



Universidad  
Nacional  
de Loja

# Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Ambiental

## Composición mensual de la riqueza y abundancia de luciérnagas (Coleoptera: Lampyridae) de la Reserva Madrigal del Podocarpus

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

### **AUTORA:**

Nayeliss Jamilette Paladines Valle

### **DIRECTORA:**

Blga. Aura Paucar Cabrera, Ph.D.

Loja – Ecuador  
2025

## **Certificación**

Loja, 05 de agosto de 2024

Blga. Aura Paucar Cabrera, Ph.D.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **Certifico:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Composición mensual de la riqueza y abundancia de luciérnagas (Coleoptera: Lampyridae) de la Reserva Madrigal del Podocarpus**, de autoría de la estudiante **Nayeliss Jamilette Paladines Valle**, con cédula de identidad No. **1104823958**, previa a la obtención del título de Ingeniera Ambiental. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para los trámites de titulación.

Blga. Aura Paucar Cabrera, Ph.D.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Nayeliss Jamilette Paladines Valle**, 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.



---

Nayeliss Jamilette Paladines Valle

**Cédula:** 1104823958

**Fecha:** Loja, 06 de agosto de 2024

**Correo electrónico:** [nayeliss.paladines@unl.edu.ec](mailto:nayeliss.paladines@unl.edu.ec)

**Celular:** 0960044958

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

Yo, **Nayeliss Jamilette Paladines Valle**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular titulado **Composición mensual de la riqueza y abundancia de luciérnagas (Coleoptera: Lampyridae) de la Reserva Madrigal del Podocarpus**, 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 seis del mes de agosto del dos mil veinte y cuatro.



**Autora:** Nayeliss Jamilette Paladines Valle

**Cédula:** 1104823958

**Dirección:** Chaguarpamba

**Correo electrónico:** nayeliss.paladines@unl.edu.ec

**Celular:** 0960044958

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del trabajo de integración curricular:** Blga. Aura Paucar Cabrera, Ph.D.

## **Dedicatoria**

Con todo mi amor y gratitud dedico este trabajo a Dios y a mis padres, Elicio Paladines y Diana Valle.

Con mucho cariño a mi hermana Diana Elizabeth por ser mi mejor amiga, mi pilar y mi mayor inspiración en este camino. Sin tu presencia este logro no tendría el mismo sentido, no lo habría logrado sin ti. A mi querido hermano Nicolas Israel, tu presencia me ha dado fortaleza en los momentos difíciles y alegría en cada triunfo. Que este logro sea ejemplo de que, con esfuerzo, perseverancia y disciplina, todo es posible. Que vean en el la prueba de que los sueños pueden alcanzarse cuando se trabaja con dedicación en ellos. Así como yo he llegado hasta aquí, sé que ustedes también alcanzaran sus propias metas. Siempre estaré aquí para apoyarlos, tal como ustedes lo han hecho conmigo.

***Nayeliss Jamilette Paladines Valle***

## **Agradecimiento**

A Dios, por ser mi guía y mi fortaleza. Sin su gracia y bendición, este logro no habría sido posible. Mi gratitud a la Universidad Nacional de Loja, de manera especial a la planta docente de la carrera de Ingeniería Ambiental por mi formación académica. Asimismo, al Museo de Zoología de la Universidad Nacional de Loja (LOUNAZ).

A mi estimada profesora y mentora Blga. Aura Paucar Ph.D., gracias por su dedicación por compartir sus conocimientos, por sus consejos, por creer en mí y por impulsarme a dar lo mejor. Su carisma y su guía ha dejado una huella imborrable en mi formación y en mi corazón.

De manera especial a Blg. Luiz Lima da Silveira, Ph.D., gracias por su invaluable orientación a lo largo de esta investigación. Gracias por su guía y por compartir su conocimiento y experiencia, su pasión por el estudio de los Lampíridos también ha sido inspiración para continuar investigando sobre este grupo de insectos.

A mis padres y hermanos que siempre me han impulsado para cumplir mis sueños, a mis tíos Dolores, Juan Carlos y a mi abuelita María gracias por su cariño y por siempre creer en mí, su colaboración fue de gran importancia.

A mi querido y apreciado Miguel Ángel, gracias por tu apoyo moral y por creer en mí cuando las cosas se ponían difíciles, de igual manera a mi querida Carolina, gracias por cada momento compartido.

***Nayeliss Jamilette Paladines Valle***

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de figuras: .....	ix
Índice de anexos: .....	x
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
Abstract.....	3
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico</b> .....	<b>6</b>
4.1. Características generales.....	6
4.1.1. Cortejo y bioluminiscencia .....	6
4.1.2. Historia natural de las luciérnagas.....	7
4.1.3. Alimentación.....	7
4.1.4. Clasificación .....	8
4.2. Amenazas.....	8
4.3. Influencia de factores abióticos en su comportamiento.....	9
4.4. Luciérnagas como bioindicadores .....	10
<b>5. Metodología</b> .....	<b>10</b>
5.1. Área de estudio .....	10
5.2. Diseño del proyecto .....	12
5.3. Colecta de lampíridos .....	12
5.4. Recopilación de datos ambientales.....	13
5.5. Procesamiento de las colectas en laboratorio .....	14
5.6. Identificación de los especímenes .....	14

5.7.	Cuantificación de la riqueza y abundancia mensual de lampíridos .....	14
5.8.	Análisis de datos .....	15
<b>6.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>15</b>
6.1.	Cuantificación de la riqueza y abundancia mensuales de lampíridos en la Reserva Madrigal del Podocarpus .....	15
6.1.1.	Riqueza .....	15
6.1.2.	Abundancia .....	16
6.1.3.	Curvas de Rarefacción - Extrapolación .....	16
6.2.	Evaluación de la influencia de las condiciones ambientales sobre la diversidad mensual de lampíridos en la Reserva Madrigal del Podocarpus .....	17
6.2.1.	Análisis de componentes principales (ACP) .....	17
6.2.2.	Análisis de correspondencia (AC) .....	18
6.2.3.	Análisis de correspondencia canónica (ACC) .....	19
<b>5.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>20</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>25</b>
<b>7.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>26</b>
<b>8.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>27</b>
<b>9.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>33</b>



## Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> Ubicación de la Reserva Madrigal del Podocarpus.....	11
<b>Figura 2.</b> Puntos de colocación de trampas Malaise en la Reserva Madrigal del Podocarpus en cuatro tipos de vegetación.....	13
<b>Figura 3.</b> Abundancia de luciérnagas en relación a los meses de colecta: marzo, abril, mayo y junio, en la Reserva Madrigal del Podocarpus.....	16
<b>Figura 4.</b> Curva de rarefacción – extrapolación para los cuatro meses de muestreo en la Reserva Madrigal del Podocarpus, desarrollados con el paquete INEXT.....	16
<b>Figura 5.</b> Curva para evaluar la completitud de las muestras mensualmente en la Reserva Madrigal del Podocarpus, desarrollados con el paquete INEXT.....	17
<b>Figura 6.</b> Análisis de Componentes Principales (ACP) en relación a las variables ambientales y a los meses de estudio.....	18
<b>Figura 7.</b> Análisis de Correspondencia (AC) para evaluar la influencia de las especies en relación a los meses, marzo, abril, mayo y junio en la Reserva Madrigal del Podocarpus. ....	19
<b>Figura 8.</b> Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) con especies y variables ambientales (humedad, temperatura, hojarasca). ....	20

## **Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Permiso de investigación científica.....	33
<b>Anexo 2.</b> Etiquetada de lampíridos colectados.....	34
<b>Anexo 3.</b> Malaise en la Reserva Madrigal del Podocarpus .....	34
<b>Anexo 4.</b> Medición de variables temperatura y humedad con el termohigrómetro en la Reserva Madrigal del Podocarpus .....	34
<b>Anexo 5.</b> Instalación y registros de precipitación del pluviómetro .....	35
<b>Anexo 6.</b> Lecturas registradas mensualmente en campo sobre las variables ambientales, temperatura, humedad y hojarasca.....	35
<b>Anexo 7.</b> Lecturas diarias registradas con el pluviómetro en la Reserva Madrigal del Podocarpus .....	38
<b>Anexo 8.</b> Laboratorio.....	42
<b>Anexo 9.</b> Especímenes colectados. Especie, habitus, vista dorsal, vista ventral y abdomen .....	43
<b>Anexo 10.</b> Certificado de traducción del abstract.....	44

## 1. Título

Composición mensual de la riqueza y abundancia de luciérnagas (Coleoptera: Lampyridae) de la Reserva Madrigal del Podocarpus.

## 2. Resumen

Las luciérnagas, pertenecientes a la familia Lampyridae dentro del orden Coleoptera, son insectos de gran interés ecológico y científico. El objetivo general de esta investigación fue analizar la composición mensual de lampíridos en la Reserva Madrigal del Podocarpus, para conocer su distribución mensual y los factores que influyen en su ciclo de vida. Se utilizaron catorce trampas Malaise, ubicadas en puntos al azar en cuatro tipos de cobertura vegetal que cubren la reserva. Se tomaron medidas de variables como la temperatura, la humedad, la precipitación y la cantidad de hojarasca en el suelo del área estudiada, datos que se obtuvieron durante cuatro meses de estudio. Se registraron seis morfoespecies de luciérnagas, entre las cuales se encontraron individuos de la subfamilia Photurinae, como el género *Lucidota* y de la tribu Photinini, incluyendo los géneros *Photinus*, *Psilocladus* y *Haplocauda*. La mayor cantidad de individuos fue colectada en el mes de junio, con un total de 18 individuos, seguido por los meses de mayo y abril, donde se registraron 12 y 11 individuos en cada mes, el número total de individuos colectados fue de 44. Los datos fueron analizados mediante, Análisis de componentes principales (ACP), Análisis de correspondencia (AC) y Análisis de correspondencia canónica (ACC), de los cuales se determinó que las especies de luciérnagas están influenciadas por condiciones ambientales como la temperatura, humedad, precipitación y hojarasca. Sobre todo, en los meses con mayor humedad y temperaturas más bajas, que indicaron mayor presencia de especies como Photurinae sp.1, y *Lucidota* sp.1. Mientras que la hojarasca y la precipitación fueron más influyentes en junio con presencia de *Haplocauda* y *Psilocladus*.

**Palabras clave:** Abundancia, condiciones ambientales, composición mensual, riqueza.

## Abstract

Fireflies, belonging to the family Lampyridae within the order Coleoptera, are insects of a great ecologic and scientific interest. The main objective of this research was to analyze the monthly composition of lampyrids at the Reserva Madrigal del Podocarpus, in order to know their monthly distribution and the factors that influence on their life cycle. Fourteen Malaise traps were used, located at random points in four types of vegetation cover of the reserve. Measurements of variables such as temperature, humidity, precipitation and the amount of leaf litter on the ground in the studied area. Data was gathered during four months of study. Six morphospecies of fireflies were recorded, including individuals of the subfamily Photurinae, such as the genus *Lucidota* and the tribe Photinini, including the genera *Photinus*, *Psilocladus* and *Haplocauda*. The highest number of individuals was collected in June, with a total of 18 individuals, followed by May and April, where 12 and 11 individuals were recorded in each month, so the total number of individuals was 44. The data were analyzed using a Principal Component Analysis (PCA), a Correspondence Analysis (CA) and a Canonical Correspondence Analysis (CCA), from which it was determined that firefly species are influenced by environmental conditions such as temperature, humidity, precipitation and leaf litter. Particularly, in months with higher humidity and lower temperatures, firefly species like Photurinae sp.1 and *Lucidota* sp.1 have higher numbers. While leaf litter and precipitation influenced the presence of *Haplocauda* and *Psilocladus* individuals in June.

