



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Ambiental

**Comunidad de artrópodos en una planta hemiparásita y sus hospederos en
un ecosistema urbano**

**Trabajo de Integración
Curricular previa a la
obtención del título de
Ingeniera Ambiental**

AUTOR:

Dora Verónica Vargas Macao

DIRECTOR:

Ecol. Katusca Valarezo Aguilar, Mg.Sc.

Loja – Ecuador

2024



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

**Sistema de Información Académico
Administrativo y Financiero - SIAAF**

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Valarezo Aguilar Katiusca Janet**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Comunidad de artrópodos en una planta hemiparásita y sus hospederos en un ecosistema urbano**, perteneciente al estudiante **Dora Veronica Vargas Macao**, con cédula de identidad N° **1900728344**. Certifico que luego de haber dirigido el **Trabajo de Integración Curricular** se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Integración Curricular**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Integración Curricular del mencionado estudiante.

Loja, 23 de Agosto de 2023



Escaneado electrónicamente por:
KATIUSCA JANET
VALAREZO AGUILAR

F) -----
**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**



Certificado TIC/TT.: UNL-2023-000623

1/1
Educamos para **Transformar**

Autoría

Yo, **Dora Verónica Vargas Macao**, declaro ser autora del presente Trabajo de 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 mi trabajo de integración curricular en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Autor: Dora Verónica Vargas Macao

Cédula de identidad: 1900728344

Fecha: 3 de abril del 2024

Correo electrónico: dora.vargas@unl.edu.ec

Teléfono: 0988447840

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

Yo **Dora Verónica Vargas Macao**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Comunidad de artrópodos en una planta hemiparásita y sus hospederos en un ecosistema urbano**, como requisito para optar el título de **Ingeniera Ambiental**, 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 de la siguiente manera 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 que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los tres días del mes de abril del dos mil veinte y cuatro.

Firma:

Autora: Dora Verónica Vargas Macao

Cédula: 1900728344

Dirección: Balcón Lojano

Correo electrónico: dora.vargas@unl.edu.ec

Teléfono: 0988447840

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo de Integración Curricular: Ecol. Katusca Valarezo Aguilar Mg.Sc

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a cada persona que ha sido pilar fundamental en todo este camino académico. En primer lugar, a mi amada hija Amy Salinas Vargas, quien ha sido mi fuente inagotable de inspiración y motivación a lo largo de este desafiante camino. Tu alegría y curiosidad constante me han recordado la importancia de perseverar en busca del conocimiento. Esta tesis está dedicada a ti, mi mayor logro y mi razón para esforzarme siempre.

A mis apreciados padres, Rodrigo Vargas y Marujita Macao, les dedico esta tesis como un testimonio de mi profunda gratitud por su amor inquebrantable, sus sacrificios incansables y su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y mi educación. Gracias por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y por enseñarme que los sueños se hacen realidad con esfuerzo y determinación.

A mis queridos hermanos y hermanas, Jimmy, Jhon, Magner, Neyver, Ginela y Alejandra, cuya complicidad y amor han enriquecido mi vida de formas invaluable. Siempre han estado ahí para celebrar mis éxitos y levantarme en momentos difíciles.

A mi novio, Christopher Salinas, agradezco sus palabras de aliento, su comprensión y su amor, los cuales han sido fundamentales para mi éxito. Gracias por estar siempre a mi lado y celebrar cada triunfo conmigo.

Cada página de esta tesis es un homenaje a ustedes, mis seres queridos, quienes han sido mi fortaleza y guía en este viaje académico y personal. A través de este trabajo, quiero expresar mi agradecimiento por su constante apoyo y amor. Sin ustedes, este logro no tendría el mismo significado.

Dora Verónica Vargas Macao

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a Dios por acompañarme siempre, guiando mis pasos y bendiciéndome con fortaleza, sabiduría e inteligencia necesaria para alcanzar mis metas. Mi gratitud se extiende hacia todas las personas que han sido fundamentales en el proceso de realización de mi tesis.

A mis familiares, les debo un reconocimiento especial por su constante estímulo y confianza en mí. Sus palabras de aliento han sido un bálsamo en momentos de duda y han reforzado mi determinación para completar esta etapa con éxito.

Deseo hacer una mención especial a mi directora de tesis, la ecóloga Katusca Valarezo Aguilar, por su apoyo y orientación a lo largo de este camino académico. Su experiencia y dedicación han sido una fuente invaluable de inspiración para mí.

Además, deseo agradecer sinceramente al Ing. Christian Mendoza León, M. Sc, a la Blga. Aura del Carmen Paucar Cabrera y al Ing. Vinicio Escudero, quienes generosamente compartieron su conocimiento y asesoramiento, contribuyendo de manera significativa al desarrollo y enriquecimiento de mi investigación.

No puedo dejar pasar la oportunidad de agradecer de corazón a mis compañeros de camino. Su amistad, su apoyo mutuo e intercambio de ideas han hecho que este proceso sea mucho más enriquecedor y llevadero. Juntos hemos enfrentado obstáculos y celebrado logros, creando recuerdos que perdurarán en el tiempo.

Dora Verónica Vargas Macao

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:	ix
Índice de Anexos:.....	ix
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1 Abstract	3
3. Introducción.....	4
4. Marco Teórico	6
4.1 Plantas parásitas	6
4.2 El muérdago y sus roles ecológicos	6
4.3 Factores que influyen en la propagación del muérdago	7
4.4 Características de <i>Phoradendron nervosum</i>	8
4.5 Comunidad de artrópodos y el muérdago	9
4.5.1 Artrópodos especialistas y generalistas.....	9
4.5.2 Factores que inciden en las poblaciones de artrópodos en muérdagos	9
5. Metodología.....	10
5.1 Área de estudio.....	10
5.2 Selección de árboles focales infectados con <i>P. nervosum</i>	11
5.3 Toma de muestras del sauce (<i>Salix humboldtiana</i>), el muérdago (<i>P. nervosum</i>) y artrópodos.....	13
5.4 Análisis de datos.....	14
6. Resultados	15
6.1 Cuantificación de la abundancia y riqueza de artrópodos presentes en el muérdago, en sauces infectados y no infectados por <i>P. nervosum</i> , en los espacios verdes de la ciudad de Loja 15	
6.1 Comparación de las comunidades de artrópodos registrados en el muérdago, en sauces infectados y no infectados por el muérdago <i>P. nervosum</i>	18

7. Discusión	19
8. Conclusiones	24
9. Recomendaciones	24
10. Bibliografía	25
11. Anexos	33

Índice de Tablas:

Tabla 1. Evaluación de cada tercio según característica	12
Tabla 2. Clasificación de la infestación de <i>Salix humboldtiana</i>	13
Tabla 3. Valores de la prueba Kruskal-Wallis para la riqueza y abundancia a nivel de órdenes registrados por categoría	18

Índice de Figuras:

Figura 1. <i>Phoradendron nervosum</i>	8
Figura 2. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en las tres áreas de estudio en la ciudad de Loja: Parque Recreacional Jipiro, Punzara (Quinta Experimental de la Universidad Nacional de Loja) y Ciudad Alegría.....	11
Figura 3. División del sauce en tercios.	12
Figura 4. Clasificación de infestación.	13
Figura 5. Curvas de rarefacción y extrapolación para corroborar la completitud de muestreo y comparar riqueza a nivel de orden entre las categorías: Muérdago (S1), Rama infectada (S2) y Rama no infectada (S3).	16
Figura 6. Abundancia en las diferentes categorías: Rama infectada, Rama no infectada y Muérdago.	17
Figura 7. Abundancia relativa de cada orden en las categorías (rama infectada, rama no infectada y muérdago).....	18
Figura 8. Representación gráfica del escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), con distancias Bray-Curtis, para la comparación de comunidades de artrópodos entre las categorías: Rama infectada, Rama no infectada y Muérdago.	19

Índice de Anexos:

Anexo 1. Toma de coordenadas de ubicación de sauces (<i>Salix humboldtiana</i>)	33
Anexo 2. Registro de coordenadas de los sauces infectados y no infectados por <i>Phoradendron nervosum</i>	33
Anexo 3. Nivel de infestación de los sauces (<i>Salix humboldtiana</i>).....	34
Anexo 4. Recolección de muestras de artrópodos en sauces infectados y no infectados por <i>P. nervosum</i>	35
Anexo 5. Ejemplares de órdenes de artrópodo	35
Anexo 6. Certificación de traducción de resumen (Abstract)	38

1. Título

Comunidad de artrópodos en una planta hemiparásita y sus hospederos en un ecosistema urbano

2. Resumen

Los muérdagos constituyen un recurso clave en los ecosistemas, al crear nuevos microhábitats en las ramas de los árboles, lo que promueven la diversidad de artrópodos. Se conoce poco sobre los beneficios ecológico del muérdago *Phoradendron nervosum* en los entornos urbanos, investigaciones previas se han centrado principalmente en enumerar las especies hospederas o controlar su propagación. En este estudio, se presenta la primera comparación directa de las comunidades de artrópodos asociadas al muérdago *P. nervosum* y su hospedero, el sauce (*Salix humboldtiana*) en la ciudad de Loja. Se colectaron artrópodos de las plantas de muérdago, así como de las ramas del sauce infectado y no infectado por esta hemiparásita en los sectores de Punzara, Ciudad Alegría y Jipiro. Estas muestras se clasificaron en tres categorías: muérdago, rama infectada y rama no infectada. Se cuantificó la abundancia y riqueza de artrópodos en cada categoría, y se compararon las comunidades de artrópodos encontradas. En total, se registraron 1275 artrópodos distribuidos en 14 órdenes. El muérdago *P. nervosum* alberga mayor diversidad de órdenes, y la rama no infectada, mayor abundancia total. Sin embargo, estas diferencias carecen de significancia estadística, sugiriendo que el muérdago *P. nervosum* no influye directamente en las composiciones y estructura de las comunidades de artrópodos en los ecosistemas urbanos de Loja. A pesar de la falta de diferencias significativas, es relevante destacar que el muérdago desempeña un papel crucial como microhábitat y fuente de alimento para una amplia variedad de artrópodos. Estos artrópodos, a su vez, cumplen funciones esenciales para mantener el equilibrio de los ecosistemas al servir como sustento para niveles tróficos superiores, como algunos vertebrados insectívoros. Esto resalta la importancia de gestionar su presencia de manera ecológica.

Palabras clave: comunidad de artrópodos, muérdago, *Phoradendron nervosum*, hemiparásita.

2.1 Abstract

Mistletoes are a key source in ecosystems, to create new microhabitats on the tree branches, which promotes the arthropodous diversity. We do not know about the ecological benefits of the mistletoe *Phoradendron nervosum* in urban environments, previous studies have focused on listing the host species or controlling their spreading. In this study, it is presented the first direct comparison about the communities of arthropodous associated with the mistletoe *P. nervosum* and its host, the willow (*Salix humboldtiana*) in Loja city. Arthropodous were placed from mistletoe plants, as well as from the willow branches of the infected and non-infected by this hemiparasite in Punzara, Ciudad Alegría, and Jipiro places. These samples were classified into three categories: mistletoe, infected and non-infected branches. The abundance and the richness of arthropodous were quantified in each category, and the communities of arthropodous found here were compared among them. Overall, 1275 arthropodous were recorded and they were distributed into 14 levels. Mistletoe *P. nervosum* is home to the most diversity of levels, and in the non-infected branch the most abundance in total. Nevertheless, these differences lack of meaningful statistic, it suggests that the mistletoe *P. nervosum* does not affect directly in the compositions and structure of the arthropodous communities in the urban ecosystems of Loja city. Even though the lack of meaningful differences, it is relevant to underscore that the mistletoe plays a crucial role as microhabitat and source of food to a wide variety of arthropodous. These arthropodous, which in turn, they fulfil essential functions to keep the balance of the ecosystems to serve as a sustenance for superior trophic levels, such as some insectivorous vertebrates. This highlights the importance of handle their presence of an ecological manner.

