



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Ambiental

Variación en la abundancia de aves frugívoras en respuesta a la disponibilidad de frutos de un muérdago (*Phoradendron nervosum* Oliv.) en un entorno urbano

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

AUTORA:

María Isabel Loaiza Castillo

DIRECTOR:

Ing. Christian Alberto Mendoza León, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 23 de agosto del 2023

Ing. Christian Alberto Mendoza León Mg.Sc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del trabajo de Integración Curricular denominado: **Variación en la abundancia de aves frugívoras en respuesta a la disponibilidad de frutos de un muérdago (*Phoradendron nervosum* Oliv.) en un entorno urbano**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Ambiental**, de la autoría de la estudiante **María Isabel Loaiza Castillo**, con **cédula de identidad Nro. 1105743494**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

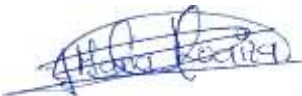
Ing. Christian Alberto Mendoza León Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **María Isabel Loaiza Castillo**, 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 mí Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1105743494

Fecha: 30 de enero del 2024

Correo electrónico: maria.i.loaiza@unl.edu.ec

Teléfono: 0967026844

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

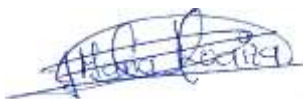
Yo **María Isabel Loaiza Castillo**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Variación en la abundancia de aves frugívoras en respuesta a la disponibilidad de frutos de un muérdago (*Phoradendron nervosum* Oliv.) en un entorno urbano**, como requisito para optar el título 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 treinta días del mes de enero del dos mil veinte y cuatro.

Firma:



Autora: María Isabel Loaiza Castillo

Cédula: 1105743494

Dirección: La Tebaida

Correo electrónico: maria.i.loaiza@unl.edu.ec

Teléfono: 0967026844

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del trabajo de integración curricular: Ing. Christian Alberto Mendoza León Mg.Sc

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, a mi familia, en especial a mis padres, Jorge Loaiza y Mirta Castillo por mi ejemplo de lucha y constancia, por brindarme su amor y apoyo incondicional en cada paso de mi vida y por animarme a seguir con sus palabras de aliento en los momentos más difíciles. Dedico este trabajo a mi querida hermana Loren Loaiza por ser mi mejor amiga, mi confidente y por ser parte esencial en este camino. Sin tu presencia en mi vida, esta meta no tiene el mismo significado, no puedo imaginar haberlo logrado sin ti. A mis hermanos Eduardo y Liliana quienes siempre han sido mi inspiración y motivación para perseguir mis sueños y alcanzar mis metas. A mi tía, Luzmila Loaiza, mi ángel en el cielo, quien, aunque ya no se encuentra físicamente sigue siendo importante en mi vida, por haberse preocupado siempre por mi bienestar y por haberme dado el amor y la motivación que necesitaba para llegar a lograr mis sueños.

María Isabel Loaiza Castillo

Agradecimiento

Agradezco a Dios por su guía y bendiciones en cada etapa de este proceso. Su amor y misericordia me dieron la fuerza para superar los obstáculos y alcanzar esta meta. Quiero expresar mi profunda gratitud a la Universidad Nacional de Loja en especial a la planta docente de la carrera de Ingeniería Ambiental por formarme académicamente desde la ética y el respeto. También quiero agradecer de manera especial al Ing. Christian Alberto Mendoza León Mg. Sc, quien me brindo la orientación para realizar este trabajo, lo cual fue fundamental para el éxito de este proyecto. Así mismo al Museo de Zoología de la Universidad Nacional de Loja (LOUNAZ) que me apoyaron con los equipos necesarios para el levantamiento de información en campo. Quiero agradecer a mi familia y amigos por su apoyo incondicional y motivación durante todo este proceso. Su confianza en mí fue un gran impulso para alcanzar la meta de culminar esta tesis. Finalmente, agradezco a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron en la realización de este trabajo, su ayuda y colaboración fue de gran importancia.

María Isabel Loaiza Castillo

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	ix
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1 Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1. Interacciones mutualistas y su vínculo con la frugívora y dispersión de semillas .	6
4.2. Hipótesis del seguimiento de frutos.....	8
4.3. Particularidades de las plantas hemiparásitas	8
5. Metodología	10
5.1. Área de estudio	10
5.2. Metodología para el primer objetivo	11
5.2.1. Ubicación de los puntos de muestreo	11
5.2.2. Observación de aves en los puntos focales	12
5.3. Metodología para el segundo objetivo.....	13
5.3.1. Disponibilidad de frutos.....	13
5.4. Análisis de datos	14
5.4.1. Riqueza y abundancia de especies	14

5.4.2. Efecto de la disponibilidad de frutos	14
6. Resultados	15
6.1. Riqueza y abundancia de aves presentes en árboles infestados por <i>Phoradendron nervosum</i> Oliv. a escala local	15
6.1.1. Clasificación de especies	15
6.1.2. Riqueza y abundancia por áreas de estudio	16
6.2. Riqueza y abundancia de aves relacionada con la disponibilidad de frutos de <i>Phoradendron nervosum</i> Oliv.	20
6.2.1. Abundancia de frutos	20
6.2.2. Relación entre la riqueza y abundancia de aves con la disponibilidad de frutos	22
6.2.3. Relación entre la riqueza y abundancia de aves frugívoras con la disponibilidad de frutos.....	23
7. Discusión	24
8. Conclusiones	28
9. Recomendaciones	28
10. Bibliografía	29
11. Anexos	39

Índice de tablas

Tabla 1. Detalle de las medidas por planta.....	14
Tabla 2. Frutos promedio del muérdago por tamaño	14
Tabla 3. Modelos evaluados con GLMM.....	15
Tabla 4. Clasificación de especies por órdenes y familias	16
Tabla 5. Riqueza y abundancia de aves por áreas de estudio.....	17
Tabla 6. Riqueza y abundancia de aves por árboles focales, área Parque Jipiro	18
Tabla 7. Riqueza y abundancia de aves por árboles focales área Punzara.....	19
Tabla 8. Riqueza y abundancia de aves por árboles focales área Ciudad Alegría	20
Tabla 9. Modelos lineales entre la abundancia y riqueza de aves frugívoras y la disponibilidad de frutos	23

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de las áreas de estudio.	11
Figura 2. Mapas de los puntos focales de muestreo en las áreas de estudio.	12
Figura 3. Esquema de punto de radio fijo.	13
Figura 4. Relación entre las variables	22

Índice de anexos

Anexo 1. Medición del diámetro en árboles infestados	39
Anexo 2. Etiquetado y registro de coordenadas de árboles focales	40
Anexo 3. Toma de medidas de plantas de muérdago.....	41
Anexo 4. Estimación visual del tamaño de muérdagos en árboles focales.....	42
Anexo 5. Aves registradas alimentándose del muérdago	43
Anexo 6. Certificado de traducción del Abstract.	44

1. Título

Variación en la abundancia de aves frugívoras en respuesta a la disponibilidad de frutos de un muérdago (*Phoradendron nervosum* Oliv.) en un entorno urbano

2. Resumen

Las interacciones biológicas se encargan de regular los ciclos de nutrientes y energía en los ecosistemas. Por ejemplo, en las relaciones mutualistas se encuentra la dispersión de semillas, cuya interacción es realizada principalmente por aves. Algunas plantas se destacan por atraer gran cantidad de animales debido a que se alimentan de sus frutos, cuya disponibilidad suele ser abundante, aunque irregulares en el tiempo. La irregularidad de la disponibilidad de frutos causa variación en la detección por parte de los frugívoros. La hipótesis del seguimiento de frutas predice que la abundancia de aves frugívoras se relaciona con la abundancia de frutos en el tiempo y espacio. *Phoradendron nervosum* Oliv. planta hemiparásita del sauce (*Salix humboldtiana* Willd), y produce abundantes de manera constante en los sectores de Punzara, Parque Jipiro, Ciudad Alegría, donde se realizó un muestreo de cuatro períodos, a través del método de punto conteo de radio fijo. El punto focal para el muestreo fue el sauce infectado con el muérdago y la observación de aves en cada árbol focal fue realizada por 10 minutos. De cada avistamiento se registró la especie y el número de individuos por especie, el muestreo se hizo en los meses de abril, mayo y junio de 2023. También se relacionó la riqueza y abundancia de aves con la disponibilidad de frutos de *Phoradendron nervosum*. La localidad de Ciudad Alegría fue el área con mayor abundancia y riqueza de especies, donde se encontraron cuatro especies de aves frugívoras, *Chlorophonia cyanocephala*, *Euphonia xanthogaster*, *Pheucticus chrysogaster* y *Sicalis flaveola*. Las especies más representativas en las tres áreas de estudio fueron *Furnarius leocopus* y *Chlorophonia cyanocephala*. A pesar que este muérdago ofrece frutos abundantes durante todo el año en los sitios de estudio, esto no es determinante para que exista mayor abundancia y riqueza de algún gremio en particular. Estos factores no se limitan únicamente a la disponibilidad de recursos en áreas urbanas, sino que también intervienen algunos factores de estrés que se muestran en estos espacios.

Palabras clave: frugivoría, muérdago, dispersión de semillas, interacciones ecológicas, disponibilidad de frutos.

2.1 Abstract

Biological interactions are responsible for regulating nutrient and energy cycles in ecosystems. For instance, in mutualistic relationships there is seed dispersal, whose interaction is mainly carried out by birds. Some plants are prominent for attracting a large number of animals since they feed on their fruits, whose availability is usually abundant, although irregular in time. Irregularity and availability of fruits causes a variation in detention by the frugivores. The fruit tracking hypothesis comes from that the abundance of frugivorous birds is related with the abundance of fruits in time and space. *Phoradendrom nervosum* Oliv., hemiparasite plant of the willow (*Salix humboldtiana* Willd), and produces abundant plants consistently in the sectors of Punzára, Parque Jipiro, Ciudad Alegría, where a four-period sampling was carried out by using the fixed-radius point count method. The focal point for sampling was the willow infected with the mistletoe, and bird observation in each focal tree was conducted for ten minutes. For each birdwatching, the species, and the number of individuals per species was recorded; this sampling was executed in the months of April, May, and June 2023. The richness and abundance of birds was also related to the availability of *Phoradendrom nervosum* Oliv. The locality of Ciudad Alegría was the area with the highest abundance and richness of species, where four species of frugivorous birds were found, *Chlorophonia cyanocephala*, *Euphonia xanthogaster*, *Pheucticus chrysogaster*, and *Sicalis flaveola*. The most representative in the three study areas were *Furnarius leocopus*, and *Chlorophonia cyanocephala*. Although this mistletoe offers abundant fruits throughout the year in the study sites, this is not a determining factor for the greater abundance and richness of any particular guild. These factors are not only limited to the availability of resources in urban areas, but also involve some stress factors that are shown in these areas.

Keywords: frugivory, mistletoe, seed dispersal, ecological interactions, fruit availability.

3. Introducción

Las interacciones bióticas desempeñan un papel fundamental en la estructura y el funcionamiento de las comunidades biológicas (Maillard et al., 2018), de modo que estas comunidades se organizan en redes complejas con diferentes tipos de interacciones (Maglianesi y Jones, 2016), las cuales son responsables de regular los ciclos de nutrientes y energía en un ecosistema (Calix-García et al., 2023). Dentro de estas interacciones está el mutualismo, siendo la relación entre dos o más individuos o especies, entre los cuales obtienen beneficios temporales o permanentes para su existencia (Hilje, 1984). Entre las relaciones mutualistas están la polinización y dispersión de semillas (Calix-García et al., 2023), siendo esta última asistida principalmente por las aves, mismas que contribuyen al mantenimiento de los ecosistemas (Sekercioglu, 2006; Whelan et al., 2008).

La frugívora y consecuente dispersión de semillas es uno de los mecanismos responsables de mantener la diversidad de plantas en ecosistemas que se encuentran en regeneración (Carlo y Morales, 2016), y tanto los frugívoros como los granívoros contribuyen involuntariamente a la regeneración natural (Jordano et al., 2011). Se conoce que entre 60-80 % de todas las especies de plantas presentan un síndrome de dispersión zoócora en bosques tropicales (Bascompte y Jordano, 2008); por lo tanto, la dispersión de semillas puede verse obstaculizada a medida que desaparecen la vegetación y los dispersores de semillas (Jordano et al., 2011). Según, Saracco et al. (2004) afirma que algunas plantas como los árboles tropicales se destacan por atraer gran cantidad de animales que se alimentan de sus frutos, especialmente las aves. Estos recursos alimenticios ofertados por los árboles suelen ser abundantes pero irregulares distribuidos en el tiempo y el espacio. Esta irregularidad en la disponibilidad de frutos causa variación en la detección por parte de los frugívoros, influyendo en el seguimiento de los frutos por parte de las aves frugívoras.