**Keywords:** Abundance, environmental conditions, monthly composition, richness

### 3. Introducción

Las luciérnagas, pertenecientes a la familia Lampyridae dentro del orden Coleoptera, son insectos de gran interés ecológico y científico, sus características de cortejo bioluminiscentes las posicionan como un posible grupo representativo para iniciativas de conservación de insectos (Lewis et al., 2020). De acuerdo con Mejía (2020), las luciérnagas utilizan la luz principalmente con dos finalidades: identificar el lugar donde las hembras puedan aterrizar y seleccionar un lugar adecuado para depositar sus huevos, y como un medio de comunicación entre machos y hembras con propósitos de reproducción. La duración del ciclo de vida y la época de reproducción de luciérnagas experimentan notables variaciones según la latitud, la elevación, el rango de grados días, el momento específico de la reproducción y la especie, además de las condiciones meteorológicas (Fallon et al., 2021a).

La familia Lampyridae es un indicador clave de la salud ambiental de los lugares donde se encuentra y dado que se trata de insectos sensibles a las condiciones del entorno, su presencia constituye un valor ecológico y además un atractivo turístico (Lewis et al., 2021). Ecuador, ubicado en el neotrópico y atravesado por la cordillera de Los Andes, destaca como uno de los 20 países megadiversos del mundo. Esta diversidad coloca a Ecuador en una posición privilegiada a nivel global en cuanto a la riqueza de su flora y fauna, aumentando las posibilidades de encontrar una amplia diversidad de lampíridos.

El estudio de este grupo taxonómico es de gran importancia por su valor ecológico y su potencial como bioindicadores, y paradójicamente aún no ha sido explorado en ciertas regiones de Latinoamérica. Por ejemplo, en Ecuador no se han llevado a cabo investigaciones relacionadas con Lampyridae, y los ejemplares en colección son el resultado de colectas realizadas en el contexto de proyectos que no se centran específicamente en esta familia de insectos, sino que se tratan de registros accidentales, la falta de investigación sobre la familia Lampyridae se atribuye al desconocimiento acerca de su potencial como bioindicadores. De acuerdo con una revisión de Lewis et al., (2020) el hábitat de las luciérnagas se ha perdido debido a la urbanización, la industrialización y la intensificación agrícola. Esta última implica la pérdida y fragmentación del hábitat, mayor uso de pesticidas, herbicidas, fertilizantes y la intensificación agrícola. Además, la sucesión de bosques tras el abandono de pastizales, que han sido catalogados como un factor

causante de la disminución de las poblaciones de muchos insectos. Por esta razón, este estudio sobre la riqueza y abundancia de luciérnagas en la Reserva Madrigal del Podocarpus constituye una contribución clave para la investigación de lampíridos en el Sur de Ecuador.

La Reserva Madrigal del Podocarpus cuenta con bosque natural, páramo, pastizal y además existe un área que ha sufrido el impacto de un incendio forestal. Esta área protegida, provee de diversos servicios ecosistémicos: de abastecimiento, de regulación y culturales. Este ecosistema ha sido catalogado como frágil y estratégico, principalmente debido a su ubicación en una zona de recarga hídrica de cuencas hidrográficas esenciales, como la microcuenca San Simón (Cuesta et al., 2009). Además, corresponde a una zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus y por ende tiene un papel importante en la protección y preservación de la diversidad que existe (Benitez et al., 2011).

En la actualidad, existe una notable carencia de investigaciones específicas acerca de estos insectos en la región. Al llevar a cabo este proyecto, se busca contribuir al conocimiento, proporcionando datos que no solo enriquecen la comprensión de la biodiversidad en la reserva, sino que también abren nuevas perspectivas en futuras investigaciones para la conservación y manejo sostenible de los ecosistemas con los que se trabajará. Adicionalmente, al establecer una sólida línea base, se facilita la evaluación de cambios en las poblaciones de luciérnagas a lo largo del tiempo, permitiendo su preservación. La falta de información sobre los nichos ecológicos y hábitats de las luciérnagas neotropicales representa un vacío en el conocimiento de su biodiversidad. Abordar esta limitación requiere realizar un muestreo sistemático en diversos hábitats y estaciones para documentar de manera exhaustiva los nichos ecológicos y distribuciones temporales. Este enfoque conduce al descubrimiento de nuevas especies. Sin embargo, es importante destacar que, en la región neotropical, aún hay escasez de estudios detallados sobre luciérnagas (Silveira et al., 2020).

Con el propósito de proveer información sobre la importancia de los lampíridos y los posibles factores que pueden estar afectando su distribución dentro de la reserva, se ha establecido la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo varía la riqueza y abundancia de luciérnagas en diferentes meses del año, dentro de la reserva? Esta pregunta de investigación ha consolidado dos objetivos específicos: i) Cuantificar la riqueza y abundancia mensuales de lampíridos en la Reserva

Madrigal del Podocarpus y ii) Evaluar la influencia de las condiciones ambientales sobre la diversidad mensual de lampíridos en la Reserva Madrigal del Podocarpus.

#### 4. Marco teórico

##### 4.1. Características generales

Las luciérnagas son consideradas como algunos de los escarabajos más encantadores, gracias a sus exhibiciones de cortejo bioluminiscentes únicas. Esta característica las posiciona como un grupo potencialmente emblemático para los esfuerzos de conservación de insectos (Lewis et al., 2020).

Su ciclo de vida implica que la mayor parte de su existencia transcurre en forma de larvas, a veces prolongándose hasta dos años, mientras que la fase adulta tiene una duración mucho más leve, limitándose a unas pocas semanas (Fallon et al., 2021). La etapa adulta representa solo un breve instante en su ciclo de vida, y la escasez de información limita el entendimiento sobre su biología. Las especies de luciérnagas suelen ser semélparas, lo que significa que pasan la mayor parte de su vida como larvas, por lo que, la mayoría de adultos no se alimentan, excepto por consumir néctar de manera ocasional, por ello se requiere que ingieran todo el alimento necesario para su supervivencia durante la etapa larvaria (Riley et al., 2021).

La preservación de la humedad es importante en todas las fases del ciclo de vida de las luciérnagas para evitar la desecación (Lloyd, 2008), ya que en todas sus etapas las hembras no voladoras son susceptibles a la falta de este recurso. Por lo tanto, la presencia de efectos negativos en la población de luciérnagas puede surgir como consecuencia de la pérdida de humedad, cambios en el hábitat, sequías o una inadecuada administración de los recursos hídricos (Fallon et al., 2021a).

El ciclo de vida de las luciérnagas comienza con el apareamiento y la puesta de huevos, después de 15 o 20 días, las larvas emergen de los huevos con un aspecto distinto a las luciérnagas adultas; esto se debe a que las luciérnagas atraviesan cuatro etapas en su ciclo de vida: huevo, larva, pupa y adulto, lo que se conoce como metamorfosis caracterizada por el cambio total de apariencia en las distintas etapas (Nada y Kirton, 2004).

##### 4.1.1. Cortejo y bioluminiscencia



Cada especie de luciérnaga, tanto hembras como machos emiten un destello característico mediante el cual la hembra puede comunicarse con un macho de la misma especie y a la vez distinguirlo de un macho de otra especie (Stanger-Hall y Lloyd, 2015). Asimismo, Buck y Buck, (1968) indican que la capacidad de reconocimiento entre individuos de la misma especie se ve facilitada por dos características de la luminosidad: el intervalo entre destellos y la forma del destello.

Dado que los machos no reaccionan ante los destellos de otros machos, éstos son capaces de distinguir entre los destellos generados por hembras y los generados por otros machos. En este contexto, se observan algunas diferencias entre los destellos de ambos sexos: cuando las hembras emiten destellos siempre se encuentran en reposo, mientras que el macho normalmente está en vuelo, la forma del área luminosa, el tiempo específico de relación entre el destello del macho y de la hembra en respuesta a ello, la calidad de la luz producida por ambos sexos, la intensidad de los destellos y la duración de la luminosidad (Gardiner, 1991).

Generalmente, los machos utilizan hormonas de agregación para atraer a las hembras, mientras que las hembras emplean feromonas para atraer a los machos. A menudo es la hembra fecundada quien busca el lugar adecuado para poner los huevos, que puede variar desde puestas flotantes hasta dentro de estructuras vegetales (Zarazaga, 2015).

#### **4.1.2. Historia natural de las luciérnagas**

Las luciérnagas constituyen una especie diurna que se encuentra activa principalmente en climas cálidos y días húmedos, siendo abundantes en bosques húmedos latifoliados, estos insectos vuelan relativamente lento durante todo el día, hasta el anochecer (Silveira et al., 2015). Además, es común que las luciérnagas también exhiban actividad crepuscular o nocturna, según señala el registro de Lloyd (2008). Los lampíridos se encuentran en una variedad de entornos, que abarcan desde bosques ribereños y cañones desérticos y marismas costeras, algunas utilizan una variedad de hábitats mientras que otras especies ocupan de manera oportunista áreas urbanas y rurales (Fallon et al., 2021).

#### **4.1.3. Alimentación**

Las fuentes de alimentación de los coleópteros son tan variadas como sus modos de vida, yendo desde omnivorismo hasta alimentaciones carnívoras, fitófagas, micetófagas o saprófagas considerados algunos ejemplos más comunes (Zarazaga, 2015). De acuerdo con Lloyd, (2008) las larvas se alimentan de caracoles de estuario, mientras que los adultos, que son carnívoros, se han observado consumiendo brotes y flores de los manglares.

#### **4.1.4. Clasificación**

La clasificación de los lampíridos se basa en la morfología, atributos que fueron considerados adecuados para estructurar de manera lógica la diversidad compleja identificada en este conjunto, aún en gran medida desconocido. Con el transcurso del tiempo las alteraciones en la clasificación surgieron debido a la incorporación de nuevos taxones o al enfoque en distintas características morfológicas, algunas de las cuales podrían haber sido más sólidas para la clasificación que otras (Mcdermott, 1890). La clasificación de los lampíridos en subfamilias se fundamenta en características generales, como la extensión de la cabeza debajo del escudo craneal, la cantidad de segmentos abdominales ventrales visibles, la ubicación de los órganos luminosos en adultos, así como el tamaño y la forma de las piezas bucales y protectores faciales (Mcdermott, 1890).

#### **4.2. Amenazas**

El desarrollo de las luciérnagas está asociado con la contaminación lumínica: neblina brillante que se dispersa sobre áreas pobladas, la iluminación excesiva o cuando se desplaza más allá de su destino previsto y que pueden ser emitidas desde zonas pobladas y desarrollo comercial hasta faros de vehículos. Todas estas fuentes de luz artificial poseen el potencial de contribuir a la disminución de la población de luciérnagas (Fallon et al., 2021).

