21
6. Resultados.....	22
6.1. Determinación del ciclo fenológico de siete especies forestales del bosque andino en el parque universitario Francisco Vivar Castro	22
6.1.1. Floración de las especies forestales del bosque andino del PUFVC.....	22
6.1.2. Fructificación de las especies forestal del bosque andino del PUFVC	23
6.1.3. Brotación de las especies forestales del bosque andino del PUFVC	23
6.1.4. Foliación de las especies forestales del bosque andino del PUFVC	24
6.1.5. Defoliación de las especies forestales del bosque andino del PUFVC	24

6.2. Productividad de frutos de siete especies forestales del bosque andino en el parque universitario Francisco Vivar Castro	26
7. Discusión	28
7.1. Determinación del ciclo fenológico de siete especies forestales del bosque andino en el parque universitario Francisco Vivar astro.....	28
7.2. Productividad de frutos de siete especies forestales del bosque andino en el parque universitario Francisco Vivar astro.....	30
8. Conclusiones	32
9. Recomendaciones	33
10. Bibliografía	34
11. Anexos	41

Índice de tablas:

Tabla 1. Índice de valor de importancia (IVI) de las siete especies forestales seleccionadas del PUFVC.	19
Tabla 2. Hoja de campo para registro de Observaciones fenológicas.....	20
Tabla 3. Características de individuos en el seguimiento fenológico.....	22
Tabla 4. Porcentaje de las etapas fenológicas de siete especies forestales del bosque andino.....	25
Tabla 5. Productividad de frutos de siete especies forestales del bosque andino.....	27

Índice de figuras:

Figura 1. Muestra botánica de <i>Prunus opaca</i> (Benth) Walp.....	9
Figura 2. Muestra botánica de <i>Nectandra Laurel</i> Klotzsch ex Nees.	10
Figura 3. Muestra botánica de <i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms.....	11
Figura 4. Muestra botánica de <i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.....	13
Figura 5. Muestra botánica de <i>Clusia alata</i> Planch. & Triana.....	14
Figura 6. Muestra botánica de <i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.....	15
Figura 7. Muestra botánica de <i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng.	17
Figura 8. Mapa de ubicación de parcela permanente y distribución de siete especies forestales en el bosque andino del parque universitario “Francisco Vivar Castro”.	18
Figura 9. Disposición de los cuadrantes para la observación fenológica de los individuos de las siete especies forestales en el PUFVC.	20
Figura 10. Floración de siete especies forestales nativas del bosque andino del PUFVC.	23
Figura 11. Fructificación de las siete especies forestales nativas del bosque andino del PUFVC.	23
Figura 12. Brotación de las siete especies forestales nativas del bosque andino del PUFVC.	24
Figura 13. Foliación de las siete especies forestales nativas del bosque andino del PUFVC.	24
Figura 14. Defoliación de las siete especies forestales nativas del bosque andino del PUFVC.....	25
Figura 15. Productividad de frutos de los individuos de 7 especies forestales del bosque andino del PUFVC.....	25

Índice de anexos:

Anexo 1. Productividad de frutos de las especies forestales del bosque andino.....41

Anexo 2. Certificado de la traducción del abstract.....49

1. Título

Fenología y productividad de siete especies forestales del bosque andino en el Parque
Universitario Francisco Vivar Castro

2. Resumen

Los bosques andinos constituyen ecosistemas clave para la biodiversidad, ya que ofrecen una amplia gama de bienes y servicios ecosistémicos, como el almacenamiento de carbono y la regulación hídrica, ambos vitales para mitigar los impactos del cambio climático y mantener el equilibrio ecológico, sin embargo, se encuentran amenazados por actividades antrópicas, que generan cambios en su composición, estructura y funcionalidad. El objetivo del estudio fue determinar la fenología de siete especies forestales del bosque andino ubicado en el parque universitario Francisco Vivar Castro, perteneciente a la Universidad Nacional de Loja. Las especies evaluadas fueron *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav) DC, *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav) Spreng, *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav) Spreng, *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav) A. DC, *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees, *Clusia alata* Planch. & Triana, y *Prunus opaca* (Benth) Walp. La toma de datos fenológicos se realizó quincenalmente, durante el lapso de un año calendario, iniciando en el mes de abril de 2023 y finalizando en abril de 2024, con el fin de observar las etapas de floración, fructificación, brotación, defoliación y foliación, además se realizó el cálculo de la productividad de frutos de las especies. Las fases fenológicas de las especies fueron heterogéneas, *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav) y *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav) presentaron su etapa de florecimiento en un periodo mayor al resto de especies, por otra parte, la presencia de las fases de brotación, foliación y defoliación, en todas las especies se mostraron simultáneamente, encontrándose con mayor presencia en determinados meses. La producción de frutos de las especies se observa con una variabilidad moderada en *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav) Spreng y *Clusia alata* Planch & Triana, *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees y *Prunus opaca* (Benth) Walp, y muy alta en el caso de *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav) Spreng, *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav) y baja para *Prunus opaca* (Benth). Conocer los aspectos fenológicos de las especies es fundamental para asegurar su reproducción y con ello garantizar la sobrevivencia a futuro y el éxito de los programas de restauración.

Palabras Clave: Defoliación, floración, foliación, fructificación, productividad.

Abstract

Andean forests are key ecosystems for biodiversity, as they offer a wide range of ecosystem goods and services, such as carbon storage and water regulation, both of which are vital for mitigating the impacts of climate change and maintaining ecological equilibrium. However, they are threatened by anthropic activities, which generate changes in their composition, structure and functionality. The objective of the study was to determine the phenology of seven forest species of the Andean Forest located in the Francisco Vivar Castro University Park, belonging to the Universidad Nacional de Loja. The species evaluated were *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav) DC, *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav) Spreng, *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav) Spreng, *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav) A. DC, *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees, *Clusia alata* Planch. & Triana, and *Prunus opaca* (Benth) Walp. Phenological data were collected every two weeks during a calendar year, beginning in April 2023 and ending in April 2024, to observe the stages of flowering, fruiting, budding, defoliation and foliation, and to calculate the fruit productivity of the species. The phenological phases of the species were heterogeneous, *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav) and *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav) presented their flowering stage in a longer period than the rest of the species, on the other hand, the presence of the budding, foliation and defoliation phases, in all the species were shown simultaneously, being found with greater presence in certain months. The fruit production of the species is observed with moderate variability in *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav) Spreng and *Clusia alata* Planch & Triana, *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees and *Prunus opaca* (Benth) Walp, and very high in the case of *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav) Spreng, *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav) and low for *Prunus opaca* (Benth). Knowing the phenological aspects of the species is essential to ensure their reproduction and thus guarantee their future survival and the success of restoration programs.

Keywords: Defoliation, flowering, foliation, fructification, productivity.

3. Introducción

El bosque andino a nivel mundial posee una gran importancia por su alta biodiversidad y endemismo (Kattan, 2003); abarca ecosistemas con mayor estrato forestal, en un rango de elevación que va de los 1 000 hasta los 3 500 m s.n.m. (Ruiz- Guevara, 2021). Comprende una superficie de alrededor de 1 543 000 km² del mundo, distribuido en los países sudamericanos de Ecuador, Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela Argentina y Chile, los cuales tienen la presencia de la cordillera de los Andes (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación [COSUDE], 2021) con una diversidad estimada de 2 341 especies de plantas, pertenecientes a 548 géneros y 133 familias botánicas (Malizia et al., 2020).

En Ecuador se encuentra el 31,98 % de los bosques andinos del mundo (COSUDE, 2021), distribuidos en el sector norte, centro y sur de la cordillera oriental de los Andes, sector páramo y sector interandino y occidental (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2013). En la región sur se localizan en las provincias de Zamora Chinchipe, Loja y El Oro, con altitudes de 2 000 a 2 900 m s.n.m (Lozano, 2002). Los bosques andinos contribuyen en la provisión de servicios ecosistémicos como la regulación de agua debido a la cantidad de nubes presentes en el sitio, las cuales se forman por la orografía de este ecosistema (Kattan, 2003), así como el almacenamiento de CO₂ en la atmósfera, llegando a acumular entre 20 a 40 toneladas de carbono por hectárea, convirtiéndolo en un importante sumidero de carbono (Cuesta et al., 2009); sin embargo, están amenazados por actividades de ampliación de la frontera agrícola-ganadera, extracción selectiva de madera, incendios forestales, la explotación de yacimientos minerales, entre otros (Zutta, 2012).

Los bosques andinos albergan una gran diversidad de especies forestales, no obstante, poco se conoce de aspectos básicos de la ecología relacionados con su reproducción y propagación por lo que, se requiere de información de partida acerca de la biología de las semillas (Palomeque et al., 2017). Es así que, para la planificación de la producción de plantas en vivero y la disponibilidad de material vegetal para impulsar este proceso y la gestión de los complejos ecosistemas, es fundamental conocer el calendario fenológico especialmente sus épocas de floración y fructificación, dado que constituyen fuentes de provisión de semillas que desempeñan un papel crucial en la restauración de paisajes (Gomez, 2010; Angulo Ruíz & Fasabi Pashanasi, 2016).

A partir del calendario fenológico se determinan los estados biológicos de los árboles y con ello las fechas para coleccionar semillas con lo que se asegura su rol en la gestión de los

recursos naturales, al proveer de material genético adecuado para la sostenibilidad de productos forestales maderables y no maderables (FAO, 2022). Por otro lado, la necesidad de adquisición de semillas forestales ha crecido, con requerimientos tanto en cantidad como en calidad para contrarrestar los procesos de deforestación y cambio climático a nivel mundial (García et al., 2019), presentándose como un factor fundamental en las estrategias de restauración y conservación de los recursos forestales (Alba- Landa et al., 2001; Márquez et al., 2010).

En este contexto la investigación contribuye al conocimiento sobre la fenología y productividad de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro, y se enfocó en contestar las siguientes preguntas: a) ¿Cuál es el ciclo fenológico de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro?; y, b) ¿Cuál es la productividad de los frutos de siete especies forestales de bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivas Castro?, para ello se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la fenología y la productividad de frutos de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro con el fin de contribuir con información ecológica para generar planes de manejo y conservación que garanticen la sostenibilidad de las especies.

Objetivos específicos

- Determinar el ciclo fenológico de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro
- Estimar la productividad de frutos de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro.