Key words: community of arthropodous, mistletoe, *Phoradendron nervosum*, hemiparasite.

3. Introducción

La transformación acelerada del hábitat natural, impulsada principalmente por la urbanización, ha sido identificada como una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad local (Aronson et al., 2014; Lizée et al., 2012; Shochat et al., 2006; Sol et al., 2014; Theodorou et al., 2020). Esta expansión urbana ha generado desafíos para la conservación de la biodiversidad y la comprensión de los procesos ecológicos que ocurren en ambientes antropizados (Alberti, 2015). A pesar de estos cambios, los espacios verdes dentro de las ciudades brindan servicios ecosistémicos como la calidad del aire, recarga de acuíferos, el secuestro de carbono, reducción del ruido y la contaminación, así como la creación de paisajes estéticos y refugios de vida silvestre (Breuste et al., 2015).

Sin embargo, los árboles, importantes en ambientes urbanos, están expuestos a condiciones ambientales adversas como altas temperaturas, escasez de agua y nutrientes, presencia de contaminantes y severa compactación del suelo (Díaz-Limón et al., 2016; Skrypnik et al., 2020). Estas condiciones hacen que los árboles en estas áreas sean más vulnerables a estresores biológicos como los muérdagos (Skrypnik et al., 2020). Los muérdagos son plantas hemiparásitas que habitan en una variedad de especies de árboles y arbustos (Arruda et al., 2006; Gairola et al., 2013; Kołodziejek et al., 2013) e infectan principalmente especies exóticas.

Particularmente en zonas urbanas, la prevalencia de infestación por muérdago suele ser más alta que en áreas naturales, debido en gran medida a la disposición uniforme en la que suelen encontrarse los árboles, lo cual favorece la llegada de aves, que a su vez son consideradas principales agentes dispersores de las semillas de estas hemiparásitas (Maruyama et al., 2012). La presencia de esta planta se convierte en un problema serio en estas áreas, ya que las cargas de muérdago pueden alcanzar niveles severos (Díaz-Limón et al., 2016), lo que afecta la calidad de la vegetación. Esto se debe a que los bosques urbanos no presentan la dinámica de regeneración natural como lo harían los bosques naturales (Maruyama et al., 2012).

Por otro lado, en ecosistemas naturales, el muérdago se considera una especie clave (Watson, 2001), dado que transporta nutrientes al suelo a través de la caída de sus hojas, lo que beneficia a los árboles de hoja caduca y promueve el crecimiento de plantas cercanas (Quested et al., 2019). Además, esta defoliación beneficia a los insectos que habitan en la hojarasca y a los insectívoros que se alimentan en el suelo (Ndagurwa et al., 2014; Watson, 2015). Así mismo, estas plantas también se consideran un sitio de anidación y descanso para aves, mamíferos e insectos (Watson, 2001). Al establecerse en las ramas de los árboles crea un nuevo microhábitat del dosel arbóreo y aumenta la diversidad de fitorrecursos para los herbívoros y

polinizadores (Lázaro-González et al., 2017). Varios insectos herbívoros (Burns, 2009; Burns et al., 2014) y algunos mamíferos son consumidores del follaje de muérdago (Umucalılar et al., 2007).

La presencia de la hemiparásita *Phoradendron nervosum*, ha sido registrada en varios países de América Latina (Kuijt, 2003) incluido Ecuador, donde se ha convertido en un problema fitosanitario en algunas ciudades, causando considerables pérdidas económicas para las administraciones locales (Del Villar, 2014). Su proliferación se ha observado especialmente en ciudades de Quito y Loja, donde parasitan principalmente árboles introducidos de diferentes especies, como *Populus dealbata*, *Callistemon citrinus*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Acacia melanoxylum*, *Nerium oleander*, *Prunus serótina*, *Acacia dealbata* y *Salix humboldtiana*, así como árboles nativos en menor medida (*Mimosa quitensis*, *Lochroma cyaneum*, *Baccharis latifolia*) (Cerón-Martínez y Reyes-Tello, 2022; Correoso Rodríguez, 2022).

Aunque algunos investigadores se han centrado en aspectos como la identificación de especies de árboles hospederos y el control de la propagación de *P. nervosum* Oliv (Cerón-Martínez y Reyes-Tello, 2022; Correoso Rodríguez, 2022; Mendoza, 2023), estudios recientes en la ciudad de Loja han revelado su relación con aves frugívoras (Loaiza, 2024; Mendoza, 2023). Para comprender mejor el rol ecológico de *P. nervosum* en los espacios verdes urbanos, resulta imperativo estudiar sus interacciones con otros organismos.

Por ejemplo, en el parque La Carolina de Quito, se ha constatado que los individuos de *P. nervosum* actúa como sustrato de oviposición y fuente de alimento para las orugas *Catantopha flisa duna* (Padrón et al., 2020). Los muérdagos son un sustrato ideal e intrigante para investigar la diversidad de artrópodos en estos entornos, ya que constituyen parches de follaje relativamente pequeños y discretos situados dentro del dosel arbóreo (Burns, 2009), introduciendo así un nivel adicional de heterogeneidad en el dosel debido a las diferencias fisiológicas y morfológicas entre sus hojas y tallos respecto a los de la planta hospedera (Těšitel et al., 2010). Estos factores podrían incidir en la composición y estructura de las comunidades de animales que interactúan con el muérdago (Lázaro-González et al., 2017; Watson, 2001).

Además, *P. nervosum* desempeña un papel fundamental en la cadena trófica al proveer alimento para numerosos artrópodos, que a su vez actúan como fuente de alimento para niveles tróficos superiores como algunos vertebrados insectívoros (Jones y Leather, 2012). Esta interacción multitrófica subraya aún más la importancia de comprender su ecología dentro de los ecosistemas urbanos. Este conocimiento es esencial para complementar la información presente sobre *P. nervosum* y facilitar la toma de decisiones más informadas en la gestión de las áreas verdes urbanas de Loja, con un enfoque centrado en la conservación de la flora y la

fauna. Dado que los artrópodos también son fundamentales en el mantenimiento de la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas (Theodorou et al., 2020), ya que cumplen una variedad de funciones como el reciclaje de nutrientes, la aireación del suelo, el control biológico de plagas y la polinización (Mcintyre et al., 2001).

En este sentido la pregunta que buscamos responder es ¿la comunidad de artrópodos difiere en composición y abundancia entre los hospederos del muérdago *P. nervosum* y aquellos que no están infectados por esta especie de muérdago en ecosistemas urbanos de la ciudad de Loja? Este estudio cuantificó la abundancia y riqueza de artrópodos presentes en el muérdago, en individuos del sauce (*Salix humboldtiana*) infectados y no infectados por *P. nervosum* en los espacios verdes de la ciudad de Loja. Y comparó las comunidades de artrópodos encontradas en el muérdago, individuos infectados y no infectados por el muérdago *P. nervosum*.

4. Marco Teórico

4.1 Plantas parásitas

Las plantas parásitas han desarrollado adaptaciones especializadas, como los haustorios, para adquirir recursos esenciales de otras plantas. El fenómeno del parasitismo ha evolucionado de forma independiente al menos 12 veces en la historia de las angiospermas, lo que ha dado lugar a aproximadamente el 1% de las especies de plantas parásitas, lo que equivale alrededor de 4500 especies. Estas parásitas no solo presentan una diversidad considerable en términos de su origen evolutivo, sino también en su funcionamiento fisiológico y comportamiento ecológico (Těšitel, 2016).

Las plantas parásitas se clasifican en dos categorías principales: las holoparásitas y las hemiparásitas. Las holoparásitas debido a su incapacidad de realizar la fotosíntesis, son completamente dependientes de sus hospederos (van der Kooij et al., 2000). Estas plantas infectan tanto el floema como el xilema de sus hospederos con el fin de adquirir los nutrientes orgánicos e inorgánicos necesarios para su supervivencia. Por otro lado, las hemiparásitas atacan el xilema de los hospederos para obtener prácticamente nutrientes minerales y el agua, aunque también obtienen parte del carbón orgánico a través de su propia actividad fotosintética (Těšitel et al., 2010).

4.2 El muérdago y sus roles ecológicos

Los muérdagos pertenecen al orden Santalales, son hemiparásitas aéreas que se distribuyen en una amplia variedad de bosques y tierras arboladas alrededor del mundo

(Watson, 2001). Se encuentran en cinco familias diferentes: Misodendraceae, Loranthaceae, Santalaceae, Amphorogynaceae y Viscaceae (Nickrent, 2011).

Estos muérdagos tienen la capacidad de persistir en el mismo árbol durante largos períodos de tiempo, abarcando varias generaciones, gracias a sus mecanismos de dispersión de semillas. La mayoría de las especies de muérdago dependen de vertebrados frugívoros para dispersar sus semillas, mientras que otras especies como *Arceuthobium ssp.*, emplean descargas explosivas de semillas (Aukema, 2004). Como consecuencia, los efectos del muérdago en el rendimiento del árbol hospedero y en el ecosistema son duraderos y pueden llevar a varios años o incluso décadas hasta que la relación entre el árbol hospedero y el muérdago concluya con la muerte de ambas plantas (Dobbertin y Rigling, 2006).

Además de influir negativamente el rendimiento del árbol hospedero, los muérdagos ejercen impactos en la composición y estructura de los ecosistemas a través de diferentes mecanismos facilitadores: los muérdagos mejoran el ciclo de nutrientes en el suelo al aportar nutrientes durante todo el año mediante la caída indirecta de sus hojas viejas debajo de sus árboles (Mellado, 2016). Este aporte beneficia especialmente a las especies de árboles de hoja caduca (Ma et al., 2020) y contribuyen a una mayor abundancia y riqueza de insectos que viven en la hojarasca, así como de insectívoros. Además, los muérdagos favorecen la biomasa microbiana y la colonización de micorrizas, y aumentan la riqueza de especies y la densidad de plántulas huéspedes (Watson, 2016). Además, son una fuente de alimento para aves, mamíferos e insectos, y también se utilizan como sitios de anidación y descanso (Watson, 2001).

4.3 Factores que influyen en la propagación del muérdago

La propagación del muérdago, se ve influenciada por una amplia gama de factores bióticos y abióticos. Entre los factores bióticos, los más importantes son el comportamiento de los animales, especialmente las aves, como principales agentes dispersores de sus semillas (Mellado y Zamora, 2014) y los insectos como polinizadores (Watson, 2001), la densidad de rodales del propio muérdago (competencia intraespecífica) y la competencia con otros parásitos (Queijeiro-Bolaños et al., 2011), así como la distribución y presencia de árboles hospederos adecuados y las relaciones fisiológicas parásito-huésped. Mientras que los factores abióticos más significativos que afectan la vida del muérdago son la temperatura, el acceso a la luz, la humedad y la altitud (Mellado y Zamora, 2014). La temperatura óptima para germinación es de 15-20 °C, con tiempos de germinación más largos a bajas temperaturas y más cortos a altas temperaturas. Los rayos azules son esenciales para la germinación y desarrollo general, por lo

que el muérdago se encuentra mayoritariamente en áreas abiertas y bien iluminadas (Gołabek y Sławiński, 2017).

4.4 Características de *Phoradendron nervosum*



Figura 1. *Phoradendron nervosum*

Phoradendron es el género más grande de muérdagos en el hemisferio occidental y, posiblemente, en el mundo en general (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2011). Es un género de angiospermas perteneciente actualmente a la familia Santalaceae. En este orden se encuentra *P. nervosum* (Figura 1), que se distribuye desde el este de México hasta Perú y Bolivia (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2011), a altitudes de 50 a 2000 m, y hasta 3000 m en Los Andes (Kuijt, 2003). Es conocida con varios nombres como “muérdago”, “injertos”, “matapalo”, “sueda con suedas” y “popa” (Pérez, 2017). Habitan en bosque tropical subcaducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de galería y sobre todo de la vegetación secundaria derivada, florece y fructifica aparentemente a lo largo del año (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2011).