La presencia de iluminación artificial intrusiva disminuye la eficiencia de las emisiones de bioluminiscencia como señales de apareamiento para posibles compañeros, las hace menos atractivas para depredadores que las utilizan como señal y reducen su efectividad como advertencias anti depredadoras para posibles atacantes (Rich y Longcore, 2006).

Fallon et al., (2021) indican como principales amenazas la pérdida y degradación del hábitat, la contaminación lumínica, el cambio climático y las condiciones climáticas severas. Estas

amenazas se derivan de actividades humanas, como el desarrollo comercial y residencial, la conversión agrícola, la contaminación del agua, el bombeo de aguas residuales, las prácticas recreativas, entre otras (Fallon et al., 2021a). La pérdida y deterioro de hábitat pueden tener un impacto relevante en las especies cuyas hembras no pueden volar, ya que son más susceptibles al pisoteo o a la destrucción del entorno debido a su limitada capacidad de dispersión (Fallon et al., 2021).

Por otra parte, Rich y Longcore, (2006) señalan que, entre los cambios ecológicos más relevantes que han tenido un impacto negativo en las poblaciones de luciérnagas está la disminución de las áreas naturales, que incluyen bosques, praderas, arroyos y tierras bajas cercanas a cursos de agua. Además, se ha referido la ocurrencia de eventos extremos (lluvias o sequías prolongadas) que inciden en una menor presencia de arroyos, bosques de llanuras de inundación, estanques y praderas húmedas que habitualmente son los hábitats preferidos por las luciérnagas.

### **4.3. Influencia de factores abióticos en su comportamiento**

La luminiscencia de las luciérnagas es conocida por su sensibilidad a la temperatura, específicamente en climas tropicales donde no emiten destellos en condiciones frías. Este comportamiento sugiere que el ritmo de parpadeo se ve afectado por la temperatura, similar a otros procesos rítmicos fisiológicos, si el reconocimiento entre sexos depende del tipo de destello, la velocidad de parpadeo variará con la temperatura lo que implica adaptaciones en los procesos perceptivos de las luciérnagas para facilitar el reconocimiento en diferentes temperaturas (Gardiner, 1991).

El período de lluvias proporciona condiciones propicias para el crecimiento y desarrollo de las larvas de luciérnagas. Esta situación contribuye al aumento de la población de estas especies en los meses que siguen a la temporada de lluvias (Khoo et al., 2009). Por ese motivo, los autores Kirton et al., (2006) mencionan que las luciérnagas después de aparearse suelen volar hacia los acantilados fangosos ubicados detrás de la vegetación para poner sus huevos en suelos húmedos.

De acuerdo con Wang et al., (2007) la humedad relativa del 90 % resulta óptima para su actividad, en contraste los autores Khoo et al., (2009) sostienen también que entornos con altos niveles de humedad podrían favorecer tanto el crecimiento de las larvas como la población de caracoles huéspedes.

#### **4.4. Luciérnagas como bioindicadores**

Los insectos son sensibles y reaccionan de manera rápida a los cambios de temperatura, que los posiciona como indicadores biológicos adecuados para evaluar los impactos del cambio climático a lo largo del tiempo (Colares et al., 2021). Además, dada su capacidad para ajustarse a los patrones naturales de iluminación durante la noche, los insectos nocturnos tienden a ser susceptibles a los efectos de la foto contaminación, lo que puede llevar a que sean atraídos, repelidos, desorientados o cegados por la iluminación nocturna artificial (Bruce-White y Shardlow, 2011).

Las luciérnagas son excelentes opciones como bioindicadores de la iluminación artificial nocturna debido a su notable sensibilidad y su fácil detección durante la noche. Además, su carisma, las posiciona como posibles especies emblemáticas en relación con la foto contaminación (Hagen et al., 2015). Asimismo, Pérez-Hernández et al., (2023) indica que las luciérnagas son apropiadas como bioindicadores debido a su diversidad, taxonomía constante, conexiones específicas con hábitats, rangos altitudinales, y la capacidad de sus poblaciones para reflejar cambios ambientales y diversas perturbaciones.

Las luciérnagas experimentan un extenso período de desarrollo bajo la superficie del suelo, donde las condiciones climáticas y del suelo ejercen impacto directo sobre sus huevos, larvas y pupas (Evans, Salvatore, van de Pol, et al., 2019). Además, Evans et al., (2019) indica también que estas condiciones influyen indirectamente a través de factores como depredadores, competidores y presas. Por otra parte, Nada et al., (2023) señalan que, las variaciones de temperatura en el hábitat específico de las luciérnagas podrían limitar sus rangos de elevación y hábitat.

### **5. Metodología**

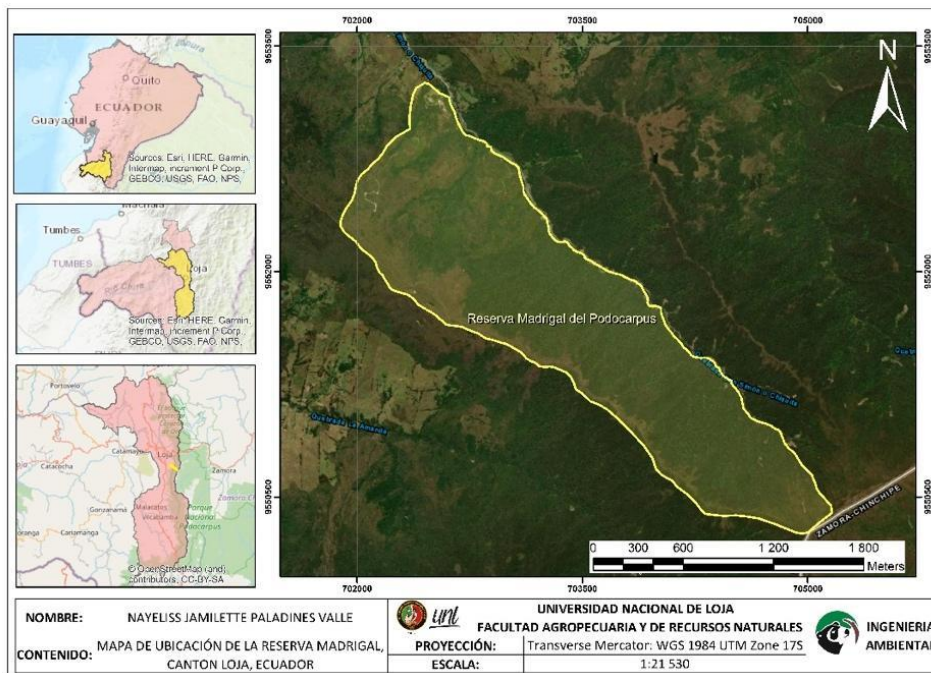
#### **5.1. Área de estudio**

La Reserva Madrigal del Podocarpus se encuentra ubicada a 5 km al sureste de la ciudad y provincia de Loja, integrada en el barrio El Carmen, parroquia San Sebastián, cubriendo un rango altitudinal entre 2 200 a 3 300 m s n m (Jiménez, 2017) (Figura 1). La reserva forma parte de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus, que se destaca por su extensa cobertura de bosque nublado, un distintivo bosque siempre verde montano alto, páramo y la presencia de la

microcuenca San Simón que abastece de agua a la ciudad de Loja, con una superficie de 306 ha (Jiménez, 2017).

**Figura 1.**

*Ubicación de la Reserva Madrigal del Podocarpus.*



La zona de estudio cuenta con una gran variedad de ecosistemas, entre los que destacan el Páramo, Bosque de Neblina Montano y Bosque Siempre Verde. El páramo es un ecosistema de importancia para la ciudad de Loja, ya que ofrece servicios ecosistémicos, como la provisión de recursos hídricos de calidad y la función de sumideros de carbono. Además, también tiene relevancia social y cultural, ya que alberga a una población marginada que, no obstante, obtiene recursos económicos mediante la producción variada de alimentos agrícolas y la gestión del turismo y la recreación (Chuncho Morocho y Chuncho, 2019).

El Bosque de Neblina Montano es un ecosistema forestal con una flora y estructura distintas, y se encuentra en una franja altitudinal donde el entorno se define por una persistente o estacional cobertura de nubes. Esta nubosidad constante reduce la radiación solar y el déficit de vapor, inhibiendo los procesos de evapotranspiración (Aguirre Mendoza et al., 2022).

Por su parte, el Bosque Siempre Verde, en las zonas altas de Los Andes, se distinguen por abundante humedad creando un entorno propicio para las interacciones entre helechos arborescentes, bromelias, musgos, orquídeas y líquenes (Vistín-Guamantaqui y Espinoza-Castillo, 2021).

Además, cuenta con bosque en recuperación, zona degradada ocasionada por un incendio forestal en 2016 que resultó en la pérdida de flora y fauna que antes ocupaban el área. Por consiguiente, la mayor parte de este territorio está cubierto por especies como la mora de cerro (*Rubus ulmifolius* S) y el helecho común (*Pteridium aquilinum* L) (Baker, 2017).

## **5.2. Diseño del proyecto**

El proyecto empleó un diseño de investigación cuantitativo y descriptivo. El diseño fue estratificado al azar, no experimental, donde se seleccionó doce puntos al azar en cuatro tipos de cobertura vegetal que cubren la reserva: pastizal, bosque en restauración, bosque montano primario y páramo. Se tomaron medidas de variables como la temperatura, la humedad, la precipitación y la cantidad de hojarasca en el suelo del área estudiada, datos que se obtuvieron durante cuatro meses de estudio, marzo, abril, mayo y junio. Cada trampa Malaise se consideró como unidad de muestreo.

## **5.3. Colecta de lampíridos**

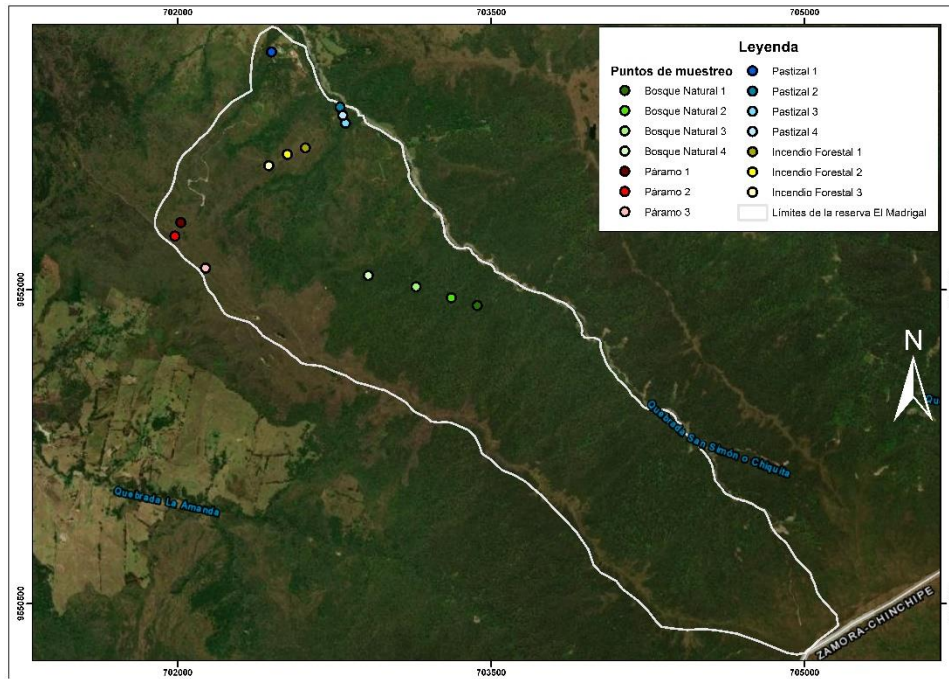
Antes de llevar a cabo las colectas, se gestionó un permiso de investigación con el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, número de trámite MAATE-ARSFC-2024.0229, mediante la plataforma SUIA.