La hipótesis del seguimiento de frutos predice que la abundancia de aves frugívoras se relaciona con la abundancia de frutos en el tiempo y espacio (Burns, 2004; Rey, 1995). Los frugívoros buscan los frutos para poder obtener mayor alimento y para esto eligen una jerarquía de escalas espaciales y temporales sobre la base de la cantidad y la calidad de la fruta (Mayor et al., 2009; Rey, 1995; Vergara et al., 2010), es lo que se conoce que sucede en ecosistemas naturales (Rey, 1995); sin embargo. Esta hipótesis no se ha probado en ecosistemas urbanos cuando se adhiere un recurso. Las plantas hemiparásitas como el muérdago *Phoradendron*

nervosum Oliv. se caracteriza por colonizar zonas urbanas y por ofrecer frutos abundantes y constantes durante todo el año (Galván-González et al., 2020).

Las plantas hemiparásitas, como los muérdagos en entornos naturales sirven como recurso alimenticio para aves frugívoras por sus frutos (Mellado y Zamora, 2015; Mellado, 2016). En relación a las interacciones importantes con otras especies, el muérdago cumple diversas funciones, entre ellas, el follaje del muérdago sirve como alimento para algunos insectos herbívoros y mamíferos (Lázaro-González et al., 2017a). Algunas aves insectívoras utilizan las matas de muérdago para buscar alimento (Bennetts et al., 1996) y este también actúa como lugar de anidación y reposo para aves, mamíferos e insectos (Watson, 2001). Se ha documentado que aves como el búho chico utilizan el muérdago como soporte estructural para sus nidos (Bull et al., 1989), mientras que aves rapaces revisten sus nidos con ramas de muérdago (Watson, 2001).

La información sobre el rol ecológico que el muérdago presenta en entornos urbanos aún es limitada, algunos estudios realizados en México está el de Martínez-Castruita et al. (2021) que corroboran que ciertas aves se alimentan de los frutos del muérdago; pero, en Ecuador la información de esta interacción aún es escasa, pese a que se ha registrado estudios como el de Cerón-Martínez y Reyes, (2022) realizando un inventario de las plantas hemiparásitas en los campus de la Universidad Central del Ecuador. La investigación de Padrón et al. (2020) registrando que el muérdago sirve como sustrato par la colocación de larvas y pupas de mariposas en parques de Quito y en Loja, Mendoza (2023) ha registrado recientemente el uso de los frutos de *Phoradendron nervosum* Oliv. por aves en el área urbana, al ser una planta hemiparásita extrae recursos como agua y minerales del árbol huésped en el que se sitúa (Bowie y Ward, 2004; Ehleringer y Marshall, 1995), en Loja el sauce *Salix humboldtiana* Willd. actúa como principal hospedero del muérdago en esta ciudad (Mendoza, 2023).

En efecto, es importante conocer las relaciones ecológicas entre las poblaciones del muérdago y distintos grupos de fauna e identificar el uso de recursos que éstos hacen en los ecosistemas (Whelan et al., 2008); además, evaluar la importancia ecológica de *Phoradendron nervosum*. Según Pickett (1990), las áreas urbanas no son adecuadas para cuestiones ecológicas pero ofrecen oportunidades novedosas para probar supuestos y predicciones de teorías ecológicas; tal es el caso de la hipótesis del seguimiento de frutas. Para evaluar esta hipótesis en la zona urbana de Loja se seleccionó como modelo a *Phoradendron nervosum* Oliv. situado

en los árboles de sauce, puesto que, se han observado aves frugívoras alimentarse de sus frutos. Por lo tanto, dado que la distribución de las aves se relaciona con la disponibilidad y concentración temporal del alimento (Quiñonez y Hernandez, 2017) a través de las predicciones de la hipótesis del seguimiento de frutas se espera una relación positiva entre la abundancia de frutos de *Phoradendron nervosum* Oliv. y la abundancia de aves, de igual manera en específico con aves frugívoras encontradas.

Para contribuir con información de la relación que tienen las aves con la disponibilidad de frutos de *Phoradendron nervosum* Oliv. se ejecutaron los siguientes objetivos:

- Caracterizar la riqueza y abundancia de aves presentes en árboles infestados por *Phoradendron nervosum* Oliv. a escala local.
- Relacionar la riqueza y abundancia de aves con la disponibilidad de frutos de *Phoradendron nervosum* Oliv.

4. Marco Teórico

4.1 Interacciones mutualistas y su vínculo con la frugívora y dispersión de semillas

Para comprender los procesos ecológicos se debe interpretar cómo se dan las interacciones planta-animal, puesto que en las comunidades ecológicas existen especies interactuando y su composición así como su estructura cambian con el tiempo (Herrera y Pellmyr, 2002). Las relaciones interespecíficas son aquellas que se presentan en una comunidad biótica entre individuos de especies diferentes (García, 2017), y Aguire et al. (2012) mencionan que se distinguen algunos tipos como: predación, competencia, herbivoría, parasitismo, interacciones detritívoro y mutualismo. Según Boucher et al. (1982) en el mutualismo, las especies interactúan para obtener beneficios mutuos de tres formas: cooperando para obtener alimento, contribuyendo a la limpieza de la otra especie a cambio de alimento o protección y por último dispersando polen o semillas.

La importancia de las interacciones mutualistas radica en que son indispensables para sostener la biodiversidad puesto que más del 90 % de plantas tropicales dependen de los animales para la dispersión de sus semillas (Bascompte y Jordano, 2008). Una interacción mutualista es la que existe entre plantas y animales frugívoros (Calix-García et al., 2023), a través de esta interacción, los frugívoros contribuyen a la regeneración de las poblaciones de plantas, conectividad y colonización mediante la endozoocoria debido a que ingieren los frutos,

transportan semillas y por último las defecan o regurgitan (González-Varo et al., 2015). La germinación, crecimiento, y supervivencia de las plántulas están ligadas a la dispersión de semillas y sobre ésta influyen los factores ambientales, los patrones espaciales, flujo de genes y estructura genética (Escribano-Ávila et al., 2013).

La frugívora mantiene relación con la dispersión de semillas y a su vez permite controlar la dinámica de las comunidades de plantas y la recuperación en ecosistemas perturbados (Howe y Miriti, 2004). Esta función incluso es considerada como un servicio ecosistémico que contribuye al bienestar humano a través de la regulación de procesos (Kremen, 2005). Por ejemplo, durante la etapa final del ciclo reproductivo de algunas especies vegetales, los frugívoros intervienen para la dispersión de sus semillas y de esta forma garantizan la continuidad entre generaciones (Jordano y Herrera, 1995). La dispersión de semillas también se reconoce como un proceso ecológico dado que determina la configuración y organización de los patrones ecológicos como la distribución y abundancia de las plantas en un área específica durante distintos momentos temporales a escala local (Levine y Murrell, 2003).

Los resultados de la dispersión de semillas dependen de la escala a la que emergen los patrones de frugívora, por ejemplo, según González-Castro et al. (2012) gran número de especies frugívoras tienden a interactuar cuando las plantas producen mayor cantidad de frutos. Por otro lado, cuando se presentan especies nuevas en un ecosistema pueden cambiar el comportamiento de patrones de uso de los recursos de las especies residentes originando desorden en la estructura de la red planta-frugívoro, lo que afecta la función del ecosistema (Ramos-Robles et al., 2016; Traveset y Richardson, 2014). El surgimiento de nuevas especies dentro de los ecosistemas puede darse especialmente cuando existen perturbaciones antropogénicas como la introducción de especies exóticas (Ramos-Robles et al., 2016).

En entornos urbanos, el crecimiento de las ciudades puede favorecer la disminución de la diversidad de especies debido a la reducción y fragmentación de los espacios disponibles para las especies autóctonas (Sacco et al., 2015). Algunos factores como las altas densidades de viviendas humanas, aumento de población, altos niveles de ruido (Evans et al., 2009; Fontana et al., 2011), estacionalidad, estructura del hábitat y la disponibilidad de alimentos influye en la diversidad de aves en entornos urbanos (Luque et al., 2018), así, las aves son el foco principal de estudio para evaluar los impactos de la urbanización en la biodiversidad (Escobar-Ibañez y MacGrefor-Fors, 2017).

4.2 Hipótesis del seguimiento de frutos

Las aves frugívoras rastrean la producción de frutas que varían tanto espacial, geográfica y temporalmente (Blendinger et al., 2012), de la misma forma, la variación de la abundancia de recursos frutícolas cambia en tiempo y espacio según la hipótesis del seguimiento esto se relaciona con los cambios en la abundancia de aves frugívoras, lo que significa que cuando exista mayor abundancia de frutos de una especie va a existir mayor abundancia de aves frugívoras (Rey, 1995; Burns, 2004). Los frugívoros rastrean las frutas hasta aumentar su ingesta de alimentos, eligiendo sobre la cantidad y calidad de fruto haciendo esta selección en una jerarquía de escalas espaciales y temporales (Mayor et al., 2009; Rey, 1995; Vergara et al., 2010)

Esta hipótesis ha sido validada en ecosistemas diferentes a los urbanos como los bosques tropicales; sin embargo, no están exentos a que pueda suceder lo mismo. Según Díaz-Limón et al. (2016) la presencia de elementos dentro de un entorno urbano causa algunos beneficios, para la fauna como refugio, alimento, etc. Tal es el caso de los muérdagos, donde Lázaro-González et al. (2017) indica que al ser hemiparásitos se sitúan en las ramas de los árboles causando un nicho y otorgando recursos alimentarios para insectos herbívoros, mamíferos y aves. Esta especie se caracteriza por presentar semillas que tienen una capa de mucílago llamado viscina (sustancia pegajosa que envuelve a la semilla) que actúa como pegamento permitiendo adherirse fácilmente a la planta hospedera (Queijeiro-Bolaños y Cano-Santana, 2015). Las aves utilizan estos frutos como recurso alimentario para lo cual los ingieren en su totalidad o hacen uso solo del exocarpio que es donde se encuentran los nutrientes, lípidos y viscina (Ornelas, 2021).

4.3 Particularidades de las plantas hemiparásitas

Los hemiparásitos son plantas conocidas como muérdagos, existen algunos géneros entre los cuales se destacan *Ilex*, *Arceuthobium*, *Viscum* y *Phoradendron* (Gómez-Sánchez et al., 2011). De acuerdo a Kuijt (2015), de este último género se han descrito 234 especies, dentro del mismo se encuentra *Phoradendron nervosum*, que se distribuye desde México hasta América del Sur. Esta especie se encuentra en altitudes desde los 50 a 3000 m s.n.m.

Estos hemiparásitos son considerados como arbustos que a través de sus haustorios (raíces) se conectan a las plantas hospederas, de las cuales obtienen agua y nutrientes para realizar fotosíntesis, llevando a cabo un desarrollo independiente (Gómez-Sánchez et al., 2011),

los frutos se caracterizan por tener un tejido viscoso llamado viscina que recubren a las semillas (Geils y Vazquez Collazos, 2002), de color blanquecina de forma ovoidea globosa (Gómez-Sánchez et al., 2011). Las flores son unisexuales, sésiles, de color verde amarillenta con tres o más pétalos valvados (Gómez-Sánchez et al., 2011), en Ecuador los especímenes son diferentes en su morfología con respecto a otros países como Bolivia y Perú por el rasgo de ser triseriadas con hojas más largas y flores en serie (Kuijt, 2015).

La supervivencia y desarrollo de *Phoradendron* se atribuye a tres factores: mecanismo de dispersión, disponibilidad de plantas hospederas y ambiente adecuado (Ornelas, 2021). A través de la dispersión mediante el traslado de semillas de la planta madre hacia nuevos hospederos es como se reproducen y albergan nuevos lugares, los dispersores identificados son las aves (Queijeiro-Bolaños y Cano-Santana, 2015), además existen factores tales como las características del sustrato y el grosor de la corteza que afectan la supervivencia y desarrollo de las plántulas (Maruyama et al., 2012), aunque Ornelas, (2021) menciona que las aves deben poder situar las semillas en ramas delgadas para que exista un rápido crecimiento.

Otro factor que influye en el establecimiento del muérdago es la disponibilidad de plantas hospederas (Ornelas, 2021), es decir, se trata de árboles que albergan hemiparásitos y son aquellos que quedan producto de la fragmentación existiendo escasos lugares de percha y anidación para aves dispersoras de muérdagos (Bickford et al., 2005). En zonas urbanas, los árboles que actúan como anfitriones se encuentran en las aceras debido a que se distribuyen de forma uniforme a corta distancia (alrededor de 5 m) plantados uno al lado del otro, de modo que los árboles vecinos de un hospedante infectado suelen ser otros hospedantes adecuados (Maruyama et al., 2012). Además, la incidencia de luz siempre es alta lo que favorece la alta prevalencia de colonización (Arruda et al., 2006).

