



Universidad  
Nacional  
de Loja

# Universidad Nacional de Loja

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

**Carrera de Ingeniería Ambiental**

**Colibríes (Apodiformes: Trochilidae) asociados al bosque nublado y páramo del sector Cajanuma del Parque Nacional Podocarpus**

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

**AUTORA:**

Karen Daniela Jiménez Reyes

**DIRECTOR:**

Ing. Christian Alberto Mendoza León, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

## Certificación

Loja, 01 de marzo de 2023

Ing. Christian Alberto Mendoza León *Mg.Sc*

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

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

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Colibríes (Apodiformes: Trochilidae) asociados al bosque nublado y páramo del sector Cajanuma del Parque Nacional Podocarpus**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Ambiental**, de la autoría de la estudiante **Karen Daniela Jiménez Reyes**, con **cédula de identidad Nro. 1150316071**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo su presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Christian Alberto Mendoza León *Mg.Sc*.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Karen Daniela Jiménez Reyes**, 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 Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**



**Cédula de identidad:** 1150316071

**Fecha:** 01 de noviembre de 2023

**Correo electrónico:** [karen.jimenez@unl.edu.ec](mailto:karen.jimenez@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0991166583

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

Yo, **Karen Daniela Jiménez Reyes**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Colibríes (Apodiformes: Trochilidae) asociados al bosque nublado y páramo del sector Cajanuma del Parque Nacional 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 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, al día uno del mes de noviembre de dos mil veinte y tres.

**Firma:**



**Autora:** Karen Daniela Jiménez Reyes

**Cédula:** 1150316071

**Dirección:** La Pradera, Loja

**Correo electrónico:** [karen.jimenez@unl.edu.ec](mailto:karen.jimenez@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0991166583

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Ing. Christian Alberto Mendoza León  
*Mg.Sc*

## **Dedicatoria**

Dedico este Trabajo de Integración Curricular con mucho cariño a mi familia, especialmente a mis padres, Manuel Jiménez (+) y Nelvia Reyes, por ser mi mayor ejemplo de perseverancia; por su cariño, motivación, enseñanzas, esfuerzos y valores transmitidos a lo largo de mi vida. Gracias a ellos, pude formarme y llegar a este momento sin rendirme a pesar de los obstáculos. A mis hermanos, Carlos y Vanessa, por sus consejos, su apoyo incondicional y por estar presentes en cada momento de mi vida, enseñándome que los éxitos se construyen con esfuerzo y dedicación.

*Karen Daniela Jiménez Reyes*

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por darme fortaleza y sabiduría a lo largo de mi formación académica, para lograr culminar mi carrera universitaria.

Expreso un emotivo agradecimiento al Ing. Christian Alberto Mendoza León, *Mg. Sc.*, por su apoyo, paciencia, guía, y por compartirme sus conocimientos y experiencias, que me permitieron elaborar este Trabajo de Integración Curricular.

Al Ing. Vinicio Andrés Escudero Armijos, por el apoyo brindado en el muestreo e identificación de especies, y por su disposición al resolver mis inquietudes.

A la Universidad Nacional de Loja, especialmente a la carrera de Ingeniera Ambiental y a sus docentes, por aportarme aprendizajes teórico-prácticos y por permitirme conocer excelentes personas.

Al Museo de Zoología de la Universidad Nacional de Loja (LOUNAZ), por facilitarme los equipos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

*Karen Daniela Jiménez Reyes*

## Índice de contenidos

<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 tablas:.....	ix
Índice de figuras: .....	x
Índice de anexos: .....	xi
<b>1.    Título.....</b>	<b>1</b>
<b>2.    Resumen .....</b>	<b>2</b>
2.1. Abstract.....	3
<b>3.    Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>4.    Marco Teórico.....</b>	<b>6</b>
4.1. Familia Trochilidae en ecosistemas de bosque nublado y páramo.....	6
4.2. Importancia de la distribución de colibríes según la cobertura vegetal y gradiente de elevación.....	7
4.3. Colibríes como indicadores de calidad ambiental .....	8
4.4. Efectos de las actividades antrópicas sobre la diversidad y distribución de colibríes....	8
<b>5.    Metodología.....</b>	<b>9</b>
5.1. Área de estudio .....	9
5.2. Tipo de investigación .....	11
5.3. Tamaño de la muestra.....	11
5.4. Muestreo de colibríes presentes en las coberturas vegetales establecidas en el sector Cajanuma.....	12
5.5. Cuantificación de riqueza y abundancia de colibríes en las coberturas vegetales seleccionadas en el sector Cajanuma.....	12

5.5.1.	<i>Riqueza</i> .....	12
5.5.2.	<i>Curvas de rarefacción/ extrapolación</i> .....	13
5.5.3.	<i>Abundancia</i> .....	13
5.6.	Recambio de especies y grado de similitud.....	13
5.7.	Especies indicadoras de calidad de hábitat .....	14
<b>6.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>16</b>
6.1.	Análisis de la riqueza y abundancia de colibríes en los tres tipos de cobertura vegetal establecidos en el sector Cajanuma .....	16
6.2.	Cuantificación del porcentaje de recambio y grado de similitud de colibríes en las coberturas vegetales establecidas en el sector Cajanuma.....	21
6.3.	Identificación de especies de colibríes indicadoras de calidad de hábitat en las coberturas seleccionadas en el sector Cajanuma.....	23
<b>7.</b>	<b>Discusión</b> .....	<b>25</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>29</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>30</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>32</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos</b> .....	<b>42</b>

### **Índice de tablas:**

<b>Tabla 1.</b> Puntos de muestreo seleccionados para el registro de colibríes en el sector Cajanuma, con su respectivo valor de elevación. ....	11
<b>Tabla 2.</b> Riqueza y abundancia de especies de la familia Trochilidae registrada en el sector Cajanuma durante todo el muestreo.....	16
<b>Tabla 3.</b> Valores de IndVal en porcentaje para las 13 especies de colibríes encontradas en las coberturas vegetales de BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo en el sector Cajanuma. ....	24

## Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> Ubicación del área de estudio en el sector Cajanuma del PNP en el cantón Loja. Izquierda: ubicación de los 17 puntos de conteo estudiados en el sector Cajanuma, establecidos en las coberturas vegetales de: Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes y Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (coberturas pertenecientes al Bosque Nublado) y Páramo arbustivo y herbáceo. ....	10
<b>Figura 2.</b> Riqueza de colibríes (Apodiformes: Trochilidae) por punto de conteo en el BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo en el sector Cajanuma. ....	17
<b>Figura 3.</b> Abundancia de colibríes (Apodiformes: Trochilidae) por punto de conteo en el BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo en el sector Cajanuma. ....	18
<b>Figura 4.</b> Abundancia por un día adicional de colibríes por punto de conteo en el BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo en el sector Cajanuma. ....	19
<b>Figura 5.</b> Curva de rarefacción/extrapolación de especies para los colibríes (Apodiformes: Trochilidae) de toda el área de estudio en el sector Cajanuma. ....	20
<b>Figura 6.</b> Curva de rarefacción/extrapolación de colibríes (Apodiformes: Trochilidae) por cobertura de la muestra en el sector Cajanuma. ....	21
<b>Figura 7.</b> Representación 2D del escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), con el uso del índice Bray-Curtis, para la comparación de riqueza y abundancia de colibríes entre el BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo en el sector Cajanuma.....	22

**Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Hoja de campo para el registro de colibríes. ....	42
<b>Anexo 2.</b> Riqueza de la familia Trochilidae registrada en el área de estudio. ....	44
<b>Anexo 3.</b> Resultados del análisis de porcentaje de disimilitud SIMPER por cada especie de colibrí registrada, junto con su porcentaje de contribución, en el sector Cajanuma. ....	49
<b>Anexo 4.</b> Certificación de traducción del resumen (Abstract).....	50

## **1. Título**

Colibríes (Apodiformes: Trochilidae) asociados al bosque nublado y páramo del sector  
Cajanuma del Parque Nacional Podocarpus

## 2. Resumen

Las investigaciones de distribución de aves en gradientes de elevación permiten evaluar cambios en la riqueza y abundancia de comunidades de aves, permitiendo monitorear variables y factores que influyen sobre su presencia en los ecosistemas. Esta investigación describe la riqueza y abundancia de colibríes en las coberturas vegetales de BsMn02, BsAn02 (pertenecientes al Bosque Nublado del sector Cajanuma) y Páramo arbustivo y herbáceo, a lo largo de una cima de montaña en el sector Cajanuma. Para analizar los cambios en la composición de colibríes, se establecieron 17 puntos de conteo, separados por una distancia mínima de 150 metros, en un rango desde 2 785,5 hasta los 3 365,1 m s.n.m. Se realizaron curvas de rarefacción/interpolación para comparar la riqueza y abundancia de colibríes. Se utilizaron análisis multivariados para determinar la similitud de las comunidades de colibríes; y se realizó un análisis SIMPER para identificar las especies influyentes en la composición comunitaria. Para identificar especies indicadores o detectoras, se utilizó el método IndVal. Como resultados, *Coeligena lutetiae* presentó mayor abundancia durante el muestreo. El nMDS y ANOSIM indicaron que existe un grado de similitud en la composición y estructura comunitaria las especies de colibríes de las coberturas vegetales. El SIMPER indicó que *Coeligena iris*, *Coeligena lutetiae*, *Eriocnemis luciani*, *Heliangelus amethysticollis*, *Heliangelus micraster* y *Metallura williami* son las taxa que muestran diferencias en las distintas coberturas. Se identificaron como especies indicadoras a *Heliangelus micraster*, *Coeligena iris*, *Eriocnemis luciani*, *Heliangelus amethysticollis*, *Metallura williami* y *Coeligena lutetiae*. Los análisis sugieren que la mayor diversidad de colibríes en el área de Cajanuma está en el BsMn02 y BsAn02 (Bosque Nublado).

**Palabras clave:** riqueza, abundancia, nMDS, ANOSIM, SIMPER, IndVal

## 2.1. Abstract

Research on birds distribution along elevation gradients allows us to evaluate changes in the richness and abundance of birds communities, allowing us to monitor variables and factors that influence their presence in ecosystems. This research describes the richness and abundance of hummingbirds in the vegetation covers of BsMn02, BsAn02 (belonging to the Cloud Forest of the Cajanuma sector) and shrubby and herbaceous paramo, along a mountain peak in the Cajanuma sector. To analyze changes in the composition of hummingbirds, 17 counting points were established, separated by a minimum distance of 150 meters, in a range from 2,785.5 to 3,365.1 m a.s.l. Rarefaction/interpolation curves were made to compare hummingbird richness and abundance. Multivariate analyzes were used to determine the similarity of hummingbird communities; and a SIMPER analysis was carried out to identify the species influential in the community composition. To identify indicator or detector species, the IndVal method was used. As results, *Coeligena lutetiae* presented greater abundance during sampling. The nMDS and ANOSIM indicated that there is a degree of similarity in the composition and community structure of hummingbird species in vegetation covers. SIMPER indicated that *Coeligena iris*, *Coeligena lutetiae*, *Eriocnemis luciani*, *Heliangelus amethysticollis*, *Heliangelus micraster* and *Metallura williami* are the taxa that show differences in the different coverages. *Heliangelus micraster*, *Coeligena iris*, *Eriocnemis luciani*, *Heliangelus amethysticollis*, *Metallura williami* and *Coeligena lutetiae* were identified as indicator species. The analyzes suggest that the greatest diversity of hummingbirds in the Cajanuma area is in BsMn02 and BsAn02 (Cloud Forest).

**Keywords:** richness, abundance, nMDS, ANOSIM, SIMPER, IndVal

### 3. Introducción

Los ecosistemas de bosque nublado y páramo del sur del Ecuador representan áreas biológicamente diversas y de alto endemismo (Busmann, 2005), que se han visto afectados por actividades antrópicas como deforestación, incendios forestales, cambios de uso del suelo, incremento de asentamientos humanos, uso inadecuado de recursos naturales y una variación de las condiciones ambientales en el paisaje generada por el cambio climático (CC) (Doornbos, 2015).

Estos ecosistemas se caracterizan por su alto contenido de humedad (Hofstede et al., 2003) y por brindar servicios ecosistémicos, entre ellos su excepcional capacidad de regulación hídrica, captación de carbono y conservación de la biodiversidad (Buytaert et al., 2006). El efecto de las actividades humanas tiene un impacto directo y podría llegar a ser irreversible, debido a que estos sitios tienen una lenta sucesión natural luego de perturbaciones y que por efecto del CC la restauración es aún más lenta (Janzen, 1973). En estos lugares el rápido CC que se ha registrado en los últimos años ha provocado alteraciones en la biodiversidad y en la distribución y abundancia de las especies (Delgado y Suárez-Duque, 2009).

Los páramos son los ecosistemas de alta montaña que se encuentran en las mayores elevaciones y están densamente enlazados con los bosques nublados (Yáñez, 2009). En estos ecosistemas se pueden encontrar especies que se han adaptado a condiciones extremas para sobrevivir, como las bajas temperaturas en la noche, alta irradiación en el día, frecuencia de niebla, alta humedad y baja presión atmosférica (Mena-Vásquez et al., 2001). A pesar de la función ecológica y económica que cumplen estos ecosistemas, el interés científico que han recibido es insuficiente, posiblemente por el difícil acceso que tienen o por la capacidad de los animales para desplazarse dentro de los mismos (Busmann, 2005). Por lo que, los estudios en estas zonas acerca de fauna son limitados (Morales-Betancourt y Estévez-Varón, 2006).

El CC tiende a alterar la distribución y abundancia de especies, cambia la dinámica y patrones de ecosistemas, así como sus servicios ecosistémicos, lo que se traduce en la pérdida acelerada de flora y fauna (Hughes, 2000). Además, modifica los rangos de distribución de elevación de las aves, obligándolas a ocupar elevaciones diferentes a su distribución natural o a su vez puede exceder su habilidad de migrar o adaptarse a nuevas condiciones ambientales (Guitérrez y Trejo, 2014).

Los colibríes son un grupo de aves polinizadoras que suelen habitar en ecosistemas tropicales y que, además de su rol en la polinización, actúan como importantes indicadores de

la perturbación de la vegetación (Medina-Van Berkum et al., 2016). Se ha evidenciado que su abundancia está relacionada con la cobertura de árboles y con los niveles de sucesión (Navarro Alberto et al., 2015), sugiriendo así que la destrucción, fragmentación de hábitats y CC puede afectar sus patrones de vuelo y forrajeo (Medina-Van Berkum et al., 2016).