Este arbusto hemiparásito tiene una tonalidad verde oliva, posee tallos jóvenes comprimidos y adultos cilíndricos. Las hojas son grandes y están divididas, con nervios prominentes. Las flores son de color crema-café y se encuentran en forma de espiga. El fruto

maduro es esférico y tiene un diámetro de hasta 5 mm, con una superficie lisa, de color blanco-marrón-amarillento o naranja (Kuijt, 2003).

4.5 Comunidad de artrópodos y el muérdago

Los artrópodos, un grupo taxonómico muy diverso que proporciona servicios ecosistémicos como la polinización, la dispersión de semillas y la renovación de nutrientes en los espacios verdes urbanos, así como respaldan la persistencia de niveles tróficos más altos (Faeth et al., 2011). Además, los artrópodos son sensibles a los cambios del entorno (Jones y Leather, 2012) y, por lo tanto, se han utilizado como bioindicadores ecológicos. Los factores que podrían afectar a este grupo incluyen el gradiente rural-urbano, el tipo de manejo ambiental como la gestión de zonas urbanas y la fragmentación del hábitat (Cabrero-Sañudo et al., 2022).

Los muérdagos albergan una gran diversidad de invertebrados, incluyendo más de 10 órdenes de artrópodos, como los escarabajos (Coleoptera); chinches (Hemípteros); avispas, hormigas y abejas (Hymenoptera); mariposas y polillas (Lepidoptera); trips (Thysanoptera); moscas (dípteros); piojos de la corteza (Psocoptera); cucarachas (Blattodea); mantis religiosa (Mantodea); saltamontes (Ortópteros); alas de encaje (Neuroptera); ácaros (Acari); y arañas (Araneae) (Burns et al., 2011; Burns y Watson, 2013). Algunos animales de estos grupos se encuentran en los muérdagos y tienen diferentes hábitos alimentarios: algunos son herbívoros y se alimentan de las diferentes partes de la planta, mientras que otros son depredadores, carroñeros o se alimentan de hongos y materia vegetal muerta (Burns y Watson, 2013). Esto significa que algunos son especialistas y dependen exclusivamente de los muérdagos para su supervivencia, mientras que otros son generalistas que utilizan estas plantas de manera oportunista para conseguir alimento o refugio en el dosel.

4.5.1 Artrópodos especialistas y generalistas

Los psílidos son invertebrados especialistas del muérdago, también conocidos como lerps, pertenecen al orden Hemiptera. Producen una cubierta en forma de caparazón durante su desarrollo que puede actuar como refugio y mantener un microambiente húmedo (Burns y Watson, 2013). Tanto los lerps como las larvas son una fuente de alimento para las aves (Lockwood et al., 2004), pero también pueden causar graves daños foliares en las plantas hospedantes en condiciones de sequía. Por otro lado, las arañas son oportunistas y se encuentran tanto en los muérdagos como en sus árboles hospedantes.

4.5.2 Factores que inciden en las poblaciones de artrópodos en muérdagos

La abundancia de artrópodos se correlaciona positivamente con las concentraciones de nutrientes foliares. Se han observado niveles diferenciales de crecimiento, reproducción y

diversidad de insectos en plantas con diferentes concentraciones de nutrientes, particularmente nitrógeno (Peeters, 2002). Los rasgos estructurales como el grosor de las hojas y el contenido de humedad son factores importantes en la determinación de las densidades de insectos.

5. Metodología

5.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Loja, ubicada en la provincia del mismo nombre con una extensión total de 52 Km², y una altitud de 2.100 m s.n.m. El clima de Loja es cálido y templado, con temperaturas que varían entre los 16 °C y 21 °C (PNUMA et al., 2007). La precipitación media anual asciende los 950 mm, cuenta con dos estaciones húmedas: la primera entre los meses de enero y abril, y la segunda entre octubre y diciembre; también presenta una estación seca entre mayo y septiembre (Municipio de Loja, 2021). La formación natural del valle corresponde a matorral húmedo montano, con vegetación original reemplazada en su mayoría por cultivos y bosques de eucalipto con remanentes de vegetación original en áreas de difícil acceso (PNUMA et al., 2007). Para el estudio, se seleccionaron tres sitios dentro de la gradiente urbana (Figura 2):

- **Parque Recreacional Jipiro**, situado al norte de la ciudad, en el barrio Jipiro, con coordenadas geográficas 3°58'38,50" S y 79°12'22.70" O, abarcando 10 hectáreas de extensión. Este parque se caracteriza por estar dividido en dos zonas bien definidas por la presencia del Río Zamora con áreas designadas para actividades recreativas y senderos para facilitar el desplazamiento de visitantes (León, 2015).
- **Ciudad Alegría**, ubicado al sur de la ciudad, en las coordenadas 4°1'55.4" S y 79°12'24.4" O, donde dos arroyos convergen, formando riveras adornadas con árboles y arbustos. Esta área combina elementos urbanos y naturales, con viviendas que exhiben jardines muy cuidados (Arévalo, 2018).
- **Punzara (Quinta Experimental de la Universidad Nacional de Loja)**, localizada al sur de la ciudad, en las coordenadas 4° 02'47" S y 79° 12' 40" O, a una altitud 2135 msnm. Presenta una temperatura mínima de 15.9 °C y máxima de 22.6°C, con una precipitación media anual de 906.9 mm y una humedad relativa media mensual de 74 % (Alemán, 2013).

Estos sitios fueron elegidos debido a la abundante presencia del muérdago *P. nervosum*, el cual infecta al sauce (*Salix humboldtiana* Willd) (Mendoza, 2023), una especie exótica de la

ciudad perteneciente a la familia Salicaceae (Merino, 2024), comúnmente encontrada en parques, avenidas, bordes de ríos y quebradas de la ciudad de Loja (Aguirre y Yaguana, 2013).

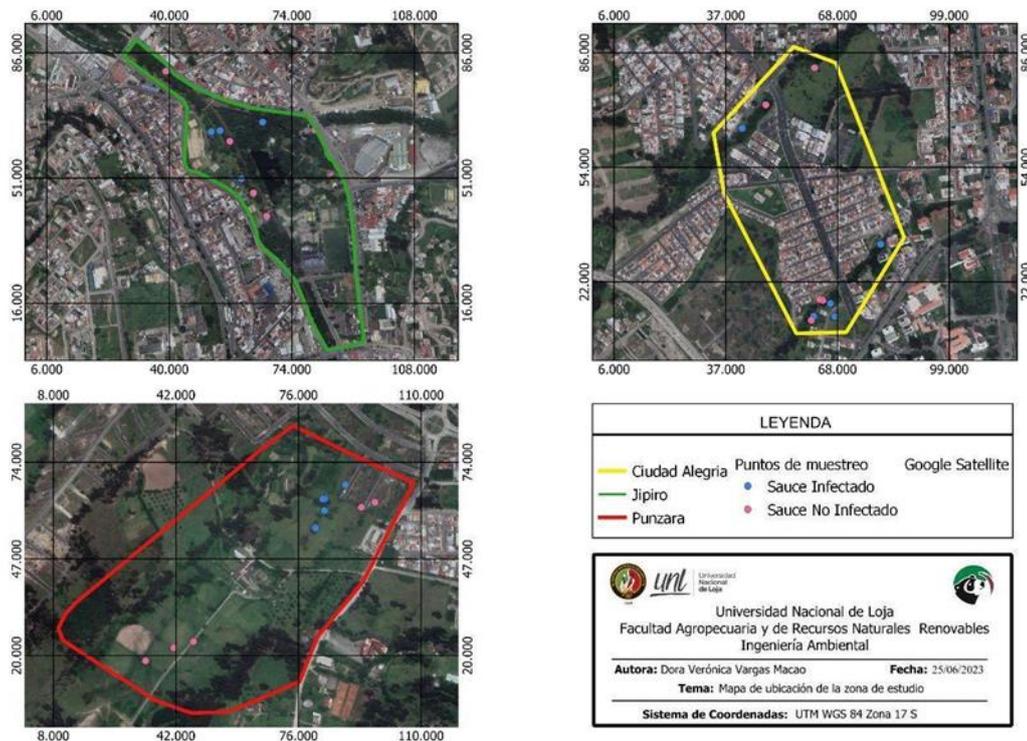


Figura 2. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo en las tres áreas de estudio en la ciudad de Loja: Parque Recreacional Jipiro, Punzara (Quinta Experimental de la Universidad Nacional de Loja) y Ciudad Alegría

5.2 Selección de árboles focales infectados con *P. nervosum*

En las tres zonas mencionadas, se realizaron observaciones directas utilizando binoculares con el propósito de identificar los sauces (*Salix humboldtiana*) infectados y no infectados por el muérdago *P. nervosum*, se registraron sus ubicaciones mediante un GPS (Anexo 1 y 2). Se seleccionaron cinco sauces infectados y cinco sauces no infectados en cada localidad, para ello, se estableció un criterio de distancia mayor a 5 metros, considerando que los árboles tienden a distribuirse de manera homogénea a corta distancia (Maruyama et al., 2012), y poseen una mayor área basal (Merino, 2024), asegurando así la independencia de las muestras.

Además, se consideraron aquellos ejemplares que presentaban cargas parasitarias similares, situados en un nivel de infestación moderada (Anexo 3). Se aplicaron los principios del sistema de evaluación de 6 clases planteado por Hawksworth (1977), que consiste en dividir la copa viva de cada árbol en tres tercios, calificando cada uno de ellos de 0 a 2 dependiendo de cantidad de muérdagos presentes. A Continuación, se describe paso a paso la metodología a seguir:

1) Dividir el individuo en 3 tercios (Figura 3)



Figura 3. División del sauce en tercios.

2) A cada tercio se le asignó una calificación según la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Evaluación de cada tercio según característica

Nivel de infestación por tercio	Calificación
Ausencia de infecciones	0
Infección ligera (50 % o menos de las ramas estaban infectadas)	1
Infección severa (más del 50 % de las ramas estaban infectadas)	2

Fuente: Elaboración propia, con base en Hawksworth (1977).

- 3) Sumar los valores de clasificación de cada tercio para obtener su puntuación total (Figura 4).



Figura 4. Clasificación de la infestación.

- 4) Se asignó el nivel de infestación de acuerdo a su puntuación, tal como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de la infestación de *Salix humboldtiana*

Puntuación	Escala de infestación
1 y 2	Leve
3 y 4	Moderada
5 y 6	Severa

Fuente: Elaboración propia, con base en Hawksworth (1977).

5.3 Toma de muestras del sauce (*Salix humboldtiana*), el muérdago (*P. nervosum*) y artrópodos

Se realizó un único muestreo durante los meses de abril y mayo. Para cada sauce infectado en cada zona, se seleccionó y cortó una planta *P. nervosum* con un diámetro entre 35 y 90 cm, siguiendo la recomendación de Lázaro-González et al. (2017). En general, se eligió la planta de muérdago que era accesible a pie o mediante el uso de una escalera. También se cortó una rama del sauce infectado con dimensiones similares a la planta de muérdago. Las ramas de sauce y las plantas de *P. nervosum* se embolsaron de forma independiente en el lugar donde se

encontraban (*in situ*) (Anexo 4). Posteriormente, se aplicó un insecticida a base de piretrina dentro de las bolsas, siguiendo el procedimiento recomendado. Es importante destacar que la piretrina no es residual, se descompone con la luz del sol y no es tóxica para los vertebrados (Burns, 2009). Se evitó tomar muestras de los individuos de muérdago que tocaban el suelo o las que estaban cerca de la copa del árbol hospedero para evitar la posible pérdida de invertebrados durante el muestreo.