El ambiente en el que se desarrollen es otro factor que incide (Ornelas, 2021), ya que éstos necesitan condiciones ambientales particulares y dependen igualmente de su distribución y en el lugar donde hayan evolucionado, además de las condiciones ambientales en las que se desarrolla el hospedero, su tamaño, edad y densidad (Espinoza-Zúñiga et al., 2019). Algunas especies de árboles en entornos urbanos son más frágiles al ataque de plagas y se atribuye a factores como suelos compactos carentes de nutrientes, vandalismo, mantenimiento escaso y exposición a la contaminación atmosférica lo que los hace vulnerables a la infestación de hemiparásito como los muérdagos (Zaragoza Hernández et al., 2017)

5. Metodología

5.1 Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Loja, ubicada en la Región Interandina del Ecuador al sur del país, en las coordenadas 03° 39' 55" y 04° 30' 38" de latitud Sur 79° 05' 58" y 79° 05' 58" de longitud Oeste y se encuentra a 2100 m s.n.m, con una extensión de 5186,58 ha (52 Km²). El clima se caracteriza por ser temperado ecuatorial subhúmedo, con una temperatura media del aire de 16 °C y una precipitación anual de 900 mm, con un pico mayor entre marzo y abril, y uno menor en octubre. La ciudad se mantiene permanentemente húmeda, con una humedad relativa media que oscila entre el 69 % y el 83 %, y la población es de 170.280 habitantes (GEO Loja, 2008).

La recolección de datos tuvo lugar en tres áreas de la ciudad de Loja que se seleccionaron por la presencia de árboles de sauce infestados con el muérdago, tal como se muestra en la Figura 1. Esta investigación contribuye de manera complementaria al estudio previo realizado por Mendoza, (2023). En este sentido, las áreas muestreadas son: (i) **Parque Jipiro**, el cual se encuentra en las coordenadas 03° 58' 17,51" de latitud Sur y 79° 12' 12,77" de longitud Oeste, ubicado en el barrio del mismo nombre, al norte de la ciudad, en la avenida Salvador Bustamante Celi, entre Daniel Armijos y Francisco Lecaro frente al Complejo Ferial, que cuenta con una extensión de 10 ha (León, 2015), (ii) **Punzara** (Quinta Experimental de la Universidad Nacional de Loja) la cual se ubica en la parte sur de la ciudad en las coordenadas 04° 02' 47" y 04° 02' 32" de latitud Sur 79° 12' 40" y 79° 12' 59" de longitud Oeste y cuenta aproximadamente con 30 ha. Se sitúa a 2 135 m s.n.m, con temperaturas mínima de 15,9 °C y máxima de 22,6 °C. La precipitación anual es de 906,9 mm y la humedad relativa media mensual es de 74,5 %. Esta área corresponde a una zona de vida de bosque seco montano bajo (Alemán, 2013), (iii) **Ciudad Alegría**, se ubica en el extremo sur de la ciudad, en las coordenadas 4° 1' 55" S 79° 12' 24" E. En esta zona fluyen dos arroyos dando lugar a la formación de riveras adornadas de árboles y arbustos. Esta zona combina elementos urbanos con espacios naturales, y la mayoría de las viviendas presentan jardines bien cuidados (Arévalo, 2018).

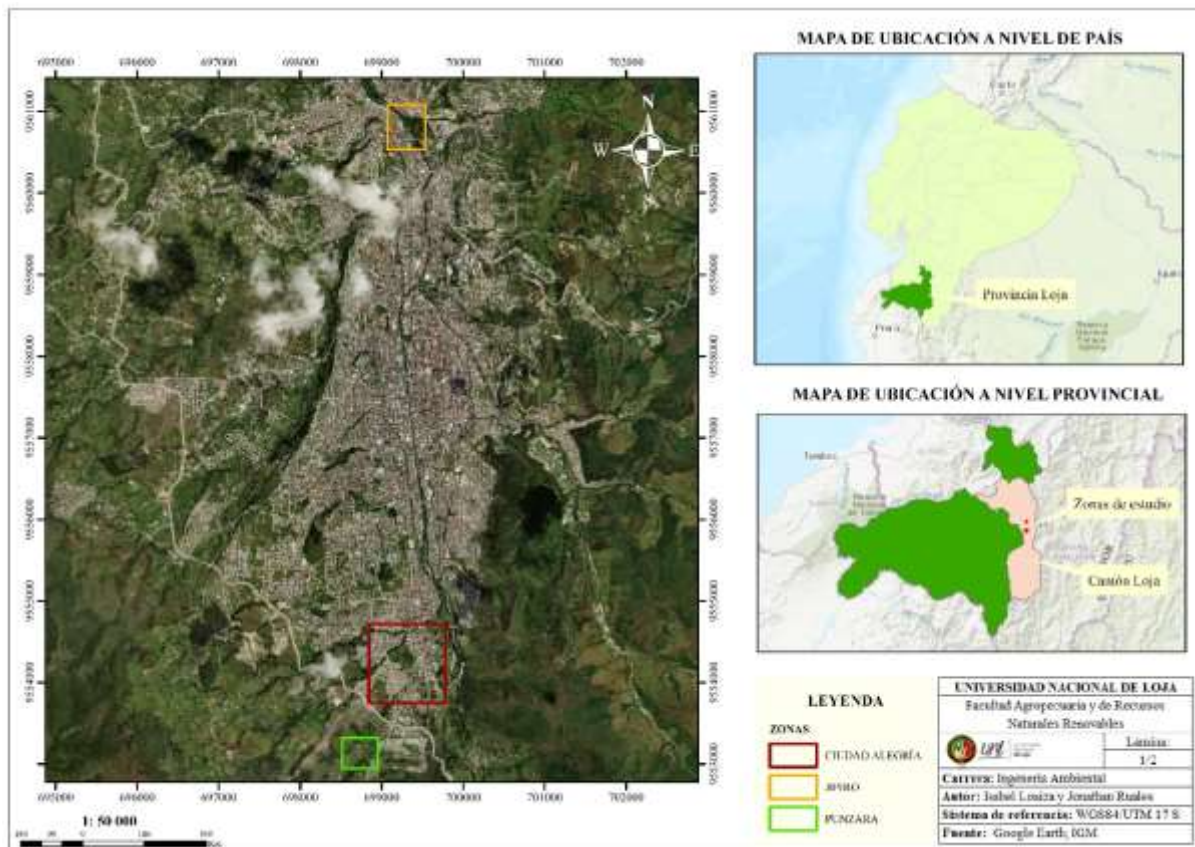


Figura 1. Mapa de ubicación de las áreas de estudio

Este proyecto de investigación tiene un enfoque relacional en el cual se cuenta con las variables: abundancia de frutos, riqueza y abundancia de aves. El diseño de la investigación es estratificado al azar de tipo no experimental, por lo que se recolectó datos en árboles de sauce infestados por *Phoradendron nervosum* Oliv. en la gradiente urbana de la ciudad de Loja, durante un periodo de tiempo determinado, la población considerada fueron las aves, el árbol de sauce infestado con este hemiparásito fue el punto focal de muestreo y se recolectaron datos en las tres áreas urbanas anteriormente mencionadas.

5.2 Metodología para el primer objetivo

5.2.1 Ubicación de los puntos de muestreo

Se llevó a cabo un recorrido por las tres áreas seleccionadas. En cada una de éstas se seleccionaron 5 puntos de muestreo, donde se estableció un árbol focal por punto, teniendo los siguientes criterios de selección: (i) árboles con cargas parasitarias de más del 50 % de la copa infectados y, (ii) poseer diámetros entre 2 a 2,5 m de tamaño favoreciendo el desarrollo del muérdago (Anexo 1). Los árboles focales se ubicaron con una separación mínima de 70 m. Para

mantener la independencia de las muestras Bibby et al., (2000) en Nava-Díaz et al., (2019), se procedió a etiquetar (Anexo 2) y registrar las respectivas coordenadas (Anexo 2).

Los árboles focales seleccionados en Jipiro se ubicaron alrededor y en el centro del Parque Recreacional, en Punzara se situaron en la estación de la Universidad Nacional de Loja y en Ciudad Alegría se encontraron distribuidos en el barrio tal como se muestra en la Figura 2.

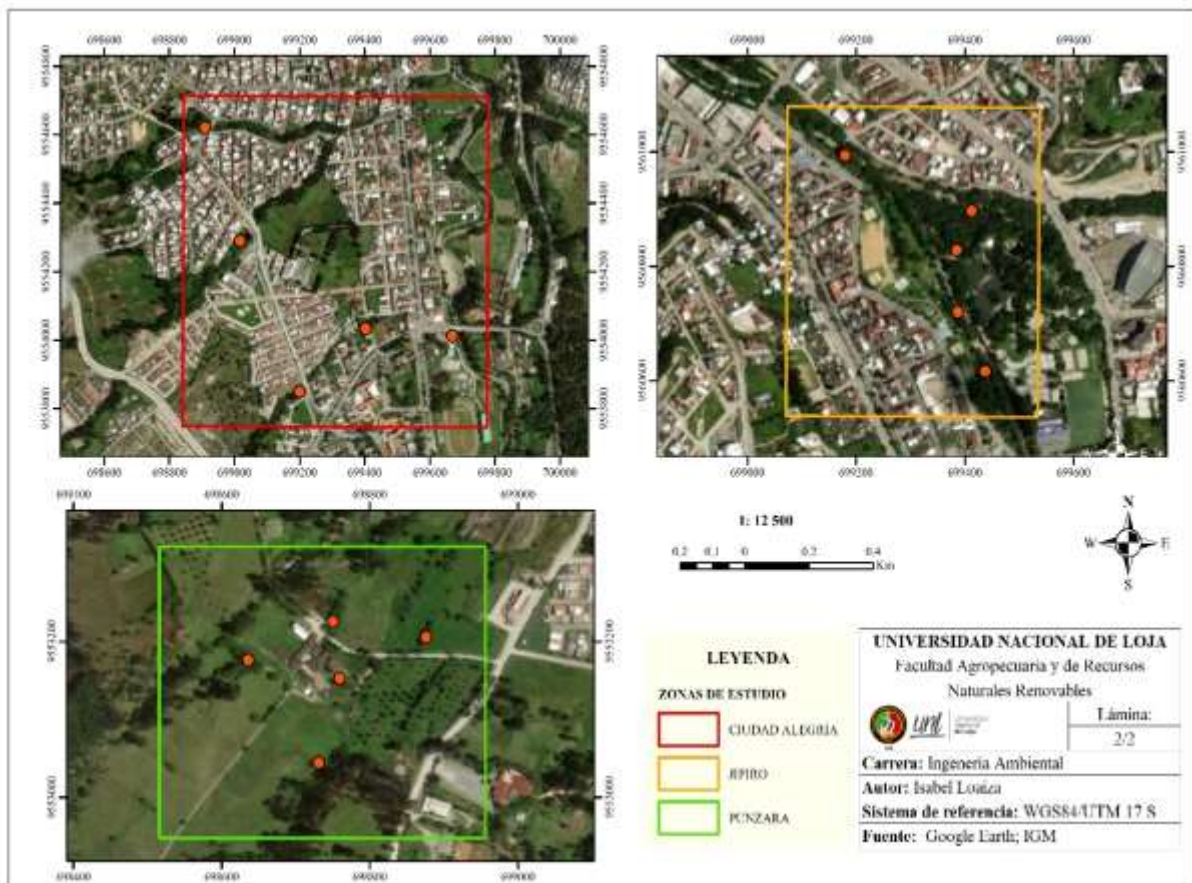


Figura 2. Mapas de los puntos focales de muestreo en las áreas de estudio: Parque Jipiro, Punzara y Ciudad Alegría.

5.2.2 Observación de aves en los puntos focales

Para el muestreo de aves se utilizó el método de punto de conteo de radio fijo, según Gregory et al., (2004) en este método el observador debe permanecer fijo en un sitio determinado en el cual se detecta y registra las aves vistas o escuchadas tal como se muestra en la Figura 3, para este método se utilizó un radio de 30 m. La observación de aves se hizo entre abril-mayo-junio del 2023, época de mayor producción de frutos en los muérdagos. Se realizó cuatro períodos de observación en cada punto focal, el tiempo de observación por período en

cada punto focal fue de 10 minutos, para lo que se usó binoculares de 8 X 40. Cada período tuvo una duración de tres días, cubriendo un área de cinco puntos focales por día, habiendo logrado recolectar la información en las tres áreas con un total de 10 horas, donde la observación se realizó durante el momento de máxima actividad de las aves en horarios de la mañana entre 06H00-10H00.