Los bosques nublados y páramos son conocidos por albergar una gran diversidad de colibríes, junto con una amplia variedad de angiospermas (Partida Lara et al., 2012), que se han adaptado a los climas fríos y alturas elevadas, convirtiéndose en una fuente fundamental de alimentación para los colibríes (Almazán-Núñez et al., 2016). El Parque Nacional Podocarpus (PNP) forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP) y está destinado a la conservación de la diversidad biológica (Ordóñez-Delgado et al., 2019). En donde, en las áreas con mayor elevación, se puede encontrar el bosque nublado y páramo, en específico el sector Cajanuma (Ordóñez-Delgado et al., 2019). Aunque este sector es un área que ha recibido pocas presiones antrópicas, es de conocimiento general que los ecosistemas distribuidos a mayor elevación en la actualidad se enfrentan al rápido efecto de CC que amenaza con destruir este tipo de ecosistemas (Urgiles-Gómez et al., 2015).

En los ecosistemas del nudo de Cajanuma, la diversidad está relacionada con las variaciones de temperatura, su rango de elevación y precipitaciones (Urgiles-Gómez et al., 2015). En este sitio se concentran abundantes especies de aves (Aguirre-Mendoza et al., 2017), las cuales son uno de los grupos de fauna que presentan una respuesta rápida al CC (Crick, 2004), siendo muy usadas para evaluar los efectos que ocasionan los cambios de los patrones de temperatura y precipitación en la calidad de hábitat y permiten monitorizar el efecto del CC en ecosistemas naturales o con intervención humana (Feria et al., 2013).

En bosques nublados y páramos, la manera en cómo se distribuyen en términos de elevación los colibríes, la forma en cómo pueden ser afectados en función al CC u otros factores (Reverter et al., 2019), y de qué manera estos factores repercuten en su abundancia y recambio a distintos gradientes de elevación, ha sido poco estudiada (Elton, 2015). Esto resalta la importancia del estudio de colibríes en estos ecosistemas, debido a la importante función que tienen en este tipo de hábitats, además que están relacionadas con la polinización eficiente de una gran cantidad de plantas (Morales-Betancourt y Estévez-Varón, 2006) y que, al ser sensibles a los cambios ambientales sirven como indicadores de la calidad de mismos (Verweij, 1995).

En base a lo expuesto, en el presente estudio se dio contestación a la siguiente interrogante ¿Cómo varía la riqueza y abundancia de la familia Trochilidae en el Bosque Nublado y Páramo arbustivo y herbáceo del sector Cajanuma? Recalcando que estas coberturas vegetales se ubican en distintos rangos de elevación, por lo que pueden presentar algunos factores independientes al CC que pueden incidir en la distribución de las aves en relación con la elevación, como factores biogeográficos, fisiológicos y ecológicos; y los límites que presentan las aves ante distintos factores ambientales (Maciel-Mata et al., 2015).

Para ello, se planteó el objetivo general de evaluar los cambios que ocurren en la riqueza y abundancia de los colibríes (Apodiformes: Trochilidae) entre el Bosque Nublado y Páramo del sector Cajanuma del PNP y los objetivos específicos fueron: i) Analizar la riqueza y abundancia de colibríes (Apodiformes: Trochilidae) en el Bosque Nublado y Páramo arbustivo y herbáceo del sector Cajanuma del PNP, ii) Cuantificar el porcentaje de recambio de especies y el grado de similitud de colibríes (Apodiformes: Trochilidae) entre el Bosque Nublado y Páramo arbustivo y herbáceo del sector Cajanuma del PNP y iii) Identificar especies de colibríes indicadoras de calidad de hábitat en el Bosque Nublado y Páramo arbustivo y herbáceo del sector Cajanuma del PNP.

## **4. Marco Teórico**

### **4.1. Familia Trochilidae en ecosistemas de bosque nublado y páramo**

Ecuador, a pesar de su pequeño tamaño territorial alberga una cantidad extraordinaria de biodiversidad (Aguirre-Mendoza et al., 2017). Considerándose uno de los 17 países megadiversos del mundo, en donde las aves son el grupo de fauna más conocido con 1 656 especies (17,1 % del total de aves en el mundo) (Cartay, 2020). En cuanto a la familia Trochilidae del orden Apodiformes en el país se pueden encontrar 132 especies (Peña-Restrepo y Peña-Monroy, 2020). Mientras que, en el Parque Nacional Podocarpus se registran más de 560 especies de aves, lo que representa aproximadamente el 6 % de todas las especies del mundo. De este total de especies encontradas en el parque, 61 son colibríes (Andrade y Flores, 1996). En Cajanuma se registran alrededor de 212 especies de aves, de las cuales 20 especies son colibríes (Andrade y Flores, 1996).

Los colibríes se encuentran entre las aves más pequeñas del mundo, son nectarívoros que actúan como eficientes polinizadores del Neotrópico al transportar gametos entre las flores (Rodríguez-Flores et al., 2019). El néctar de las flores del cual se alimentan les brinda un alto

porcentaje de azúcares que les permite satisfacer su rápido metabolismo (Peña-Restrepo y Peña-Monroy, 2020). Estas aves pueden volar hacia adelante, atrás, arriba, abajo o permanecer estáticos (vuelo suspendido), este último exige un gran gasto energético a gran altura, debido a la reducción en la densidad del aire y a la poca disponibilidad de oxígeno en elevaciones altas (Altshuler et al., 2004). Sin embargo, son numerosas en las grandes alturas de América (Almazán-Núñez et al., 2016).

Se han registrado colibríes en los altos Andes hasta los 5 200 m s.n.m. (Ridgely y Cooper, 2011), debido a que poseen características singulares que los hacen únicos y que les han permitido adaptarse a las condiciones ambientales y sobrevivir a las bajas temperaturas que caracterizan a estos ecosistemas (Krüger et al., 1982). Las especies más pequeñas, pueden alcanzar hasta 200 aleteos por segundo y, para lograr mantener esta actividad, sus corazones pueden llegar a los 1 200 latidos por minuto, por lo que su alimentación diaria debe ser de al menos la mitad de su peso corporal (Ridgely y Cooper, 2011).

Los colibríes presentan temperaturas corporales cercanas a los 40 °C, que son unas de las más altas entre los animales endotermos (sangre caliente). En las noches regulan su presupuesto energético mediante un mecanismo llamado torpor (McWhorter y Lopez-Calleja, 2000). Este mecanismo es usado al estar expuestos a climas extremos o recursos limitados en el cual su temperatura corporal puede bajar hasta los 7 °C, y su consumo de oxígeno se reduce para ahorrar energía, disminuyendo sus palpitations de 1 200 a 30 veces por minuto y su respiración de 400 a una o dos veces por minuto (Córdava y Urgilés, 2017). No obstante, en esta inactividad se encuentran indefensos y expuestos a la depredación (Powers et al., 2003).