4. Marco teórico

4.1. Bosques andinos

Los bosques andinos son ecosistemas con alta biodiversidad y grados de endemismo en el planeta, además de ser fuentes primarias de servicios ecosistémicos vitales (Ruiz- Guevara, 2021). Estos ecosistemas se encuentran en 1 542 644 km² en los países de Chile, Argentina, Ecuador, Colombia, Perú, Bolivia, y Venezuela, los cuales tienen la presencia de la Cordillera de los Andes. (Ruiz- Guevara, 2021). Son ecosistemas boscosos ubicados en condiciones climáticas secas, y húmedas de acuerdo a la estación, con un rango de elevación de 1 000 hasta 3 500 m.s.n.m, dependiendo de la ubicación geográfica (Ruiz-Guevara, 2021).

4.2. Fenología

La fenología se refiere al estudio de los eventos cíclicos o periódicos en la vida de los organismos, y cómo estos se relacionan con las variaciones del entorno (Mantovani y Ruschel, 2003). Este estudio permite identificar eventos como la floración, fructificación, brotación, foliación y defoliación (Park et al., 2022). Estos eventos pueden variar de un año a otro, incluso entre árboles de la misma población o localidad, dependiendo de factores como la altitud, latitud, edad y las variaciones climáticas y biológicas. En algunos casos, estas variaciones pueden observarse incluso en un mismo individuo (Gómez, 2011).

La fenología es crucial para la supervivencia de las especies. La evidencia sugiere que la fenología es un factor clave para la adaptación de las especies forestales y es muy influenciada por los cambios en las condiciones climáticas (Lane et al., 2012). La fenología implica que las variables bióticas y abióticas importantes en una etapa específica de la vida de una especie pueden no ser relevantes en otra. Por lo tanto, es vital considerar las dimensiones espaciales y temporales de los datos de ocurrencia para entender completamente el nicho ecológico de una especie (Ponti y Sannolo., 2022).

4.3 Fenofases en las plantas

4.3.1. Defoliación

La caída natural de las hojas, especialmente en árboles y arbustos, se conoce como defoliación. Sin embargo, en ocasiones, puede ocurrir de manera prematura debido a cambios bruscos en el ambiente, ataques de insectos o infecciones por hongos patógenos (Font Quer, 2000). La abscisión normalmente es el resultado de la madurez, la senescencia o el daño en las hojas. La madurez o senescencia no siempre están relacionadas con la edad en días o meses de la hoja, sino que a menudo reflejan las condiciones bajo las cuales se desarrollaron. Las hojas

pueden caer debido a diversas situaciones de estrés, que son alteraciones perjudiciales para los procesos vitales de las plantas (González et al., 2008).

4.3.2. Brotación

El fenómeno en el que se desarrollan brotes en las yemas terminales de una planta para dar inicio a una nueva hoja se conoce como brotación (Font Quer, 2000; Fournier, 1976). Las distintas partes de una planta no siempre crecen simultáneamente ni a la misma velocidad. La absorción de agua se limita en gran medida a las partes más jóvenes de la raíz, y el crecimiento de estas continúa durante gran parte o incluso toda la temporada de crecimiento (Bárcenas, 2001).

4.3.3. Floración

La floración es el proceso de desarrollo de las flores, que abarca desde la antesis de las flores más tempranas hasta la marchitez de las más tardías en una determinada localidad (Font Quer, 2000). La mayoría de los árboles comienzan a producir flores después de los 5 años o más. Algunos árboles pueden producir algunas flores a una edad menor, pero una vez que comienza la fase de floración, un árbol puede seguir produciendo flores durante toda su vida, aunque la cantidad disminuye en sus etapas avanzadas de madurez. Una vez que el árbol es lo suficientemente maduro para producir flores, las condiciones ambientales determinarán si florece o no. En general, los árboles necesitan condiciones adecuadas de humedad, luz, temperatura y nutrientes para una floración regular y abundante (Orton, 2014).

4.3.4. Foliación

La foliación es el proceso de emitir hojas, que normalmente ocurre en primavera. Comienza con el hinchamiento de las yemas, seguido de la separación de las escamas que las protegían, y la aparición de pequeñas hojas iniciales (Gastiazoro, 2008).

4.3.5. Fructificación

La fructificación es el proceso que abarca desde la aparición inicial del fruto hasta su maduración. Un fruto se considera fértil cuando produce semillas viables. Este fenómeno está influido por varios factores externos, como los nutrientes, las podas, los injertos, las aspersiones hormonales, la localidad, la estación, la edad, el vigor de las plantas y diversos factores abióticos que interactúan en las diferentes fases del proceso (Lozano, 1997).

4.4. Productividad de frutos

El potencial de producción de frutos de una especie forestal es crucial, ya que indica el grado de madurez de una población en relación con su edad y su interacción en un lugar específico. Esta característica permite evaluar y estimar el potencial de manejo de una especie o población. Los resultados obtenidos ayudan a diseñar estrategias tanto de conservación de poblaciones como de uso de fuentes específicas de cada población (Alba-Landa et al., 2001).

4.5. *Prunus opaca* (Benth) Walp.

4.5.1. Taxonomía

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: Prunus

Epíteto específico: opaca (Tropicos, 2024)

4.5.2. Categoría

Nativo

4.5.3. Descripción

Árbol cilíndrico, leñoso; presenta numerosas ramificaciones de color gris oscuro visible. Hojas alternas, helicoidales, ovadas o subcordiformes, con venas prominentes; inflorescencia paniculada, consta de capullos de flores ovoide, su color va de rosado púrpura a rosado de 4 - 5 pétalos, frutos drupa (Minga y Verdugo, 2016).

4.5.4. Usos

Producción de leña y carbón, maderable (construcción de casas), alimentación en estado tierno para ganado ovino (Minga y Verdugo, 2016).



Figura 1. Muestra botánica de *Prunus opaca* (Benth) Walp.

4.6. *Nectandra Laurel* Klotzsch ex Nees

4.6.1. *Taxonomía*

Reino: Plantae

Phylum: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Familia: Lauraceae

Género: *Nectandra*

Epíteto específico: Laurel (Tropicos, 2024)

4.6.2. *Categoría*

Nativo

4.6.3. *Descripción*

Árbol de hasta de 40 m de altura, tronco cilíndrico y recto, ramas ascendentes; corteza escamosa color café oscuro a negra, ramas verdes grisáceas con marcas protuberancias pálidas; hojas simples verdes oscuras y brillantes se distribuyen en espiral de 11 a 30 cm de largo y entre 4 a 10 cm de ancho, margen liso o entero, parte terminal en punta aguda; nervadura muy marcada en el envés, tienen fuerte olor a aguacate cuando se muele o estruja con las manos; hojas jóvenes color rosado a rojizo; flores en racimos de 15 a 25 cm de largo, fruto comestible de sabor similar al aguacate, interior carnoso color verde amarillento y sabor dulce; semilla de forma ovoide de 18 a 25 mm de largo, color café verdoso (Minga y Verdugo, 2016).

4.6.4. Usos

Maderable usado en construcción de casas, muy apreciado por la duración de su madera y el color amarillo claro del mismo, además es usada en la elaboración de muebles. Como postes para cercas (Minga y Verdugo, 2016).



Figura 2. Muestra botánica de *Nectandra Laurel* Klotzsch ex Nees.

4.7. *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav.) Solms

4.7.1. Taxonomía

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Piperales

Familia: Chloranthaceae

Género: Hedyosmum

Epíteto específico: scabrum (Tropicos, 2024)

4.7.2. Categoría

Nativo

4.7.3. Descripción

Harling y Andersson (1997) describen estos árboles o arbustos como plantas de crecimiento vertical que pueden medir entre 2 y 12 metros de altura. Son dioicos, lo que significa que hay árboles masculinos y femeninos separados. Tienen múltiples troncos, que pueden alcanzar entre 4 y 20 cm de diámetro a la altura del pecho. Su corteza varía de gris a blanca, y su madera es de color claro y relativamente frágil. Los tallos jóvenes son cuadrados, verdes o a veces morados, lisos, y presentan pocos pelos rígidos y retorcidos, con tricomas blancos o marrones. A medida que envejecen, los tallos se vuelven cilíndricos, suaves y sin vellos, dejando cicatrices alrededor donde se caen las hojas. Las hojas tienen forma elíptica o estrechamente elíptica, con puntas acuminadas (afiladas).

4.7.4. Usos

Según el MAE (2015), las hojas de esta especie tienen múltiples usos medicinales, como tónicos, estimulantes y antidiarreicos. También se utiliza la infusión de sus hojas para aportar un sabor anisado a los licores. Además, se reporta que la especie es aprovechada para la fabricación de postes para cercas, madera y leña.



Figura 3. Muestra botánica de *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav.) Solms.

4.8. *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav.) A. DC

4.8.1. *Taxonomía*

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Laurales

Familia: Siparunaceae

Género: Siparuna

Epíteto específico: muricata (Tropicos, 2024)

4.8.2. *Categoría*

Nativo

4.8.3. *Descripción*

Harling y Andersson (1997) describen este arbusto o árbol, generalmente dioico y en raras ocasiones monoico, que puede alcanzar hasta 20 metros de altura y un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 25 cm. Las ramas jóvenes son cuadrangulares o cilíndricas, cubiertas de pelos amarillentos estrellados, mientras que las ramas más viejas tienden a ser casi sin vellos y a menudo muestran cicatrices visibles de los pecíolos y grandes lenticelas. Las hojas están dispuestas en espiral y, cuando se secan, son de color verde oscuro o marrón oliva, delgadas, quebradizas y lanceoladas, con una base que varía de obtusa a aguda. Las flores femeninas se encuentran en la fase de antesis. El fruto es globoso, mide entre 1 y 2 cm de diámetro, con una superficie espinoso-tuberculosa y coronado por tépalos persistentes. Cuando están frescos y maduros, los frutos son de color rojo violáceo y emiten un fuerte aroma a limón, con un olor penetrante.

4.8.4. *Usos*

La infusión de sus hojas y tallos es usada como antiácida, la artritis, reumatismo, dolor de huesos, dolor muscular y dolor de estómago (Castillo, 2013).



Figura 4. Muestra botánica de *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav.) A. DC.

4.9. *Clusia alata* Planch. & Triana

4.9.1. *Taxonomía*

Reino: Plantae

Phylum: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Clusiaceae

Género: *Clusia*

Epíteto específico: *alata* (Tropicos, 2024)

4.9.2. *Categoría*

Nativo

4.9.3. *Descripción*

Este árbol que puede alcanzar hasta 10 metros de altura, con tallos gruesos y retorcidos. Sus raíces aéreas cuelgan desde las ramas hasta alcanzar el suelo, donde se enraízan. Las ramas son nudosas y presentan aristas. Las hojas son simples, carnosas, de forma ovada-cuneada, opuestas y redondeadas en la punta, con tamaños variados. La inflorescencia es terminal, con flores masculinas y femeninas en árboles separados, de tamaño regular y color rosado pálido.