Así mismo, se seleccionó una porción apical de una rama viva de sauce no infectado con un tamaño similar al de la muestra del árbol infectado y del muérdago. Todas las muestras fueron trasladados al Museo de Zoología de la Universidad Nacional de Loja (LOUNAZ), donde los especímenes capturados se conservaron en viales con alcohol al 70%, fueron montados, etiquetados y codificados. Para la identificación de los artrópodos se utilizó un estereomicroscopio para observar sus características morfológicas y, con ayuda del libro “Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects” (Triplehorn y Johnson, 2005), se identificaron hasta el nivel de orden, con ayuda de la especialista Aura Paucar Cabrera del Museo de Zoología de la Universidad Nacional de Loja. Se recolectaron un total de 15 muestras de ramas infectadas, 15 ramas no infectadas y 15 plantas de muérdago. El muestreo se realizó bajo la autorización de colecta de especies sin fines comerciales, signado con el número MAAE-ARSFC-2023-3017.

5.4 Análisis de datos

Se llevaron a cabo categorizaciones correspondientes a las muestras. Para las ramas de sauce infectado por *P. nervosum*, se designó la categorización de “rama infectada”; para las ramas de sauce no infectado, se asignó la categoría de “rama no infectada”; y en el caso de las plantas de muérdago *P. nervosum*, se catalogaron bajo la denominación de “muérdago”. Posteriormente, se procedió a la organización y sistematización de los datos sobre los artrópodos en una base de datos, teniendo en consideración las categorizaciones establecidas.

La estimación de la abundancia de artrópodos se realizó mediante el conteo total de individuos en cada categoría predefinidas (rama infectada, rama no infectada y muérdago). Además, para obtener una perspectiva más profunda sobre la distribución de los artrópodos por cada categoría, se incorporó el cálculo de la abundancia relativa. Este análisis permitió la determinación de la proporción correspondiente a cada orden de artrópodos en relación con el número total de individuos en cada una de las categorías.

Se realizaron curvas de interpolación y extrapolación utilizando datos de abundancia con la finalidad de comparar la riqueza a nivel de orden entre las categorías mencionadas y determinar la completitud del muestreo. Para conocer qué tan completos fueron los muestreos

en cada categoría, se empleó el estimador de cobertura muestral desarrollado por Chao y Jost (2012), implementado en el programa virtual iNEXT (Chao et al., 2016), utilizando el método de remuestreo bootstrap con 50 interacciones y un intervalo de confianza del 95 %. Esta herramienta refleja mejor el comportamiento de los muestreos en relación con qué tan completos fueron; a su vez permite corregir sesgos de metodologías tradicionales (Chao y Jost, 2012).

Se aplicó un análisis de varianza no paramétrico con la prueba Kruskal-Wallis, para identificar la existencia de diferencias significativas para la riqueza y abundancia entre las tres categorías, para ello se utilizó el programa R (versión 4.2.2) (R Core Team, 2023). Para comparar las comunidades artrópodos, se llevaron a cabo análisis multivariados para comparar la rama infectada, rama no infectada y la planta de muérdago. En primer lugar, las muestras fueron ordenadas mediante un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS por sus siglas en inglés) basado en las distancias de similitud de Bray Curtis (Ecuación 1) (Lázaro-González et al., 2017). Posteriormente, se realizó un Análisis de Similitud (ANOSIM por sus siglas en inglés) que permitió evaluar la significancia estadística de las diferencias o similitudes entre los grupos (sitios o hábitats) y dentro de ellos. Este análisis proporcionó valores de R, que varían de 0 a 1, indicando la similitud o diferencia entre las comunidades, así como valores p que representan el nivel de significancia asociado (Zamora et al., 2020). Para realizar el análisis estadístico se empleó el programa Past (versión 3.24).

$$I_{BC} = 1 - \frac{\sum(x_i - y_i)}{\sum(x_i + y_i)} \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde

I_{BC} : índice de Bray-Curtis

x_i : abundancia o densidad de especies i en un conjunto

y_i : abundancia de las especies en el otro

6. Resultados

6.1 Cuantificación de la abundancia y riqueza de artrópodos presentes en el muérdago, en sauces infectados y no infectados por *P. nervosum*, en los espacios verdes de la ciudad de Loja

En el período de abril y mayo del 2023 en las tres áreas de estudio, se registró un total de 1275 artrópodos adultos y larvas, agrupados en 14 órdenes (Anexo 5): Psocoptera (a), Hymenoptera (b), Pseudoscorpionida (c), Acari (d), Blattodea (e), Hemiptera (f), Coleoptera (g), Araneae (h), Dermaptera (i), Diptera (j), Orthoptera (k), Neuroptera (l), Lepidoptera (m) y

Thysanoptera (n). Estos mismos órdenes ocurrieron en las muestras tanto de la planta de muérdago y sauce.

Según las curvas de muestreo de interpolación y extrapolación, se observa una completitud del muestreo superior al 99 % para todos los casos, que para efectos de interpretación se los denominó categorías (e.g. rama infectada, rama no infectada y muérdago). Específicamente, los valores de completitud de muestreo obtenidos en cada categoría fueron los siguientes: la rama infectada alcanzó un 100 % de completitud de muestreo, la rama no infectada obtuvo un 99.62 % y el muérdago mostró 99.76 %. Al analizar las curvas de interpolación y extrapolación, se evidencia que el muérdago presentó la mayor riqueza, con un total de 12 órdenes, mientras que la rama no infectada mostró una riqueza intermedia de 11 órdenes, y finalmente la rama infectada obtuvo la menor riqueza, con 10 órdenes (Figura 5).

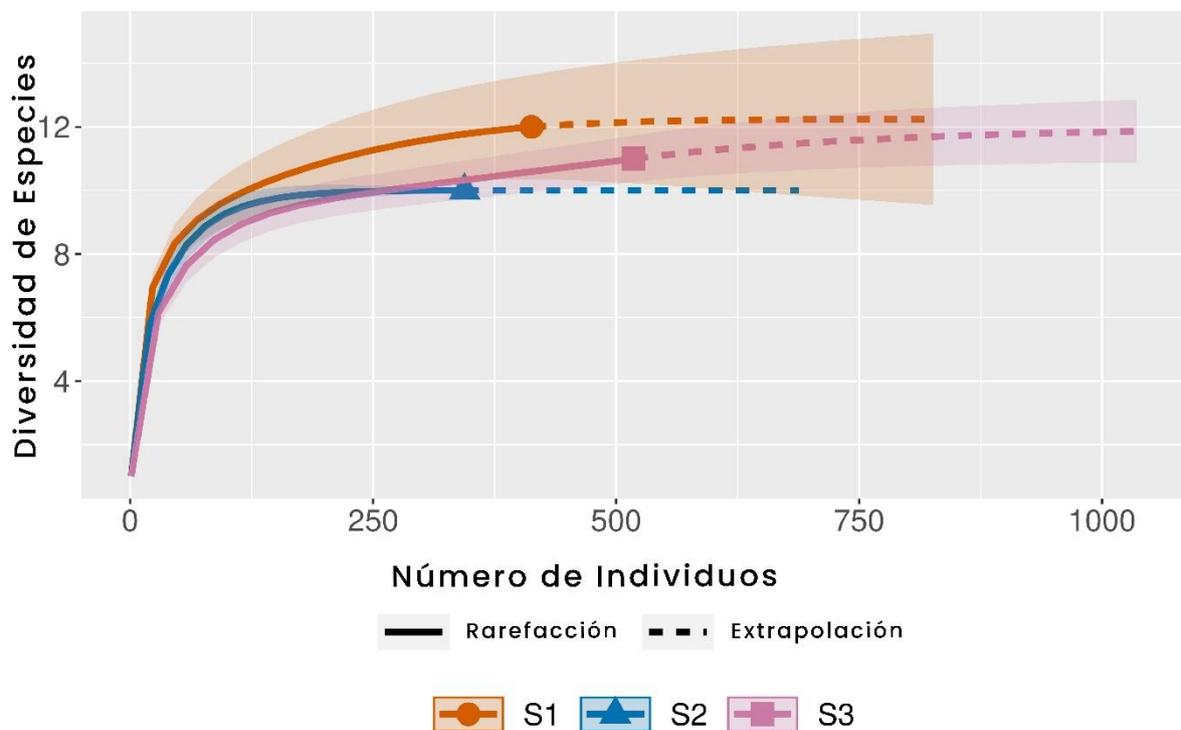


Figura 5. Curvas de rarefacción y extrapolación para corroborar la completitud de muestreo y comparar riqueza a nivel de orden entre las categorías: Muérdago (S1), Rama infectada (S2) y Rama no infectada (S3).

Del total, la mayor cantidad de individuos, es decir, 518 se encontraron en la rama no infectada, seguido del muérdago con 413 individuos y finalmente la rama infectada que presentó 344 individuos (Figura 6).

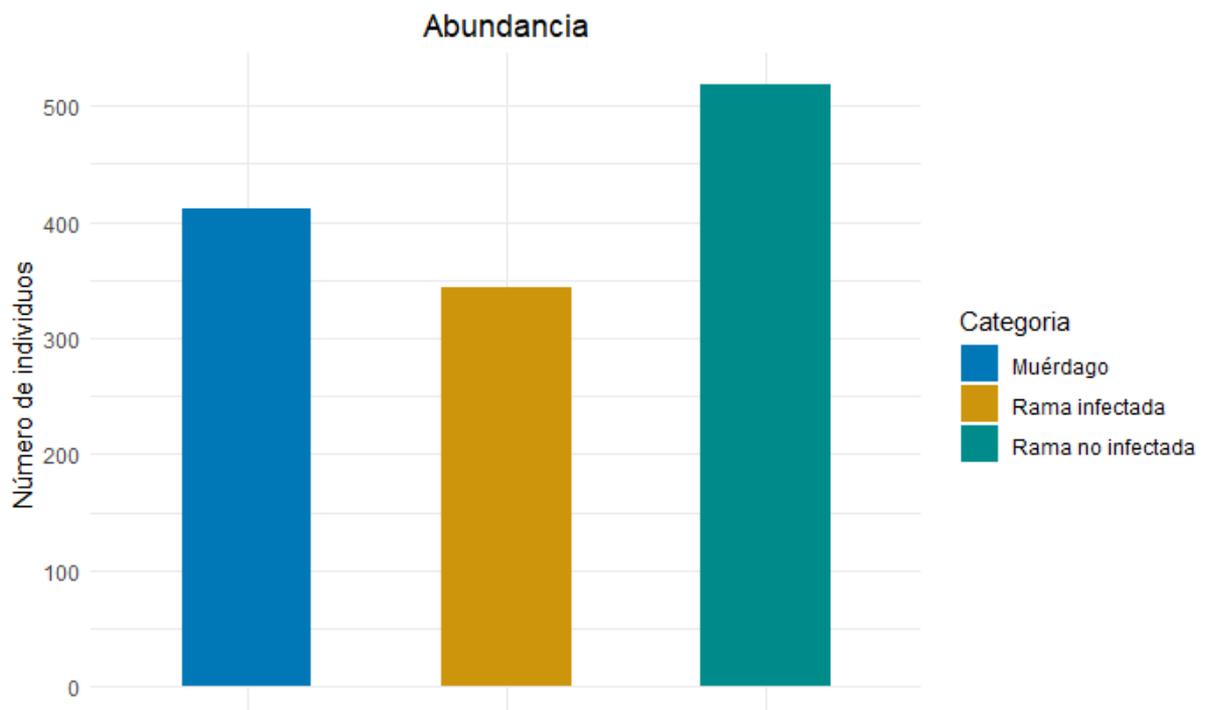


Figura 6. Abundancia en las diferentes categorías: Rama infectada, Rama no infectada y Muérdago.