Los bosques nublados y páramos son usados por una gran cantidad de fauna silvestre, ocupando numerosas áreas protegidas del país. En donde una de las familias de aves más abundante e importante es Trochilidae, que con su importante papel polinizador aporta al bienestar de estos ecosistemas y contribuye a que los mismos puedan proveer sus servicios ecosistémicos, como la regulación hídrica, producción de agua potable (Camacho, 2014), control de la erosión, capacidad de almacenamiento y retención de carbono, entre otros (Curiel Yuste et al., 2017).

#### **4.2. Importancia de la distribución de colibríes según la cobertura vegetal y gradiente de elevación**

La distribución de especies se entiende como el área en que una especie está presente, se desarrolla e interactúa con el ecosistema de manera permanente (Maciel-Mata et al., 2015).

En las aves hay algunos parámetros morfológicos como el tamaño, masa corporal, forma de las alas, frecuencia de aleteo y amplitud de movimiento del ala que pueden influir en la distribución de especies a lo largo de los gradientes de elevación (Altshuler et al., 2004). Además, el que una especie esté presente o ausente en un determinado espacio geográfico depende de parámetros biogeográficos, fisiológicos, ecológicos y de la tolerancia ambiental que tengan las especies a los distintos factores ambientales (Maciel-Mata et al., 2015).

La diversidad en la riqueza y abundancia de aves a lo largo de gradientes de elevación puede presentar un declive conforme aumenta la elevación, causando un recambio en la composición de especies (Martínez y Rechberger, 2007) o también se puede presentar un patrón en forma de joroba, es decir que aumente la riqueza y abundancia de especies en los extremos del gradiente (Kattan y Franco, 2004).

Conocer la distribución de colibríes en diferentes tipos de coberturas vegetales es fundamental en la toma de acciones para su conservación. Su distribución permite determinar las condiciones ambientales en que se puede establecer la especie, ya que ésta solo estará presente en sitios donde pueda obtener los recursos y encuentre las condiciones necesarias para vivir (Ortiz-Pulido y Díaz, 2001).

#### **4.3. Colibríes como indicadores de calidad ambiental**

Los colibríes desde hace tiempo, han sido considerados como especies bandera, es decir, que atraen la atención de la sociedad y facilitan el entendimiento de los problemas de conservación (Sánchez Jasso y Cebrián Abellán, 2015). Por su pequeño tamaño son sensibles al estrés energético y ambiental, y actúan como indicadores potenciales de la calidad de un determinado ecosistema (Leemans y Eickhout, 2004).

Las áreas protegidas son uno de los medios más importantes para la conservación y supervivencia de especies; sin embargo, su eficacia se ve afectada y reducida por los efectos del cambio climático, dando como resultado la pérdida y recambio de especies, por lo que las investigaciones sobre especies indicadores de calidad ambiental resultan importantes para preservar estas áreas (Virkkala et al., 2013).

#### **4.4. Efectos de las actividades antrópicas sobre la diversidad y distribución de colibríes**

Los ecosistemas están siendo afectados por perturbaciones del cambio global en curso, incluido el cambio climático y pérdida de hábitat; que han traído como consecuencia la extinción local y global de especies, alteración de servicios ecosistémicos y cambios en el funcionamiento y composición de las comunidades (Magrach et al., 2020).

El tiempo y el clima están directamente relacionados con la diversidad de las especies, el cambio climático influye en su distribución y en los procesos de los ecosistemas (Leemans y Eickhout, 2004). Cambios en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico, la temperatura o precipitación afectarán el desarrollo de muchos animales, en donde las especies como respuesta a las zonas climáticas cambiantes se moverán hacia arriba o hacia los polos en latitud o a su vez podrían surgir procesos de adaptación ante estos cambios climáticos (Hughes, 2000).

Se ha demostrado a nivel mundial que las aves son sensibles a los efectos del cambio climático, mostrando alteraciones en su distribución en elevación, principalmente en los trópicos donde los gradientes de elevación son puntos críticos de diversidad y endemismo. Los cambios en un gradiente de elevación no suelen ser uniformes y pueden variar dependiendo del tamaño corporal, capacidad de dispersión y territorialidad. Es así que se ha notado que las especies cambian su distribución de manera ascendente cuando son pequeñas y menos territoriales, y descendente cuando son especies grandes. Estos cambios se predicen mejor dentro de un contexto local o regional (Neate-Clegg et al., 2021).

Si los colibríes desaparecieran a causa de actividades antrópicas, la dinámica de los ecosistemas cambiaría, se alteraría negativamente la estructura, diversidad y funcionamiento de las comunidades (Martínez del Río, 2011). También, algunas plantas podrían desaparecer como efecto en cascada, por la falta de estos polinizadores (Ceballos y Ortega-Baes, 2011).