Los frutos son grandes, ovalados y carnosos. El árbol tiene hojas sésiles que son cuneadas-ovadas o elípticas-oblongas, con un pecíolo corto y márgenes curvados. Las hojas grandes miden alrededor de 3 mm de largo, y su pecíolo presenta un margen carinado en la parte inferior. Las hojas están cubiertas por una fina capa laminar. El pedúnculo es común y bien desarrollado. (MAE, 2015).

4.9.4. Usos

La especie es valorada por su madera, y sus tallos que producen una resina aromática utilizada para aliviar dolores de cabeza. Las hojas, como en muchas especies del género *Clusia*, tienen propiedades desérticas, es decir, ayudan a purificar. Además, sus raíces se emplean en la elaboración de canastos artesanales. También tiene un importante uso ambiental, ya que se utiliza en la reforestación de cuencas hidrográficas. (MAE, 2015).



Figura 5. Muestra botánica de *Clusia alata* Planch. & Triana.

4.10. Palicourea amethystina (Ruiz & Pav.) DC

4.10.1. Taxonomía

Reino: Plantae

Phylum: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Gentianales

Familia: Rubiaceae

Género: Palicourea

Epíteto específico: amethystina (Tropicos, 2024)

4.10.2. Categoría

Nativo

4.10.3. Descripción

Este árbol, que puede alcanzar entre 1 y 5 metros de altura, tiene un follaje liso sin vellosidad. Sus hojas son simples, opuestas y de forma elíptica, con un tamaño que varía entre 5 y 14 cm de largo y 2 a 6 cm de ancho, con bordes lisos. La floración se presenta en racimos de color marrón. Sus flores tienen cinco pétalos de color amarillo, con pétalos blancos y una forma tubular de tonos azul morado. Al madurar, el fruto es una drupa de color negro (Colplanta, 2004).

4.10.4. Usos

Posee un alto potencial ornamental debido a su gran atractivo en flores y follaje del árbol (Colplanta, 2004).



Figura 6. Muestra botánica de *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav.) DC.

4.11. *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav) Spreng

4.11.1. Taxonomía

Reino: Plantae

Phylum: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Ericales

Familia: Clethraceae

Género: Clethra

Epíteto específico: revoluta (Tropicos, 2024)

4.11.2. Categoría

Nativo

4.11.3. Descripción

Este árbol puede alcanzar hasta 8 metros de altura y se caracteriza por tener una corteza que se desprende en escamas. Posee una copa amplia y, cuando es joven, su corteza tiene un tono grisáceo que al madurar adquiere un color similar al óxido (ferruginoso). Sus hojas son simples, alternas, con forma obovada, textura suculenta y bordes crenados de un color verde olivo brillante, mientras que el envés es ferrugíneo con nervaduras marcadas. La floración se presenta en racimos terminales de color blanco, y su fruto es una cápsula. Las semillas son elípticas y de color marrón claro. (Villarreal et al., 2015).

4.11.4. Usos

La semilla de este árbol es una fuente de alimento para diversas especies de aves. Actualmente, su madera se utiliza en ebanistería y carpintería, además de emplearse en la creación de cercas vivas, la protección de cuencas hidrográficas y como leña (Minga y Verdugo, 2016).



Figura 7. Muestra botánica de *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav) Spreng.

5. Metodología

5.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en una parcela permanente localizada en el parque universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, parroquia de San Sebastián. Posee una extensión aproximada de 96 ha y la altitud varía de 2 130 a 2 520 m.s.n.m. Se encuentra localizado entre las coordenadas geográficas UTM: 700 592 – 9 554 223 N, 700 970 – 9 553 139 S, 701 309 – 9 553 171 E, 699 961 – 9 554 049 W. La precipitación del área de estudio es 955 mm, temperatura media anual de 16,6 C; y evaporación media de 111, 33 mm (Aguirre et al., 2016).

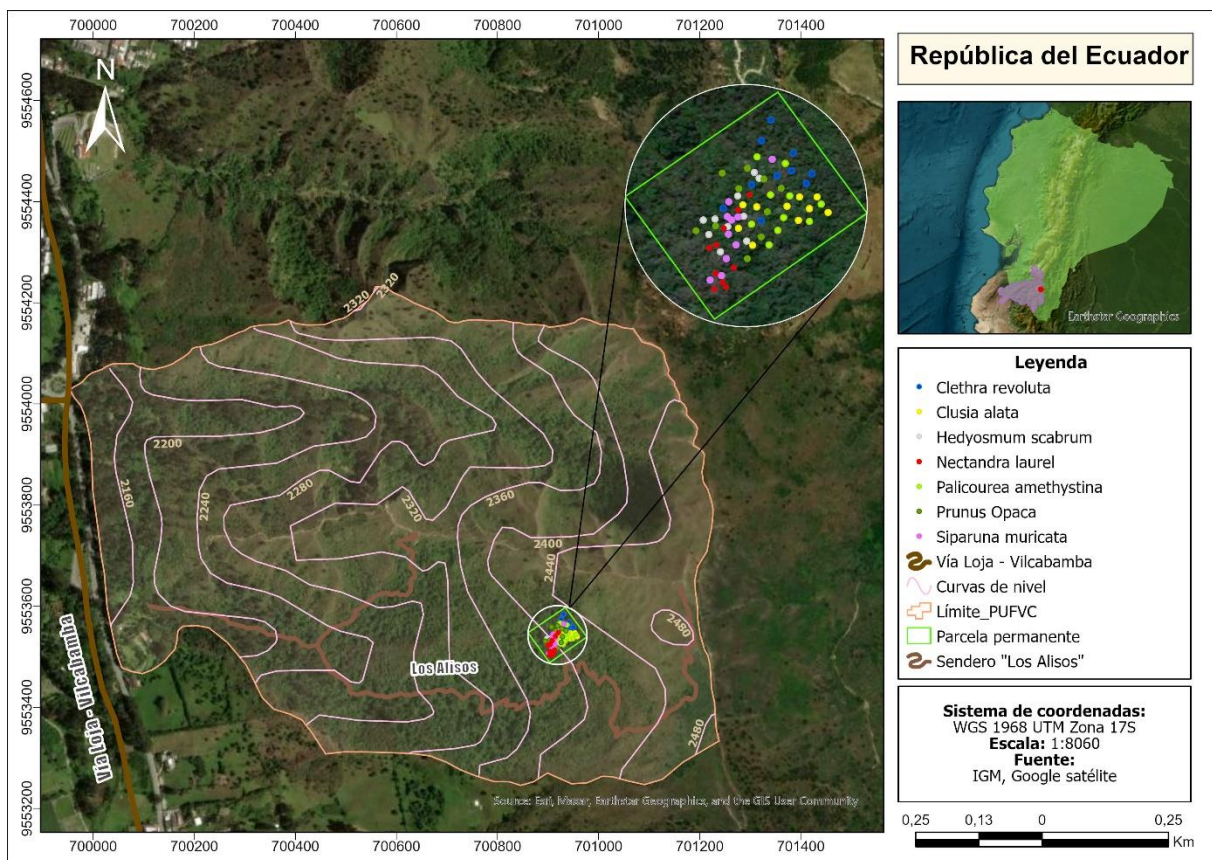


Figura 8. Mapa de ubicación de parcela permanente y distribución de siete especies forestales en el bosque andino del parque universitario “Francisco Vivar Castro”.

5.2. Metodología para determinar el ciclo fenológico de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro

5.2.1. Selección de especies

A partir del inventario forestal realizado por Reyes (2017), en la parcela permanente, se seleccionó para el seguimiento fenológico a siete especies arbóreas con el mayor índice de valor de importancia (IVI) (Tabla 1).

Tabla 1. Índice de valor de importancia (IVI) de las siete especies forestales seleccionadas del PUFVC

Familia	Especies	IVI (%)	Nro de individuos
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav) DC	7,39	165
Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng	6,61	93
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav) Spreng	4,61	93
Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav) A. DC	5,13	85
Lauraceae	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	4,73	79
Rosaceae	<i>Prunus opaca</i> (Benth) Walp	4,74	55
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Planch & Triana	3,33	55

5.2.2. Selección de árboles

Se realizó un recorrido por la parcela permanente en donde se identificó y seleccionó diez individuos de las especies en estudio (*P. amethystina*, *C. revoluta*, *H. scabrum*, *S. muricata*, *N. laurel*, *P. opaca*, *C. alata*). La selección se basó en la comparación de características fenotípicas, como: i) buen estado fitosanitario, ii) tamaño de copa, iii) facilidad para la observación de la copa, iv) accesibilidad para la recolección de frutos; y, v) diámetro a la altura del pecho (DAP), los cuales fueron georreferenciados y marcados con una cinta color amarillo que facilitó su localización durante el monitoreo.

5.2.3. Observaciones fenológicas

En los árboles seleccionados se realizaron observaciones fenológicas quincenalmente, por el lapso de un año (abril 2023 hasta abril 2024). El registro fenológico se realizó tomando diferentes puntos de observación de la copa de los árboles y se dividió en cuatro cuadrantes (C), cada cuadrante correspondió al 25 % del total, así: superior – derecha (C1), superior – izquierda (C2), inferior – derecha (C3), e inferior – izquierda (C4) (Figura 2).

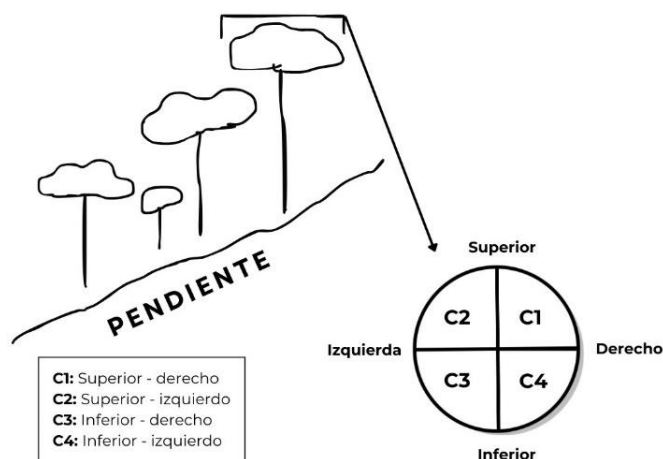


Figura 9. Disposición de los cuadrantes para la observación fenológica de los individuos de las siete especies forestales en el PUFVC.