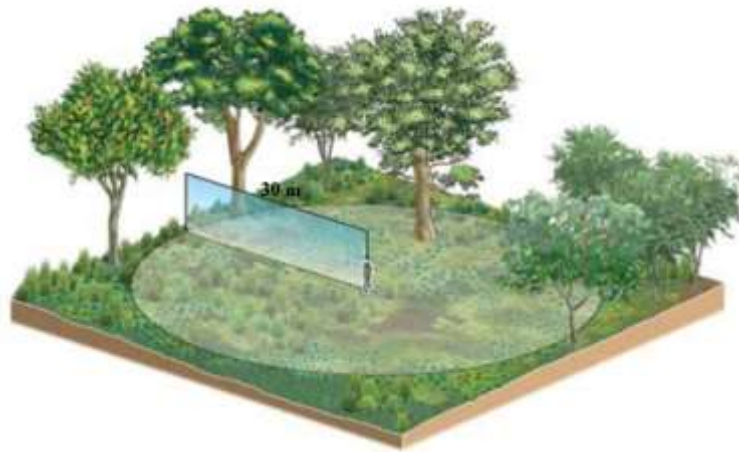


Figura 3. Esquema de punto de radio fijo

Fuente: Tomada de Aguilar-Garavito y Ramirez (2016)

De cada ave detectada se registró el número de individuos y la especie a la que pertenecía, posteriormente se clasificó por orden y familia a la que perteneció cada especie (Anexo 3). Para la recolección de datos se hizo uso de la aplicación Epicollect5 (GitBook, 2023). Para hacer la identificación de las aves se utilizó el Libro de Aves del Ecuador, la aplicación Android Merlin Bird ID (Cornell Lab of Ornithology, 2023) y BioWeb (PUCE, 2023). Además se utilizó Comité de Clasificación Sudamericano (SACC, por sus siglas en inglés) para la clasificación de las especies (Remsen et al., 2023).

5.3 Metodología para el segundo objetivo

5.3.1 Disponibilidad de frutos

Para medir la abundancia de frutos presentes, se seleccionaron tres distintos tamaños del hemiparásito *Phoradendron nervosum* Oliv. (grande, mediano y pequeño), con 5 ejemplares por cada tamaño. Tomando en cuenta que cada ejemplar seleccionado cumpliera (Anexo 4) con las dimensiones definidas en la Tabla 1, cuyas dimensiones fueron establecidas por Lázaro-González et al. (2017b) en su estudio.

Tabla 1. Detalle de las medidas por planta

Tamaño de muérdago	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Diámetro(cm)
Muérdago grande	140 - 160	170 - 180	12
Muérdago mediano	70 - 80	120 -130	8
Muérdago pequeño	45 - 50	40 - 45	4

Posteriormente, se llevó a cabo el conteo individual de los frutos presentes en las plantas de distinto tamaño. A partir de esto se efectuó un cálculo promedio que proporcionó el número de frutos aproximado (Tabla 2).

Tabla 2. Frutos promedio del muérdago por tamaño

Tamaño de muérdago	Promedio
Muérdago grande	1870
Muérdago mediano	1225
Muérdago pequeño	567

En cada árbol focal visualmente se estimó el número de muérdagos que existían por tamaño (Anexo 5). Con los promedios establecidos y número de muérdagos de cada tamaño, se estimó el total de frutos por árbol focal. Para obtener la abundancia de frutos en el vecindario se ubicó un radio de 30 m alrededor del árbol focal. En cada árbol situado dentro de este radio se estimó visualmente el número de muérdagos por tamaño y finalmente se obtuvo el total de frutos del vecindario en cada punto focal.

5.4 Análisis de datos

5.4.1 Riqueza y abundancia de especies

La riqueza específica de especies se obtuvo como el número de especies presentes (Moreno, 2001) por árbol focal y áreas de estudio, mientras que para determinar la abundancia de aves se obtuvo como el número de individuos presentes (Enríquez-Lenis et al., 2013) por punto focal y total por áreas de estudio. De esta misma forma se determinó la riqueza y abundancia de aves frugívoras.

5.4.2 Efecto de la disponibilidad de frutos

Se ajustaron cuatro modelos lineales generalizados mixtos GLMM, mediante el software R en su Versión 4.2.2 (R Core Team, 2023) y el paquete estadístico lme4 (Bates et al., 2015). Estos modelos se utilizaron para evaluar la relación entre la disponibilidad de frutos en

el árbol focal y el vecindario, y su influencia en la riqueza y abundancia de aves (Tabla 3A). Así mismo, se llevó a cabo una evaluación adicional centrándose únicamente en las aves frugívoras para analizar esta relación de forma más específica (Tabla 3B).

Para los modelos evaluados, se consideraron como variables dependientes tanto la abundancia y riqueza de aves en general, y específicamente de aves frugívoras; la disponibilidad de frutos en los árboles focales y en el vecindario se analizaron como variables independientes en los modelos. Se utilizó la distribución de Poisson, debido a que se ajusta mejor a los datos de conteos de esta investigación. Además, el área de muestreo se usó como un factor aleatorio, los modelos se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 3. Modelos evaluados con GLMM

Modelos evaluados	
A. Aves en general	
Modelo 1	Abun ~ frut_vec + frut_arb + (1 loc)
Modelo 2	S ~ frut_vec + frut_arb + (1 loc)
B. Aves frugívoras	
Modelo 3	Abunfrug ~ frut_vec + frut_arb + (1 loc)
Modelo 4	Sfrug ~ frut_vec + frut_arb + (1 loc)

Nota: Abun: Abundancia de aves en general; Abunfrug: abundancia de aves frugívoras frut_vec disponibilidad de frutos en el vecindario; frut_arb: disponibilidad de frutos en el árbol focal; loc: localidad; S: riqueza; Sfrug: riqueza de aves frugívoras

6. Resultados

6.1 Riqueza y abundancia de aves presentes en árboles infestados por *Phorandendron nervosum* Oliv. a escala local

6.1.1 Clasificación de especies

Se documentaron un total de 21 especies de aves que se distribuyeron en 6 órdenes y 15 familias. El orden con el mayor número de especies registradas (n = 15) fueron los Passeriformes, con 10 familias. Dentro de este orden, se destacaron por su abundancia las especies *Chlorophonia cyanocephala*, *Furnarius leucopus*, y en menor medida, pero que aún así se observaron notables niveles de abundancia fueron *Campylorhynchus fasciatus* y *Turdus fuscater*.

Por otro lado, del Orden Columbiformes se registraron 2 especies, ambas pertenecientes a la familia Columbidae. Entre estas especies, *Zenaida auriculata* fue la más dominante en términos

de abundancia. Los órdenes con una presencia más limitada de especies fueron Apodiformes, Cuculiformes, Piciformes y Strigiformes (Tabla 4)

Tabla 4. Clasificación de especies por órdenes y familias

Nombre científico	Orden	Familia	A.T.E
<i>Amazilia alticola</i>	Apodiforme	Troculidae	6
<i>Columba livia</i>	Columbiformes	Columbidae	15
<i>Zenaida auriculata</i>	Columbiformes	Columbidae	34
<i>Crotophaga ani</i>	Cuculiformes	Cuculidae	16
<i>Pheucticus chrysogaster</i>	Passeriformes	Cardinalidae	8
<i>Zonotrichia capensis</i>	Passeriformes	Emberizidae	2
<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	Passeriformes	Fringillidae	114
<i>Euphonia xanthogaster</i>	Passeriformes	Fringillidae	4
<i>Furnarius leucopus</i>	Passeriformes	Furnariidae	95
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Passeriformes	Hirundinidae	4
<i>Dives warczewiczi</i>	Passeriformes	Icteridae	21
<i>Sturnella bellicosa</i>	Passeriformes	Icteridae	11
<i>Sicalis flaveola</i>	Passeriformes	Thraupidae	6
<i>Thraupis episcopus</i>	Passeriformes	Thraupidae	8
<i>Sayornis nigricans</i>	Passeriformes	Tyrannidae	2
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Passeriformes	Tyrannidae	13
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Passeriformes	Troglodytidae	38
<i>Turdus chiguanco</i>	Passeriformes	Turdidae	19
<i>Turdus fuscater</i>	Passeriformes	Turdidae	28
<i>Colaptes rubiginosus</i>	Piciformes	Picidae	1
<i>Glaucidium peruanum</i>	Strigiformes	Strigidae	1

Nota: A.T.E: Abundancia total de especies en el estudio

6.1.2 Riqueza y abundancia por áreas de estudio

La mayor abundancia de aves se presentó en el área de Ciudad Alegría con un total de 154 individuos, seguido de Punzara y Jipiro. Las aves que mostraron una mayor cantidad de individuos en las tres áreas de estudio fueron *Chlorophonia cyanocephala*, *Furnarius leucopus* y en menor medida *Campylorhynchus fasciatus* y *Zenaida auriculata*. En cuanto a la riqueza el área con mayor número de especies fue Ciudad Alegría con 17 especies, mientras que Jipiro y Punzara la riqueza oscilo entre 10 y 16 especies. (Tabla 5).

Tabla 5. Riqueza y abundancia de aves por áreas de estudio

Nombre científico	Jipiro	C. Alegría	Punzara
<i>Amazilia alticola</i>	5	1	0
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	17	12	9
<i>Columba livia</i>	9	6	0
<i>Crotophaga ani</i>	0	0	16
<i>Colaptes rubiginosus</i>	1	0	0
<i>Dives warczewiczi</i>	5	8	8
<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	22	42	50
<i>Euphonia xanthogaster</i>	1	3	0
<i>Furnarius leucopus</i>	31	41	23
<i>Glaucidium peruanum</i>	0	1	0
<i>Pheucticus chrysogaster</i>	6	0	2
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	0	4	0
<i>Sayornis nigricans</i>	1	1	0
<i>Sicalis flaveola</i>	2	4	0
<i>Sturnella bellicosa</i>	0	0	11
<i>Thraupis episcopus</i>	5	3	0
<i>Turdus chiguanco</i>	5	4	10
<i>Turdus fuscater</i>	12	5	11
<i>Tyrannus melancholicus</i>	6	7	0
<i>Zenaida auriculata</i>	15	10	9
<i>Zonotrichia capensis</i>	0	2	0
Abundancia	143	154	149
Riqueza (S)	16	17	10

4.1.2 Riqueza y abundancia por puntos focales

En la localidad de Jipiro se identificaron dos árboles focales con la mayor abundancia: JAF5 y JAF3, esto es con 33 y 31 individuos, respectivamente. En el árbol focal JAF5 destaca la alta presencia de *Chlorophonia cyanocephala*, mientras que los árboles focales restantes exhibieron una abundancia menor, misma que varió entre 25 y 29 individuos.

Estos mismos árboles focales fueron los que presentaron la mayor riqueza de especies, con un valor de 11 especies cada uno, seguido del árbol focal JAF4, dentro de esta misma localidad, con 9 especies (Tabla 6).

Tabla 6. Riqueza y abundancia de aves por árboles focales, área Parque Jipiro

Nombre científico	JAF1	JAF2	JAF3	JAF4	JAF5
<i>Amazilia alticola</i>	3	1	1	0	0
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	1	5	7	2	2
<i>Columba livia</i>	0	3	3	2	1
<i>Crotophaga ani</i>	0	0	0	0	0
<i>Colaptes rubiginosus</i>	0	0	0	0	1
<i>Dives warczewiczi</i>	0	3	0	1	1
<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	4	0	4	4	10
<i>Euphonia xanthogaster</i>	0	0	0	0	1
<i>Furnarius leucopus</i>	7	5	1	12	6
<i>Pheucticus chrysogaster</i>	2	0	2	1	1
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	0	0	0	0	0
<i>Sayornis nigricans</i>	0	0	1	0	0
<i>Sicalis flaveola</i>	0	0	0	0	2
<i>Sturnella bellicosa</i>	0	0	0	0	0
<i>Thraupis episcopus</i>	0	1	4	0	0
<i>Turdus chiguanco</i>	3	0	0	2	0
<i>Turdus fuscater</i>	1	5	2	2	2
<i>Tyrannus melancholicus</i>	0	0	5	0	1
<i>Zenaidura auriculata</i>	4	2	1	3	5
Abundancia total	25	25	31	29	33
Riqueza (S)	8	8	11	9	11

Nota: JAF1: árbol focal 1; JAF2: árbol focal 2; JAF3: árbol focal 3; JAF4: árbol focal 4; JAF5: árbol focal 5.

En el área de Punzara se documentó un total de 50 individuos en el árbol focal PAF2, siendo la especie con mayor número de individuos *Chlorophonia cyanocephala*. Este árbol presentó la mayor abundancia en el área, mientras que los árboles PAF1 y PAF3 registraron la abundancia más baja con 29 individuos, tal como se muestra en la Tabla 5.

Un árbol focal diferente, es decir el PAF4 registró la máxima riqueza en esta localidad, contabilizando un total de 10 especies. Así mismo los árboles PAF2 y PAF3 también mostraron una notable riqueza, con 9 especies cada uno (Tabla 7).

Tabla 7. Riqueza y abundancia de aves por árboles focales área Punzara

Nombre científico	PAF1	PAF2	PAF3	PAF4	PAF5
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	3	2	2	2	0
<i>Crotophaga ani</i>	4	2	1	2	7
<i>Dives warczewiczi</i>	1	1	2	1	3
<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	4	35	5	6	0
<i>Furnarius leucopus</i>	5	3	6	5	4
<i>Pheucticus chrysogaster</i>	0	0	0	2	0
<i>Sturnella bellicosa</i>	3	1	1	1	5
<i>Turdus chiguanco</i>	0	1	2	5	2
<i>Turdus fuscater</i>	1	4	3	1	2
<i>Zenaida auriculata</i>	2	1	1	4	1
Abundancia total	23	50	23	29	24
Riqueza (S)	8	9	9	10	7

Nota: PAF1: árbol focal 1; PAF2: árbol focal 2; PAF3: árbol focal 3; PAF4: árbol focal 4; PAF5: árbol focal 5.