## **5. Metodología**

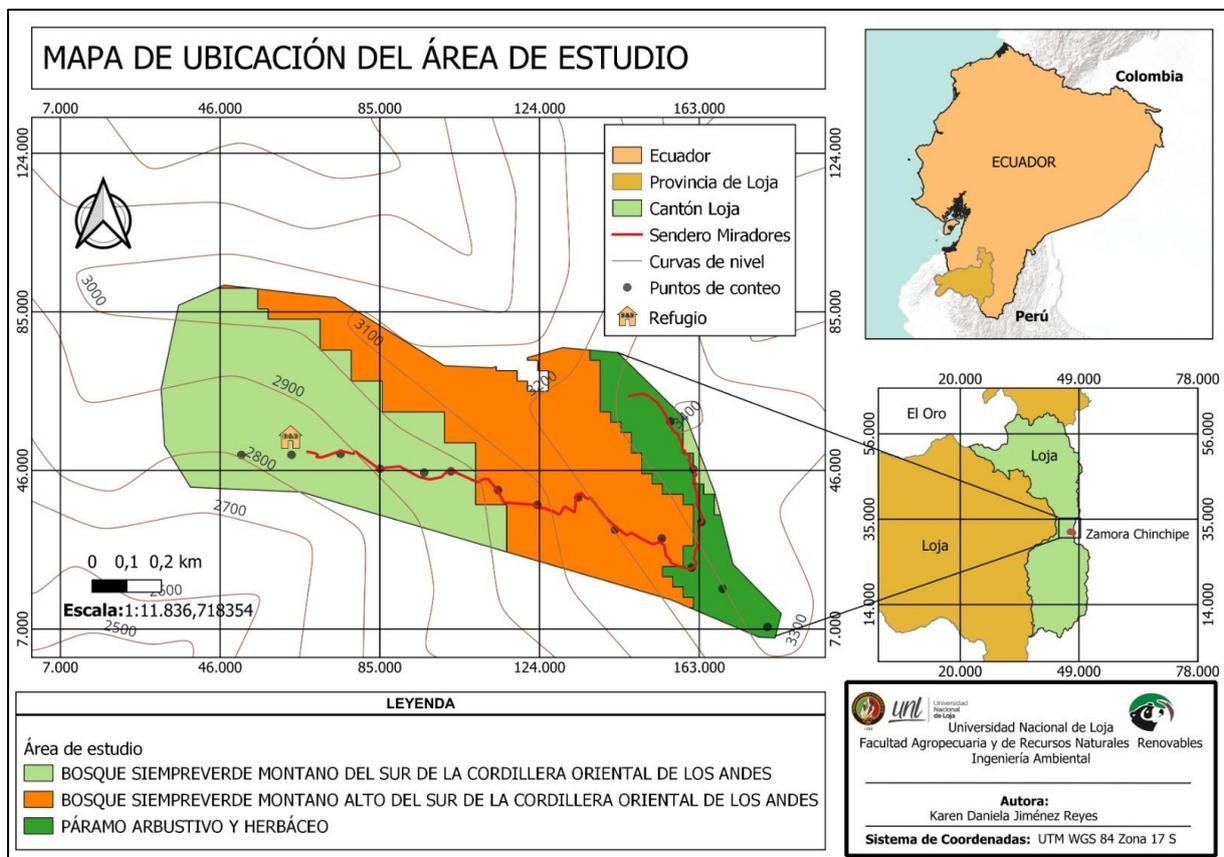
### **5.1. Área de estudio**

El sector Cajanuma se encuentra situado en el límite occidental del Parque Nacional Podocarpus (Ortiz y Mena Vásconez, 2004); en la región montañosa ubicada al sur de la ciudad de Loja, aproximadamente a 30 minutos de la urbe (alrededor de 10 km) (Andrade y Flores, 1996). Posee un área menor a 1 000 ha (Ortiz y Mena Vásconez, 2004) y se encuentra representado por ecosistemas de bosque nublado, páramo y un grupo de lagunas (Andrade y Flores, 1996).

Para obtener una mejor calidad de datos de variables climáticas, se usó el portal web Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas (CHELSA) (<https://chelsa-climate.org/>), obteniendo una precipitación anual de 1180.97 mm y una temperatura media anual de 11.81 °C (Brun et al., 2022; Karger, Lange, et al., 2021; Karger et al., 2020; Karger,

Wilson, et al., 2021). Estos valores de precipitación y temperatura se obtuvieron específicamente para el área de estudio de la presente investigación.

Es importante aclarar que, para la presente investigación, para un mejor análisis y manejo de datos, se tomó en cuenta el Sistema de Clasificación de Ecosistemas Naturales para el Ecuador Continental, establecido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). Por ello, para una mejor comprensión y manejo de datos, el “Bosque Nublado” se dividió en dos coberturas vegetales: Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsMn02) y Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn02) (MAE, 2013). Por otra parte, el “Páramo arbustivo y herbáceo”, se trabajó como una sola cobertura vegetal, sin realizar la clasificación establecida por el MAATE. Teniendo así tres coberturas vegetales: “BsMn02” (punto 1 al 6), “BsAn02” (punto 7 al 11) y “Páramo arbustivo y herbáceo” (punto 12 al 17).



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio en el sector Cajanuma del PNP en el cantón Loja. Izquierda: ubicación de los 17 puntos de conteo estudiados en el sector Cajanuma, establecidos en las coberturas vegetales de: Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes y Bosque

siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (coberturas pertenecientes al Bosque Nublado) y Páramo arbustivo y herbáceo.

**Fuente:** Elaboración propia

## 5.2. Tipo de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo de tipo descriptiva, enfocada en el método deductivo. El diseño de la investigación es estratificado al azar de tipo no experimental.

## 5.3. Tamaño de la muestra

La población que se consideró fueron las aves encontradas en cada tipo de cobertura vegetal seleccionada. Se recolectaron datos en tres coberturas vegetales, mencionadas anteriormente: “BsMn02”, “BsAn02” (ambas pertenecientes al Bosque Nublado) y la cobertura vegetal de “Páramo arbustivo y herbáceo”. Estas coberturas se ubican en un rango de elevación de 2 785,5 a 3 365,1 m s.n.m. Se colocaron 17 puntos de conteo representativos a lo largo las tres coberturas. En la tabla 1 se presenta el número de puntos de conteo por cobertura vegetal y las elevaciones que se consideraron para cada punto de conteo.

**Tabla 1.** Puntos de muestreo seleccionados para el registro de colibríes en el sector Cajanuma, con su respectivo valor de elevación.

<b>Punto</b>	<b>Elevación (m s.n.m)</b>
<b><i>BsMn02</i></b>	
<b>1</b>	2 785,5
<b>2</b>	2 805
<b>3</b>	2 839,9
<b>4</b>	2 866,4
<b>5</b>	2 921,9
<b>6</b>	2 961,9
<b><i>BsAn02</i></b>	
<b>7</b>	3 009,3
<b>8</b>	3 056,9
<b>9</b>	3 120,1
<b>10</b>	3 165,7
<b>11</b>	3 238,4
<b><i>Páramo</i></b>	
<b>12</b>	3 259,6
<b>13</b>	3 280,5
<b>14</b>	3 296
<b>15</b>	3 316
<b>16</b>	3 358,9
<b>17</b>	3 365,1

**Fuente:** Elaboración propia

#### **5.4. Muestreo de colibríes presentes en las coberturas vegetales establecidas en el sector Cajanuma**

Se utilizaron puntos de conteo de radio fijo para el registro de las especies de colibríes y estimación de la riqueza y abundancia. Este es un método estándar ampliamente utilizado para el monitoreo de aves porque permite detectarlas de manera visual y auditiva. En esta técnica, el observador debe ingresar al punto de conteo causando una perturbación mínima para las aves y comenzar a contarlas. Las detecciones de aves se registran en un círculo con radio fijo alrededor del observador (Ralph et al., 1996).

De septiembre hasta diciembre de 2022, en cada tipo de cobertura vegetal se realizaron cuatro muestreos independientes (uno por mes) en horarios de 06h00 a 10h00 y de 16h00 a 18h00. El registro de aves en cada punto de conteo se realizó por un tiempo de 10 minutos, en un radio de 25 m y una distancia entre puntos mínima de 150 m.

En cada período de muestreo se registraron los siguientes datos: especie de colibrí, actividad que realizaba el ave en el momento del avistamiento, tipo de registro, número de individuos, distancia de avistamiento aproximada del ave (m), temperatura (°C), viento, nubes, lluvia (estos tres parámetros se analizaron de forma independiente en una escala del 1 al 4) y otras observaciones. La información fue registrada en la hoja de campo que se diseñó para la investigación, en donde se explica de qué manera se analizó cada parámetro (Anexo 1).

Las observaciones se realizaron con la ayuda de binoculares 8 X 40 mm (este tipo de binoculares amplía 8 veces más la imagen de lo que se puede ver a simple vista y tienen un diámetro de la lente de 40 mm). Se utilizó una grabadora y micrófono unidireccional para grabar los cantos de colibríes que no pudieron ser identificados de manera visual. Para la identificación de las aves se utilizó la Guía de Aves del Ecuador (Ridgely y Greenfield, 2006), la BioWeb (PUCE, 2022) y la aplicación de la plataforma Android Merlin Bird ID (The Cornell Lab., 2022). Para la identificación de los cantos grabados se utilizó Merlin Bird ID y la página web Xenocanto (Xenocanto, 2022).

#### **5.5. Cuantificación de riqueza y abundancia de colibríes en las coberturas vegetales seleccionadas en el sector Cajanuma**

##### ***5.5.1. Riqueza***

Se cuantificó la riqueza de colibríes por cada tipo de cobertura vegetal como el número de especies de colibríes por cada uno de los puntos de conteo.