5.2.4. Colecta de datos

En cada uno de los registros se consideró floración, fructificación, foliación/defoliación y brotación, de acuerdo a la hoja de campo (Tabla 2).

Tabla 2. Hoja de campo para registro de observaciones fenológicas.

FECHA:					
LUGAR:					
Especie	Nº Individuo	Brotación (%)	Defoliación (%)	Foliación (%)	Fructificación (%)
<i>Nectandra laurel</i>	1				
	2				
<i>Siparuna muricata</i>	1				
	2				

5.2.5. Análisis de datos

Los datos fueron organizados en una base que permitió determinar los ciclos fenológicos de las siete especies forestales del bosque andino, la representación gráfica se la realizó con gráficos de radar los cuales permitieron representar las etapas fenológicas durante los meses del año. Los datos registrados de la fenología fueron evaluados por cada etapa del ciclo fenológico en el software RStudio versión 2024.04.2+764 con ayuda del paquete phenology (Rstudio, 2024).

5.3. Metodología para estimar la productividad de frutos de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro

5.3.1. Determinación del potencial productivo de semillas

Para determinar el potencial productivo representado en número de frutos por árbol, se tomó en cuenta cada árbol fructificado de manera individual, evaluando los siguientes aspectos:

- a) **Número de frutos promedio por rama y por árbol:** Se escogieron al azar 3 ramas terciarias o cuaternarias (según el árbol disponga), se contabilizó el número de frutos de cada una, luego se obtuvo un promedio de los frutos por rama, multiplicando para el número de ramas con fruto, de tal manera que se obtiene el número de frutos por árbol. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Nro de frutos: } \left(\frac{\sum N^n}{N^r} \right) * N^{rt}$$

Donde:

Nⁿ: Es el número de frutos por rama.

N^r: Es el número de ramas que se muestreó.

N^{rt}: Número de ramas total con frutos en el individuo.

5.3.2. Análisis de datos para la productividad de frutos por especie

El procesamiento de la desviación estándar y coeficiente de variación de los datos de la productividad de frutos de las siete especies forestales del bosque andino se realizó con el software RStudio versión 2024.04.2+764 (RStudio, 2024) en donde se determinó estadísticas descriptivas básicas para estimar la cantidad de frutos producidos por especie.

6. Resultados

6.1. Determinación del ciclo fenológico de siete especies forestales del bosque andino en el parque universitario Francisco Vivar Castro

El ciclo fenológico de las siete especies forestales comprende: floración, fructificación, brotación, foliación, y defoliación. A continuación, se muestra un promedio las características de los individuos seleccionados para la evaluación de fenología.

Tabla 3. Características de individuos en el seguimiento fenológico

Especie	Promedio DAP	Valor Max	Valor Min	Moda del estado Fitosanitario
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav) DC	10.50	13.20	6.10	Bueno
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav) Spreng	11.58	13.10	9.23	Bueno
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav) Spreng	11.10	15.53	8.37	Bueno
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav) A. DC	11.09	15.88	7.50	Bueno
<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	12.39	14.64	10.28	Bueno
<i>Prunus opaca</i> (Benth) Walp	11.61	14.10	8.43	Regular
<i>Clusia alata</i> Planch & Triana	10.48	12.28	8.30	Bueno

6.1.1. Floración de las especies forestales del bosque andino del PUFVC

Las siete especies forestales presentaron una floración asincrónica a lo largo del año, con variaciones en la duración de la fase, con un promedio aproximado de tres a cuatro meses, sin embargo; *Palicourea amethystina*, a diferencia de las demás especies, mantuvo una floración continua durante todo el año de evaluación (2023 - 2024). Se observó variabilidad en los meses en los que se presenta la floración, tal como *Prunus opaca*, *Siparuna muricata*, *Nectandra laurel*, *Clethra revoluta* y *Clusia alata*, que presentaron su floración en la primera parte del año entre enero y junio, mientras que, *Hedyosmum scabrum* fue en la segunda parte entre julio a diciembre (Figura 10).

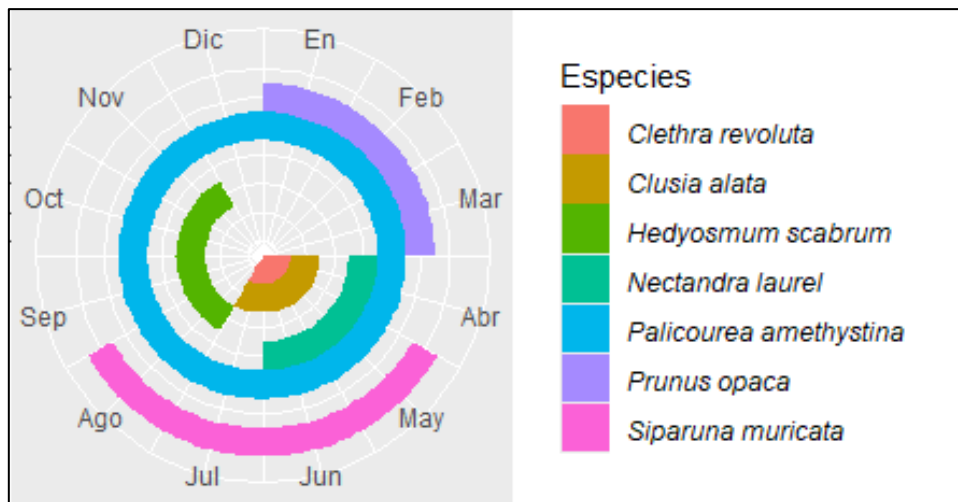


Figura 10. Floración de siete especies forestales nativas del bosque andino del PUFVC.

6.1.2. Fructificación de las especies forestal del bosque andino del PUFVC

La fase de fructificación de las siete especies forestales presentó asincronía a lo largo del año de monitoreo y se caracterizó por un mayor periodo de duración en comparación a la fase de floración. En cada especie su fase de fructificación fue de cinco a seis meses; sin embargo, *Palicourea amethystina* destacó porque su fructificación fue durante casi todo el año; mientras que, *Clethra revoluta* presentó el periodo más corto durante los meses de septiembre a diciembre (Figura 11).

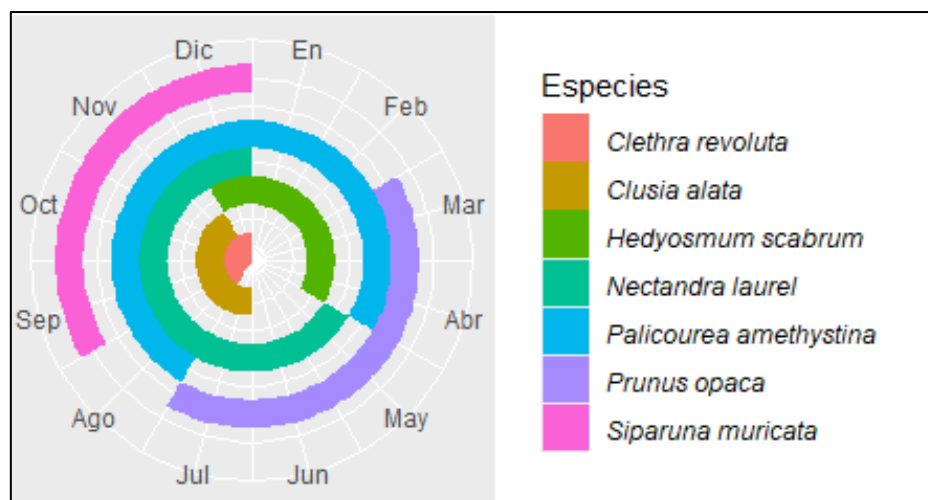


Figura 11. Fructificación de las siete especies forestales nativas del bosque andino del PUFVC.

6.1.3. Brotación de las especies forestales del bosque andino del PUFVC

La brotación en las siete especies forestales mostró periodos de entre tres a cuatro meses; sin embargo, no es simultánea entre ellas. *Clethra revoluta* presentó el menor periodo,

concentrándose en dos meses (de marzo a mayo) durante todo el año de evaluación. De manera general esta fase, se caracterizó por presentarse con mayor representatividad entre los meses de enero a junio, es decir durante la primera parte del año (Figura 12).

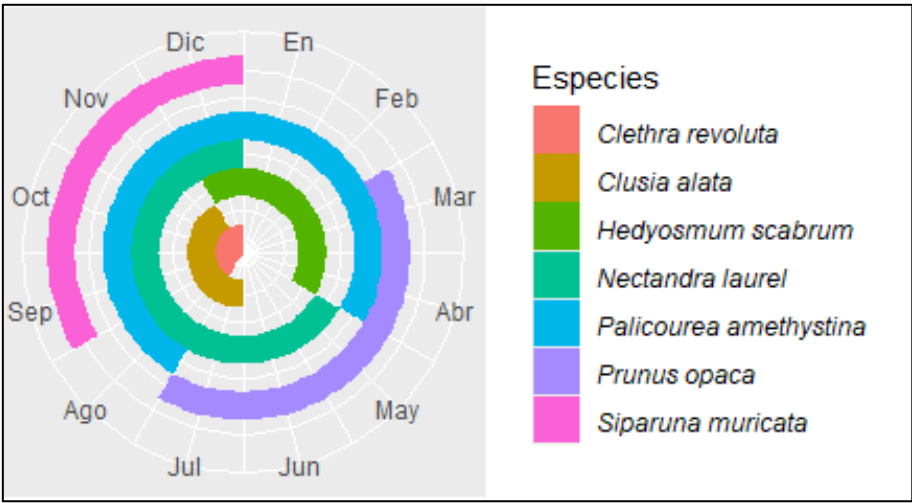


Figura 12. Brotación de las siete especies forestales nativas del bosque andino del PUFVC.

6.1.4. Foliación de las especies forestales del bosque andino del PUFVC

La etapa de foliación en las especies forestales se distribuyó por todo el año de monitoreo, concentrándose en un promedio de tres a cuatro meses, donde se observó que *Siparuna muricata* tuvo un mayor periodo de foliación en los meses de mayo a agosto, junto a *Clusia alata* que se presentó de junio a septiembre. Por otro lado, se observa que en la primera parte del año, desde febrero a julio, la mayor parte de las especies coincidieron en esta fase (Figura 13).