Se colectaron doce trampas Malaise, tres por cada tipo de vegetación: pastizal, incendio forestal, bosque natural y páramo. Para colocar las trampas se hizo una selección aleatoria de 14 puntos en cada tipo de vegetación, donde se colocó la primera trampa, mientras que las dos restantes se las ubicó a 100 metros de distancia respecto a la primera. Después de elegir el punto aleatorio, se buscó un lugar adecuado que cuente con un espacio despejado y sea frecuentado por insectos. Las trampas fueron colocadas por un período de cuatro meses, y las muestras se recolectaron dos veces por mes (Figura 2). Al término de cada mes, se retiraron los frascos utilizados y se reemplazaron por nuevos, asegurando que los insectos sean preservados en alcohol

al 96 % (Magurran, 2003). En el segundo mes de colecta se colocaron dos trampas Malaise adicionales en las coberturas Bosque Natural y Pastizal, para maximizar la colecta.

**Figura 2.**

*Puntos de colocación de trampas Malaise en la Reserva Madrigal del Podocarpus en cuatro tipos de vegetación.*



Cada trampa fue codificada, y todos los insectos capturados en los frascos colectores también fueron codificados con información que incluyó el lugar de captura, el número de la trampa, las coordenadas geográficas, la fecha y el colector.

#### **5.4. Recopilación de datos ambientales**

La humedad y temperatura se tomaron al momento de retirar las muestras, cada quince días, utilizando un termohigrómetro. Éste se colocó a 20 cm de la trampa y se tomó la lectura de ambas variables. Esta información se incluyó en una base de datos. Los datos se recopilaban en una hoja de Excel especificando, las variables humedad en porcentaje, temperatura en grados centígrados y la hojarasca en gramos.

Se colocó una canasta a 50 cm de la Trampa Malaise para coleccionar la hojarasca generada durante un mes, esta hojarasca fue llevada al laboratorio en bolsas de papel, para registrar su peso. El pesaje se realizó con una balanza gramera de 3 gramos de precisión (Bray y Gorham, 1964).

La precipitación se midió *in situ* usando un pluviómetro que se instaló en el exterior con una base que lo eleve y estabilice en un lugar despejado, lejos de árboles (Red Mop Rímac, 2020). Los datos se registraron diariamente y se almacenaron en una base de datos de Excel.

### **5.5. Procesamiento de las colectas en laboratorio**

Tras la colecta en campo, los especímenes fueron transportados al Laboratorio del Museo de Zoología LOUNAZ, donde fueron montados. Para los especímenes de mayor tamaño se utilizaron alfileres entomológicos No. °3, pinchando la parte superior derecha del espécimen mientras que los de menor tamaño fueron colocados en un triángulo de cartulina pegados en la punta del triángulo por la parte izquierda del cuerpo del espécimen. Posteriormente todos los especímenes montados fueron etiquetados y codificados. Finalmente, los especímenes fueron ingresados en la colección de invertebrados del (LOUNAZ).

### **5.6. Identificación de los especímenes**

La identificación de los especímenes colectados se llevó a cabo con la colaboración del especialista en Lampyridae, Luiz Lima da Silveira, de la Western Carolina University, Estados Unidos. Todos los registros fueron recopilados y organizados en una base de datos, que incluyó familia, género y especie, la cual facilitó el análisis de la composición mensual de riqueza y abundancia de luciérnagas en la Reserva Madrigal del Podocarpus.

### **5.7. Cuantificación de la riqueza y abundancia mensual de lampíridos**

Se empleó la plataforma INEXT debido a que las muestras obtenidas presentaban tamaños desiguales. Para analizar la riqueza de especies en cada mes, se generó una curva de rarefacción/extrapolación basada en datos de incidencia de las muestras, con el fin de determinar la diversidad al mismo nivel de completitud (Chao y Jost, 2012). Se consideraron los perfiles de orden  $q = 0$ , también conocidos como diversidad verdadera. La línea continua de la curva representa la interpolación, mientras que la línea punteada indica la extrapolación hasta 150 muestras. La zona sombreada muestra el intervalo de confianza del 95 % para cada mes de muestreo. La



cuantificación de la abundancia se obtuvo mediante el gráfico Balloon plot obtenido en R mediante la librería ggplot2.

## **5.8. Análisis de datos**

Con respecto al análisis de datos, se utilizó el Análisis de Componentes Principales (ACP) mismo que es empleado para identificar y estimar factores en conjuntos de datos de panel bidimensional (Pearson, 1901). Este método permitió conocer la relación que existe entre los meses de estudio y las condiciones climáticas en la Reserva Madrigal del Podocarpus. Asimismo, se utilizó un Análisis de Correspondencia (AC) para interpretar la influencia de las especies en relación a los meses, ya que este análisis permite obtener un mapa de las dimensiones de los datos, donde se indican las proximidades entre variables y meses (Greenacre, 2007). Además, se implementó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para relacionar datos de las comunidades de luciérnagas con variables ambientales, este método de vector propio permite analizar la respuesta unimodal de múltiples especies ante gradientes ambientales (Legendre y Legendre, 2012). Todos los análisis se realizaron a través del software de programación estadística (R Development Core Team, 2007).

## **6. Resultados**

### **6.1. Cuantificación de la riqueza y abundancia mensuales de lampíridos en la Reserva Madrigal del Podocarpus**

Durante la presente investigación se constató la presencia de especies de difícil identificación que requieren revisiones de la morfología interna del material por parte del especialista en Lampyridae, Luiz Lima da Silveira de la Western Carolina University. Por este motivo, los individuos de Lampyridae han sido clasificados a nivel de morfoespecies usando los nombres del nivel taxonómico más específico posible.

#### **6.1.1. Riqueza**

De marzo a junio de 2024 se registraron seis morfoespecies de luciérnagas, entre las cuales se identificaron individuos de la subfamilia Photurinae, como el género *Lucidota* y de la tribu Photinini, incluyendo los géneros *Photinus*, *Psilocladus* y *Haplocauda*. La mayor riqueza de morfoespecies se presentó en el mes de mayo y junio con un total de 4 morfoespecies para cada

mes. En segundo lugar, se encontró abril con 3 morfoespecies. Marzo mostró la menor riqueza, con solo una morfoespecie registrada.

### 6.1.2. Abundancia

La mayor cantidad de individuos fue colectada en el mes de junio, con un total de 18 individuos, seguido por los meses de mayo y abril, donde se registraron 12 y 11 individuos en cada mes. Marzo mostró menos registros con solo tres individuos capturados (Figura 3).

**Figura 3.**

*Abundancia de luciérnagas en relación a los meses de colecta: marzo, abril, mayo y junio, en la Reserva Madrigal del Podocarpus.*

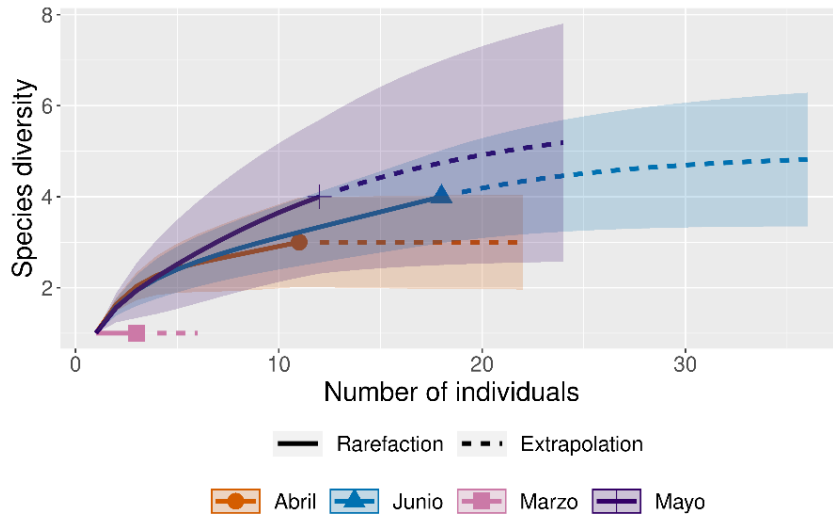


### 6.1.3. Curvas de Rarefacción - Extrapolación

La figura 4 muestra que la riqueza en el mes de junio y mayo fue mayor que en el resto de meses. Sin embargo, tanto abril como marzo difieren de los mencionados anteriormente, ya que la riqueza y abundancia de luciérnagas son menores en ambos meses. Las curvas de rarefacción no han alcanzado una asíntota clara, ya que aún continúan ascendiendo; esto sugiere que existe la posibilidad de encontrar nuevas especies si se ampliara el tamaño de la muestra.

**Figura 4.**

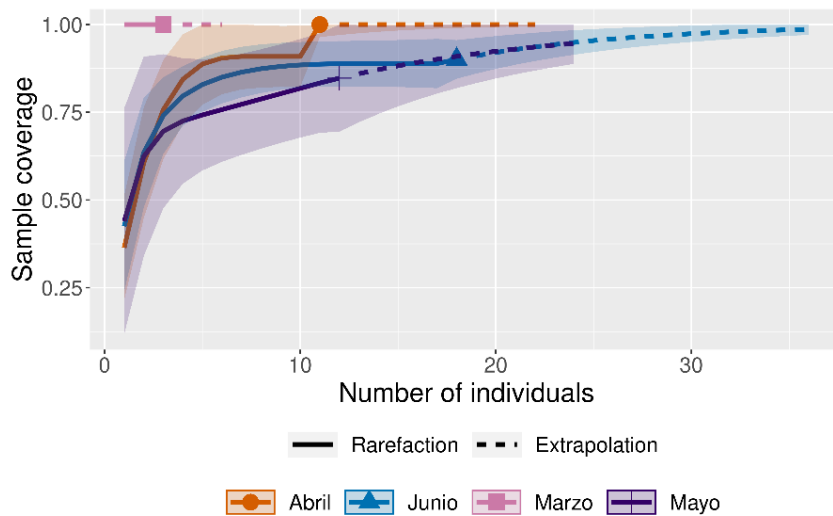
Curva de rarefacción – extrapolación para los cuatro meses de muestreo en la Reserva Madrigal del Podocarpus, desarrollados con el paquete INEXT.