### 5.5.2. *Curvas de rarefacción/ extrapolación*

Se realizó un análisis de curvas de rarefacción/extrapolación por cobertura de la muestra, utilizando la paquetería iNEXT (Chao y Jost, 2012) para R V4.2.2 (Team Core, 2022), y de esta manera se comparó la riqueza en las distintas coberturas vegetales. Para reforzar la investigación, se realizó una curva de rarefacción/extrapolación para toda el área de estudio y otra curva de rarefacción/extrapolación para las tres coberturas establecidas.

### 5.5.3. *Abundancia*

La abundancia se determinó como el número de individuos de cada especie de colibrí por punto de conteo. Se realizaron gráficas para comparar la abundancia por cada punto de conteo de las especies en los tres tipos de coberturas vegetales establecidos. Para evitar la sobre estimación de la abundancia de colibríes, los muestreos fueron temporalmente independientes (mensualmente).

Adicionalmente, se realizó un conteo de la abundancia en donde se tomaron datos de abundancia de colibríes por un día independiente a los días de muestreo, con la finalidad de corroborar si los datos obtenidos durante el muestreo eran correctos, debido a la movilidad de los colibríes.

## 5.6. **Recambio de especies y grado de similitud**

Para describir el recambio de especies, es decir, el cambio que ocurre en la composición (especies presentes en una comunidad) y estructura (organización, distribución e interacción de las especies entre sí) (Lucio Villacreses et al., 2022) de las comunidades de una unidad de muestreo a lo largo de un gradiente espacial, temporal o ambiental (Calderón-Patrón et al., 2012), se determinó el grado de similitud en los tres tipos de coberturas vegetales. Esto se hizo mostrando de manera gráfica qué tan similares son las comunidades mediante un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS). Este análisis no indica significancia. Para el análisis, se utilizó el índice Bray-Curtis (Ecuación 1) como medida de similitud para condensar la información en una representación gráfica de ordenación 2D. Esta ordenación indica que mientras más cercanos son los puntos, más similares son las muestras.

donde:

$$I_{BC} = 1 - \frac{\Sigma(x_i - y_i)}{\Sigma(x_i + y_i)} \quad [Ec. 1]$$

donde:

$x_i$  = abundancia o densidad de especies  $i$  en un conjunto

$y_i$  = abundancia de especies en el otro conjunto

Para evaluar la significancia estadística de las diferencias entre las coberturas vegetales (BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo) del sector Cajanuma, se utilizó un análisis de similitud (ANOSIM). Este análisis permite evaluar la significación estadística de los grupos obtenidos mediante un análisis de conglomerados. Se utilizaron los datos de abundancia y una permutación de 9999, lo permitió obtener el valor estadístico de R, con un nivel de significancia de  $p < 0,005$ . El intervalo del estadístico “R” que va de 0 a 1, indica que a medida que el valor se acerca más a 1, habrá mayor diferencia entre los grupos analizados y, mientras más se acerca a 0, habrá mayor semejanza entre los grupos (Armijos-Armijos et al., 2022).

Posteriormente, se realizó un análisis de porcentaje de similitud porcentual (SIMPER). Este análisis permite identificar de manera cuantitativa las especies que contribuyen en mayor proporción a identificar similitudes o diferencias entre los grupos (Clarke, 1993). En el análisis SIMPER se realizaron 3 combinaciones con las tres coberturas vegetales establecidas: “BsMn02 – BsAn02”, “BsMn02 – Páramo arbustivo y herbáceo” y “BsAn02 – Páramo arbustivo y herbáceo”. Todos estos análisis se realizaron en el programa PAST (Palaeontological Statistics) v4.0 (Hammer et al., 2001).

### **5.7. Especies indicadoras de calidad de hábitat**

Para identificar las especies de colibríes indicadoras de calidad de hábitat en los tres tipos de cobertura vegetal en el sector Cajanuma, cada punto de conteo se consideró como una unidad muestral. Se realizó una evaluación por el método del valor indicador (IndVal) (Dufrêne y Legendre, 1997) con el paquete indicspecies v1.7.9 (De Cáceres y Legendre, 2009). Este método se basa en el grado de especificidad (exclusividad a un hábitat particular) (Ecuación 2), y el grado de fidelidad (frecuencia de ocurrencia dentro del mismo hábitat) (Ecuación 3), ambos medidos de manera independiente para cada especie y expresados como un porcentaje (Dufrêne y Legendre, 1997) (Ecuación 4).

$$A_{ij} = N_{individuos_{ij}} / N_{individuos_i} \quad [Ec. 2]$$

donde:

$A_{ij}$  = es la medida de especificidad (exclusividad a un hábitat particular)

$N_{individuos_{ij}}$  = número promedio de individuos de la especie  $i$  en todos los sitios del grupo  $j$

$N_{individuos_i}$  = suma de todos los números promedios de individuos de la especie  $i$  en todos los grupos

$$B_{ij} = N_{sitios_{ij}}/N_{sitios_j} \quad [Ec. 3]$$

donde:

$B_{ij}$  = es una medida de fidelidad (frecuencia de ocurrencia dentro del mismo hábitat)

$N_{sitios_{ij}}$  = número de sitios en el grupo  $j$  en donde la especie  $i$  está presente

$N_{sitios_j}$  = número total de sitios en ese grupo

Por lo que, el porcentaje de valor indicador (IndVal) para la especie  $i$  en el grupo  $j$  es:

$$IndVal_{ij} = A_{ij} * B_{ij} * 100 \quad [Ec. 4]$$

Un mayor porcentaje de IndVal indica un mayor valor de especificidad y fidelidad para cada especie y mayor será su ocurrencia en las muestras de un hábitat particular. Las especies con un valor alto obtenido en el método IndVal se consideran mejores “indicadoras” de una buena calidad de hábitat, porque tienen mayor probabilidad de ser detectadas, en contraste con las especies raras (Tejeda-Cruz et al., 2008).

Las especies indicadoras son selectivas en cuanto a un hábitat en particular, por lo que, si son sometidas a otras condiciones o cambios de hábitat, podrían disminuir rápidamente hasta el punto de desaparecer. Lo que quiere decir que, si una especie tiene mayor especificidad y fidelidad a un hábitat el particular, este hábitat cuenta con las condiciones necesarias para que la especie pueda reproducirse y sobrevivir (Tonelli et al., 2017).

Por otra parte, las especies con valores intermedios sirven como especies “detectoras”, es decir, que proveen información de más de un hábitat y al reaccionar de manera visible y ser sensibles a las perturbaciones, pueden dar nociones de la dirección de los cambios en la calidad del hábitat (grado de conservación o grado de perturbación) (Tejeda-Cruz et al., 2008). Dado que estas especies tienen preferencia por diferentes hábitats, los cambios en su abundancia entre los diferentes sitios en que se encuentran, pueden ser indicativos de la dirección en que se está produciendo un cambio (Tonelli et al., 2017).

Entonces, cuanto mayor sea la especificidad y fidelidad de una especie, mayor será su presencia en las muestras de un estado específico. El valor indicador (InVal) varía entre 0 – 100. Las especies que tengan un IndVal igual o mayor a 50 %, con respecto a un hábitat determinado se reconocen como especies indicadoras. Por otra parte, las que están en valores

entre 50 % y 25 % son consideradas como especies detectoras y pueden proporcionar información para más de un hábitat (Tejeda-Cruz et al., 2008).