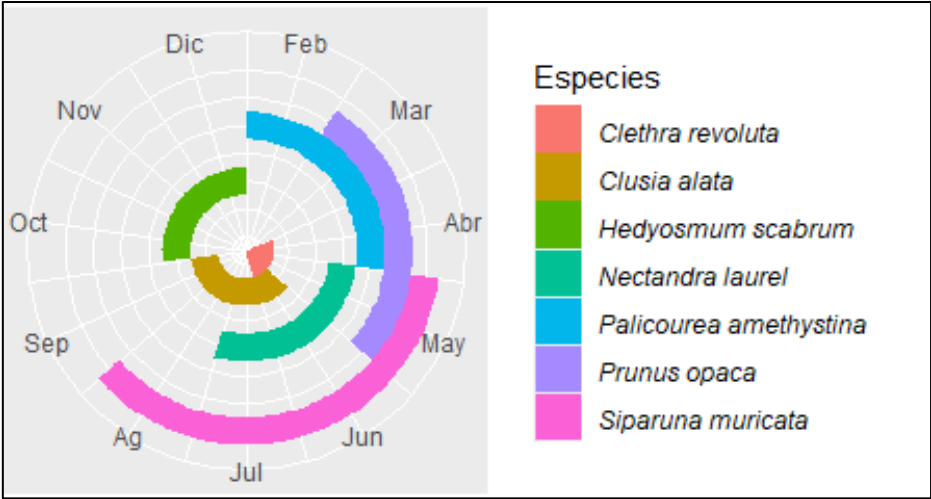


Figura 13. Foliación de las siete especies forestales nativas del bosque andino del PUFVC.

6.1.5. Defoliación de las especies forestales del bosque andino del PUFVC

La defoliación de las siete especies forestales muestra una variación en los meses que duró esta fase, siendo en algunos casos periodos largos de hasta seis meses o más como en el caso de *Prunus* y de *Siparuna* mientras que otras presentaron periodos cortos, tales es caso de *Clethra revoluta* y *Clusia alata* (Figura 14).

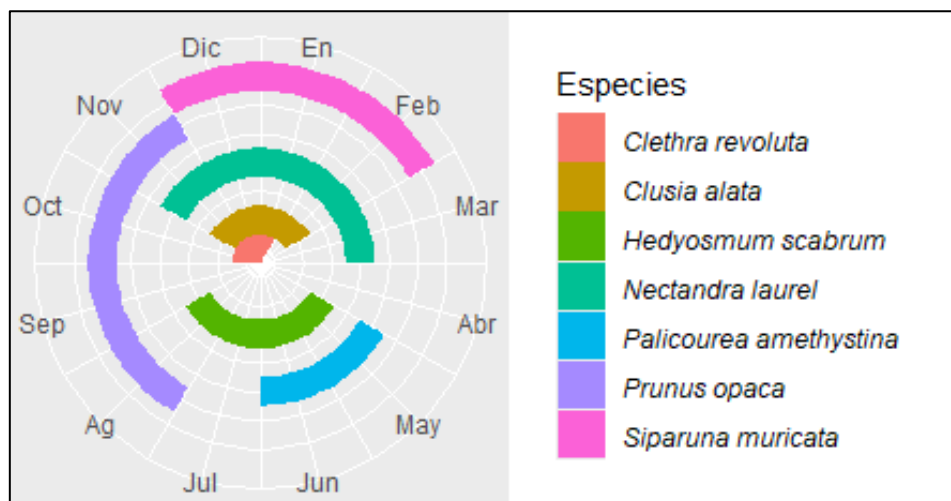


Figura 14. Defoliación de las siete especies forestales nativas del bosque andino del PUFVC.

6.1.1. Comportamiento de la fenología de las especies del bosque andino del PUFVC

Las fases fenológicas de siete especies forestales andinas, muestran variabilidad tanto en su duración como en los períodos de cada fase a lo largo del año. *Palicourea amethystina* mostró mayor tiempo en sus etapas de floración y fructificación, mismas que se presentan durante casi todo el año; sin embargo, en sus fases de brotación y fructificación, se observa que se presentan de forma secuencial, al igual que en las especies, *Clusia alata*, *Hedyosmum scabrum*, *Nectandra laurel* y *Siparuna muricata*, aunque no se presentaron de forma simultánea. Por su parte, *Clethra revoluta* y *Prunus opaca* llevaron de forma variable cada una de sus etapas. En la Tabla 4, se presentan los porcentajes a lo largo de todo el año de monitoreo.

Tabla 4. Porcentaje de las etapas fenológicas de las especies del bosque andino

Especies	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
<i>Palicourea amethystina</i>	0	10	35	40	50	55	70	85	85	70	60	50	50
	0	0	0	0	20	45	65	65	80	80	50	50	50
	0	15	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	15	25	25	25	0

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20
<i>Clusia alata</i>	50	80	50	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	25	35	50	50	20	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	20	35	35	15	0	0
	10	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			15	25	25	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hedyosmum scabrum</i>	0	0	0	0	15	50	70	30	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	10	35	45	45	20	20
	0	5	10	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	15	20	25	15	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	15	25	20	0	0	0	0
<i>Nectandra laurel</i>	70	45	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	10	35	55	75	60	35	20	10	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	10	25	25	20	10	0
	15	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	15	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prunus opaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	40	15	0
	0	10	15	25	0	0	0	0	0	0	0	25	35
	0	0	0	0	15	35	25	10	0	0	0	0	0
	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	20
<i>Siparuna muricata</i>	0	25	70	50	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	10	25	45	45	20	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	15	0	0
	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15
	0	15	25	25	20	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clethra revoluta</i>	25	40	65	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	20	35	55	70	20	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	15	25	25	15	0	0	0
	15	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	10
	25	25	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Floración (%/±0.5)												
	Fructificación (%/±0.5)												
	Defoliación (%/±0.5)												
	Brotación (%/±0.5)												
	Foliación (%/±0.5)												

6.2.Productividad de frutos de siete especies forestales del bosque andino en el parque universitario Francisco Vivar Castro

La productividad de frutos de las siete especies representado por el número de frutos por árbol es variable entre cada una de ellas, sin embargo, *Siparuna muricata* presenta la mayor producción y variabilidad con un promedio de 3712 frutos y un coeficiente de variación de 89.20 %. En contraste, *Prunus opaca* tiene la menor productividad con 82.7 frutos por árbol y una variabilidad del 46.00 % (Tabla 5).

Tabla 5. Productividad de frutos de siete especies forestales del bosque andino.

Especies	Promedio			
	Nro Frutos/árbol ± Desviación Estándar	Coefficiente de variación (%)	Tipo de fruto	Tipo de dispersión
<i>Palicourea amethystina</i>	2054 ± 592	28.80	Drupa	Zoocoria
<i>Siparuna muricata</i>	3712 ± 3313	89.20	Baya	Zoocoria
<i>Clethra revoluta</i>	1510 ± 602	39.90	Capsula	Anemocoria
<i>Clusia alata</i>	307 ± 133	43.30	Capsula	Zoocoria
<i>Hedyosmum scabrum</i>	191 ± 131	68.30	Baya	Zoocoria
<i>Nectandra laurel</i>	853 ± 366	43.00	Drupa	Zoocoria
<i>Prunus opaca</i>	82.7 ± 38	46.00	Drupa	Zoocoria

Los datos obtenidos de los individuos reflejaron una amplia variabilidad en la producción de frutos, donde la variabilidad en la producción de frutos es particular a cada especie y al tipo de fruto. Algunas especies como *Siparuna muricata* presentaron una gran diferencia de producción que va entre 1035 como máxima producción a 18.33 como mínima (Figura 15) mientras que en el resto de especies las diferencias son reducidas.

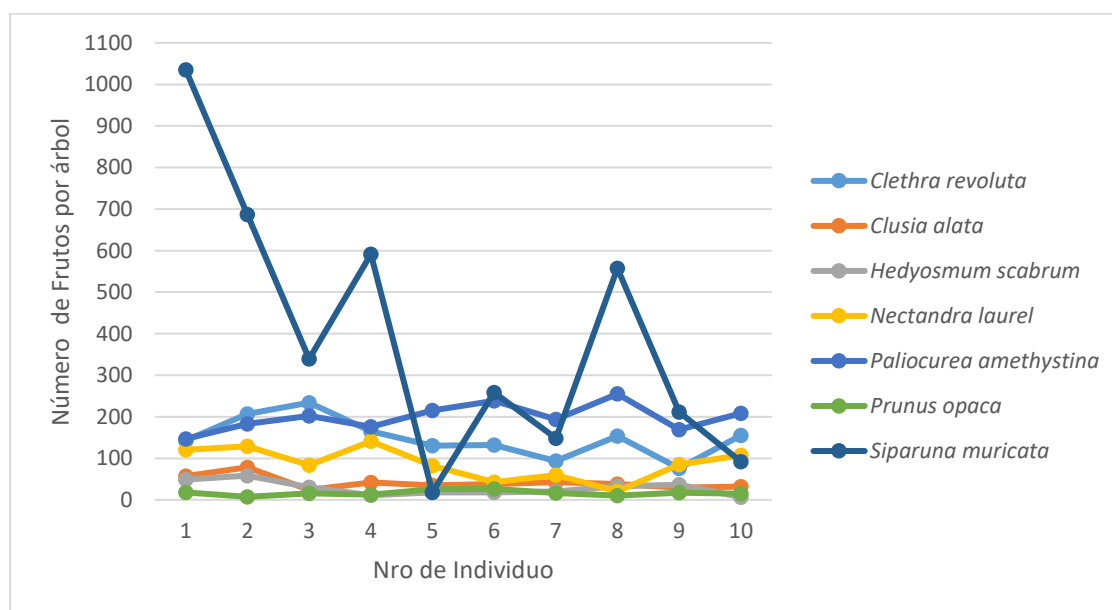


Figura 15. Productividad de frutos de los individuos de 7 especies forestales del bosque andino del PUFVC.

7. Discusión

7.1. Determinar el ciclo fenológico de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro

El tiempo de duración de cada fenofase en las siete especies evaluadas fue variable y presentaron un patrón de duración y frecuencia irregular, que de acuerdo a Baluarte Vásquez (2012) se ajustan a las condiciones ambientales del sitio donde se desarrollan; además, los patrones generales de las fenofases son muy similares entre especies, sin embargo, al considerar a cada especie por separado estas presentan su propio patrón fenológico, que depende de la complejidad de cada estructura y proceso ecológico del bosque donde se desarrollan (Louman et al., 2001).

La alta variabilidad en la duración de las diversas etapas de cada una de las especies, coincide con los resultados de Vílchez et al. (2004) quienes han encontrado, de forma general, que existe variación en la producción de flores y frutos en distintos años de monitoreo, y que esta depende de la intensidad y la duración de algunos factores como la presencia de agua y de la posición fitosociológica de las especies.