La figura 5 muestra la curva de cobertura de la muestra, que indica que en marzo se alcanzó un esfuerzo de muestreo del 85 %. En abril se logró una completitud del 100 %, mientras que en mayo y junio la completitud superó el 90 %.

**Figura 5.**

Curva para evaluar la completitud de las muestras mensualmente en la Reserva Madrigal del Podocarpus, desarrollados con el paquete INEXT.



## 6.2. Evaluación de la influencia de las condiciones ambientales sobre la diversidad mensual de lampíridos en la Reserva Madrigal del Podocarpus

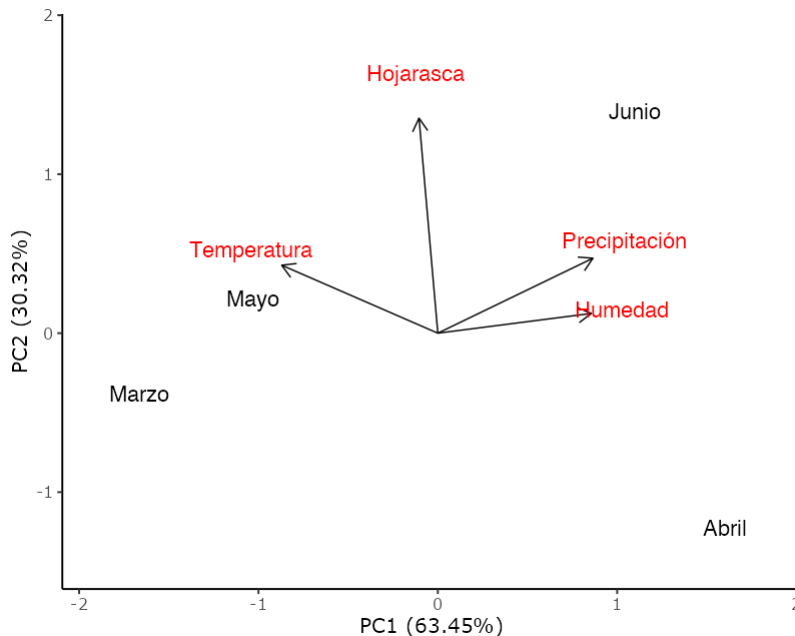
### 6.2.1. Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales (ACP) permitió identificar las correlaciones entre los factores ambientales, facilitando la interpretación de las fluctuaciones en las comunidades de lampíridos en la Reserva Madrigal del Podocarpus.

En la figura 6 se observa una correlación fuerte entre los meses del año y las condiciones climáticas. Específicamente, se constató que los meses más húmedos son los más fríos con menos lluvia y la hojarasca se acumula en menor cantidad en el suelo. Mayo indica estar asociado con temperatura, y junio podría estar más relacionado con hojarasca y temperatura, eso se atribuye a que en este último mes se obtuvo la mayor cantidad de individuos debido a las condiciones adecuadas, con un total de 18 individuos colectados. Además, en el ACP se puede identificar que las variables están altamente correlacionadas, por ejemplo, si temperatura y humedad están en direcciones opuestas, esto sugiere que a menudo que aumenta la temperatura, la humedad relativa tiende a disminuir.

### Figura 6.

*Análisis de Componentes Principales (ACP) en relación a las variables ambientales y a los meses de estudio.*

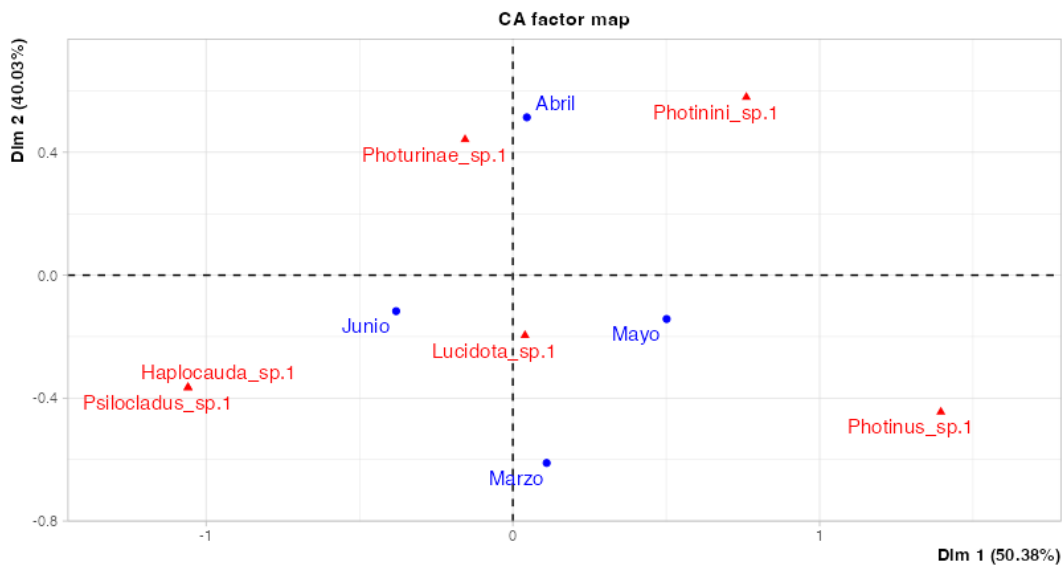


### 6.2.2. Análisis de correspondencia (AC)

La figura 7 indica que la comunidad del cuarto mes se distingue por un alto grado de inclusividad, en comparación con otras comunidades dentro de este entorno. Esto sugiere que esta comunidad exhibe características de anidamiento en comparación con otros períodos, es decir que, en el mes de junio hay condiciones ambientales que favorecen la presencia de luciérnagas en comparación con otros meses, como la disponibilidad de alimento o hábitats adecuados. La subfamilia Photurinae, se destaca por su amplio alcance temporal dentro de la escala comparativa. La morfoespecie *Lucidota* que se encuentra cerca al punto central del panel cartesiano, ubicado en el punto (0,0), tiende a mostrar un menor nivel de especialización, por otra parte, *Haplocauda* y *Psilocladus* que se encuentran en la parte inferior izquierda, indican que están asociadas con las condiciones ambientales que predominan en los meses de marzo y junio.

**Figura 7.**

*Análisis de Correspondencia (AC) para evaluar la influencia de las especies en relación a los meses, marzo, abril, mayo y junio en la Reserva Madrigal del Podocarpus.*



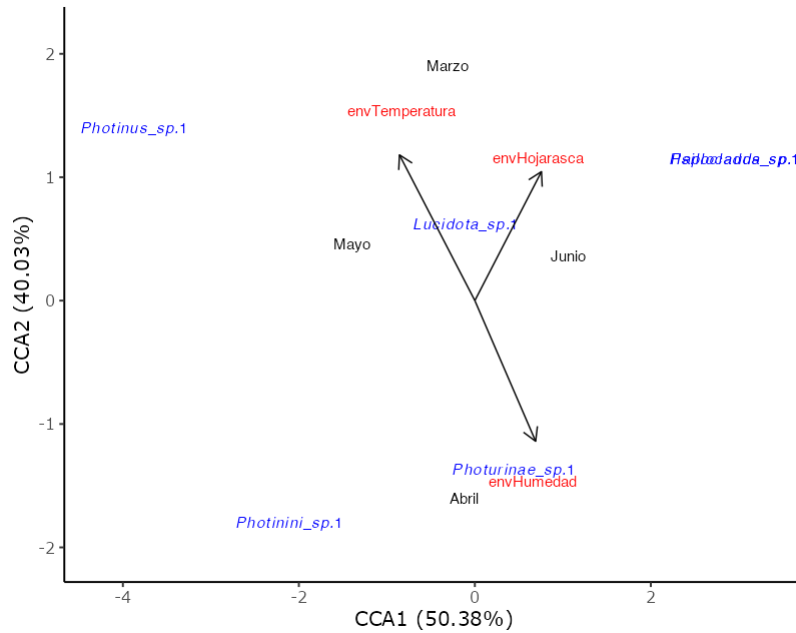
**6.2.3. Análisis de correspondencia canónica (ACC)**

La figura 8 revela una correlación positiva entre *Photurinae sp.1* y la humedad, el vector de la variable indica que a medida que aumentan los niveles de humedad también, incrementa la abundancia de esta especie. Las variables hojarasca y temperatura, por su parte, muestran una correlación positiva con la presencia de *Lucidota sp.1*. El eje de las abscisas está etiquetado como

CCA1 (50,38 %) y el eje de las ordenadas como CCA2 (40,03 %), lo que indica el porcentaje de varianza explicado por cada eje.

### Figura 8.

Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) con especies y variables ambientales (humedad, temperatura, hojarasca).



## 5. Discusión

En el presente estudio se cuantificó la riqueza y abundancia de lampíridos en la Reserva Madrigal del Podocarpus durante los meses de marzo a junio de 2024, donde se registraron seis morfoespecies pertenecientes a las subfamilias Photurinae y Photinini. La mayor riqueza de especies se observó en mayo y junio, con 4 especies en los 2 meses, seguido de abril con 3 especies, mientras que marzo tuvo la menor riqueza con solo una especie. La abundancia siguió un patrón similar, con la mayor cantidad de individuos en junio, seguido de mayo y abril y marzo con 18, 12, 11 y 3 individuos, respectivamente. Este patrón sugiere que junio es un mes particularmente favorable para las luciérnagas en esta reserva, posiblemente debido a condiciones climáticas óptimas y la disponibilidad de recursos para su desarrollo y supervivencia. La baja riqueza y abundancia en marzo podría estar relacionada con condiciones climáticas menos favorables al inicio de la temporada de lluvias, cuando la disponibilidad de alimento y condiciones de hábitat aún no son óptimas para emerger como adultos.

La riqueza y abundancia de las luciérnagas del presente estudio no tiene un par similar con el que realizar comparaciones para comprender si lo reportado en el presente estudio es representativo a nivel de temporalidad u otro atributo de la comunidad de este grupo; sin embargo, se conoce que la mitad de los lampíridos del mundo, aproximadamente 2 200 especies, se encuentran en el neotrópico (Roza et al., 2022). Más aún, informes recientes en estudios disponibles para el Neártico han documentado que las poblaciones de luciérnagas podrían estar disminuyendo, debido a presiones como: pérdida de hábitat, contaminación lumínica, cambio climático y mala calidad del agua; no obstante, en ese estudio señalan que no todas las especies pudieron ser evaluadas debido a datos insuficientes (Roza et al., 2022). Para el Neotrópico no se cuenta con datos comparables, lo que aumenta la necesidad de realizar más estudios y priorizar el monitoreo y protección de las poblaciones en riesgo (Fallon et al., 2021).

Los estudios de lampíridos se dificultan debido a la falta de investigación, revisión taxonómica y recursos para llegar a niveles más específicos de identificación, exclusivamente en el Neotrópico, donde la familia Lampyridae presenta una mayor diversidad (Silveira et al., 2022). En los últimos años, los esfuerzos de muestreo han aumentado en América del Sur mediante revisiones taxonómicas y la generación de claves de identificación, a pesar de ello la diversidad de luciérnagas continúa siendo ampliamente subestimada, y las nuevas investigaciones usualmente revelan nuevas especies. Por lo consiguiente, en los siguientes párrafos se hace un análisis morfoespecie por morfoespecie, como una contribución de la presente investigación al conocimiento sobre el grupo de las luciérnagas.