Una ventaja del método IndVal es que mediante aleatorizaciones puede probar la significancia estadística, ya que proporciona el valor de p para corroborar si el valor observado es o no diferente a lo esperado por azar. Valores de p de 0.050 o menores indican que la asociación de una especie en el lugar donde se encuentre es significativa y que su presencia no es casual. Sin embargo, valores de p mayores a 0.050 indican que la asociación de una especie en el lugar donde se encuentre puede ser el resultado del azar (Martín Regalado, 2019). Los datos obtenidos se analizaron mediante el software de análisis estadístico R V4.2.2 (Team Core, 2022).

## 6. Resultados

### 6.1. Análisis de la riqueza y abundancia de colibríes en los tres tipos de cobertura vegetal establecidos en el sector Cajanuma

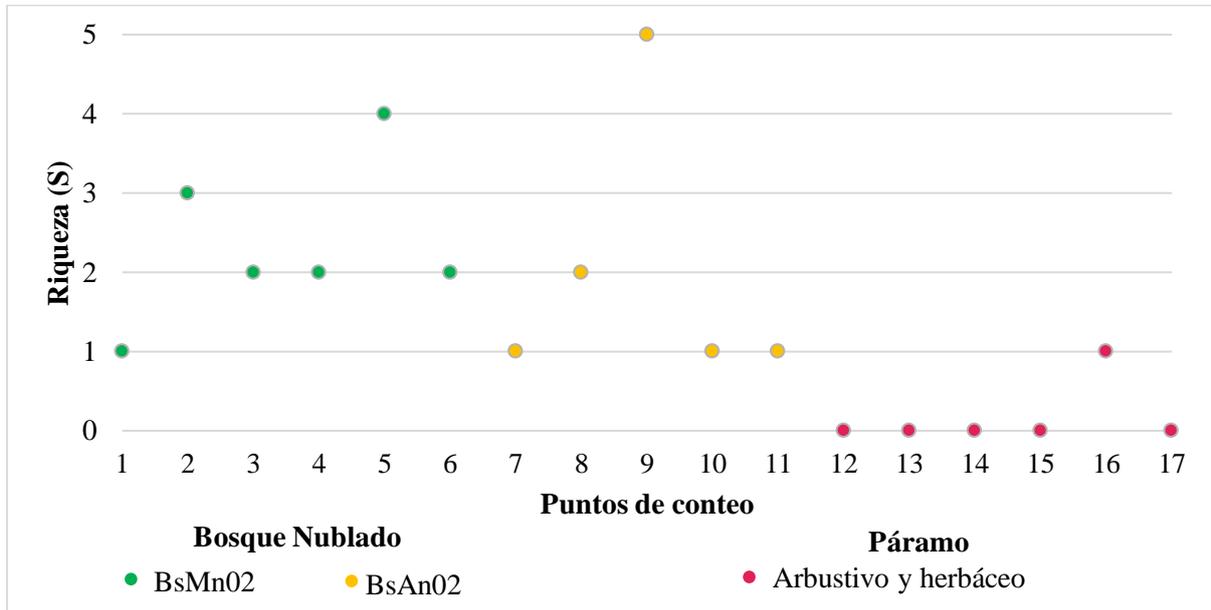
De septiembre hasta diciembre de 2022 en el sector Cajanuma, se registró una abundancia de 35 individuos de la familia Trochilidae, con una riqueza total de 13 especies (Anexo 2). En la tabla 2 se presenta cada especie con el número de individuos registrado, de mayor a menor abundancia.

**Tabla 2.** Riqueza y abundancia de especies de la familia Trochilidae registrada en el sector Cajanuma durante todo el muestreo.

Especie	Número de individuos por especie
<i>Coeligena lutetiae</i> (Delattre y Bourcier, 1846a).	6 individuos
<i>Metallura williami</i> (Delattre y Bourcier, 1846b).	5 individuos
<i>Heliangelus micraster</i> Gould, 1872.	5 individuos
<i>Metallura tyrianthina</i> (Loddiges, 1832).	4 individuos
<i>Heliangelus amethysticollis</i> (d'Orbigny y Lafresnaye, 1838).	3 individuos
<i>Boissonneaua matthewsii</i> (Bourcier, 1847a).	2 individuos
<i>Coeligena iris</i> (Gould, 1853).	2 individuos
<i>Eriocnemis luciani</i> (Bourcier, 1847b).	2 individuos
<i>Heliodoxa leadbeateri</i> (Bourcier, 1843b).	2 individuos
<i>Chaetocercus mulsant</i> (Bourcier, 1843a).	1 individuo
<i>Coeligena torquata</i> (Boissonneau, 1840).	1 individuo
<i>Eriocnemis vestita</i> (R.Lesson, 1839).	1 individuo
<i>Metallura odomae</i> G.R.Graves, 1980.	1 individuo
<b>Total</b>	<b>35 individuos</b>

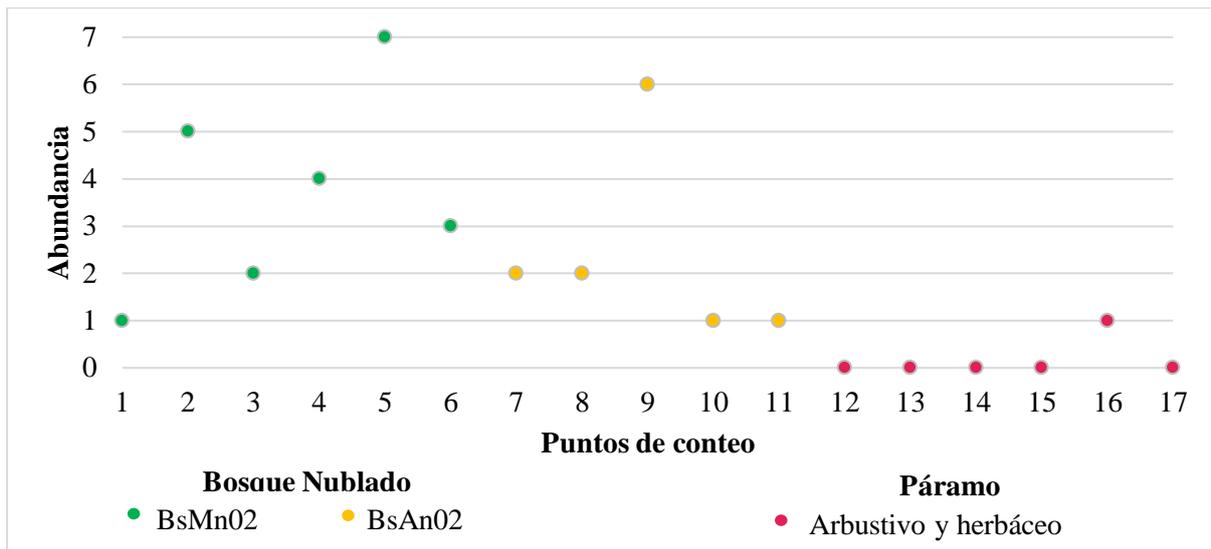
En la figura 2 se puede apreciar que la riqueza de especies identificada por punto de conteo, disminuye conforme aumenta el gradiente de elevación. La mayor cantidad de especies

estuvo concentrada en el Bosque Nublado, en las coberturas vegetales de BsMn02 y BsAn02. En contraste, en la cobertura vegetal de Páramo arbustivo y herbáceo, la riqueza fue baja, encontrándose solo una especie en el punto 16, mientras que en el punto 12, 13, 14, 15, 17 no se encontraron especies. En el punto 9, perteneciente al BsAn02, se presentó la mayor riqueza con cinco especies.