La mayor abundancia de individuos en la zona de Ciudad Alegría, fue registrada en el árbol C.AL3 con 41 individuos, siendo *Furnarius leucopus* la que registró mayor número de individuos. Así mismo los árboles C.AL4 y C.AL3 presentan abundancias mayores (Tabla 4). En cuanto a la riqueza de especies, estos mismos árboles focales reportaron el mayor número de especies (Tabla 8).

Tabla 8. Riqueza y abundancia de aves por árboles focales área Ciudad Alegría

Nombre científico	C. AL1	C. AL2	C. AL3	C.AL4	C. AL5
<i>Amazilia alticola</i>	1	0	0	0	0
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	2	6	1	3	0
<i>Columba livia</i>	0	0	4	2	0
<i>Dives warczewiczi</i>	1	0	3	0	4
<i>Chlorophonia cyanocephala</i>	13	2	4	15	8
<i>Euphonia xantogaster</i>	0	0	0	0	3
<i>Furnarius leucopus</i>	8	6	14	5	8
<i>Glaucidium peruanum</i>	0	0	0	1	0
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	2	0	2	0	0
<i>Sayornis nigricans</i>	0	0	1	0	0
<i>Sicalis flaveola</i>	0	0	2	2	0
<i>Thraupis episcopus</i>	0	1	0	2	0
<i>Turdus chiguanco</i>	0	2	1	1	0
<i>Turdus fuscater</i>	0	0	1	3	1
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	2	4	0	0
<i>Zenaida auriculata</i>	3	0	4	2	1
<i>Zonotrichia capensis</i>	1	0	0	0	1
Abundancia total	32	19	41	36	26
Riqueza (S)	9	6	12	10	7

Nota. C.AL1: árbol focal 1; C.AL2: árbol focal 2; C.AL3: árbol focal 3; C.AL4: árbol focal 4; C.AL5: árbol focal 5.

6.2 Riqueza y abundancia de aves relacionada con la disponibilidad de frutos de *Phoradendron nervosum* Oliv.

6.2.1 Abundancia de frutos

La estimación visual de la disponibilidad de frutos en los árboles focales de las diferentes áreas de estudio se muestra en la Figura 4. En Punzara, los árboles que mayormente destacaron por la disponibilidad de frutos fueron: el AF5 con 92829 frutos disponibles y el AF4 con 47317 frutos. En Ciudad Alegría la mayor cantidad de frutos se evidencio en los árboles AF4 y AF2 con 49161 y 48917 frutos respectivamente y en Jipiro los árboles con mayor número de frutos fueron el AF3 con 84150 y AF5 con 69190.

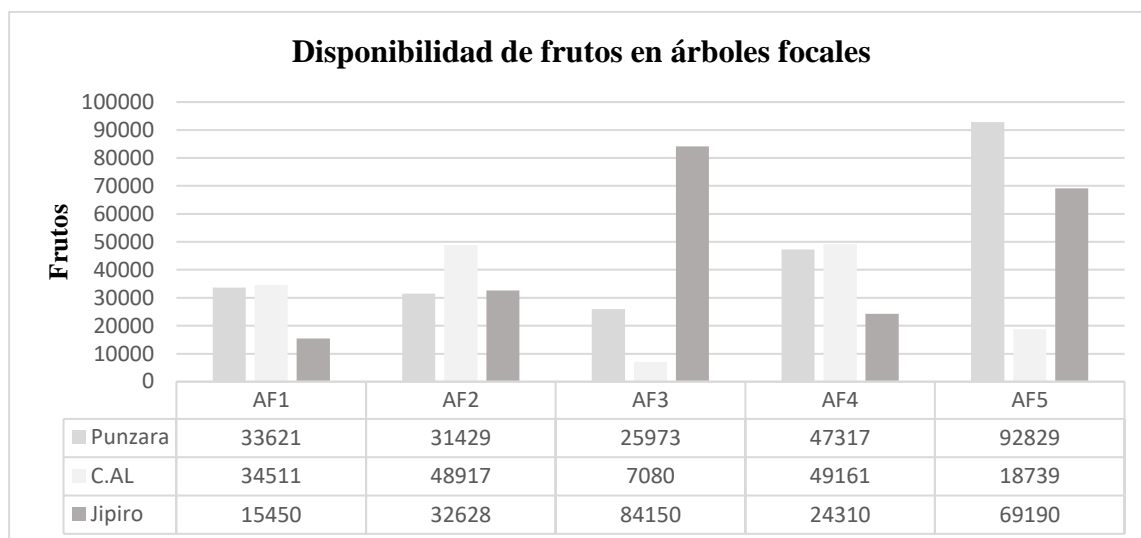


Figura 4. Disponibilidad de frutos en árboles focales

Nota: AF1: árbol focal 1; AF2: árbol focal 2; AF3: árbol focal 3; C.AL4: árbol focal 4; C.AL5: árbol focal 5.

En cuanto la disponibilidad de frutos en el vecindario (Figura 5), en Punzara la mayor cantidad de frutos se registraron en los vecindarios AFV5 y AFV1 con 260200 y 258369 frutos respectivamente. En Ciudad Alegría, el vecindario que destacó por presentar mayor abundancia fue el vecindario AFV5 con 106318 frutos y en menor medida el AFV4 con 134188, y en Jipiro el vecindario con mayor cantidad de frutos fue el AFV3 con 308550 frutos, en general esta área presento mayor cantidad de frutos con respecto a Punzara y Jipiro.

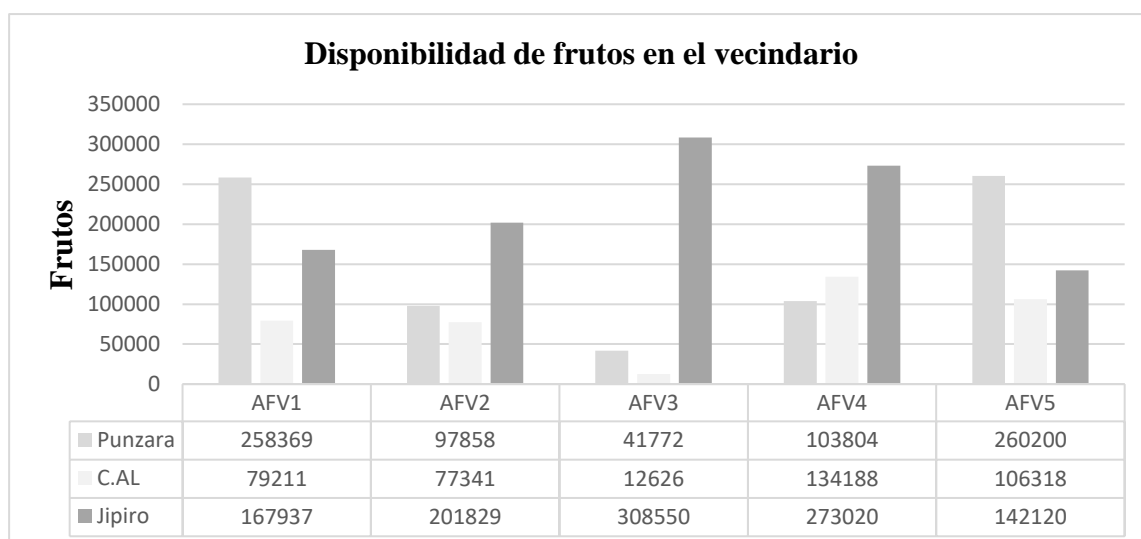


Figura 5. Disponibilidad de frutos en el vecindario

Nota: AFV1: Vecindario en el árbol focal 1, AFV2: Vecindario en el árbol focal 2, AFV3: Vecindario en el árbol focal 3, AFV4: Vecindario en el árbol focal 4, AFV5: Vecindario en el árbol focal 5.

6.2.2 Relación entre la riqueza y abundancia de aves con la disponibilidad de frutos

En la Figura 4 se muestra la relación de las variables para los modelos evaluados. En cuanto a la riqueza con respecto al número de frutos en el árbol focal (Fig. 4A), no se muestra una relación clara o evidente entre las variables. Esto puede indicar que, en este caso particular, el número de frutos del muérdago en el árbol focal y vecindario (Fig. 4C) no es un factor determinante para la presencia o ausencia de aves, o que otros factores no considerados en el estudio pueden estar influyendo en la riqueza de aves de manera más significativa. Por otro lado, en cuanto a la abundancia y la relación con la disponibilidad de frutos en el árbol focal (Fig. 4B) y el vecindario (Fig. 4D) muestra una dispersión de puntos sin una tendencia clara entre la abundancia de aves y la disponibilidad de frutos, lo que implica que el aumento o disminución en el número de frutos del muérdago en el árbol focal no parece influir de manera significativa en la cantidad total de especies de aves en el área.

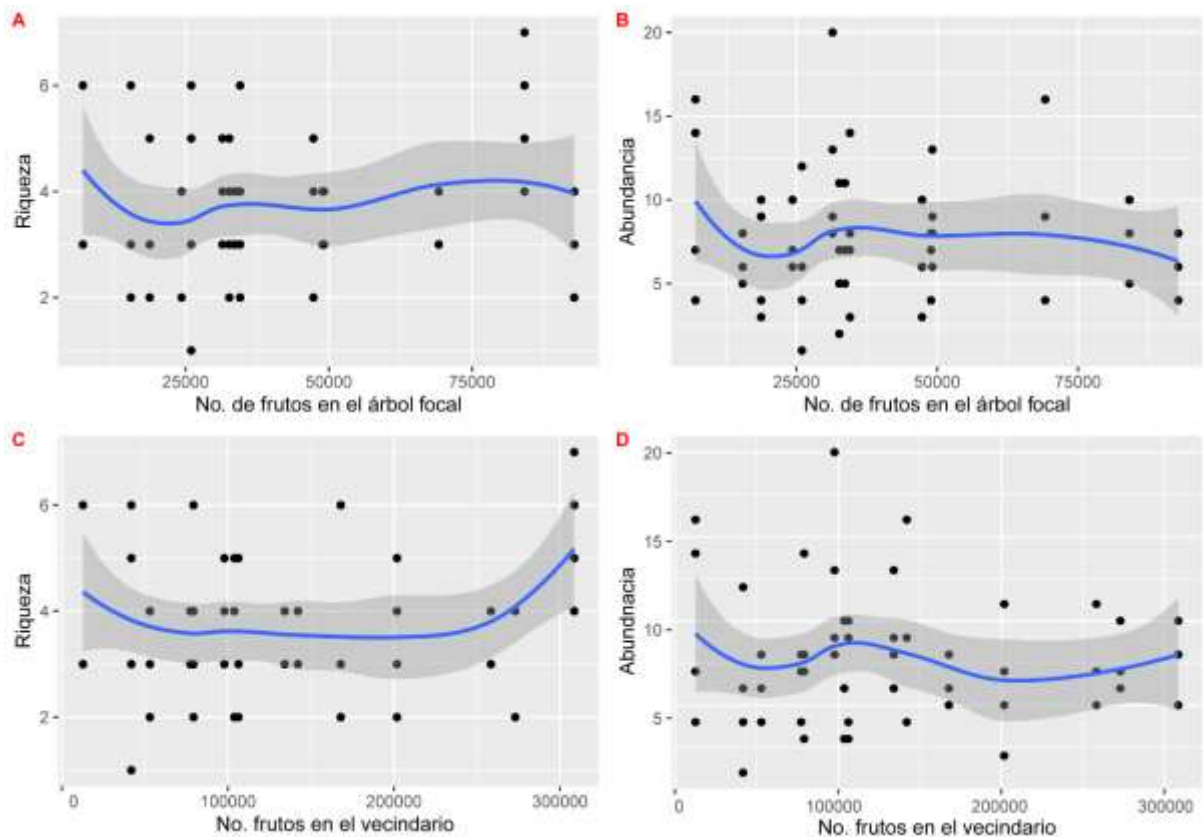


Figura 6. Relación entre las variables.

Nota: A relación entre la riqueza de aves y la abundancia de frutos en el árbol focal; B relación entre la abundancia de aves y la abundancia de frutos en el árbol focal; C: relación entre la riqueza de aves y la

abundancia de frutos en el vecindario; C: relación entre la abundancia de aves y la abundancia de frutos en el vecindario

Al aplicar el modelo que relaciona la abundancia de aves con la disponibilidad de frutos en el árbol focal, se obtuvo un p valor de 0,623. De manera similar, al hacer esta relación considerando la disponibilidad de frutos en el vecindario, el p-valor resultante fue de 0,523 (Tabla 9A). En ambos casos los valores obtenidos no alcanzaron significancia estadística. Por lo tanto, la disponibilidad de frutos de *Phoradendron nervosum* Oliv.en el árbol focal y en el vecindario no condiciona la existencia de una mayor o menor abundancia de aves. Además, la abundancia de aves disminuye por la cantidad de recursos, es decir los árboles focales y el vecindario con mayor número de frutos mostraron menor número de individuos.