En un estudio reciente, Silveira et al. (2022) identificaron tres especies nuevas de luciérnagas, *Haplocauda yasuni*, *Haplocauda albertinoi* y *Haplocauda mendesi*, todas endémicas para la cuenca del Amazonas. De acuerdo con estos autores, *Haplocauda* es el primer género que se considera completamente endémico de la Amazonía, a pesar de que podría existir en otras zonas neotropicales sin haber sido detectado. Durante la presente investigación se registró un individuo del género *Haplocauda*, que no se logró identificar a nivel de especie. Este hallazgo confirma su distribución en otras localidades diferentes a la amazónica y podría estar relacionado con la falta de muestreos previos o puede tratarse de una especie nueva del área occidental (L. Lima da Silveira, comunicación personal, 15 de noviembre de 2024).

De acuerdo con Catalan et al. (2022), *Photinus pyralis* habita en diferentes rangos de altitud, desde hábitats templados a tropicales, su amplia distribución sugiere una alta capacidad de dispersión, debido a la posible presencia de flujo de genes entre poblaciones. Esta característica podría explicar el hallazgo de un espécimen de este género en el presente estudio, indicando la capacidad de estas especies para colonizar diversos hábitats dentro de la región neotropical.

Un estudio reciente en Brasil ha descrito una especie revelada por primera vez para la ciencia, *Psilocladus costae*, en la selva atlántica, cuyos adultos fueron obtenidos en bromelias de dosel, un comportamiento novedoso para este grupo (Vaz et al., 2020). En la presente investigación se identificó un individuo del género *Psilocladus*, asociando la distribución de este grupo a la región neotropical.

Así también en el actual trabajo, se registraron 12 individuos de la subfamilia Photurinae, cuya clasificación y taxonomía podría estar erróneamente asociándolos con algunos otros taxones de Amydetinae, y subfamilias como Pterotinae y Lampyrinae, lo que confirma una compleja historia evolutiva y más relaciones filogenéticas dentro del grupo de luciérnagas que deben esclarecerse (Martin et al., 2019).

Con respecto a Photinini, se encontraron dos individuos, ésta es la tribu más numerosa de luciérnagas, con más de 30 géneros y alrededor de 750 especies. A pesar de ello, en la región neotropical aún falta información por obtener acerca de este grupo y el principal obstáculo es el impedimento taxonómico debido a la falta de experiencia por parte de investigadores (Zeballos et al., 2023).

*Lucidota* es el segundo género más abundante de Photinini, con 150 especies distribuidas en América del Sur, Central y Norte (Zeballos et al., 2023). Sin embargo, este género tradicionalmente ha sido mal definido, debido a que las características de *Lucidota* se superponen con las de muchos otros géneros de la tribu Photinini, complicando así su taxonomía. Como resultado, probablemente muchas especies asignadas a *Lucidota* pertenezcan a otros géneros, lo cual se refleja en las últimas transferencias a otros géneros de Photinini (Zaragoza-Caballero et al., 2023). En este trabajo de investigación se reportaron 27 individuos del género *Lucidota*, corroborando que son abundantes en el Neotrópico. Cabe mencionar que la mayoría de las especies de luciérnagas se conocen exclusivamente a partir de sus descripciones originales y no se conoce



nada sobre sus historias de vida, lo que obstaculiza las investigaciones y los esfuerzos de conservación (Vaz et al., 2020).

La temperatura mostró una mayor contribución en mayo y junio, lo que podría estar relacionado con las condiciones óptimas de las especies durante sus etapas de desarrollo. La alta humedad en junio favorece la presencia de especies, como *Lucidota* sp.1, que mostró una correlación positiva con esta variable. En esta investigación la correlación positiva entre *Photurinae* sp.1 y las variables hojarasca y temperatura también refuerzan la importancia de estos factores abióticos en la ecología de las luciérnagas. Esto es consistente con estudios previos que han demostrado que las condiciones húmedas son críticas debido a que requieren de esta humedad para proteger los huevos evitando que se dañen al exponerlos a temperaturas muy elevadas y condiciones secas (Evans et al., 2019). Esto es congruente con la investigación de Faust y Weston, (2009), quienes han documentado que la humedad del suelo y temperaturas adecuadas son esenciales para el desarrollo de las larvas y la emergencia de los adultos. Asimismo, es coherente con el trabajo de Curry (2004), quien observó que las luciérnagas en lugares con alta humedad del suelo tienden a tener mayores tasas de supervivencia y abundancia.

Debido a esta falta de información, resulta pertinente comparar el hallazgo de este trabajo con estudios realizados en el sudeste asiático. Estas investigaciones indican que la variabilidad en las condiciones climáticas afecta considerablemente la abundancia y distribución de luciérnagas. Por ejemplo, cuando las condiciones son adecuadas, hay fuentes de alimento disponibles y lugares propicios para que las luciérnagas depositen sus huevos y se reproduzcan (Seri et al., 2023). Asimismo, estudios en América del Norte han documentado que la transición de huevo a adulto puede completarse en uno o dos años, dependiendo de la latitud, la elevación y las condiciones meteorológicas (Evans et al., 2019).

Aunque en esta investigación se esperaba un aumento en la abundancia de luciérnagas con temperaturas más bajas, y condiciones óptimas de precipitación y humedad del suelo, el efecto de las condiciones climáticas previo la abundancia fue relativamente pequeño pero significativo. Este hallazgo coincide con estudios previos que documentan la influencia de la temperatura en la abundancia de luciérnagas (Faust y Weston, 2009). De igual manera, investigaciones preliminares reconocen que el impacto del clima en la abundancia de luciérnagas es limitado en cuanto a la variación observada, y que la actividad intermitente de esas puede verse influenciada por

numerosos factores adicionales, como la hora del día en que se realizaron las observaciones; sin embargo, la investigación confirma que el impacto del clima es real, aunque de magnitud reducida (Evans et al., 2019).

Por otro lado, el resultado de este trabajo indica que factores como la temperatura y la humedad relativa cumplen roles importantes en la abundancia y distribución de luciérnagas, y esto coincide con la investigación de Sulaiman et al. (2017), quienes demostraron que la humedad del suelo y la temperatura del aire tienen impactos determinantes en la actividad larval y la abundancia de adultos en diversas especies y ubicaciones. En contraste, Usener y Cognato (2005) destacan que las condiciones de lluvia son ideales para que crezcan y se desarrollen las larvas de luciérnagas y los caracoles de los cuales se alimentan.

Como se puede observar, existe una fuerte correlación entre las variables ambientales y la abundancia de luciérnagas, sobre todo en los meses con mayor humedad y temperaturas más bajas, que indicaron mayor presencia de especies como *Photurinae* sp.1, *Lucidota* sp.1 y *Photinini* sp.1. Mientras que la hojarasca y la precipitación fueron más influyentes en junio con presencia de *Haplocauda* y *Psilocladus*. Como se esperaba, la distribución de las luciérnagas varió durante los meses de estudio, influenciada por las variables climáticas en cada período, esta variación respalda la hipótesis de que existe una fluctuación temporal que influye en la abundancia de luciérnagas, donde las condiciones ambientales desarrollan un papel importante en la ubicación y actividad de estos insectos. Aunque los factores ambientales son determinantes en la distribución de especies, es fundamental estudiar factores no climáticos como: tipo de suelo, composición geológica, topografía, actividades antrópicas y disponibilidad de alimento.

Las condiciones climáticas como la precipitación es un factor determinante para la presencia de luciérnagas adultas lo que puede estar relacionado con su período reproductivo debido a que requieren de suelo húmedo para depositar sus huevos. Sin embargo, es necesario realizar un muestreo extenso, en el que incluyan al menos dos periodos de lluvia. Con ello se podrá inferir si la presencia de hojarasca y la temperatura son factores determinantes.

## 6. Conclusiones

Se registró seis morfoespecies pertenecientes a las subfamilias Photurinae y Photinini, donde la mayor riqueza de especies se observó en mayo y junio, con 4 especies en los 2 meses. La mayor abundancia se obtuvo en junio, seguido de mayo y abril y marzo con 18, 12, 11 y 3 individuos, respectivamente. Esto sugiere que junio es un mes particularmente favorable para las luciérnagas en esta reserva, posiblemente debido a condiciones climáticas óptimas y la disponibilidad de recursos para su desarrollo y supervivencia.

Las especies de luciérnagas están influenciadas por condiciones ambientales como la temperatura, humedad, precipitación y hojarasca, sobre todo en los meses con mayor humedad y temperaturas más bajas, que coincidieron con mayor presencia de Photurinae sp.1, y *Lucidota* sp.1, mientras que la hojarasca y la precipitación fueron más influyentes en junio con la mayor presencia de *Haplocauda* y *Psilocladus*.

## 7. Recomendaciones

- Continuar con esta línea de investigación sobre la distribución de luciérnagas, para obtener datos que contribuirán a la ciencia, por ejemplo, la descripción de especies que no han sido detectadas antes.
- Para comprender mejor la ecología y distribución de las luciérnagas, es esencial llevar a cabo muestreos sistemáticos y exhaustivos que abarquen diferentes estaciones del año, así como diversos hábitats dentro del sur del Ecuador, los muestreos deben ser los necesarios para capturar variaciones temporales en las poblaciones de los lampíridos.
- Ampliar el conjunto de variables que pueden influir en la diversidad de luciérnagas, por ejemplo, calidad del suelo, calidad del agua, vegetación circundante y velocidad y dirección del viento, para obtener un panorama más claro de su contribución con la abundancia de éstas.