En las tres categorías o casos analizados, se observó que el orden dominante fue Araneae con porcentajes de abundancia relativa de 42 % (n=218) en la rama no infectada, de 39,8 % (n=137) en rama infectada y el 35,9 % (n=148) en el muérdago. En la rama infectada, los órdenes Hemiptera con 24,1% (n=83) y Coleoptera con 18 % (n=62) también mostraron una presencia significativa. Además, los órdenes Diptera, Himenoptera y Lepidoptera exhibieron una presencia notable con valores de 4,1 % (n=14), 3,7 % (n=14) y 2,9 % (n=10), respectivamente.

Por otro lado, en la rama no infectada, después de Araneae, se destacó el orden Hemiptera, con una abundancia relativa del 27,9 % (n=145) y el orden Coleoptera con 13,7 % (n=71). Además, los órdenes Acari, Lepidoptera e Himenoptera también presentaron valores significativos, con 5,6 % (n=29), 3,5 % (n=18) y 1,9 % (n=10), correspondientemente.

En cuanto al muérdago, el segundo orden más abundante fue Hemiptera con un 17 % (n=70), seguido del orden Lepidoptera con 14,3 % (n=59) (Figura 7).

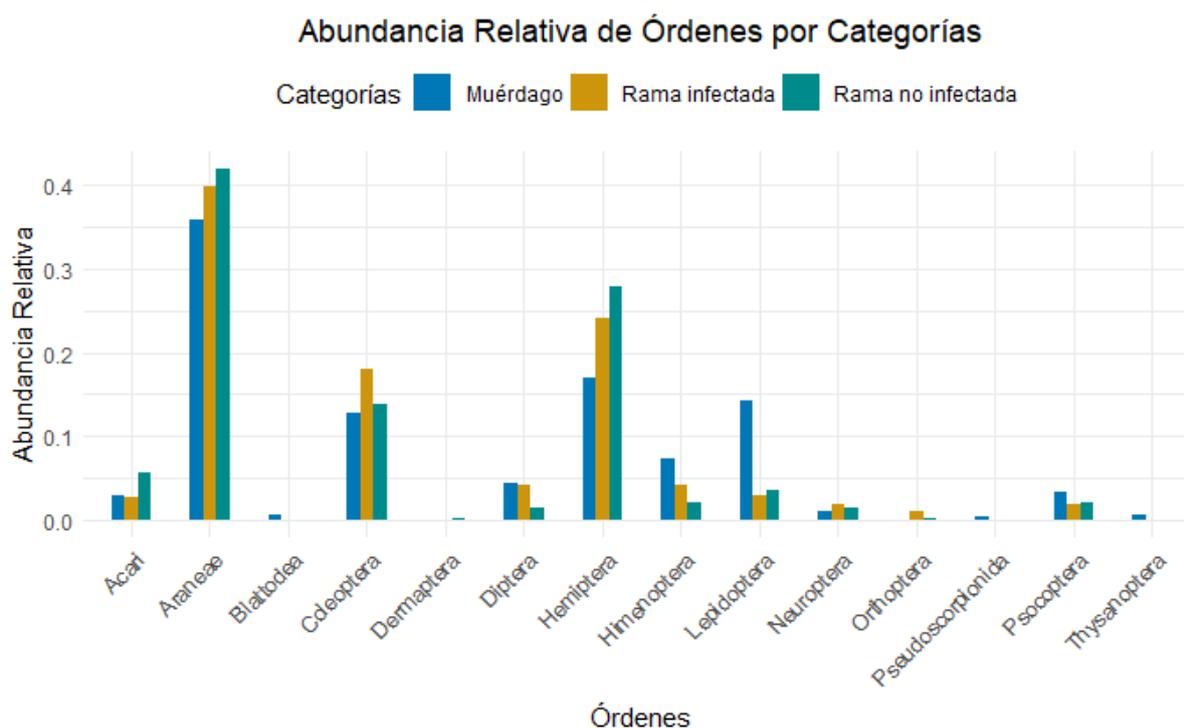


Figura 7. Abundancia relativa de cada orden en las categorías (rama infectada, rama no infectada y muérdago)

La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis no mostró diferencias significativas para la riqueza a nivel de orden y la abundancia entre las tres categorías estudiadas (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de la prueba Kruskal-Wallis para la riqueza y abundancia a nivel de órdenes registrados por categoría

Variable	Estadístico	Grados de Libertad	Valor <i>p</i>
Abundancia	0.423	2	0.809
Riqueza	2.000	2	0.367

6.1 Comparación de las comunidades de artrópodos registrados en el muérdago, en sauces infectados y no infectados por el muérdago *P. nervosum*

El nMDS mostró una marcada similitud entre las tres categorías, lo que indica una composición comunitaria de artrópodos similar en cada uno de ellas (Figura 8). Además, el análisis de similitud (ANOSIM) también indicó una similitud significativa en la composición de artrópodos en las tres categorías ($R=0,075$; $p= 0,0125$). Esto implica que no se encontraron diferencias sustanciales en la composición de artrópodos entre la rama infectada, la rama no infectada y el muérdago.

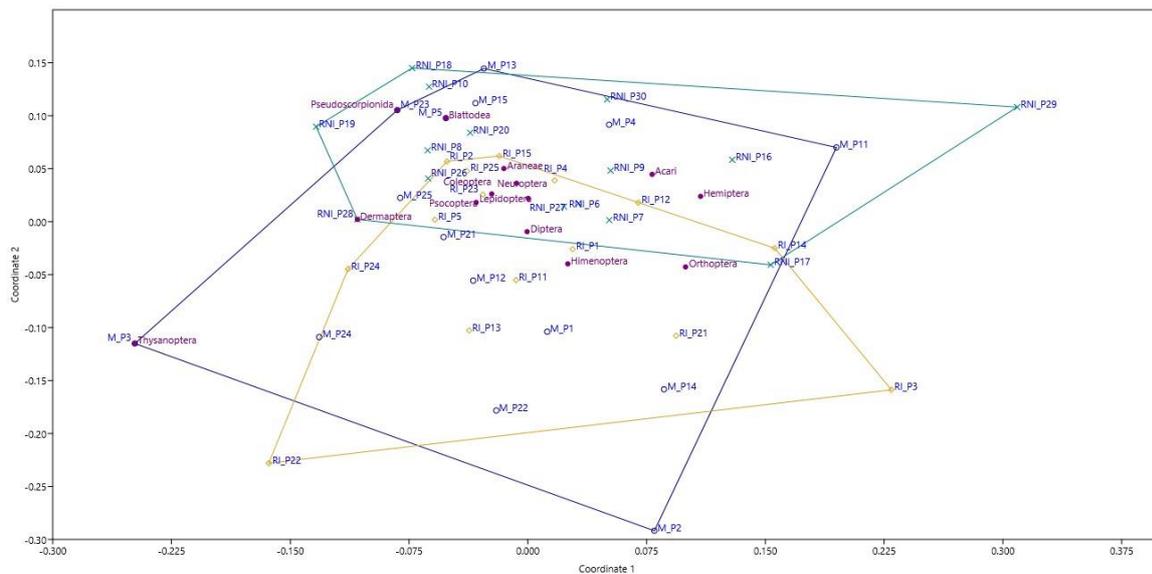


Figura 8. Representación gráfica del escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), con distancias Bray-Curtis, para la comparación de comunidades de artrópodos entre las categorías: Rama infectada, Rama no infectada y Muérdago.

Nota: Polígono azul (Muérdago), polígono amarillo (Rama infectada) y polígono verde menta (Rama no infectada).

7. Discusión

La hipótesis de la heterogeneidad espacial del hábitat ofrece una perspectiva interesante para comprender la dinámica de las comunidades de artrópodos analizadas. Se postula que la complejidad del hábitat aumenta la abundancia y diversidad de especies presentes (Schnitzer et al., 2020). Esto se debe a que los ambientes heterogéneos proveen más recursos, refugios y nichos especializados (Thomsen et al., 2022). Este fenómeno se ha observado incluso en otras especies vegetales, como es el caso de las epífitas, que contribuyen a la diversidad de microhábitats en el dosel arbóreo, desempeñando un papel ecológico importante en la estructura de la comunidad y en el mantenimiento de la diversidad de arácnidos e insectos que utilizan las epífitas como sustrato para buscar alimento o anidar (DaRocha et al., 2015).

En consonancia con esta idea, Lázaro-González et al. (2017) sugiere que estas diferencias podrían dar lugar a ensamblajes distintos de artrópodos en el hospedero y el muérdago. Sin embargo, en este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la riqueza ni en la abundancia. Esto sugiere que, en este contexto específico en la ciudad de Loja, los hospederos del muérdago (*Salix humboldtiana*) y aquellos que no están infectados pueden estar sosteniendo comunidades de artrópodos similares en términos de riqueza y abundancia.

La comunidad de artrópodos asociada al muérdago (*P. nervosum*) presentó la mayor riqueza en cuanto a diversidad de órdenes. Entre los órdenes registrados en el muérdago se incluyeron Acari, Araneae, Blattodeae, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Pseudoscorpionida, Psocoptera y Thysanoptera. Estos mismos órdenes de artrópodos han sido previamente documentados en otras especies de muérdagos en diferentes contextos. Por ejemplo, en un estudio realizado en un paisaje suburbano del norte de Australia, identificó 12 órdenes de arácnidos e insectos asociados al muérdago *Decaisnina signata* (Anderson y Braby, 2009). De manera similar, otro estudio en bosques remanentes de pastoreo, conducido por Burns (2009) exhibió órdenes similares de artrópodos presentes en el muérdago *Amyema miquelii*, destacando órdenes como Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera, Araneae, Hymenoptera, Psocoptera, Diptera, entre otros. Algunos de los animales de estos grupos son herbívoros y se alimentan del follaje, flores, frutos o tallos, otros son depredadores de insectos o carroñeros que se alimentan de hongos o materia muerta (Burns y Watson, 2013).

A diferencia de las aves y los mamíferos (animales longevos y muy móviles que visitan los muérdagos periódicamente), muchos insectos viven toda su vida dentro de grupos de muérdago, completamente dependientes de ellos para alimentarse y refugiarse (Burns et al., 2011). La disponibilidad y diversidad de estos artrópodos tienen un impacto directo en la supervivencia de vertebrados insectívoros (Jones y Leather, 2012). La infestación de muérdago debilita al hospedero al absorber nutrientes y agua, haciéndolo más propenso a los ataques de artrópodos herbívoros (Ndagurwa et al., 2014). En este contexto, cuando las plantas son atacadas por depredadores herbívoros, suelen responder de manera defensiva para contrarrestar dicha herbivoría, incluida la emisión de volátiles que atraen a los depredadores de herbívoros (Amo et al., 2013; Schoonhoven et al., 2005). Esto queda demostrado en estudios, muestran cómo las aves insectívoras pueden beneficiarse de las señales vegetales que les ayudan a localizar a sus presas herbívoras, incluyendo las feromonas liberadas por dichas presas (Amo et al., 2013; Amo y Saavedra, 2021). Esta dinámica es fundamental para sostener a las poblaciones de vertebrados insectívoros, lo que a su vez mantendría el flujo de energía a lo largo de la cadena trófica y en la regulación del daño foliar ocasionado por los artrópodos herbívoros, como argumenta Böhm et al. (2011).

Además, se sabe que la influencia del muérdago puede extenderse más allá del dosel arbóreo, su hojarasca afecta notablemente a las comunidades de artrópodos epigeos, como indica el estudio realizado por Mellado et al. (2019). En su investigación encontraron que los eucaliptos infectados por el muérdago (*Amyema miquelii*) en las laderas suroeste de Nueva Gales del Sur (Australia) presentan una mayor abundancia y biomasa de artrópodos en el suelo

en comparación con aquellos eucaliptos que no están infectados. Esta diferencia se atribuye directamente a la contribución de la hojarasca del muérdago, como un recurso adicional que proporciona alimento y hábitat para los artrópodos detritívoros. Este impacto positivo, a su vez, beneficia a las aves, ya que encuentran una mayor disponibilidad de artrópodos, especialmente aquellos que son de preferencia para ellas.