En la observación de los ciclos fenológicos de cada una de las especies, *Clethra revoluta* presenta su floración en los meses de abril a julio mientras que la fructificación en los meses de julio a diciembre, lo cual coincide con Günten et al (2008) donde se recalca la influencia de la precipitación en el ciclo de esta especie, además Velepucha y Hurtado (1987), en su estudio desarrollado en la sub cuenca Jipiro de la ciudad de Loja, recalcan que la temporada de recolección de semillas es en los meses de octubre y noviembre. Por otro lado, Ríos y Acevedo (2007), en su investigación realizada en distintas parroquias de la ciudad de Loja, mencionan que la floración y fructificación es constante lo que provoca una constante brotación y presencia de esta especie en los sitios donde se desarrolla.

En el ciclo fenológico de *Nectandra laurel* se observó que sus etapas se presentaron de forma simultánea lo que concuerda con Gómez (2018), donde menciona que no existe un patrón marcado, sin embargo, la presencia de flores se encuentra durante todo el año de monitoreo de los individuos, además de la constante brotación y renovación de hojas, mencionando que la situación meteorológica no tuvo una relación en estas fenofases. Por otra parte, la fructificación se presentó desde mayo a diciembre mientras que en el estudio de Gómez (2018) se desarrolló en un periodo de tres meses desde mayo a julio, es decir que la fructificación no fue similar para todos los individuos, no obstante, la duración de la maduración de frutos hasta la

recolección de semillas tuvo una duración de dos a tres meses similar a lo mencionado por el mismo autor.

Hedyosmum scabrum presentó una floración durante los meses de agosto a diciembre, sin embargo, en el estudio de Contreras y Goicochea (2017) su floración se dio en los meses de febrero a mayo, además de la fructificación en la presente investigación se muestra en los meses de noviembre 2023 a mayo 2024, lo contrario al estudio de Burneo (2017), además de la presencia de brotes y defoliación de esta especie no se presencia en periodos relevantes de su ciclo fenológico.

Palicourea amethystina dentro de la observación fenológica presentó una constante floración y fructificación durante todo el año, además de una presencia mayor de brotes en los meses de noviembre a abril, además la foliación y defoliación de sus hojas fue constante, sin embargo, en los meses de enero a abril, presento una mayor constancia y presencia de la etapa, siendo que mientras las hojas se perdían, los brotes empezaban a madurar con hojas. En el estudio de Santer et al (2020) muestra que la especie florece y fructifica de forma constante en los meses de enero a octubre, sin embargo, en el mismo periodo se muestra que la pérdida de hojas y la maduración de las mismas es de forma simultánea con las otras fenofases. Por otro lado, en la investigación desarrollada por Huamán (2021), la floración tuvo una duración de tres a cinco meses, con la diferencia que la observación se llevó a cabo en un relicto boscoso con intervención antrópica.

En el caso de *Siparuna muricata* el florecimiento podría considerarse extenso ya que se presentó desde abril a septiembre, al igual que su fructificación de agosto 2023 a febrero 2024, mientras que Garcés (2017) menciona que estas dos etapas se presentaron al mismo tiempo en los meses de febrero a mayo, siendo un apoyo los meses de colección de semilla idóneos para las comunidades o estudios de la especie, además de tener sus fenofases de brotación y foliación de forma simultánea en los meses de abril a julio, al contrario de la defoliación, la cual se presentó de manera no tan relevante en los meses de diciembre a febrero, tal como menciona Garcés (2017) que registró datos de esta etapa en los meses de abril a octubre, siendo también relevante en el uso de ciertas comunidades dado su importancia medicinal.

Clusia alata mostró la presencia de flores durante los meses de abril a agosto mientras que el periodo de fructificación empezó a manifestarse a partir de junio a noviembre, presentándose en algunos individuos de forma simultánea, lo cual concuerda con Alvarado et al. (2011), donde mencionan que las fechas de floración de la especie se presenta desde marzo

a agosto, mientras que la fructificación de mayo a octubre, siendo de forma simultánea en algunos individuos, la época de recolección de semilla se da desde los meses de agosto a septiembre y su disponibilidad es limitada al ser una especie que sirve de alimento para la avifauna.

En los individuos de *Prunus opaca* se observó que la floración fue corta ya que duró de enero a marzo, mientras que la fructificación tuvo una duración de cinco meses, desde febrero a julio, la cual se presentó de forma secuencial, aunque con variación entre los individuos monitoreados, lo que difiere a lo presentado por Minga y Verdugo (2016) quienes mencionan que estas fenofases se presentan desde el mes de abril a agosto y sincrónicamente entre los individuos.

7.2. Estimar la productividad de frutos de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro.

La productividad de frutos, de acuerdo a los resultados se puede observar la variabilidad de producción de frutos entre especies, sin embargo, como menciona Herrera et al. (1998) existen diferencias fenotípicas y genotípicas de las especies, además de factores externos como la presencia de agentes polinizadores que contribuyen en esta etapa fenológica, creando esta diferencia. Adicional, el coeficiente de variación de especies como *Siparuna muricata* con un 89.20 demuestra que dentro de la misma existe una diferencia muy alta entre individuos al producir frutos, lo que según Kelly y Sork (2002) puede ser causado por la disponibilidad de recursos y las condiciones edafoclimáticas que influyen en la alta variabilidad en la producción de frutos entre individuos de la misma especie en un mismo sitio, adicional Ogaya y Peñuelas (2007) mencionan que la disponibilidad de agua y la duración de humedad en el ambiente está estrechamente relacionada con la producción de frutos.

Siparuna muricata, presentó una gran cantidad de frutos (3712 ± 3313) en relación a las otras especies, lo cual según Valencia et al. (2004) mencionan que el género *Siparuna* se caracteriza por una gran atracción de agentes polinizadores, contribuyendo directamente con su producción de frutos, por otro lado, *Palicourea amethystina* presenta una variabilidad baja (28.80 %), de tal manera que se puede decir que tiene un patrón de producción más estable, aspecto que según Gentry (1996) es propio de este género el cual se caracteriza por tener estabilidad fenológica y productiva como estrategia para mantener relaciones constantes con los agentes dispersores y polinizadores, siendo una ventaja adaptativa en el ecosistema que se encuentra, del tal manera que se puede ver reflejado en los resultados de Reyes (2017) en donde

presenta un índice de valor de importancia de 7.39 %, siendo de los valores más altos en el área de estudio lo que destaca su presencia y abundancia en la zona de estudio.

Hedyosmum scabrum tuvo una producción de frutos de 191 ± 131 y un coeficiente de variación de 68.30 %, lo que podría ser considerado como variabilidad alta, lo cual está acorde a lo manifestado por Cabrera et al. (1999) y Smith y Holbrook (2001) en sus investigaciones, mencionan que este género es altamente sensible a cambios en la disponibilidad de agua, viéndose afectada la producción de frutos de los individuos. Por otro lado, *Prunus opaca* presentó una variabilidad de 46.00 %, con una producción de frutos promedio de 82.7 ± 38 , valor que está por debajo de lo reportado por Mackey (1975) quien menciona en su estudio una media de producción de 100 a 300 frutos por individuo; sin embargo, Hall y Bawa (1993) mencionan que la productividad del género *Prunus* dependerá de la interacción de las especies como los polinizadores y los cambios climáticos.

La producción de frutos de *Nectandra Laurel* es de 853 ± 366 con una variabilidad del 43.00 %, lo cual concuerda con el estudio de Wheelwright (1985) que registró un rango de 500 a 1000 de frutos por árbol, además Cavalcanti y da Silva (2008) mencionan que su producción está ligada a la disposición de luz solar, información que se corrobora con el estudio de Reyes (2017) donde los árboles de *Nectandra laurel* presentan las mayores alturas en comparación con las otras especies que se desarrollan en el área de estudio.

Clusia alata presentó una producción de frutos de 307 ± 133 , resultados que concuerdan con los presentados por Koptur (1998) y Scarano et al. (2003) quienes presentaron rangos de 200 a 500 frutos por individuo, además en el estudio de Scarano et al. (2003) menciona que la variabilidad de los individuos en la cantidad de frutos es debido a que muestra susceptibilidad a los cambios fenológicos en la disponibilidad de agua y luz solar. Por último, *Clethra revoluta* con 1510 ± 602 frutos por árbol, resultados que están dentro del rango expuesto por Stiles y Freeman (1993) donde encontraron hasta 1000 frutos por individuo, siendo causante de su variabilidad el comportamiento de los polinizadores.

Los resultados de esta investigación muestran lo importante que es monitorear las diferentes fases fenológicas de las especies vegetales con el propósito de tener material vegetal viable y que garantice su futura reproducción, a lo que se suma que la variación en la producción de flores y frutos no solo se presenta a nivel de especies sino también a nivel de individuos, aspectos que se deben de considerar cuando se planifica la recolección de frutos para proyectos de restauración.

8. Conclusiones

- Las siete especies vegetales monitoreadas presentaron las cinco etapas fenológicas: floración, fructificación, brotación, defoliación, y foliación de manera asíncrona tanto a nivel de especies como a nivel de individuos.
- En todas las especies evaluadas las etapas fenológicas de brotación, foliación y defoliación, se presentaron de forma simultánea con las etapas de floración y fructificación sin mostrar una diferenciación clara a lo largo del año de observación.
- La etapa de floración en las especies: *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav) Spreng, *Clusia alata* Planch & Triana, *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees, *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav) A. DC, *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav) Spreng presentó una duración de cinco meses, mientras que en *Prunus opaca* (Benth) Walp fue de tres meses por el contrario *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav) DC se caracterizó por mantener esta fase durante casi todo el año destacando su importancia para la avifauna del bosque del PUFVC.
- La productividad de frutos en las siete especies fue heterogénea siendo altamente variable para las especies de *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav) A. DC y *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav) Spreng; las especies de *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav) Spreng y *Clusia alata* Planch & Triana, *Nectandra laurel* Klotzsch ex Nees y *Prunus opaca* (Benth) Walp, tuvieron una variabilidad moderada mientras que *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav) DC presentó una variación en su producción que podría ser considerada como baja ya que el número de frutos fue más homogéneo en todos los individuos evaluados.

9. Recomendaciones

- Incrementar el número de individuos para las observaciones fenológicas en especial aquellas con etapas fenológicas con mayor variación.
- Continuar con el monitoreo fenológico de *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav) DC y *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav) A. DC, las cuales presentaron etapas fenológicas más extensas en su floración y fructificación.
- Realizar proyectos de investigación con respecto a la variación de la productividad de frutos en ciclos anuales por individuos y por especies.