## 8. Bibliografía

- Aguirre Mendoza, Z. H., Contenido, C., y Aguirre, L. (2022). Loja, referente en la conservación ecológica y cuidado ambiental nacional en Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 12(1), 72–83. <https://doi.org/10.54753/blc.v12i1.1308>
- Baker, S. (2017). Investigación de regeneración natural de plantas vasculares en la Reserva Madrigal del Podocarpus / Investigation of natural regeneration of vascular plants in the Madrigal Reserve of the Podocarpus. Independent Study Project (ISP) Collection, 2557. [https://digitalcollections.sit.edu/isp\\_collection](https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection)
- Benitez, A., Robbert Gradstein, S., Hepaticas, E. /, y Musgos, /. (2011). Adiciones a la Flora de Briófitas del Ecuador (Vol. 32, Issue 1).
- Bray, J. R., y Gorham, E. (1964). Litter Production in Forests of the Worldt. *Advances in Ecological Research*, 2, 101–157.
- Bruce-White, Charlotte., y Shardlow, Matt. (2011). A review of the impact of artificial light on invertebrates [putting the backbone into invertebrate conservation]. Buglife - The Invertebrate Conservation Trust.
- Buck, J., y Buck, E. (1968). Mechanism of Rhythmic Synchronous Flashing of Fireflies. *Science*, 159, 1319–1327. <https://doi.org/https://doi.org/10.1126/science.159.3821.1319>
- Catalan, A., Höhna, S., Lower, S. E., y Duchen, P. (2022). Inferring the demographic history of the North American firefly *Photinus pyralis*. *Journal of Evolutionary Biology*, 35(11), 1488–1499. <https://doi.org/10.1111/jeb.14094>
- 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>
- Chuncho Morocho, C., y Chuncho, G. (2019). Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión. *Bosques Latitud Cero*, 9(2), 71–83.
- Colares, C., Roza, A. S., Mermudes, J. R. M., Silveira, L. F. L., Khattar, G., Mayhew, P. J., Monteiro, R. F., Nunes, M. F. S. Q. C., y Macedo, M. V. (2021). Elevational specialization and the monitoring of the effects of climate change in insects: Beetles in a Brazilian rainforest mountain. *Ecological Indicators*, 120. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106888>

- Cuesta, Francisco., Peralvo, Manuel., Valarezo, Natalia., y Programa Regional ECOBONA-Intercooperation. (2009). Los bosques montanos de los Andes tropicales. Programa Regional ECOBONA-Intercooperation.
- Curry, J. P. (2004). Factors affecting the abundance of earthworms in soils. *Earthworm Ecology*, 113, 9.
- Escobar Mejía, I. (2020). Características de las luciérnagas: determinación de la intensidad de emisión luminosa. *Revista Ingeniería Biomédica*, 13(26).  
<https://doi.org/10.24050/19099762.n26.2019.1442>
- Evans, T. R., Salvatore, D., Pol, M. van de, y Musters, C. (2019). Adult firefly abundance is linked to weather during the larval stage in the previous year. *Entomología Ecológica*, 44, 265–273.
- Evans, T. R., Salvatore, D., van de Pol, M., y Musters, C. J. M. (2019). Adult firefly abundance is linked to weather during the larval stage in the previous year. *Ecological Entomology*, 44(2), 265–273.  
<https://doi.org/10.1111/een.12702>
- Fallon, C. E., Walker, A. C., Lewis, S., Cicero, J., Faust, L., Heckscher, C. M., Pérez-Hernández, C. X., Pfeiffer, B., y Jepsen, S. (2021a). Evaluating firefly extinction risk: Initial red list assessments for North America. *PLoS ONE*, 16(11).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259379>
- Fallon, C. E., Walker, A. C., Lewis, S., Cicero, J., Faust, L., Heckscher, C. M., Pérez-Hernández, C. X., Pfeiffer, B., y Jepsen, S. (2021b). Evaluating firefly extinction risk: Initial red list assessments for North America. *PLoS ONE*, 16(11 November 2021).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259379>
- Faust, L. F., y Weston, P. A. (2009). Degree-Day Prediction of Adult Emergence of *Photinus carolinus* (Coleoptera: Lampyridae). *Environmental Entomology*, 38(5), 1505–1512.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1603/022.038.0519>
- Gardiner, B. (1991). *The Bulletin of the Amateur Entomologists Society* (Vol. 50).
- Greenacre, M. (2007). Correspondence analysis in R, with two - and three - dimensional graphics the ca package. *Journal of Statistical Software*, 20(3), 1–13.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.18637/jss.v020.i03>

- Hagen, O., Santos, R. M., Schlindwein, M. N., y Viviani, V. R. (2015). Artificial Night Lighting Reduces Firefly (Coleoptera: Lampyridae) Occurrence in Sorocaba, Brazil. *Advances in Entomology*, 03(01), 24–32.  
<https://doi.org/10.4236/ae.2015.31004>
- Jiménez, M. (2017). Determinación Del Nivel De Parasitoidismo En Lepidópteros Y Coleópteros En Un Ecosistema De Bosque Andino A Distintos Niveles De Recuperación [Universidad Nacional de Loja]. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19943/1/María del Cisne Jiménez Álvarez.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19943/1/María_del_Cisne_Jiménez_Álvarez.pdf)
- Khoo, V., Nada, B., y Chooi-Khim, P. (2009). Monitoring the population of the firefly *Pteroptyx tener* along the Selangor River, Malaysia for conservation and sustainable ecotourism.  
<https://www.researchgate.net/publication/285742573>
- Kirton, L. G., Nada, B., Tan, S. A., Ang, L. H., Tang, L. K., Hui, T. F., y Ho, W. M. (2006). The Kumpang Kuantan Firefly Project: A Preliminary Assessment of the Habitat Requirements of *Pteroptyx tener* (Coleoptera: Lampyridae). Forest Research Institute Malaysia.
- Legendre, P., y Legendre, L. (2012). *Numerical Ecology* (Vol. 24). Elsevier.
- Lewis, S. M., Thancharoen, A., Wong, C. H., López-Palafox, T., Santos, P. V., Wu, C., Faust, L., De Cock, R., Owens, A. C. S., Lemelin, R. H., Gurung, H., Jusoh, W. F. A., Trujillo, D., Yiu, V., López, P. J., Jaikla, S., y Reed, J. M. (2021). Firefly tourism: Advancing a global phenomenon toward a brighter future. *Conservation Science and Practice*, 3(5).  
<https://doi.org/10.1111/csp2.391>
- Lewis, S. M., Wong, C. H., Owens, A. C. S., Fallon, C., Jepsen, S., Thancharoen, A., Wu, C., De Cock, R., Novák, M., López-Palafox, T., Khoo, V., y Michael Reed, J. (2020). A Global Perspective on Firefly Extinction Threats. *BioScience*, 70(2), 157–167.  
<https://doi.org/10.1093/biosci/biz157>
- Lloyd, J. E. (2008). *Encyclopedia of Entomology* (J. Capinera, Ed.; Vol. 53).  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6\\_3811](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_3811)
- Magurran, A. E. (2003). *Measuring Biological Diversity*.
- Martin, G. J., Stanger-Hall, K. F., Branham, M. A., Da Silveira, L. F. L., Lower, S. E., Hall, D. W., Li, X. Y., Lemmon, A. R., Lemmon, E. M., y Bybee, S. M. (2019). Higher-Level Phylogeny and Reclassification of Lampyridae (Coleoptera: Elateroidea). *Insect Systematics and Diversity*, 3(6).

<https://doi.org/10.1093/isd/ixz024>

Mcdermott, F. A. (1890). Transactions of the American Entomological Society. In Source: Transactions of the American Entomological Society (Vol. 90, Issue 1). American Entomological Society.

<http://www.jstor.org/stable/25077867>

Nada, B., Beckerman, A. P., Evans, K. L., y Ballantyne, L. A. (2023). The Effects of Tropical Elevations and Associated Habitat Changes on Firefly (Coleoptera: Lampyridae) Diversity in Malaysia. *Diversity*, 79, 15.

<https://doi.org/10.3390/d15010079>

Nada, B., y Kirton, L. G. (2004). The secret life of fireflies. Forest Research Institute Malaysia, 90(3).

Pearson, K. (1901). LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 2(11), 559–572.

<https://doi.org/10.1080/14786440109462720>

Pérez-Hernández, C. X., Gutiérrez Mancillas, A. M., del-Val, E., y Mendoza-Cuenca, L. (2023). Living on the edge: urban fireflies (Coleoptera, Lampyridae) in Morelia, Michoacán, Mexico. *PeerJ*, 11, 1–26.

<https://doi.org/10.7717/peerj.16622>

R Development Core Team. (2007). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>

Red Mop Rímac. (2020). Manual para la adaptación y uso de un pluviómetro artesanal.

Rich, Catherine., y Longcore, Travis. (2006). Ecological consequences of artificial night lighting. Island Press.

Riley, W. B., Rosa, S. P., y F da Silveira, L. (2021). A comprehensive review and call for studies on firefly larvae. In *PeerJ* (Vol. 9). PeerJ Inc.

<https://doi.org/10.7717/peerj.12121>

Roza, A. S., Mermudes, J. R. M., y Silveira, L. F. L. da. (2022). A New Genus and Two New Species of Fireflies from South America (Lampyridae: Lampyrinae: Photinini) †. *Diversity*, 14(11).

<https://doi.org/10.3390/d14111005>



- Seri, N. A., Rahman, A. A., y Kassim, N. F. A. (2023). Some Abiotic and Biotic Factors Influencing Firefly Population Abundance in Southeast Asia: A Review. In *Pertanika Journal of Science and Technology* (Vol. 31, Issue 1, pp. 327–349). Universiti Putra Malaysia Press. <https://doi.org/10.47836/pjst.31.1.20>
- Silveira, L., Bocakova, M., y Mermudes, J. R. M. (2015). Taxonomia de *Cladodes illigeri* (Coleoptera, Lampyridae): morphology and new records. *Iheringia - Serie Zoologia*, 105(3), 359–366. <https://doi.org/10.1590/1678-476620151053359366>
- Silveira, L. F. L., Khattar, G., Vaz, S., Wilson, V. A., Souto, P. M., Mermudes, J. R. M., Stanger-Hall, K. F., Macedo, M. V., y Monteiro, R. F. (2020). Natural history of the fireflies of the Serra dos Órgãos mountain range (Brazil: Rio de Janeiro)—one of the ‘hottest’ firefly spots on Earth, with a key to genera (Coleoptera: Lampyridae). *Journal of Natural History*, 54(5–6), 275–308. <https://doi.org/10.1080/00222933.2020.1749323>
- Silveira, Lima, W., da Fonseca, C. R. V., y McHugh, J. (2022). *Haplocauda*, a New Genus of Fireflies Endemic to the Amazon Rainforest (Coleoptera: Lampyridae). *Insects*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/insects13010058>
- Stanger-Hall, K. F., y Lloyd, J.E. (2015). Flash signal evolution in *Photinus* fireflies: Character displacement and signal exploitation in a visual communication system. *Evolution*, 69(3), 666–682. <https://doi.org/10.1111/evo.12606>
- Sulaiman, N., Loo, M., y Abdullah, M. (2017). Association between the firefly population and some biotic and abiotic factors along the Sungai Sepetang river banks at Kampung Dew, Taiping, Perak, Malaysia. *Malayan Nature Journal*, 69(3), 110–118.
- Usener, J. L., y Cognato, A. I. (2005). Patterns of mitochondrial diversity among desert firefly populations (Lampyridae: *Microphotus Octarthrus fall*). *Coleopterists Bulletin*, 59(3), 361–367. <https://doi.org/10.1649/796.1>
- Vaz, S., Silveira, L., y Rosa, S. P. (2020). Morphology and life cycle of a new species of *psilocladus blanchard*, 1846 (Coleoptera, lampyridae, psilocladinae), the first known

bromeliad-inhabiting firefly. *Papeis Avulsos de Zoologia*, 60(Special Issue).  
<https://doi.org/10.11606/1807-0205/2020.60.special-issue.24>

Vistín-Guamantaqui, D., y David Espinoza-Castillo, D. (2021). Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 7, 1406–1430.  
<https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2401>

Wang, Y., Fu, X., Lei, C., Jeng, M. L., y Nobuyoshi, O. (2007). Biological characteristics of the terrestrial firefly *Pyrocoelia pectoralis* (Coleoptera: Lampyridae). *Coleopterists Bulletin*, 61(1), 85–93.  
<https://doi.org/10.1649/907.1>