En cuanto a la relación de la riqueza de aves y la abundancia de frutos en el árbol focal, el p-valor fue de 0,583, mientras que en el vecindario fue de 0,662, no siendo estadísticamente significativos (Tabla 9B). Por consiguiente, no se establece una relación directa entre las variables, es decir, no hay una asociación entre la riqueza y los recursos frutales proporcionados por *Phoradendron nervosum* Oliv. en el contexto de nuestro estudio.

Tabla 9. Modelos lineales entre la abundancia y riqueza de aves frugívoras y la disponibilidad de frutos

Efectos	Estimate	Std.Error	tvalue	p.Value	
A. Abundancia de aves					
Intercepto	2.128e+00	1,111e-01	19,157	< 2e-16	***
Frutos en el árbol focal	-2.808e-07	5,707e-07	-0,492	0,623	
Frutos en el vecindario	-1.243e-06	2,007e-06	-0,619	0,536	
B. Riqueza de aves					
Intercepto	1,218e+00	1,610e-01	7,566	3.86e-14	***
Frutos en el árbol focal	4,358e-07	7,948e-07	0,548	0,583	
Frutos en el vecindario	1,224e-06	2,800e-06	0,437	0,662	

Nota: Indicadores de significancia: ***0,001; **0,01; *0,05

6.2.3 Relación entre la riqueza y abundancia de aves frugívoras con la disponibilidad de frutos

El p. valor de 0,448 obtenido al analizar la relación entre la abundancia de aves frugívoras y la disponibilidad de frutos en el árbol focal indica que no existe significancia estadística. De manera similar, el p. valor 0,671 indica que no hay significancia estadística en la relación entre

la abundancia de aves frugívoras y la disponibilidad de frutos en el vecindario. Por lo tanto, no existe una asociación directa entre las variables de los modelos, es decir los frutos ofertados por *Phoradendron nervosum* Oliv, tanto en el árbol focal como en el vecindario no, no influyen en la presencia de una mayor abundancia de aves frugívoras. Adicionalmente, la abundancia de aves frugívoras se ve negativamente influenciada por la cantidad de recursos ofrecidos por *Phoradendron nervosum* Oliv. En otras palabras, los árboles focales y vecinos con una mayor cantidad de frutos no exhibieron abundancia relativamente alta de aves frugívoras.

En cuanto a la relación de la riqueza de aves frugívoras y la abundancia de frutos disponibles en el árbol focal y en el vecindario, no se encontró un efecto estadísticamente significativo (Tabla 10B), al haber obtenido p. valores de 0,2706 y 0,7496 respectivamente. Por consiguiente, no se evidencia relación entre estas variables. Aunque existe una correlación positiva entre la riqueza de aves frugívoras en el árbol focal y el vecindario no se puede afirmar que haya vínculo entre estos factores.

Tabla 10. Modelos lineales entre la abundancia y la disponibilidad de frutos

Efectos	Estimate	Std.Error	tvalue	p.Value	
A. Abundancia de aves					
Intercepto	1.047e+00	1,970e-01	5,315	1,07e-07	***
Frutos en el árbol focal	-7.835e-07	5,033e-07	-0,758	0,448	
Frutos en el vecindario	-1.524e-06	2,587e-06	-0,425	0,671	
B. Riqueza de aves					
Intercepto	-7,750e-01	3,886e-01	-1,994	0.0461	***
Frutos en el árbol focal	2,009e-06	1,824e-06	1,102	0,2706	
Frutos en el vecindario	2,107e-06	6,602e-06	0,319	0,7496	

Nota: Indicadores de significancia: ****0,001; ***0,01; **0,05

7. Discusión

En la ciudad de Loja, las áreas urbanas desempeñan un papel fundamental al proporcionar hábitats para la presencia de aves (González, 2013). Se constato que la abundancia y disponibilidad de frutos de *Phoradendron nervosum* Oliv. no influye en la riqueza y abundancia de aves en áreas urbanas a pesar de que el muérdago ofrece frutos abundantes y constantes todo el año. Sin embargo, es importante mencionar que se observó la presencia

destacada de *Chlorophonia cyanocephala* en todas las áreas de estudio. Se encontró que la abundancia y riqueza de especies fue alta en el área de mayor urbanización, la cual se caracteriza por poseer parches con vegetación herbácea arbustivo y dosel bien establecida.

En cuanto a las diferentes zonas de estudio, Ciudad Alegría, caracterizada por ser una zona residencial integrada por espacios verdes, fue el área con mayor número de aves registradas alcanzando un total de 154 individuos, con respecto a las áreas de Jipiro y Punzara. El incremento en la abundancia de aves en zonas residenciales, como evidencia este estudio en Ciudad Alegría, es conocido en diferentes ciudades, tal como lo señalan Clergeau et al. (1998) en su investigación en la ciudad de Rennes (Francia) y Schondube et al. (2018) en Cuitzeo (México), donde documentaron abundancias superiores de aves con respecto a ecosistemas naturales. En ecosistemas urbanos la vegetación es una variable determinante en la abundancia de aves (Benito et al., 2019), en particular, la cobertura de árboles, arbustos y herbáceas influye positivamente sobre la abundancia de aves (Reis et al., 2012), ya que éstas se asocian con la oferta de alimento, sitios de nidificación, refugio y percha (Haedo et al., 2017). No obstante, se tienen otros trabajos que muestran que la abundancia de aves disminuye hacia los sectores urbanizados (Leveau y Leveau, 2004; Reynaud y Thioulouse, 2000).

La mayor riqueza de especies en Ciudad Alegría podría haber sido favorecida por ciertas particularidades de su entorno. Por ejemplo, los puntos focales de muestreo se ubicaron en parches de vegetación caracterizados por poseer tres estratos vegetales (herbáceo, arbustivo y dosel), lo que influye en el aumento de la riqueza en áreas urbanas por lo que estos factores pueden propiciar la presencia y adaptación de diversas aves en esta zona. Algunas investigaciones como la de MacGregor-Fors y Schondube, (2011) en Michoacán-México demuestran que la riqueza y abundancia de aves se relacionan positivamente con la cobertura vegetal en áreas urbanas y la de Villaseñor et al. (2021) llevada a cabo en Santiago de Chile, respaldan la relación entre la presencia de áreas verdes con estas características vegetativas y la diversidad de aves en entornos urbanos. En particular, la cobertura de árboles les permite descansar, anidar, esconderse y alimentarse (Ortega-Álvarez y MacGregor-Fors, 2009). Además, según Leston y Rodewald (2006) los arbustos en zonas urbanas son considerados cruciales para las aves ya que sirven como sitios de anidación, refugios contra depredadores y perturbaciones humanas

Las especies más destacadas en todas las áreas estudiadas fueron *Chlorophonia cyanocephala* y *Furnarius leocopus*, donde la presencia de esta última, está fuertemente ligada a zonas construidas y jardines con arbustos en general (Chavez-Villavicencio, 2013). Además, esta especie también depende de la disponibilidad de sustratos naturales, como los árboles, para la construcción de sus nidos (Escola, 2010). También se registró especies sinantrópicas y dominantes, como *Zenaida auriculata*, *Columba livia* y *Turdus fuscater*, siendo especies generalistas que no requieren hábitats muy específicos para sobrevivir. Estos resultados coinciden con los presentados por Jácome- Negrete et al. (2019), quienes llevaron a cabo un estudio similar en áreas verdes urbanas en la ciudad de Sangolquí, también se asemejan a los hallazgos de Garitano-Zavala y Gismondi (2003) quienes documentaron estas especies en su estudio ejecutado en las áreas urbanas de La Paz, Bolivia.

La especie frugívora *Chlorophonia cyanocephala* fue la más abundante en las tres áreas de estudio con respecto al resto de especies frugívoras encontradas (*Euphonia xanthogaster*, *Pheucticus chrysogaster*, *Traupis episcopus*), aunque ésta varió en los árboles focales de las tres zonas, lo que concuerda con lo expuesto por Areta y Bodrati (2010) de que la abundancia de *Chlorophonia cyanocephala* no es constante y puede cambiar considerablemente de un día a otro o de un año a otro, en un mismo sitio. Esta variación en la abundancia podría explicar por qué la especie se muestra abundante en ciertos árboles focales, mientras que en otros puede considerarse escasa en una misma área específica. La presencia de *Chlorophonia cyanocephala* en entornos urbanos se debe principalmente a que se alimenta de frutos y su presencia está asociada a la vegetación arbustiva (Jácome-Negrete et al., 2019).

Esta asociación en la ciudad de Loja se atribuye a la presencia de *Phoradendron nervosum* Oliv, que favorece la interacción con esta especie, por presentar frutos nutritivos (Queijeiro-Bolaños y Cano-Santana, 2018), con semillas pequeños de colores brillantes que se convierte en un recurso alimentario para *Chlorophonia cyanocephala*, considerada como especialistas en muérdagos (Wheelwright y Nadkarni, 2014). Estas aves de la familia Fringillidae se caracterizan por poseer picos pequeños, tracto digestivo modificado que carece de estómago musculoso y molleja (Jordano, 2014) lo que favorecería el hábito de estas aves para alimentarse de epífitas (Snow y Snow, 1971).

Phoradendron nervosum Oliv. ofrece frutos abundantes entre árboles focales y áreas de estudio. Sin embargo, los presentes resultados muestran que la cantidad del recurso frutal que

oferta *Phoradendron nervosum* Oliv. no condiciona la presencia de mayor abundancia ni riqueza de aves frugívoras, ya sea en el árbol focal o en su entorno circundante en áreas urbanas. La hipótesis del seguimiento de frutos ha sido ampliamente estudiada en contextos no urbanos, como la investigación de Blendinger et al. (2012), la cual se realizó en un bosque montano andino y resalta la importancia de considerar la disponibilidad y el consumo de frutas al analizar la relación entre las aves frugívoras y la cantidad de frutos, por lo que resulta importante seguir explorando diferentes variables y contextos para obtener una visión más completa y precisa de esta relación.

Los resultados obtenidos son específicos de esta investigación, lo que conlleva a pensar que quizás otros factores ambientales o ecológicos estén influyendo en la abundancia y riqueza de aves en las áreas estudiadas. En esta investigación se tomó en consideración el número de frutos ofertados como la única variable con respecto a *Phoradendron nervosum* Oliv. Oliveira et al. (2013) menciona que para que las aves se sientan atraídas por esta especie hemiparásita y pueda ser dispersada exitosamente influyen algunas variables como el tamaño del fruto, tamaño de la semilla, el color, etapa de maduración, tamaño y densidad de árboles en los que se hospedan. Los frutos de mayor tamaño pueden ser tomados preferentemente por aves con tasas de paso intestinal más largas (Ramírez y Ornelas, 2010).

En entornos urbanos, diversos factores de estrés, como el ruido (Fuller et al., 2007) y la presencia de depredadores como gatos (Mason, 2006) afectan a las aves en su comportamiento de alimentación (Khera et al., 2009), de tal forma que la amenaza de ser cazado por un depredador puede influir en las decisiones de alimentación incluso si la disponibilidad de alimentos es alta, ya que representa una restricción más severa en términos de supervivencia y adaptación (Mayor et al., 2009). Además, los factores ambientales como la precipitación, y la temperatura pueden afectar la disponibilidad de alimentos en determinado hábitat y, por lo tanto, influir en la dinámica y distribución de las especies (Seward et al., 2014). En zonas urbanas las aves pueden suplir su alimentación con alimentos de baja calidad lo que las vuelve oportunistas y menos selectivas (Evans y Gawlik, 2020).

8. Conclusiones

- La riqueza y abundancia de aves fue mayor en Ciudad Alegría, las especie que mayormente destacó por su interacción de alimentación con *Phoradendron nervosum* Oliv. fue *Chlorophonia cyanocephala*. La adaptación de *Furnarius leocopus* en áreas residenciales favoreció un mayor registro de individuos. También hubo la presencia de especies sinantrópicas dominantes como *Zenaida auriculata*, *Columba livia* y *Turdus fuscater*.
- Los frutos de *Phoradendron nervosum* Oliv. fueron abundantes en los sitios de estudio; sin embargo, no es la única variable que influye para que exista mayor abundancia y riqueza de aves; estos factores no se limitan únicamente a la disponibilidad de recursos, ya que elementos externos como el ruido ambiental, la presencia de contaminantes, la amenaza de depredadores y el estado general del hábitat influyen en la presencia y comportamiento de alimentación.