Por otro lado, la “rama no infectada” del árbol *Salix humboldtiana* presentó la mayor abundancia de artrópodos, principalmente debido a la dominancia de individuos del orden Araneae. Es importante resaltar que esta marcada dominancia del orden Aranea se ha observado en las otras dos categorías. Esto sugiere que las arañas exhiben un comportamiento generalista en relación tanto a los muérdagos como a sus árboles anfitriones (Burns y Watson, 2013). La justificación detrás de la abundante presencia de arañas en los sistemas de planta-parásito y planta-huésped radica en diversas interacciones ecológicas de vital importancia, que incluyen su papel como depredadores y controladores de otras poblaciones de artrópodos, tal como han señalado estudios sobre otras especies de hemiparásitas (Anderson y Braby, 2009; Burns et al., 2011).

La presencia y dominancia de arañas probablemente está influenciada por la disponibilidad de presas, la estructura del hábitat y sustratos específicos dentro de las plantas de muérdago, como el haustorio, así como las hojas plegadas y otras estructuras foliares (Burns y Watson, 2013). La complejidad estructural que deriva de la infección de muérdago puede otorgar un hábitat beneficioso para las arañas y otros artrópodos (Shaw et al., 2004). Este fenómeno se apoya en investigaciones anteriores realizadas por Halaj et al. (2000), quienes respaldan la idea de un aumento significativo en el número y la diversidad de arañas en racimos atados de muérdago enano, en comparación con las unidades de follaje no atadas. Por lo tanto, se postula que la compleja estructura del muérdago enano podría tener un impacto positivo en la abundancia de arañas presentes en el dosel arbóreo (Shaw et al., 2004).

Además de las arañas, resulta interesante observar la presencia significativa de los órdenes Hemiptera y Coleoptera en la rama infectada. Estos órdenes muestran una relación particular con el muérdago, lo que los hace más abundantes en esta área específica. El orden Hemiptera, en particular, se destaca por su abundancia en este estudio, lo cual coincide con hallazgos similares en la investigación de Burns et al. (2011), quienes también lo identificaron como un componente importante en los ensamblajes de artrópodos en eucaliptos y muérdagos en laderas de Nueva Gales, Australia. Cabe mencionar que la mayoría de las especies del orden Hemiptera muestran una dieta especializada, siendo mono u oligófagos (Burns et al., 2014). Esta abundancia podría atribuirse a la mayor concentración de nitrógeno total en el hospedero

(Burns et al., 2011), se observado que la abundancia de insectos, incluidos los insectos chupadores de savia como los psiloideos, está correlacionados positivamente con concentraciones de nutrientes foliares (Burns et al., 2014; Peeters, 2002). En cuanto al orden Coleoptera, ciertas especies de escarabajos de corteza o barrenadores de madera (Kolb et al., 2016) aprovechan el debilitamiento provocado por la infestación del muérdago. Este proceso causa estrés hídrico y déficit nutricional en el árbol huésped, lo que a su vez altera el perfil fitohormonal y el sistema de defensa del mismo (Hu et al., 2017).

El orden Lepidóptera, en su mayoría representado por larvas, exhibió una notable abundancia en el muérdago *P. nervosum*, constituyendo con aproximadamente el 69 % del total de individuos lepidópteros presentes en el estudio, lo que se les atribuye a las asociaciones que forman con esta planta para obtener alimento y refugio. Estas larvas se alimentan del follaje del muérdago y, con frecuencia, eligen este entorno para formar colonias durante su etapa larval hasta completar la fase de pupa (Braby, 2005).

Una investigación realizada por Padrón et al. (2020) resalta la relevancia del muérdago *P. nervosum* al servir como lugar de reproducción y fuente de alimento para la mariposa *Catasticta flisa duna*. Además, se ha estimado que hasta el 40 % de todas las especies de Pieridae se especializan potencialmente en plántulas de muérdago del orden Santalales, lo que los convierte en el taxón de plantas mayormente consumido por esta familia de mariposas a nivel mundial (Braby y Nishida, 2007; Braby y Trueman, 2006). Muchas de estas orugas dependen exclusivamente del muérdago como fuente de alimento, lo que las posiciona como importantes herbívoros que contribuyen a regular la abundancia del muérdago dentro del ecosistema (Burns y Watson, 2013).

Aunque los resultados no revelaron una influencia determinante del muérdago *P. nervosum* en las composiciones de las comunidades de artrópodos en los sauces infectados y no infectados por esta hemiparásita, es importante considerar al muérdago como un recurso clave en las áreas urbanas (Watson, 2001). Este elemento promueve la diversidad de organismo con los que interactúa, a pesar de ser estigmatizados como malas hierbas, dado a que aparecen cada vez más junto a las urbanizaciones (Gołabek y Sławiński, 2017), lo que lleva a su eliminación selectiva por medios físicos o químicos como parte de programas de erradicación. Este comportamiento persiste a pesar de que algunas especies de muérdagos son nativas. No obstante, desalentar estas prácticas es crucial, como señalan Anderson y Braby (2009). Cuando los muérdagos benefician a la vida silvestre, se debe manejar su presencia de manera ecológica en lugar de erradicarlos (Gołabek y Sławiński, 2017). Como alternativa para prevenir una infestación severa de *P. nervosum* en las áreas verdes de la ciudad de Loja, se recomienda

implementar prácticas de reforestación con plantas nativas. Aunque las especies exóticas pueden tener un gran valor estético y ornamental, los beneficios ecológicos de las especies nativas son mayores (Maruyama et al., 2012).

La similitud en la composición y estructura de las comunidades de artrópodos observada podría atribuirse a diversas razones en el contexto de este ecosistema urbano andino. Una posibilidad es la adaptabilidad de los artrópodos a este entorno particular, o la estrecha asociación espacial entre los muérdagos y las ramas de su hospedero podría estar contribuyendo a esta similitud (Braby y Trueman, 2006). Algunas especies de hemiparásitas incluso muestran una sorprendente capacidad para imitar el follaje y la estructura de ramificación de sus plantas hospederas (Canyon y Hill, 1997; Mathiasen et al., 2008). Sin embargo, para entender mejor los factores que podrían estar influyendo en la composición de estos ensamblajes de artrópodos, es crucial investigar la calidad nutricional de *P. nervosum* en comparación con el sauce. Burns et al. (2011) señala que la abundancia de artrópodos está positivamente correlacionada con las concentraciones de nutrientes foliares.

Es importante considerar también factores temporales, dado que el presente muestreo se llevó a cabo durante la transición de una temporada húmeda a una seca. Durante esta transición, es posible que no se haya captado variaciones significativas en la comunidad de artrópodos, ya que muchos insectos tienen ciclos de vida cortos. Algunos, como los holometábolos, pasan por diversas etapas, como larvas y adultos, cuyos períodos de desarrollo podrían no coincidir necesariamente con la presencia o ausencia del muérdago en los sauces estudiados. La mayoría de las especies que tienen ciclo de vida cortos pertenecen a pocas familias de Hemiptera, Diptera y Hymenoptera, que se caracterizan por ser pequeñas y habitar en climas cálidos con acceso a alimentos abundantes (Danks, 2006). Además, las precipitaciones influyen en la floración y producción de semillas, lo que afecta la disponibilidad de alimento para los artrópodos herbívoros (Fischer et al., 2022). Por ejemplo, muchas especies de pulgones tienen tiempos de generación mínimos de 10 días en condiciones adecuadas (Danks, 2006). En cambio, los lepidópteros se desarrollan lentamente, como se observa en Brasilia, las orugas de *Picnotema* sp. (Lepidoptera), utilizan *Davilla elliptica* como planta huésped, y permanecen inactivas desde la segunda mitad de la estación seca y el comienzo de la estación húmeda, permaneciendo enterrados en el suelo entre las raíces de las plantas hospedantes (Pinheiro et al., 2002).

Por lo tanto, los aspectos de la ecología del muérdago merecen ser examinado cuidadosamente. Se requiere una investigación más exhaustiva que aborde no solo los factores relacionados con las plantas hospederas y las especies de artrópodos, sino también aquellos

vinculados con el entorno urbano. Aspectos como la calidad del aire, la contaminación lumínica, la disponibilidad de recursos alimentarios y la influencia de la actividad humana en la distribución y comportamiento de la comunidad de artrópodos. Al adoptar este enfoque más amplio permitirá obtener una visión más holística de las interacciones ecológicas en el contexto específico de la ciudad de Loja y proporcionará información valiosa para la conservación de estas especies.

8. Conclusiones

La riqueza y abundancia de artrópodos en sauces infectados, no infectados y la planta de muérdago *P. nervosum* exhiben variaciones. La planta de muérdago destaca como el hábitat con la mayor diversidad de artrópodos a nivel de orden, mientras que la rama no infectada exhibe la mayor abundancia total. Sin embargo, estas diferencias, aunque evidentes, no alcanzan significancia estadística, según los valores p obtenidos de la prueba Kruskal-Wallis, que revelan cifras de 0.80 para la abundancia y 0.36 para la riqueza.

Las comunidades de artrópodos en las tres categorías estudiadas muestran composiciones similares de insectos y arácnidos. Este hallazgo sugiere que, el muérdago *P. nervosum* podría no estar ejerciendo una influencia directa en estas composiciones de artrópodos en los ecosistemas urbanos de la ciudad de Loja. Es probable que otros factores adicionales, relacionados con la planta hospedera, los artrópodos y el entorno urbano, estén desempeñando un papel más determinante en la dinámica de estas comunidades.

No obstante, es importante resaltar que, a pesar de la falta de diferencias estadísticas significativas en las composiciones de artrópodos, *P. nervosum* emerge como un componente clave en los ecosistemas urbanos. Actúa como un microhábitat y fuente vital de alimento para una gran variedad de insectos, algunos de los cuales tienen el potencial de ser agentes de biocontrol para los muérdagos. Por lo tanto, lejos de ser simplemente considerados como plagas, los muérdagos son reconocidos como un grupo fascinante de plantas que, a través de sus interacciones con otros organismos, contribuyen de manera significativa al equilibrio y salud general de los ecosistemas.

9. Recomendaciones

Realizar estudios comparativos entre las poblaciones de muérdago presentes en entornos urbanos y las que se encuentran en áreas rurales o naturales. Es posible que las presiones ambientales y la interacción con otros organismos urbanos influyan en el comportamiento y la ecología de los muérdagos, lo que a su vez podría afectar la estructura y composición de las comunidades de artrópodos asociadas a ellos.

Identificar los artrópodos a un nivel taxonómico lo más preciso posible, preferiblemente a nivel de especie para comprender mejor su comunidad y las interacciones con el muérdago y otras plantas. Esto permitirá detectar especies especializadas vinculadas al muérdago y comprender su papel en la ecología local.

Diversificar las estrategias de muestreo para capturar artrópodos voladores de manera más efectiva, esto ayudará a obtener datos más representativos y precisos, lo que enriquecerá el análisis de la comunidad de artrópodos en ecosistemas urbanos de la ciudad de Loja y permitirá tomar decisiones más informadas sobre su conservación.