10. Bibliografía

- Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. (2021). *Bosques andinos problemática y caracterización* (Codensan). COSUDE. <https://acortar.link/C7PaDb>
- Alba Landa, J., Mendizábal Hernández, L. D. C., & Márquez Ramírez, J. (2001). Comparación del potencial de producción de semillas de *Pinus oaxacana* Mirov de dos cosechas en Los Molinos, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 3(1).
- Alvarado Fajardo, V. M., Arias Sanabria, S. Y., Díaz Pérez, C. N., Gil Leguizamón, P. A., Hernández Gordillo, A. L., Morales Puentes, M. E., y Torres Salinas, L. M. (2011). *Guía ilustrada de propagación de especies silvestres del parque natural municipal Ranchería y su área de influencia Paipa, Boyacá (Colombia)*. Editorial UPTC.
- Angulo Ruíz, W. E., y Fasabi Pashanasi, H. (2016). *Fenología de 10 especies forestales para determinar la influencia del cambio climático por efecto del calentamiento global: cinco años de estudio (2012-2016)*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/491>
- Baluarde Vásquez, J. R. (2012). *Modelización del crecimiento de quince especies forestales comerciales del bosque aluvial inundable de la Amazonía Peruana* (Doctoral dissertation).
- Bárcenas, E. (2001). *Descripción botánica y estudio fenológico de diez especies nectaríferas para los colibríes que habitan el bosque de la Estación Científica San Francisco* (Tesis de ingeniería forestal). Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Burbano, D. (2017). *Técnicas efectivas de conservación ex situ del germoplasma forestal nativo representativo del Bosque de Jacarón* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional UNMSM.
- Burneo, S. (2017). Estudio de las especies de *Hedyosmum* y su caracterización química y biológica. *Revista de Biología y Ecología de los Andes*, 32(4), 45-60. <https://doi.org/10.1234/rbea.2017.0324>
- Bussmann, Rainer W. (2005). Bosques andinos del sur del Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 203 – 216.
- Cabrera, O., Villota, A., & Zambrano, C. (1999). Fenología reproductiva de *Hedyosmum* en los

- Andes ecuatorianos. *Revista Ecuatoriana de Botánica*, 55(3), 265-278.
- Castillo, J. (2013). *Inventario de especies arbóreas del bosque nativo San José de las Palmas, parroquia San Pablo, cantón San Miguel, provincia de Bolívar* [Repositorio institucional]. https://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/Ingenieria%20Agronomica/95.pdf
- Cavalcanti, D. B., y da Silva, J. F. (2008). Reproductive phenology of *Nectandra megapotamica* (*Lauraceae*) in a Brazilian Atlantic Forest area. *Journal of Tropical Ecology*, 24(6), 615-625.
- Cavero Contreras, R. M., y Liau Kang Goicochea, S. (2017). *Morfología polínica de las especies en floración del Bosque Upaypíteq, Distrito de Kañaris, Departamento de Lambayeque (febrero-mayo, 2015)*.
- ColPlantA. (2024). *Palicourea amethystina*. Plantas de los Andes Colombianos. Recuperado de <https://colplanta.org/taxon/urn%3Aalsid%3Aipni.org%3Anames%3A758989-1/general-information>
- Cuesta F., Peralvo M. y N. Valarezo. (2009). “*Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático*”. Serie Investigación y Sistematización #5. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION. Quito.
- Eras, V., Minchala, J., Moreno, J., Yaguana, M., & Sinche, M. (Eds.). (2018). *Estudio fenológico y análisis de calidad de semillas de algarrobo (Prosopis sp.) y guayacán (Handroanthus billbergi (Bureau & K. Schum) S. O. Grose), del bosque seco, provincia de Loja*. Programa de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, Universidad Nacional de Loja.
- Harling, G., & Andersson, L. (1997). *Guía de árboles de Bolivia*. Editorial Universitaria.
- FAO. 2011. Manual técnico “Semillas en emergencia”. Estudio FAO: producción y protección vegetal. Roma. 83p.
- FAO. 2022. El estado de los bosques del mundo 2022. Vías forestales hacia la recuperación verde y la creación de economías inclusivas, resilientes y sostenibles. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9360es>

- Font Quer, P. (2000). *Diccionario de botánica* (5.^a ed.). Editorial Labor.
- Fournier, L. (1976). *El dendrofenograma, una presentación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles*. *Revista de Biología Tropical, Costa Rica*, 25–96–97.
- Garcés Paucar, K. L. (2017). *Etnobotánica en los caseríos de Agua Blanca y Pampa Minas, Distrito de Canchaque*, Huancabamba-Piura.
- García, J., Añazco, M., & Orlando, P. (2019). Producción y conservación de semillas forestales: Situación actual y perspectivas en Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 7(3), 365–376. https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692019000300365.
- Gastiazoro, C. (2008). *Fenología de especies forestales nativas de la Estación Científica San Francisco, Loja, Ecuador* (Tesis de ingeniería forestal). Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Gentry, A. H. (1996). *A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru)*. University of Chicago Press.
- Gómez M. 2010. Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de Corantioquia, un paso hacia su conservación., Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. Medellín- Colombia. 226 p.
- Gómez Restrepo, M. L. (2011). *Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de Corantioquia*, un paso hacia su conservación (Vol. 2). Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.
- González, M. A., Rodríguez, J. A., & Pérez, L. M. (2008). La citocinina BAP retrasa senescencia, aumenta antioxidantes y reduce peroxidación lipídica en pasto ovillo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 29(3), 345-358. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v29i3.1050>
- Günter, S., Stimm, B., Cabrera, M., Diaz, M. L., Lojan, M., Ordonez, E., y Weber, M. (2008). Tree phenology in montane forests of southern Ecuador can be explained by precipitation, radiation and photoperiodic control. *Journal of Tropical Ecology*, 24(3), 247-258.
- Hall, P., y Bawa, K. S. (1993). Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. *Economic Botany*, 47(3), 234-247.

- Herrera, C. M., Jordano, P., Guitián, J., y Traveset, A. (1998). Annual variability in seed production by woody plants and the masting concept: reassessment of principles and relationship to pollination and seed dispersal. *The American Naturalist*, 152(4), 576-594.
- Kattan, G. (2003). Bosques andinos y subandinos del departamento del Valle del Cauca. *Santiago de Cali: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC*.
- Kelly, D., y Sork, V. L. (2002). Mast seeding in perennial plants: why, how, where? *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33, 427-447.
- Koptur, S. (1998). Clusia: A new model for studying floral and fruit development. *Annals of Botany*, 81(4), 431-440.
- Lane, J. E., Kruuk, L. E., Charmantier, A., Murie, J. O., y Dobson, F. S. (2012). Delayed phenology and reduced fitness associated with climate change in a wild hibernator. *Nature*, 489(7417), 554-557.
- Louman, B., Valerio, J., y Jiménez, W. (2001). Bases ecológicas. *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Serie Técnica. Manual Técnico*, (46), 19-78.
- Lozano, F., Fernández, M., & Pacheco, R. (1997). Efecto del raleo de flores y estado de madurez de cosecha sobre el rendimiento y calidad de fruto de pimiento. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 51(1), 15-22.
- Malizia, A., Blundo, C., Carilla, J., Osinaga Acosta, O., Cuesta, F., Duque, A., Aguirre, N., Aguirre, Z., Ataroff, M., Baez, S., Calderón-Loor, M., Cayola, L., Cayuela, L., Ceballos, S., Cedillo, H., Farfán Ríos, W., Feeley, K. J., Fernando Fuentes, A., Gámez Álvarez, L. E., y Young, K. R. (2020). Elevation and latitude drive structure and tree species composition in Andean forests: Results from a large-scale plot network. *PLOS ONE*, 15(4), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231553>
- Mantovani, M., y Ruschel, A. (2003). Fenología reproductiva de especies arbóreas em una formação secundaria da floresta Atlântica. *Revista Árvore*, 27(4), 451-458.
- Márquez, R.J. y Alba-Landa, J. (2003). Importancia del análisis de conos en la actividad silvícola. Memorias del 3er Simposio Internacional Sobre Recursos Naturales Bosque Suelo Atmósfera. Noviembre 17-19. Tlaxcala, Tlaxcala. 43 p.

- McKey, D. (1975). The ecology of coevolved seed dispersal systems. In L. E. Gilbert & P. H. Raven (Eds.), *Coevolution of Animals and Plants* (pp. 159-191). University of Texas Press.
- Mendoza, I., y Stevenson, P. R. (2000). Seasonal variation in the activity patterns of *Siparuna* in the tropical Andes. *Biotropica*, 32(3), 380-389.
- Minga, D., y Verdugo, A. (2016). *Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca*. Serie Textos Apoyo a la Docencia, Universidad del Azuay. Imprenta Don Bosco.
- Ministerio del Ambiente (MAE). (2015). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Quito, Ecuador.
- Ogaya, R., y Peñuelas, J. (2007). Species-specific drought effects on flower and fruit production in a Mediterranean holm oak forest. *Forestry*, 80(3), 351-357.
- Orton, J. (2014). *Ciclos reproductivos de los árboles* [Documento en línea]. Biblioteca Virtual CATIE. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0015S/A0015S05.pdf>
- Palomeque, X., Maza, A., Iñamagua, J. P., Günter, S., Hildebrandt, P., Weber, M., & Stimm, B. (2017). Variabilidad intraespecífica en la calidad de semillas de especies forestales nativas en bosques montanos en el sur del Ecuador: Implicaciones para la restauración de bosques. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 52-72.
- Park, J. S., & Post, E. (2022). Phenological evolution on a cyclical Earth: towards first principles and null expectations. *Authorea Preprints*.
- Ponti, R., y Sannolo, M. (2022). The importance of including phenology when modelling species ecological niche. *Ecography*, 45(4), 1-13. <https://doi.org/10.1111/ecog.06143>.
- Ríos, L., y Acevedo, G. (2007). *Ecología, Utilización e Impactos Producidos por el aprovechamiento del Cucharillo Oreocallis grandiflora (Lam) R. Br. en las parroquias de Taquil, Chantaco, Chuquiribamba y Gualiel de la Provincia de Loja* (Doctoral dissertation, Tesis para optar el Título de Ingeniero Manejo y Conservación del Medio Ambiente. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador).
- Ruiz-Guevara, N. (2021). Nuestros bosques andinos. Construyendo bienestar y sostenibilidad en comunidad (HELVETAS SWISS INTERCOJAJAOPERATION (ed.)). *Bosques Andinos*. https://www.bosquesandinos.org/pba/Documentos/3/BosquesAndinos_2021-12-22_17-36-18.pdf