Zaragoza-Caballero, S., López-Pérez, S., González-Ramírez, M., Rodríguez-Mirón, G. M., Vega-Badillo, V., Domínguez-León, D. E., y Cifuentes-Ruiz, P. (2023). Luciérnagas (Coleoptera: Lampyridae) del norte-occidente de México, con la descripción de 48 especies nuevas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 94.  
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2023.94.5028>

Zarazaga, A. (2015). Orden Coleoptera. *Ibero Diversidad Entomológica*, 55, 1–18. [www.sea-entomologia.org/IDE@](http://www.sea-entomologia.org/IDE@)

Zeballos, L. F., Roza, A. S., Campello-Gonçalves, L., Vaz, S., Da Fonseca, C. R. V., Rivera, S. C., y da Silveira, L. F. L. (2023). Phylogeny of Scissicauda Species, with Eight New Species, including the First Photinini Fireflies with Biflabellate Antennae (Coleoptera: Lampyridae). *Diversity*, 15(5).  
<https://doi.org/10.3390/d15050620>

## 9. Anexos

### Anexo 1. Permiso de investigación científica



Ministerio del Ambiente, Agua  
y Transición Ecológica

#### AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 229

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

#### 1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

#### 2.- CÓDIGO

MAATE-ARSFC-2024-0229

#### 3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2024-04-15	2025-04-15

#### 4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal
--------

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

#### 5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCION

Nº de C.I/Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
1712734829	PALICAR CABRERA AURA DEL CARMEN	Ecuatoriana	7241143118	Investigadora	Insecta
FS265323	LUIZ FELIPE LIMA DA SILVEIRA	Brasileira	SN	Investigador	Insecta
1105005886	ESCUJERO ARMJOS VINICIO ANDRES	Ecuatoriana	2775585	Investigador	Insecta
1104823958	PALADINES VALLE NAYELISS JAMILETTE	Ecuatoriana	SN	Estudiante	Insecta
1105208407	ROMERO RIOFRIO STEVEN ANDRES	Ecuatoriana	SN	Estudiante	Insecta

**Anexo 2.** Etiquetada de lampíridos colectados

Ubicación	
Localidad y número de trampa	
Coordenadas y latitud	
Fecha de inicio y fin de colecta	
Investigadores	
Colector	

**Anexo 3.** Malaise en la Reserva Madrigal del Podocarpus



**Anexo 4.** Medición de variables temperatura y humedad con el termohigrómetro en la Reserva Madrigal del Podocarpus



**Anexo 5.** Instalación y registros de precipitación del pluviómetro



**Anexo 6.** Lecturas registradas mensualmente en campo sobre las variables ambientales, temperatura, humedad y hojarasca

Mes	Temperatura °C	Humedad %	Hojarasca (gr)
Marzo	23	43	1.15
Marzo	21	50	5.15
Marzo	24	42	12.15
Marzo	31	28	0
Marzo	24	35	0
Marzo	24	36	0
Marzo	18	71	5.15
Marzo	23	65	8.15
Marzo	22	66	15
Marzo	26	42	0.15
Marzo	26	41	1.15
Marzo	27	35	0
Abril	20	58	3.75
Abril	20	64	4.4
Abril	20	58	6.5
Abril	20	48	0
Abril	18	52	0

Abril	19	58	0
Abril	17	60	6.25
Abril	16	67	5.85
Abril	16	68	6.25
Abril	24	42	0
Abril	27	40	0.9
Abril	27	35	0
Abril	19	67	2
Abril	22	70	3.75
Abril	22	68	9.15
Abril	21	70	0
Abril	19	95	0
Abril	20	98	0
Abril	22	94	0
Abril	19	98	18.4
Abril	16	98	18.65
Abril	16	98	9.65
Abril	17	98	0
Abril	19	98	0
Abril	20	98	0.4
Abril	22	98	0
Mayo	21	69	8.45
Mayo	22	61	7.65
Mayo	21	63	10.15
Mayo	20	71	4
Mayo	27	58	0
Mayo	22	88	0
Mayo	23	89	0
Mayo	16	79	18.5
Mayo	17	83	8.65

Mayo	17	82	7.5
Mayo	18	98	9.15
Mayo	24	98	0
Mayo	22	91	2
Mayo	21	96	3.5
Mayo	26	48	1.5
Mayo	30	58	2
Mayo	26	46	3
Mayo	24	53	3
Mayo	35	32	0
Mayo	30	53	0
Mayo	36	37	0
Mayo	20	59	6.5
Mayo	24	45	5.4
Mayo	23	60	8
Mayo	29	40	6.3
Mayo	35	27	0
Mayo	35	30	0.2
Mayo	29	38	0
Junio	21	62	8.5
Junio	22	49	11
Junio	21	52	17.3
Junio	20	54	2.5
Junio	31	36	0
Junio	28	36	0
Junio	45	23	0
Junio	20	56	13
Junio	20	54	10.25
Junio	21	64	8
Junio	20	71	8.25



Junio	30	38	0
Junio	26	40	0
Junio	25	44	3.5
Junio	16	98	3
Junio	22	82	4
Junio	22	84	4
Junio	21	86	3
Junio	21	78	0
Junio	20	80	0
Junio	16	94	0
Junio	15	98	7.9
Junio	18	97	5
Junio	16	89	9.25
Junio	20	98	5.15
Junio	20	98	0.2
Junio	19	98	0
Junio	19	97	0.15

**Anexo 7.** Lecturas diarias registradas con el pluviómetro en la Reserva Madrigal del Podocarpus

Precipitación (ml)		
Marzo	1/3/2024	1.2
Marzo	2/3/2024	0.1
Marzo	3/3/2024	0.1
Marzo	4/3/2024	1.1
Marzo	5/3/2024	0.4
Marzo	6/3/2024	2.6
Marzo	7/3/2024	0
Marzo	8/3/2024	0
Marzo	9/3/2024	0.7



Marzo	10/3/2024	5.3
Marzo	11/3/2024	0
Marzo	12/3/2024	5.6
Marzo	13/3/2024	13.1
Marzo	14/3/2024	0
Marzo	15/3/2024	1.8
Marzo	16/3/2024	2.4
Marzo	17/3/2024	0.2
Marzo	18/3/2024	11.4
Marzo	19/3/2024	0
Marzo	20/3/2024	0
Marzo	21/3/2024	1.9
Marzo	22/3/2024	0
Marzo	23/3/2024	5.2
Marzo	24/3/2024	4
Marzo	25/3/2024	0
Marzo	26/3/2024	0.1
Marzo	27/3/2024	5.4
Marzo	28/3/2024	4.2
Marzo	29/3/2024	1.1
Marzo	30/3/2024	5.9
Marzo	31/3/2024	6.8
Abril	1/4/2024	0
Abril	2/4/2024	0
Abril	3/4/2024	0
Abril	4/4/2024	0
Abril	5/4/2024	0
Abril	6/4/2024	0
Abril	7/4/2024	0
Abril	8/4/2024	0

Abril	9/4/2024	0
Abril	10/4/2024	0
Abril	11/4/2024	0
Abril	12/4/2024	0
Abril	13/4/2024	0
Abril	14/4/2024	0
Abril	15/4/2024	0
Abril	16/4/2024	0
Abril	17/4/2024	0
Abril	18/4/2024	15
Abril	19/4/2024	0
Abril	20/4/2024	41
Abril	21/4/2024	55
Abril	22/4/2024	55
Abril	23/4/2024	55
Abril	24/4/2024	54
Abril	25/4/2024	0
Abril	26/4/2024	0
Abril	27/4/2024	0
Abril	28/4/2024	0
Abril	29/4/2024	0
Abril	30/4/2024	0
Mayo	1/5/2024	0
Mayo	2/5/2024	0
Mayo	3/5/2024	28
Mayo	4/5/2024	0
Mayo	5/5/2024	0
Mayo	6/5/2024	0
Mayo	7/5/2024	0
Mayo	8/5/2024	51









Mayo	9/5/2024	0
Mayo	10/5/2024	0
Mayo	11/5/2024	0
Mayo	12/5/2024	0
Mayo	13/5/2024	16
Mayo	14/5/2024	0
Mayo	15/5/2024	0
Mayo	16/5/2024	0
Mayo	17/5/2024	0
Mayo	18/5/2024	0
Mayo	19/5/2024	0
Mayo	20/5/2024	0
Mayo	21/5/2024	0
Mayo	22/5/2024	0
Mayo	23/5/2024	0
Mayo	24/5/2024	0
Mayo	25/5/2024	0
Mayo	26/5/2024	0
Mayo	27/5/2024	0
Mayo	28/5/2024	0
Mayo	29/5/2024	0
Mayo	30/5/2024	0
Mayo	31/5/2024	0
Junio	1/6/2024	0
Junio	2/6/2024	0
Junio	3/6/2024	0
Junio	4/6/2024	0
Junio	5/6/2024	0
Junio	6/6/2024	0
Junio	7/6/2024	45












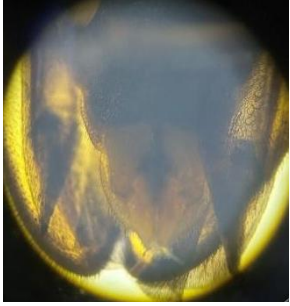




Junio	8/6/2024	50
Junio	9/6/2024	55
Junio	10/6/2024	0
Junio	11/6/2024	0
Junio	12/6/2024	97
Junio	13/6/2024	62
Junio	14/6/2024	0
Junio	15/6/2024	0
Junio	16/6/2024	0
Junio	17/6/2024	54
Junio	18/6/2024	0
Junio	19/6/2024	0
Junio	20/6/2024	0
Junio	21/6/2024	0
Junio	22/6/2024	0
Junio	23/6/2024	0
Junio	24/6/2024	0
Junio	25/6/2024	0
Junio	26/6/2024	0
Junio	27/6/2024	0
Junio	28/6/2024	0
Junio	29/6/2024	0
Junio	30/6/2024	0

**Anexo 8. Laboratorio**



**Anexo 9.** Especímenes colectados. Especie, habitus, vista dorsal, vista ventral y abdomen

Especie	Habitus	Cabeza	Vista ventral	Abdomen
<p><i>Lucidota</i> <i>sp.1</i></p>				
<p><i>Photinus</i> <i>sp.1</i></p>				

<p>Photurinae <i>sp.1</i></p>				
<p><i>Psilocladus</i> <i>sp.1</i></p>				
<p><i>Haplocauda</i> <i>sp.1</i></p>				
<p>Photinini <i>sp.1</i></p>				

Anexo 10. Certificado de traducción del abstract



Universidad  
Nacional  
de Loja

Loja, 18 de febrero 2025

Magister

JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA

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

**C E R T I F I C O:**

Que el documento aquí expuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular titulado: **Composición mensual de la riqueza y abundancia de luciérnagas (Coleoptera: Lampyridae) de la Reserva Madrigal del Podocarpus.**, de autoría de Nayeliss Jamilette Paladines Valle con cédula de ciudadanía 1104823958, 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.



Escaneado electrónicamente 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**