10. Bibliografía

- Aguirre, Z., y Yaguana, C. (2013). *Arboles y Arbustos de Parques y Avenidas de Loja*. https://www.researchgate.net/publication/348714392_Arboles_y_Arbustos_de_los_parques_y_avenidas_de_Loja
- Alberti, M. (2015). Eco-evolutionary dynamics in an urbanizing planet. En *Trends in Ecology and Evolution* (Vol. 30, Número 2, pp. 114-126). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.11.007>
- Alemán, V. (2013). *Evaluación Biológica de la fertilidad del suelo de la Quinta Experimental Punzara utilizando dos especies de pastos Ray Grass (Lolium perenne) Y trebol blanco (Trifolium repens)*.
- Amo, L., Jansen, J., van Dam, N., Dicke, M., y Visser, M. (2013). Birds exploit herbivore-induced plant volatiles to locate herbivorous prey. *Ecology Letters*, 16(11), 1348-1355. <https://doi.org/10.1111/ele.12177>
- Amo, L., y Saavedra, I. (2021). Attraction to smelly food in birds: Insectivorous birds discriminate between the pheromones of their prey and those of non-prey insects. *Biology*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/biology10101010>
- Anderson, S., y Braby, M. (2009). Invertebrate Diversity Associated with Tropical Mistletoe in a Suburban Landscape from Northern Australia. *Northern Territory Naturalist*, 21, 2-23. <https://doi.org/10.5962/p.267872>
- Arévalo, J. (2018). *Ciclo de vida de la Construcción de la Vivienda Ciudad Alegría, Loja*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Aronson, M., La Sorte, F., Nilon, C., Katti, M., Goddard, M., Lepczyk, C., Warren, P., Williams, N., Cilliers, S., Clarkson, B., Dobbs, C., Dolan, R., Hedblom, M., Klotz, S., Kooijmans, J. L., Kühn, I., Macgregor-Fors, I., McDonnell, M., Mörtberg, U., ... Winter, M. (2014). A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity

- reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1780). <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330>
- Arruda, R., Carvalho, L., y Del-Claro, K. (2006). Host specificity of a Brazilian mistletoe, *Struthanthus* aff. *polyanthus* (Loranthaceae), in cerrado tropical savanna. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 201(2), 127-134. <https://doi.org/10.1016/J.FLORA.2005.07.001>
- Aukema, J. (2004). *Distribution and dispersal of desert mistletoe is scale-dependent, hierarchically nested*. 137-144.
- Böhm, S., Wells, K., y Kalko, E. (2011). Top-down control of herbivory by birds and bats in the canopy of temperate broad-leaved oaks (*Quercus robur*). *PLoS ONE*, 6(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017857>
- Braby, M. (2005). Afrotropical mistletoe butterflies: Larval food plant relationships of *Mylothris* Hübner (Lepidoptera: Pieridae). *Journal of Natural History*, 39(6), 499-513. <https://doi.org/10.1080/00222930410001708687>
- Braby, M., y Nishida, K. (2007). The immature stages, larval food plants and biology of Neotropical mistletoebutterflies (Lepidoptera: Pieridae). I. The *Hesperocharis* group (Anthocharidini). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 61, 181-195.
- Braby, M., y Trueman, J. (2006). Evolution of larval host plant associations and adaptive radiation in pierid butterflies. *Journal of Evolutionary Biology*, 19(5), 1677-1690. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2006.01109.x>
- Breuste, J., Artmann, M., Li, J., y Xie, M. (2015). Special Issue on Green Infrastructure for Urban Sustainability. *Journal of Urban Planning and Development*, 141(3). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)up.1943-5444.0000291](https://doi.org/10.1061/(asce)up.1943-5444.0000291)
- Burns, A. (2009). *Diversity and dynamics of the arthropod assemblages inhabiting mistletoe in eucalypt woodlands*.
- Burns, A., Cunningham, S., y Watson, D. (2011). Arthropod assemblages in tree canopies: A comparison of orders on box mistletoe (*Amyema miquelii*) and its host eucalypts. *Australian Journal of Entomology*, 50(3), 221-230. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2011.00811.x>
- Burns, A., Taylor, G., Watson, D., y Cunningham, S. (2014). Diversity and host specificity of Psylloidea (Hemiptera) inhabiting box mistletoe, *Amyema miquelii* (Loranthaceae) and three of its host Eucalyptus species. *Austral Entomology*, 54(3), 306-314. <https://doi.org/10.1111/aen.12123>

- Burns, A., y Watson, D. (2013). Islands in a sea of foliage: Mistletoes as discrete components of forest canopies. En *Treetops at Risk: Challenges of Global Canopy Ecology and Conservation* (pp. 215-222). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7161-5_22
- Cabrero-Sañudo, F., Cañizares García, R., Caro-Miralles, E., Gil-Tapetado, D., Grzechnik, S., y López-Collar, D. (2022). Monitoring of arthropod bioindicators in urban areas: objectives, experiences, and perspectives. *Ecosistemas*, 31(1). <https://doi.org/10.7818/ECOS.2340>
- Canyon, D., y Hill, C. (1997). Mistletoe host-resemblance: A study of herbivory, nitrogen and moisture in two Australian mistletoes and their host trees. En *Australian Journal of Ecology* (Vol. 22).
- Cerón-Martínez, C., y Reyes-Tello, C. (2022). Una planta hemiparásita muy agresiva en el campus de la Universidad Central del Ecuador. *Polo de Conocimiento* , 7, 2484-2499. [10.23857/pc.v7i8](https://doi.org/10.23857/pc.v7i8)
- Chao, A., y Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: Standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Chao, A., Ma, K., y Hsieh, T. (2016). *iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) en línea: software para la interpolación y extrapolación de la diversidad de especies*. <https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>
- Correoso Rodríguez, M. (2022). *Expansión y hospederos de la Hemiparásita, Phoradendron nervosum, en el Campus de la Universidad ESPE, Quito, Ecuador*. (Vol. 24, Número 2). <https://doi.org/10.24133/ciencia>
- Danks, H. (2006). Short life cycles in insects and mites 1. En *Can. Entomol* (Vol. 138).
- DaRocha, W., Ribeiro, S., Neves, F., Fernandes, G., Leponce, M., Delabie, J., Lester, P., y Fernandes, G. (2015). How does bromeliad distribution structure the arboreal ant assemblage (Hymenoptera: Formicidae) on a single tree in a Brazilian Atlantic forest agroecosystem? En *Myrmecol. News* (Vol. 21, Número 1).
- Del Villar, C. (2014, julio 21). *'La pajarita' ataca el 70% de los árboles nativos*. <https://www.elheraldo.co/local/la-pajarita-ataca-el-70-de-los-arboles-nativos-159967>.
- Díaz-Limón, M., Cano-Santana, Z., y Queijeiro-Bolaños, M. (2016). Mistletoe infection in an urban forest in Mexico City. *Urban Forestry and Urban Greening*, 17, 126-134. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.04.004>

- Dobbertin, M., y Rigling, A. (2006). Pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) contributes to Scots pine (*Pinus sylvestris*) mortality in the Rhone valley of Switzerland. *Forest Pathology*, 36(5), 309-322. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2006.00457.x>
- Faeth, S., Bang, C., y Saari, S. (2011). Urban biodiversity: Patterns and mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 69-81. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05925.x>
- Fischer, C., Gerstmeier, R., y Wagner, T. (2022). Seasonal and temporal patterns of rainfall shape arthropod community composition and multi-trophic interactions in an arid environment. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07716-0>
- Gairola, S., Bhatt, A., Govender, Y., Baijnath, H., Procheş, Ş., y Ramdhani, S. (2013). Incidence and intensity of tree infestation by the mistletoe *Erianthemum dregei* (Eckl. y Zeyh.) V. Tieghem in Durban, South Africa. *Urban Forestry y Urban Greening*, 12(3), 315-322. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2013.03.012>
- Gołabek, E., y Sławiński, J. (2017). The infestation degree of trees with common mistletoe *Viscum album* L. and their health status (on the example of Praszka city). *Journal of Ecological Engineering*, 18(6), 80-85. <https://doi.org/10.12911/22998993/76831>
- Gołabek, E., y Sławiński, J. (2017). The Infestation Degree of Trees with Common Mistletoe *Viscum album* L. and their Health Status (on the Example of Praszka City). *Journal of Ecological Engineering*, 18(6), 80-85. <https://doi.org/10.12911/22998993/76831>
- Halaj, J., Ross, D., Moldenke Halaj, A., Ross, J., Moldenke, D., Halaj, J., Moldenke, A., y Ross, D. (2000). *Importance of habitat structure to the arthropod food-web in Douglas-fir canopies.*
- Hawksworth, F. (1977). *The 6-class dwarf mistletoe rating system.* www.fs.usda.gov/treesearch/
- Hu, B., Sakakibara, H., Takebayashi, Y., Peters, F., Schumacher, J., Eiblmeier, M., Arab, L., Kreuzwieser, J., Polle, A., y Rennenberg, H. (2017). Mistletoe infestation mediates alteration of the phytohormone profile and anti-oxidative metabolism in bark and wood of its host *Pinus sylvestris*. *Tree Physiology*, 37(5), 676-691. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpx006>
- Jones, E., y Leather, S. (2012). Invertebrates in urban areas: A review. *European journal of entomology*, 109 (4)(1210-5759), 463-478. <https://doi.org/10.14411/eje.2012.060>
- Kolb, T., Fettig, C., Ayres, M., Bentz, B., Hicke, J., Mathiasen, R., Stewart, J., y Weed, A. (2016). Observed and anticipated impacts of drought on forest insects and diseases in the

- United States. *Forest Ecology and Management*, 380, 321-334. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.04.051>
- Kołodziejek, J., Patykowski, J., y Kołodziejek, R. (2013). Distribution, frequency and host patterns of European mistletoe (*Viscum album* subsp. *album*) in the major city of Lodz, Poland. *Biologia (Poland)*, 68(1), 55-64. <https://doi.org/10.2478/s11756-012-0128-4>
- Kuijt, J. (2003). Monograph of Phoradendron (Viscaceae). En *Source: Systematic Botany Monographs* (Vol. 66). <http://www.jstor.org>URL:<http://www.jstor.org/stable/>
- Lázaro-González, A., Hódar, J., y Zamora, R. (2017). Do the arthropod communities on a parasitic plant and its hosts differ? *European Journal of Entomology*, 114, 215-221. <https://doi.org/10.14411/eje.2017.026>
- León, V. (2015). *Sistema de biogestores para el aprovechamiento de residuos orgánicos en el Parque Recreacional Jipiro de la Ciudad de Loja*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Lizée, M., Manel, S., Mauffrey, J., Tatoni, T., y Deschamps-Cottin, M. (2012). Matrix configuration and patch isolation influences override the species-area relationship for urban butterfly communities. *Landscape Ecology*, 27(2), 159-169. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9651-x>
- Loaiza, M. I. (2024). *Variación en la abundancia de aves frugívoras en respuesta a la disponibilidad de frutos de un muérdago (Phoradendron nervosum Oliv.) en un entorno urbano*. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28953/1/Mar%c3%adaIsabel_LoalizaCastillo.pdf
- Lockwood, J., Gilroy, J., y Lockwood, J. (2004). The portability of foodweb dynamics: reassembling an Australian eucalypt-psyllid-bird association within California. En *Global Ecology and Biogeography* (Vol. 13). www.blackwellpublishing.com/geb
- Ma, R., Miao, N., Zhang, H., Tao, W., Mao, K., y Moermond, T. (2020). Generalist mistletoes and their hosts and potential hosts in an urban area in southwest China. *Urban Forestry and Urban Greening*, 53(October 2019), 126717. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126717>
- Maruyama, P., Mendes-Rodrigues, C., Alves-Silva, E., y Cunha, A. (2012). Parasites in the neighbourhood: Interactions of the mistletoe *Phoradendron affine* (Viscaceae) with its dispersers and hosts in urban areas of Brazil. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 207(10), 768-773. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2012.08.004>