- RStudio. (2024). RStudio Daily Builds - 2024.04.2+764. RStudio. <https://dailies.rstudio.com/version/2024.04.2+764/>
- Santander, T., Guevara, E., Tobar, F., Beck, H., Büttner, N., Nieto, A., Marcayata, A., Richter, F., Gavilanes, M. J., Poveda, C., Rojas, B., Wüest, R., Bello, C., y Graham, C. H. (2020). *Ecología de las interacciones de plantas y colibríes en VerdeCocha, Ecuador*. Vol. 1. Ecology of Plant and Hummingbird Interactions.
- Scarano, F. R., Duarte, H. M., Ribeiro, K. T., & Reys, P. (2003). Phenology and reproductive strategies in *Clusia* species from two contrasting tropical habitats. *Biotropica*, 35(3), 315-322.
- Smith, W. K., & Holbrook, N. M. (2001). Tree physiology and responses to environmental stresses in tropical montane cloud forests. In M. L. Hamilton (Ed.), *Tropical montane cloud forests: Ecology and conservation* (pp. 53-66). Cambridge University Press.
- Stiles, F. G., & Freeman, C. E. (1993). Reproductive ecology of the tropical tree *Clethra mexicana* (Clethraceae) in a Mexican cloud forest. *Biotropica*, 25(1), 107-118.
- Tropicos. (2024). *Clusia alata*. Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org>.
- Tropicos. (2024). *Nectandra laurel*. Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org>.
- Tropicos. (2024). *Clethra revoluta*. Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org>.
- Tropicos. (2024). *Palicourea amethystina*. Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org>.
- Tropicos. (2024). *Clusia alata*. Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org>.
- Tropicos. (2024). *Siparuna muricata*. Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org>.
- Tropicos. (2024). *Prunus opaca*. Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org>.
- Valencia, R., Balslev, H., y Paz y Miño, G. (2004). *High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador*. *Biodiversity and Conservation*, 13(12), 2125-2140.
- Velepucha, L., y Hurtado, G. (1987). *Estudio dendrológico de las principales especies forestales de la subcuenca del río Jipíro* (Tesis de ingeniero forestal). Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas, Loja, Ecuador. Páginas 37, 61, 104, 107.

- Villarreal-Quintanilla, J. Á., Encina-Domínguez, J. A., & González-Elizondo, M. S. (2015). *Arbustos y árboles silvestres de las planicies y laderas de montaña de Nuevo León, México*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/320626940_Arbustos_y_arboles_silvestres_de_las_planicies_y_laderas_de_montana_de_Nuevo_Leon_Mexico
- Vílchez, B., y Rocha, O. (2004). Fenología y biología reproductiva del nazareno (*Peltogyne purpurea* Pittier) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica, América Central. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 1(1), 47-60.
- Wheelwright, N. T. (1985). Fruit size, gape width, and the diets of fruit-eating birds. *Ecology*, 66(3), 808-818.
- Zutta, B. R., Rundel, P., Saatchi, S., Casana, J., Gauthier, P., Soto, A., Velazco, Y., & Buermann, W. (2012). Prediciendo la distribución de *Polylepis*: Bosques Andinos vulnerables y cada vez más importantes. *Revista Peruana de Biología*, 19(2), 205-212. <https://doi.org/10.15381/rpb.v19i2.849>.

11. Anexos

Anexo 1. Productividad de frutos de las especies forestales del bosque andino.

Especies	Individuo	Nro de Frutos	Promedio ramas muestreadas	Nro de ramas con frutos	Nro de frutos x árbol
<i>Paliocurea amethystina</i>	1	<u>170</u> 89 182	147.0	7	1029.00
	2	<u>185</u> 170 193	182.7	9	1644.00
	3	<u>198</u> 202 206	202.0	11	2222.00
	4	<u>210</u> 92 226	176.0	12	2112.00
	5	<u>187</u> 227 231	215.0	9	1935.00
	6	<u>234</u> 238 242	238.0	10	2380.00
	7	<u>164</u> 243 175	194.0	13	2522.00
	8	250	255.0	12	3060.00

		<u>255</u>			
		260			
9		<u>125</u>	168.7	8	1349.33
		<u>264</u>			
		117			
10		<u>150</u>	208.3	11	2291.67
		<u>200</u>			
		275			
<i>Clusia alata</i>	1	<u>49</u>	57.0	8	456.00
		<u>56</u>			
		66			
2		<u>74</u>	78.3	6	470.00
		<u>94</u>			
		67			
3		<u>37</u>	24.0	6	144.00
		<u>12</u>			
		23			
4		<u>45</u>	41.7	10	416.67
		<u>42</u>			
		38			
5		<u>38</u>	34.7	7	242.67
		<u>41</u>			
		25			
6		<u>20</u>	38.3	7	268.33
		<u>42</u>			
		53			
7		<u>50</u>	43.0	10	430.00
		42			

		37			
	8	<u>48</u>	37.7	9	339.00
		<u>36</u>			
		29			
	9	<u>26</u>	29.3	6	176.00
		<u>45</u>			
		17			
	10	<u>38</u>	31.7	4	126.67
		<u>36</u>			
		21			
<i>Siparuna muricata</i>	1	<u>1110</u>	1035.0	11	11385.00
		<u>1011</u>			
		984			
	2	<u>659</u>	687.0	7	4809.00
		<u>734</u>			
		668			
	3	<u>262</u>	339.0	12	4068.00
		<u>316</u>			
		439			
	4	<u>427</u>	591.0	7	4137.00
		<u>711</u>			
		635			
	5	<u>16</u>	18.3	6	110.00
		<u>16</u>			
		23			
	6	<u>234</u>	258.7	8	2069.33
		<u>341</u>			
		201			

	7	<u>189</u>	148.3	7	1038.33
		<u>82</u>			
		174			
	8	<u>348</u>	557.7	11	6134.33
		<u>782</u>			
		543			
	9	<u>222</u>	211.7	12	2540.00
		<u>167</u>			
		246			
	10	<u>98</u>	92.0	9	828.00
		<u>92</u>			
		86			
<i>Hedyosmum</i>	1	<u>48</u>	49.0	7	343.00
<i>scabrum</i>		<u>40</u>			
		59			
	2	<u>46</u>	58.3	8	466.67
		<u>74</u>			
		55			
	3	<u>32</u>	30.0	5	150.00
		<u>21</u>			
		37			
	4	<u>14</u>	11.0	5	55.00
		<u>8</u>			
		11			
	5	<u>19</u>	17.7	7	123.67
		<u>22</u>			
		12			
	6	23	17.7	9	159.00

		<u>17</u>			
		13			
7		<u>21</u>	20.0	9	180.00
		21			
		18			
8		<u>33</u>	32.3	7	226.33
		41			
		23			
9		<u>36</u>	36.3	5	181.67
		33			
		40			
10		<u>6</u>	6.7	4	26.67
		8			
		6			
<i>Nectandra laurel</i>	1	<u>108</u>	120.3	11	1323.67
		100			
		153			
	2	<u>104</u>	129.3	7	905.33
		163			
		121			
	3	<u>82</u>	83.3	8	666.67
		77			
		91			
	4	<u>121</u>	141.0	8	1128.00
		140			
		162			
	5	<u>82</u>	82.0	6	492.00
		71			

		93			
6	<u>45</u>	42.7	12	512.00	
	<u>32</u>				
	51				
7	<u>65</u>	59.3	12	712.00	
	<u>61</u>				
	52				
8	<u>24</u>	20.3	15	305.00	
	<u>21</u>				
	16				
9	<u>78</u>	85.0	14	1190.00	
	<u>85</u>				
	92				
10	<u>101</u>	107.7	12	1292.00	
	<u>97</u>				
	125				
<i>Clethra revoluta</i>					
1	<u>132</u>	143.0	8	1144.00	
	<u>108</u>				
	189				
2	<u>209</u>	207.0	11	2277.00	
	<u>221</u>				
	191				
3	<u>222</u>	234.0	8	1872.00	
	<u>213</u>				
	267				
4	<u>167</u>	165.0	7	1155.00	
	<u>172</u>				
	156				

	5	<u>143</u>	130.7	7	914.67
		<u>138</u>			
		111			
	6	<u>123</u>	131.7	11	1448.33
		<u>156</u>			
		116			
	7	<u>102</u>	93.7	8	749.33
		<u>97</u>			
		82			
	8	<u>127</u>	153.3	16	2453.33
		<u>178</u>			
		155			
	9	<u>78</u>	76.0	14	1064.00
		<u>69</u>			
		81			
	10	<u>123</u>	155.3	13	2019.33
		<u>156</u>			
		187			
<i>Prunus</i>	1	<u>21</u>	18.0	5	90.00
<i>Opaca</i>		<u>15</u>			
		18			
	2	<u>6</u>	7.3	7	51.33
		<u>7</u>			
		9			
	3	<u>11</u>	16.0	3	48.00
		<u>21</u>			
		16			
	4	15	12.7	4	50.67

	<u>13</u>			
	10			
5	<u>21</u>	26.0	5	130.00
	<u>27</u>			
	30			
6	<u>41</u>	26.3	6	158.00
	<u>20</u>			
	18			
7	<u>23</u>	16.3	5	81.67
	<u>17</u>			
	9			
8	<u>9</u>	10.7	5	53.33
	<u>11</u>			
	12			
9	<u>18</u>	17.3	6	104.00
	<u>17</u>			
	17			
10	<u>15</u>	15.0	4	60.00
	<u>19</u>			
	11			

Anexo 2. Certificado de traducción del Abstract

Lic. Jordy Christian Granda F., Mgs.
0967352473
Chris-gra1993@hotmail.com
Loja – Ecuador

Loja, 08 de enero de 2025

El suscrito, Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs., **DOCENTE EDUCACIÓN SUPERIOR DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO LOJA**, a petición de la parte interesada y en forma legal,

CERTIFICA:

Que, la traducción del documento adjunto solicitado por la Srta. **Evelin Dayana Ulloa Jumbo**, con cedula de ciudadanía No. **1150837647**, cuyo tema de investigación se titula: **Fenología y productividad de siete especies forestales del bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro**, ha sido realizado y aprobado por mi persona, docente de Educación Superior en la enseñanza del inglés como lengua extranjera. El apartado del Abstract es una traducción textual del Resumen aprobado en español.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos, facultando al portador del presente documento, hacer el uso legal pertinente.

English is a piece of cake!



Lic. Jordy Christian Granda Feijoo, Mgs.
ENGLISH PROFESSOR