9. Recomendaciones

- Llevar a cabo estudios posteriores que aborden no solo la disponibilidad de frutos de *Phoradendron nervosum* Oliv., sino que incluyan otras variables tales como el tamaño del fruto, el color, etapa de maduración, para evaluar las interacciones ecológicas importantes que presenta con *Chlorophonia cyanocephala*.
- Se vuelve relevante la realización de investigaciones que aborden las características específicas que favorecen la presencia de *Phoradendron nervosum* Oliv. en relación a los árboles de *Salix humboldtiana* Willd, ya que se observó una marcada tendencia del muérdago a colonizar dichos árboles en mayor medida, incluso en presencia de especies diferentes.
- Realizar una investigación del ciclo vital de *Salix humboldtiana* Willd cuando se encuentra colonizado por *Phoradendron nervosum* Oliv., en virtud de que se evidenció que en ciertos individuos arbóreos de sauce se presenta la pérdida de sus hojas y el consecuente marchitamiento.

10. Bibliografía

- Aguilar-Garavito, M., & Ramirez, W. (2016). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres* (Issue February).
- Aguire, L., Anderson, E., Brehm, G., Herzog, S., Jorgensen, P., Kattan, G., Maldonado, M., Martínez, R., Mena, J., Pabón, P., Seimon, A., & Toledo, C. (2012). Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales. In *Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales* (Issue July).
- Alemán, M. (2013). Evaluación Biológica de la fertilidad del suelo de la Quinta Experimental Punzará utilizando dos especies de pastos Ray grass (*Lolium perenne*) y Trébol blanco (*Trifolium repens*). In *Tesis UNL* (pp. 1–110).
- Areta, J., & Bodrati, A. (2010). A longitudinal migratory system within the Atlantic Forest: seasonal movements and taxonomy of the Golden-rumped Euphonia (*Euphonia cyanocephala*) in Misiones (Argentina) and Paraguay. *Ornitología Neotropical*, 21(January), 71–86. <https://acortar.link/6NRgEC>
- Arévalo, J. (2018). Ciclo de vida de la Construcción de la Vivienda Ciudad Alegría, Loja. Tesis de Pregrado. In *Tesis UTPL* (p. 156). <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/23600>
- Arruda, R., Carvalho, L. N., & 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>
- Bascompte, J., & Jordano, P. (2008). Redes mutualistas de especies. *Investigación y Ciencia*, 1–10. <https://acortar.link/Ljoshl>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. M., & Walker, S. C. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1). <https://doi.org/10.18637/JSS.V067.I01>
- Benito, J. F., Escobar, M. A. H., & Villaseñor, N. R. (2019). Conservación en la ciudad: ¿Cómo influye la estructura del hábitat sobre la abundancia de especies de aves en una metrópoli latinoamericana? Conservation in the city: How does habitat structure influence the abundance of individual bird species in a Latin. *Gayana*, 83(2), 114–125.
- Bennetts, R. E., White, G. C., Hawksworth, F. G., & Severs, S. E. (1996). The Influence of Dwarf Mistletoe on Bird Communities in Colorado Ponderosa Pine Forests. *Ecological*

Society of America THE, 6(3), 899–909.
<https://doi.org/https://www.jstor.org/stable/2269493>

- Bickford, C. P., Kolb, T. E., & Geils, B. W. (2005). Host physiological condition regulates parasitic plant performance: *Arceuthobium vaginatum* subsp. *cryptopodum* on *Pinus ponderosa*. *Oecologia*, *146*(2), 179–189. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0215-0>
- Blendinger, P. G., Ruggera, R. A., Núñez Montellano, M. G., Macchi, L., Zelaya, P. V., Álvarez, M. E., Martín, E., Acosta, O. O., Sánchez, R., & Haedo, J. (2012). Fine-tuning the fruit-tracking hypothesis: Spatiotemporal links between fruit availability and fruit consumption by birds in Andean mountain forests. *Journal of Animal Ecology*, *81*(6), 1298–1310. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2012.02011.x>
- Boucher, D. H., Keeler, K. H., & Boucher, D. H. (1982). *DigitalCommons @ University of Nebraska - Lincoln Papers in the Biological Sciences THE ECOLOGY OF MUTUALISM*.
- Bowie, M., & Ward, D. (2004). Water and nutrient status of the mistletoe *Plicosepalus acaciae* parasitic on isolated Negev Desert populations of *Acacia raddiana* differing in level of mortality. *Journal of Arid Environments*, *56*(3), 487–508. [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(03\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(03)00067-3)
- Bull, E. L., Wright, A. L., & Henjum, M. G. (1989). Nesting and Diet of Long-Eared Owls in Conifer Forests, Oregon. *The Condor*, *91*(4), 908. <https://doi.org/10.2307/1368075>
- Burns, K. C. (2004). Scale and macroecological patterns in seed dispersal mutualisms. *Global Ecology and Biogeography*, *13*(4), 289–293. <https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2004.00108.x>
- Calix-Garcia, J. A., Oyuela-andino, O., & Ferrufino-acosta, L. (2023). Anotaciones sobre interacciones ecológicas en el refugio de vida silvestre barras de cuero y salado, Honduras. *Portal de La Ciencia*, *May*. <https://doi.org/10.5377/pc.v1i18.16094>
- Carlo, T. A., & Morales, J. M. (2016). Generalist birds promote tropical forest regeneration and increase plant diversity via rare-biased seed dispersal. *Ecology*, *97*(7), 1819–1831. <https://doi.org/10.1890/15-2147.1>
- Cerón-Martínez, C., & Reyes, C. (2022). Una planta hemiparásita muy agresiva en el campus de la Universidad Central del Ecuador. *Polo Del Conocimiento*, *7*(8), 625–640. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>
- Chavez-Villavicencio, C. (2013). Las aves de la ciudad de Piura, Peru y sus alrededores: ocho años mirando al cielo. *The Biologist (Lima)*, *11* (2), 193–204.

<https://doi.org/10.24039/rtb2013112398>

- Clergeau, P., Savard, J.-P., Mennechez, G., & Falardeau, G. (1998). Bird Abundance and Diversity along an Urban-Rural Gradient: A Comparative Study between Two Cities on Different Continents. *Journal of Avian Biology*, 100(3), 413–425. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1369707>
- Cornell Lab of Ornithology. (2023). *Merlin Bird ID de Cornell Lab - Apps en Google Play*. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es_419&gl=US
- Díaz-Limón, M. P., Cano-Santana, Z., & Queijeiro-Bolaños, M. E. (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>
- Ehleringer, J., & Marshall, J. (1995). Water Relations. In *California Grasslands Ecology and Management* (pp. 86–93). <https://doi.org/10.1525/california/9780520252202.003.0007>
- Enríquez-Lenis, M., Sáenz, J., & Ibrahim, M. (2013). Riqueza, abundancia y diversidad de aves y su relación con la cobertura arbórea en un agropaisaje domindado por la ganadería en el trópico subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería En Las ...*, 49–57. http://www.ftm.una.ac.cr/icomvis/images/curriculum/Joel_Saenz/publicaciones/Riqueza_abundancia_y_diversidad_de_aves.pdf
- Escobar-Ibañez, J. F., & MacGrefor-Fors, I. (2017). What’s New? An Updated Review of Avian Ecology in Urban Latin America. *Avian Ecology in Latin American Cityscapes*, 16, 129–145. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63475-3_2.
- Escribano-Ávila, G., Pías, B., Sanz-Pérez, V., Virgós, E., Escudero, A., & Valladares, F. (2013). Spanish juniper gain expansion opportunities by counting on a functionally diverse dispersal assemblage community. *Ecology and Evolution*, 3(11), 3751–3763. <https://doi.org/10.1002/ece3.753>
- Espinoza-Zúñiga, P., Ramírez-Dávila, J. F., Cibrián-Tovar, D., Villanueva-Morales, A., Cibrián-Llenderal, V. D., Figueroa-Figueroa, D. K., & Rivera-Martínez, R. (2019). Modeling the spatial distribution of true mistletoe (Santalales: Loranthaceae) in the green areas of Tlalpan, Mexico. *Bosque (Valdivia)*, 40(1), 17–28. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002019000100017>
- Evans, B., & Gawlik, D. (2020). Urban food subsidies reduce natural food limitations and reproductive costs for a wetland bird. *Informes Científicos*, 10(1), 1–12.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-020-70934-x>

- Evans, K. L., Newson, S. E., & Gaston, K. J. (2009). Habitat influences on urban avian assemblages. *Ibis*, *151*(1), 19–39. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2008.00898.x>
- Fontana, C. S., Burger, M. I., & Magnusson, W. E. (2011). Bird diversity in a subtropical South-American City: effects of noise levels, arborisation and human population density. *Urban Ecosystems*, *14*(3), 341–360. <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0156-9>
- Fuller, R. A., Warren, P. H., & Gaston, K. J. (2007). Daytime noise predicts nocturnal singing in urban robins. *Biology Letters*, *3*(4), 368. <https://doi.org/10.1098/RSBL.2007.0134>
- Galván-González, L. G., Cerros-Tlatilpa, R., Flores-Morales, A., Caspeta-Mandujano, J. M., & Flores-Castorena, Á. (2020). Diversity and richness of parasitic plants in Morelos state, Mexico. *Botanical Sciences*, *1*(1), 729–747. <https://doi.org/10.17129/BOTSCI.2964>
- García, S. P. (2017). Conceptos relacionados con el tema de Ecosistemas. Aprendizaje desde un aula natural. *Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias*, 108. <http://bdigital.unal.edu.co/64622/13/SandraGarcia.2018.pdf>
- Geils, B. W., & Vazquez Collazos, I. (2002). Loranthaceae and Viscaceae in North America. *Mistletoes of North American Conifers*, *1*, 1–8.
- GEO Loja. (2008). *Geo Loja*. 192.
- GitBook. (2023). *Epicollect5*. <https://developers.epicollect.net/>
- Gómez-Sánchez, M., J. L., Sánchez-Fuentes, & Slazar-Olivo, L. (2011). Anatomy of Mexican species of the genera *Phoradendron* and *Psittacanthus*, endemic to the New. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *82*, 1203–1218.
- González, P. (2013). Desarrollo del Aviturismo en la ciudad de Loja, mediante el diseño de una ruta urbana para observación de aves en los parques y áreas verdes de la ciudad. *Tesis*, 111. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/6490>
- González-Castro, A., Yang, S., Nogales, M., & Carlo, T. A. (2012). What determines the temporal changes of species degree and strength in an oceanic island plant-disperser network? *PLoS ONE*, *7*(7). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0041385>
- González-Varo, J. P., Fedriani Laffite, J. M., & Suárez-Esteban, A. (2015). Frugivoría y dispersión de semillas por mamíferos carnívoros: rasgos funcionales. *Ecosistemas*, *24*(3), 43–50. <https://doi.org/10.7818/ecos.2015.24-3.07>
- Gregory, R. D., Gibbons, D. W., & Donald, P. F. (2004). Bird Census and Survey Techniques. *Bird Ecology and Conservation*, En Sutherland, W.J., I. Newton y R.E. Green (editores,

- 17–56. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198520863.001.0001>
- Haedo, J., Gioia, A., Araújo, E., Paolini, L., & Malizia, A. (2017). Primary productivity in cities and their influence over subtropical bird assemblages. *Urban Forestry and Urban Greening*, 26, 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.04.017>
- Herrera, C., & Pellmyr, O. (2002). Plant-animal interactions. In *Choice Reviews Online* (Vol. 26, Issue 07, pp. 26-3883-26–3883). <https://doi.org/10.5860/choice.26-3883>
- Hilje, L. (1984). Simbiosis: Consideraciones terminológicas y evolutivas. In *Uniciencia* (Vol. 1, Issue 1, pp. 57–60). ISSN-e 2215-3470
- Howe, H. F., & Miriti, M. N. (2004). When seed dispersal matters. *BioScience*, 54(7), 651–660. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0651:WSDM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0651:WSDM]2.0.CO;2)
- Jácome- Negrete, I. V., Trujillo Regalado, S. I., Rocha Cuascota, D. L., Hidalgo Cárdenas, E. A., & Flores Vega, S. C. (2019). Riqueza y abundancia de las aves urbanas de nueve áreas verdes de la ciudad de Sangolquí (Ecuador): Estudio preliminar. *Siembra*, 6(1), 001–014. <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i1.1514>
- Jordano, P. (2014). Fruits and frugivory. In *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (Issue August). <https://doi.org/10.1079/9781780641836.0018>
- Jordano, P., Forget, P. M., Lambert, J. E., Böhning-Gaese, K., Traveset, A., & Wright, S. J. (2011). Frugivores and seed dispersal: Mechanisms and consequences for biodiversity of a key ecological interaction. *Biology Letters*, 7(3), 321–323. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2010.0986>
- Jordano, P., & Herrera, C. M. (1995). Shuffling the offspring: Uncoupling and spatial discordance of multiple stages in vertebrate seed dispersal. *Ecoscience*, 2(3), 230–237. <https://doi.org/10.1080/11956860.1995.11682288>
- Khera, N., Mehta, V., & Sabata, B. C. (2009). Interrelationship of birds and habitat features in urban greenspaces in Delhi, India. *Urban Forestry and Urban Greening*, 8(3), 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.05.001>
- Kremen, C. (2005). Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, 8(5), 468–479. <https://doi.org/10.1111/J.1461-0248.2005.00751.X>
- Kuijt, J. (2015). Atlantic ~ Ocean. *Society, American Taxonomists, Plant*, 66, 1–643.
- Lázaro-González, A., Hódar, J. A., & Zamora, R. (2017a). 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>