- Mathiasen, R., Nickrent, D., Shaw, D., y Watson, D. (2008). Mistletoes: Pathology, systematics, ecology, and management. En *Plant Disease* (Vol. 92, Número 7, pp. 988-1006). <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-7-0988>
- Mcintyre, N., Rangob, J., Faganb, W., y Faethb, S. (2001). Ground arthropod community structure un a heterogeneous urban enviroment. *Landscape and Urban Planning*, 52, 257-274.
- Mellado, A. (2016). *Ecological interactions mediated by the European mistletoe, Viscum album subsp. austriacum, in Mediterranean forests-an integrated perspective*. <http://hdl.handle.net/10481/43708>
- Mellado, A., Hobby, A., Lázaro-González, A., y Watson, D. (2019). Hemiparasites drive heterogeneity in litter arthropods: Implications for woodland insectivorous birds. *Austral Ecology*, 44(5), 777-785. <https://doi.org/10.1111/aec.12748>
- Mellado, A., y Zamora, R. (2014). Generalist birds govern the seed dispersal of a parasitic plant with strong recruitment constraints. *Oecologia*, 176(1), 139-147. <https://doi.org/10.1007/s00442-014-3013-8>
- Mendoza, F. (2023). *Frugivoría por aves en Phoradendron nervosum Oliv. (Santalaceae), un muérdago parásito de la ciudad de Loja*.
- Merino, B. (2024). *Diversidad y almacenamiento de carbono del arbolado urbano en la ciudad de Loja, Ecuador*. Universidad Nacional de Loja.
- Municipio de Loja. (2021). *Plan de Uso y Gestión del suelo del Cantón Loja (2019-2023)*. https://www.loja.gob.ec/files/image/LOTAIP/pugs-2020_2032.pdf
- Ndagurwa, H., Dube, J., y Mlambo, D. (2014). The influence of mistletoes on nutrient cycling in a semi-arid savanna, southwest Zimbabwe. *Plant Ecology*, 215(1), 15-26. <https://doi.org/10.1007/s11258-013-0275-x>
- Nickrent, D. (2011). Santalales (Including Mistletoes). En *eLS*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0003714.pub2>
- Padrón, P., Vélez, A., Miorelli, N., y Willmott, K. (2020). Urban areas as refuges for endemic fauna: description of the immature stages of *Catasticta flisa duna* (Eitschberger y T. Racheli, 1998) (Lepidoptera: Pieridae) and its ecological interactions. *Neotropical Biodiversity*, 6(1), 109-116. <https://doi.org/10.1080/23766808.2020.1769993>
- Peeters, P. (2002). Correlations between leaf constituent levels and the densities of herbivorous insect guilds in an Australian forest. En *Austral Ecology* (Vol. 27).
- Pérez, W. (2017). *Evaluación Etnobotánica Medicinal de la comunidad de Buenos Aires, Jaen, Cajamarca -Perú*. 1-122. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>

- Pinheiro, F., Diniz, I., Coelho, D., y Bandeira, M. (2002). Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology*, 27, 132-136.
- PNUMA, Municipio de Loja, y Naturaleza y Cultura Internacional. (2007). *Perspectivas del Medio Ambiente Urbano*. www.municipiodeloja.gov.ec
- Queijeiro-Bolaños, M., Cano-Santana, Z., y Castellanos-Vargas, I. (2011). Distribución diferencial de dos especies de muérdago enano sobre *Pinus hartwegii* en el Área Natural Protegida “Zoquiapan y Anexas”, Estado de México. *Acta Botánica Mexicana*, 96, 49-57.
- Quested, H., Press, M., y Callaghan, T. (2019). *Litter of the Hemiparasite Bartsia alpina Enhances Plant Growth : Evidence for a Functional Role in Nutrient Cycling*. 135(4), 606-614. <https://doi.org/10.1007/s00442-003->
- Rzedowski, J., y Calderón de Rzedowski, G. (2011). *Flora Del Bajío Y De Regiones Adyacentes Lythraceae**. 24(cuenta 20006), 222-235. [http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOBA/Flora 24.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOBA/Flora%20.pdf)
- Schnitzer, S., Michel, N., Powers, J., y Robinson, W. (2020). Lianas maintain insectivorous bird abundance and diversity in a neotropical forest. *Ecology*, 101(12). <https://doi.org/10.1002/ecy.3176>
- Schoonhoven, L., Loon, J., y Dicke, Marcel. (2005). *Insect-plant biology*. Oxford University Press.
- Shaw, D., Watson, D., y Mathiasen, R. (2004). Comparison of dwarf mistletoes (*Arceuthobium* spp., Viscaceae) in the western United States with mistletoes (*Amyema* spp., Loranthaceae) in Australia - Ecological analogs and reciprocal models for ecosystem management. En *Australian Journal of Botany* (Vol. 52, Número 4, pp. 481-498). <https://doi.org/10.1071/BT03074>
- Shochat, E., Warren, P., Faeth, S., McIntyre, N., y Hope, D. (2006). From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(4), 186-191. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.11.019>
- Skrypnik, L., Maslennikov, P., Feduraev, P., Pungin, A., y Belov, N. (2020). Ecological and landscape factors affecting the spread of European mistletoe (*Viscum album* L.) in urban areas (a case study of the Kaliningrad city, Russia). *Plants*, 9(3), 1-13. <https://doi.org/10.3390/plants9030394>
- Sol, D., González-Lagos, C., Moreira, D., Maspons, J., y Lapiedra, O. (2014). Urbanisation tolerance and the loss of avian diversity. *Ecology Letters*, 17(8), 942-950. <https://doi.org/10.1111/ele.12297>

- Těšitel, J. (2016). Functional biology of parasitic plants: A review. En *Plant Ecology and Evolution* (Vol. 149, Número 1, pp. 5-20). Societe Royale de Botanique de Belgique. <https://doi.org/10.5091/plecevo.2016.1097>
- Těšitel, J., Plavcová, L., y Cameron, D. (2010). Interactions between hemiparasitic plants and their hosts: The importance of organic carbon transfer. En *Plant Signaling and Behavior* (Vol. 5, Número 9, pp. 1072-1076). <https://doi.org/10.4161/psb.5.9.12563>
- Theodorou, P., Radzevičiūtė, R., Lentendu, G., Kahnt, B., Husemann, M., Bleidorn, C., Settele, J., Schweiger, O., Grosse, I., Wubet, T., Murray, T., y Paxton, R. (2020). Urban areas as hotspots for bees and pollination but not a panacea for all insects. *Nature Communications*, *11*(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14496-6>
- Thomsen, M., Altieri, A., Angelini, C., Bishop, M., Bulleri, F., Farhan, R., Frühling, V., Gribben, P., Harrison, S., He, Q., Klinghardt, M., Langeneck, J., Lanham, B. S., Mondardini, L., Mulders, Y., Oleksyn, S., Ramus, A. P., Schiel, D. R., Schneider, T., ... Zotz, G. (2022). Heterogeneity within and among co-occurring foundation species increases biodiversity. *Nature Communications*, *13*(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28194-y>
- Umucalılar, H., Gülşen, N., Coşkun, B., Hayirli, A., y Dural, H. (2007). Nutrient composition of mistletoe (*Viscum album*) and its nutritive value for ruminant animals. *Agroforestry Systems*, *71*(2), 77-87. <https://doi.org/10.1007/s10457-007-9089-y>
- van der Kooij, T., Krause, K., Dörr, I., y Krupinska, K. (2000). Molecular, functional and ultrastructural characterisation of plastids from six species of the parasitic flowering plant genus *Cuscuta*. *Planta* *210*, 701-707. <https://doi.org/10.1007/s004250050670>
- Watson, D. (2001). Mistletoe: A keystone Resource in Forests and Woodlands Worldwide. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *Landell 1998*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114024>
- Watson, D. (2015). Disproportionate declines in ground-foraging insectivorous birds after mistletoe removal. *PLoS ONE*, *10*(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142992>
- Watson, D. (2016). Fleshing out facilitation – reframing interaction networks beyond top-down versus bottom-up. *New Phytologist*, *211*(3), 803-808. <https://doi.org/10.1111/nph.14052>
- Zamora, R., Lázaro-González, A., y Hódar, J. (2020). Secondary foundation species foster novel plant–animal interactions in the forest canopy: evidence from mistletoe. *Insect Conservation and Diversity*, *13*(5), 470-479. <https://doi.org/10.1111/icad.12428>

11. Anexos

Anexo 1. Toma de coordenadas de ubicación de sauces (*Salix humboldtiana*)



Anexo 2. Registro de coordenadas de los sauces infectados y no infectados por *Phoradendron nervosum*

ÁREA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	X	Y
Jipiro	JP1	Sauce Infectado	-3.97091	-79.20496
	JP2	Sauce Infectado	-3.97309	-79.20380
	JP3	Sauce Infectado	-3.97212	-79.20443
	JP4	Sauce Infectado	-3.97070	-79.20390
	JP5	Sauce Infectado	-3.97094	-79.20518
	JP6	Sauce No Infectado	-3.96943	-79.20631
	JP7	Sauce No Infectado	-3.97090	-79.20260
	JP8	Sauce No Infectado	-3.97118	-79.20472
	JP9	Sauce No Infectado	-3.97247	-79.20413
	JP10	Sauce No Infectado	-3.97305	-79.20380
	PP1	Sauce Infectado	-4.03905	-79.20850
	PP2	Sauce Infectado	-4.03906	-79.20854
	PP3	Sauce Infectado	-4.03878	-79.20811

Punzara	PP4	Sauce Infectado	-4.03928	-79.20851
	PP5	Sauce Infectado	-4.03962	-79.20868
	PP6	Sauce No Infectado	-4.03922	-79.20780
	PP7	Sauce No Infectado	-4.03912	-79.20754
	PP8	Sauce No Infectado	-4.04182	-79.21102
	PP9	Sauce No Infectado	-4.04219	-79.21194
	PP10	Sauce No Infectado	-4.04194	-79.21140
Ciudad Alegría	CA1	Sauce Infectado	-4.03485	-79.20577
	CA2	Sauce Infectado	-4.03457	-79.20586
	CA3	Sauce Infectado	-4.03484	-79.20621
	CA4	Sauce Infectado	-4.03084	-79.20772
	CA5	Sauce Infectado	-4.03331	-79.20480
	CA6	Sauce No Infectado	-4.03451	-79.20602
	CA7	Sauce No Infectado	-4.03449	-79.20609
	CA8	Sauce No Infectado	-4.03493	-79.20626
	CA9	Sauce No Infectado	-4.03034	-79.20722
	CA10	Sauce No Infectado	-4.02955	-79.20619

Anexo 3. Nivel de infestación de los sauces (*Salix humboldtiana*)

ÁREA	CÓDIGO ÁRBOL	NIVEL DE INFESTACIÓN
Jipiro	JP1	Moderado
	JP2	Moderado
	JP3	Moderado
	JP4	Moderado
	JP5	Moderado
Punzara	PP1	Moderado
	PP2	Moderado
	PP3	Moderado
	PP4	Moderado
	PP5	Moderado
	CA1	Moderado
	CA2	Moderado

Ciudad	CA3	Moderado
Alegría	CA4	Moderado
	CA5	Moderado

Anexo 4. Recolección de muestras de artrópodos en saucos infectados y no infectados por *P. nervosum*



Anexo 5. Ejemplares de órdenes de artrópodo



a) Psocoptera



b) Hymenoptera



c) Pseudoscorpionida



d) Acari



e) Blattodea



f) Hemiptera



g) Coleoptera



h) Araneae



i) Dermaptera



j) Diptera



k) Orthoptera



l) Neuroptera



m) Lepidoptera



n) Tysanoptera

Anexo 6. Certificación de traducción de resumen (Abstract)



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Loja, 28 de marzo 2024

Magister

JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA

**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LOS
IDIOMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS - UNL**

CERTIFICO:

Que el documento aquí expuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular titulado: Comunidad de artrópodos en una planta hemiparásita y sus hospederos en un ecosistema urbano, de autoría de Dora Verónica Vargas Macao, con cédula de ciudadanía número 1900728344, de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Loja.

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



Firmado digitalmente con clave privada por:
JHIMI BOLTER
VIVANCO LOAIZA

JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA, M.Ed.

**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LOS
IDIOMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS - UNL**

Educamos para Transformar