- Lázaro-González, A., Hódar, J. A., & Zamora, R. (2017b). Do the arthropod communities on a parasitic plant and its hosts differ? *European Journal of Entomology*, *114*(April), 215–221. <https://doi.org/10.14411/eje.2017.026>
- León, V. (2015). La Universidad Católica de Loja. *Facultad de Ciencias Químicas*, *16*(3), 66. http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento_tecnico/2010/12/Guia_Tecnica_1_validacion_de_Mtodos_y_determinacion_de_la_incertidumbre_de_la_medicion_1.pdf
- Leston, L. F. V., & Rodewald, A. D. (2006). Are urban forests ecological traps for understory birds? An examination using Northern cardinals. *Biological Conservation*, *131*(4), 566–574. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.03.003>
- Leveau, L. M., & Leveau, C. M. (2004). Comunidades de aves en un gradiente urbano de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. *El Hornero*, *19*(1), 13–21. <https://doi.org/10.56178/eh.v19i1.840>
- Levine, J. M., & Murrell, D. J. (2003). The Community-Level Consequences of Seed Dispersal Patterns. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *34*, 549–574. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132400>
- Luque, C., Cano, L., & Peña, Y. (2018). Richness and abundance of birds in an urban gradient of Arequipa, southwest, of Peru. *Arnaldoa*, 1095–1106. <https://doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25317> Introducción
- MacGregor-Fors, I., & Schondube, J. E. (2011). Gray vs. green urbanization: Relative importance of urban features for urban bird communities. *Basic and Applied Ecology*, *12*(4), 372–381. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2011.04.003>
- Maglianesi, M. A., & Jones, G. (2016). Efecto del cambio climático sobre las interacciones planta-animal y sus consecuencias sobre los ecosistemas. *Biocenosis*, *30*(1–2), 70–79.
- Maillard, O., Anívarro, R., Vides-Almonacid, R., Torres, W., Busch, P., Las, B., Cruz, P. S., & Autor, B. *. (2018). Estado de conservación de los ecosistemas de la serranías chiquitanas: Un caso de estudio de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN en Bolivia. *Ecología En Bolivia*, *2*(53), 128–149. <https://doi.org/11605-2528>
- Martínez-Castruita, I. A., Sandoval-Ortega, M. H., Arellano-Delgado, M., & Martínez-Calderón, V. M. (2021). Cladocolea loniceroides infestation and its potential seed-dispersing birds in an urban green area of aguascalientes city, mexico. *Madera y Bosques*, *27*(1), 1–16. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712084>

- Maruyama, P. K., Mendes-Rodrigues, C., Alves-Silva, E., & Cunha, A. F. (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>
- Mason, C. F. (2006). Avian species richness and numbers in the built environment: Can new housing developments be good for birds? *Biodiversity and Conservation*, 15(8), 2365–2378. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-1236-4>
- Mayor, S. J., Schneider, D. C., Schaefer, J. A., & Mahoney, S. P. (2009). Habitat selection at multiple scales. *Ecoscience*, 16(2), 238–247. <https://doi.org/10.2980/16-2-3238>
- Mellado, A. (2016). *Ecological interactions mediated by the European mistletoe*.
- Mellado, A., & Zamora, R. (2015). Spatial heterogeneity of a parasitic plant drives the seed-dispersal pattern of a zoochorous plant community in a generalist dispersal system. *Functional Ecology*, 30(3), 459–467. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12524>
- Mendoza, F. (2023). Frugivoría por aves en *Phoradendron nervosum* Oliv. (Santalaceae), un muérdago parásito de la ciudad de Loja. *Teis.Universidad Nacional De Loja*, 69. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/26684>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Issue 1).
- Nava-Díaz, R., Pineda-López, R., & Zuria, I. (2019). Métodos para el estudio de aves en ambientes urbanos. *Manual de Técnicas Para El Estudio de Fauna Nativa En Ambientes Urbanos, January*, 103–125.
- Oliveira, D. S., Franchin, A. G., & Marcal, O. (2013). Availability of *Michelia champaca* L.(Magnoliaceae) fruits and its consumption by birds in the urban area of Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. *Bioscience Journal*, 29(6), 2053–2065.
- Ornelas, J. F. (2021). *Los muérdagos y el “misterio de misterios” de Darwin*. 124, 57–64. <https://www.researchgate.net/publication/355056983>
- Ortega-Álvarez, R., & MacGregor-Fors, I. (2009). Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. *Landscape and Urban Planning*, 90(3–4), 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.11.003>
- Padrón, P. S., Vélez, A., Miorelli, N., & Willmott, K. R. (2020). Urban areas as refuges for endemic fauna: description of the immature stages of *Catasticta flisa duna* (Eitschberger & T. Racheli, 1998) (Lepidoptera: Pieridae) and its ecological interactions. *Neotropical Biodiversity*, 6(1), 109–116. <https://doi.org/10.1080/23766808.2020.1769993>

- Pickett, S. T. A. (1990). Urban-Rural Gradients : an Unexploited Opportunity for Ecology. *America*, 7(4), 1232–1237.
- PUCE. (2023). *Bioweb Ecuador*. <https://bioweb.bio/>
- Queijeiro-Bolaños, M., & Cano-Santana, Z. (2018). Ecología de muérdagos ¿ plantas dañinas o benéfi cas? *Revista de Cultura Científica*, 1, 102–109. <https://www.revistacienciasunam.com/images/stories/Articles/129/pdf129/129A09.pdf>
- Queijeiro-Bolaños, M. E., & Cano-Santana, Z. (2015). Dinámica temporal de la infestación por muérdago enano (*Arceuthobium globosum* y *A. vaginatum*) en Zoquiapan (Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatépetl), México. *CienciaUAT*, 9(2), 06. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v9i2.705>
- Quiñonez, A. S., & Hernandez, F. (2017). Habitat use and conservation status of birds from El Paraíso wetland, Lima, Peru. *Revista Peruana de Biología*, 24(2), 175–186. <https://doi.org/10.15381/rpb.v24i2.13494>
- R Core Team. (2023). *RStudio Desktop - Posición*. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Ramírez, M. M., & Ornelas, J. F. (2010). Pollination and nectar production of *Psittacanthus schiedeanus* (Loranthaceae) in central veracruz, mexico. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 87, 61–67. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-21282010000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Ramos-Robles, M., Andresen, E., & Díaz-Castelazo, C. (2016). Temporal changes in the structure of a plant-frugivore network are influenced by bird migration and fruit availability. *PeerJ*, 2016(6), 1–21. <https://doi.org/10.7717/peerj.2048>
- Reis, E., López-Iborra, G. M., & Pinheiro, R. T. (2012). Changes in bird species richness through different levels of urbanization: Implications for biodiversity conservation and garden design in Central Brazil. *Landscape and Urban Planning*, 107(1), 31–42. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.04.009>
- Remsen, J., JI Areta, E., Bonaccorso, S., Claramunt, G., Del-Rio, A., Jaramillo, D., Lane, M., Robbins, F. S., & Zimmer, K. (n.d.). *South American Classification Committee*. 2023. Retrieved August 11, 2023, from <https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- Rey, P. J. (1195). Spatio-Temporal Variation In Fruit And Frugivorous Bird Abundance In

- Olive Orchards. *Ecological Society of America*, 76(2), 1625–1635.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1938163>
- Reynaud, P. A., & Thioulouse, J. (2000). Identification of birds as biological markers along a neotropical urban-rural gradient (Cayenne, French Guiana), using co-inertia analysis. *Journal of Environmental Management*, 59(2), 121–140.
<https://doi.org/10.1006/jema.2000.0338>
- Sacco, A. G., Rui, A. M., Bergmann, F. B., Müller, S. C., & Hartz, S. M. (2015). Perda de diversidade taxonômica e funcional de aves em área urbana no sul do Brasil. *Iheringia - Serie Zoologia*, 105(3), 276–287. <https://doi.org/10.1590/1678-476620151053276287>
- Saracco, J. F., Collazo, J. A., & Groom, M. J. (2004). How do frugivores track resources? Insights from spatial analyses of bird foraging in a tropical forest. *Oecologia*, 139(2), 235–245. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1493-7>
- Schondube, J., Chávez-Zichinelli, C., Linding-Cisneros, R., López-Muños, E., MacGregor-Fors, I., Maya-Elizarraras, E., Morales-Pérez, L., Salaverria, C., Quesada-Lara, J., & Tapia-Harris, C. (2018). Aves en Paisajes Modificados por Actividades Humanas. *Ecología y Conservación de Fauna En Ambientes Antropizados*, 12, 207–232.
- Sekercioglu, C. H. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(8), 464–471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>
- Seward, A., Beale, C., Gilbert, L., Jones, H., & Thomas, R. (2014). The impact of increased food availability on survival of a long-distance migratory bird. *Ecology*, 1, 221–230.
<https://doi.org/10.2307/23435684>
- Snow, B. K., & Snow, D. W. (1971). The Feeding Ecology of Tanagers and Honeycreepers in Trinidad. *The Auk*, 88(2), 291–322. <https://doi.org/10.2307/4083882>
- Traveset, A., & Richardson, D. M. (2014). Mutualistic interactions and biological invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 89–113.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091857>
- Vergara, P. M., Smith, C., Delpiano, C. A., Orellana, I., Gho, D., & Vazquez, I. (2010). Frugivory on *Persea lingue* in temperate Chilean forests: Interactions between fruit availability and habitat fragmentation across multiple spatial scales. *Oecologia*, 164(4), 981–991. <https://doi.org/10.1007/s00442-010-1722-1>
- Villaseñor, N. R., Escobar, M. A. H., & Hernández, H. J. (2021). Can aggregated patterns of urban woody vegetation cover promote greater species diversity, richness and abundance

- of native birds? *Urban Forestry and Urban Greening*, 61(March).
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127102>
- Watson, D. M. (2001). MISTLETOE—A KEYSTONE RESOURCE IN FORESTS AND WOODLANDS WORLDWIDE David M. Watson. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 32(Landell 1998), 219–249.
- Wheelwright, N. T., & Nadkarni, N. M. (2014). *Monteverde: Ecología y Conservación de un Bosque Nuboso Tropical*. 865.
- Whelan, C. J., Wenny, D. G., & Marquis, R. J. (2008). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134(November 2017), 25–60.
<https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Zaragoza Hernández, A. Y., Cetina Alcalá, V. M., López López, M. Á., Chacalo Hilú, A., De la Isla de Bauer, M. de L., Alvarado Rosales, D., & González Rosas, H. (2017). Identificación de daños en el arbolado de tres parques del Distrito Federal. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(32), 063–082. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v6i32.99>

11. Anexos

Anexo 1. Medición del diámetro en árboles infestados



Anexo 2. Etiquetado y registro de coordenadas de árboles focales

Área	ID	X	Y
Ciudad Alegría	C. AL1	699200,183	9553849,58
Ciudad Alegría	C. AL2	699017,343	9554289,77
Ciudad Alegría	C. AL3	698909,058	9554621,039
Ciudad Alegría	C. AL4	699403,753	9554033,445
Ciudad Alegría	C. AL5	699670,122	9554011,742
Puntos Jipiro	JAF1	699412,544	9560897,03
Puntos Jipiro	JAF2	699384,629	9560828,52
Puntos Jipiro	JAF3	699437,478	9560616,07
Puntos Jipiro	JAF4	699386,615	9560720,14
Puntos Jipiro	JAF5	699179,518	9560993,75
Puntos Punzara	PAF1	698750,511	9553225,74
Puntos Punzara	PAF2	698636,016	9553176,23
Puntos Punzara	PAF3	698731,233	9553044,42
Puntos Punzara	PAF4	698759,235	9553152,73
Puntos Punzara	PAF5	698875,959	9553205,56

Anexo 3. Toma de medidas de plantas de muérdago



Anexo 4. Estimación visual del tamaño de muérdagos en árboles focales



Anexo 5. Aves registradas alimentándose del muérdago



Anexo 6. Certificado de traducción del Abstract.



Loja, 29 de enero de 2024

Magister
JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA
**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LOS
IDIOMAS NACIONALES YEXTRANJEROS - UNL**

CERTIFICO:

Que el documento aquí expuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular titulado **Variación en la abundancia de aves frugívoras en respuesta a la disponibilidad de frutos de un muérdago (*Phoradendron nervosum* Oliv.) en un entorno urbano** de autoría de **María Isabel Loaiza Castillo**, con cédula de ciudadanía número **1105743494**, de la Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Loja.

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



JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA, M. Ed.
**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA
DE LOS IDIOMAS NACIONALES YEXTRANJEROS - UNL**