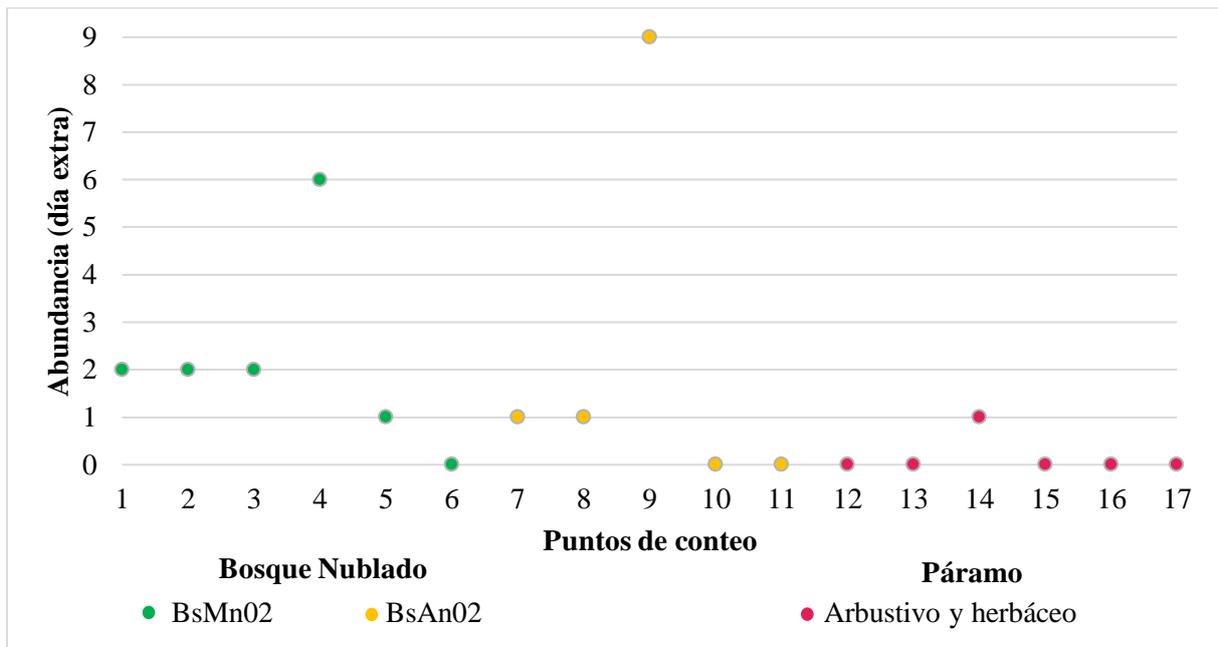
**Figura 2.** Riqueza de colibríes (Apodiformes: Trochilidae) por punto de conteo en el BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo en el sector Cajanuma.

Se contabilizó la abundancia de colibríes por punto de conteo, en donde la mayor abundancia se registró en el punto 5 con siete individuos (BsMn02). La mayor abundancia de colibríes estuvo concentrada en el Bosque Nublado, en las coberturas vegetales de BsMn02 y BsAn02. Por otra parte, en la cobertura vegetal de Páramo arbustivo y herbáceo la abundancia fue baja (solo se registró un individuo en el punto 16) y en el punto 12, 13, 14 y 17 no se encontraron individuos (Figura 3).



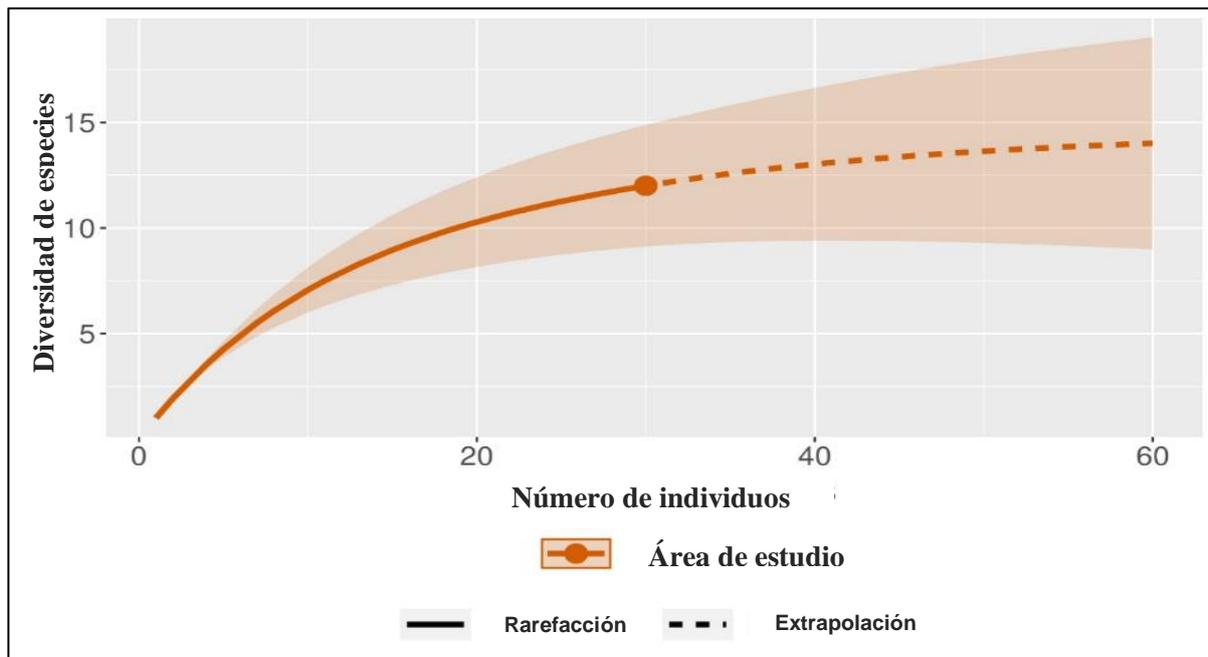
**Figura 3.** Abundancia de colibríes (Apodiformes: Trochilidae) por punto de conteo en el BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo en el sector Cajanuma.

Los datos de abundancia de colibríes que se colectaron por un día independiente al muestreo (con la finalidad de verificar si la abundancia registrada en todos los períodos de muestreo era consecuencia de movimientos diarios de los colibríes), indicaron que la mayor abundancia de colibríes se encuentra concentrada en las coberturas vegetales de BsMn02 y BsAn02. La mayor abundancia se presentó en el punto 9 con nueve individuos (Figura 4). Mientras que, en la cobertura vegetal de Páramo arbustivo y herbáceo, la abundancia sigue siendo muy poca, ya que solo se encontró un individuo en el punto 14, y en los puntos 12, 13, 15, 16 y 17 no se encontraron individuos. Estos datos corroboran que la mayor abundancia de colibríes se encuentra presente en el Bosque Nublado.



**Figura 4.** Abundancia por un día adicional de colibríes por punto de conteo en el BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo en el sector Cajanuma.

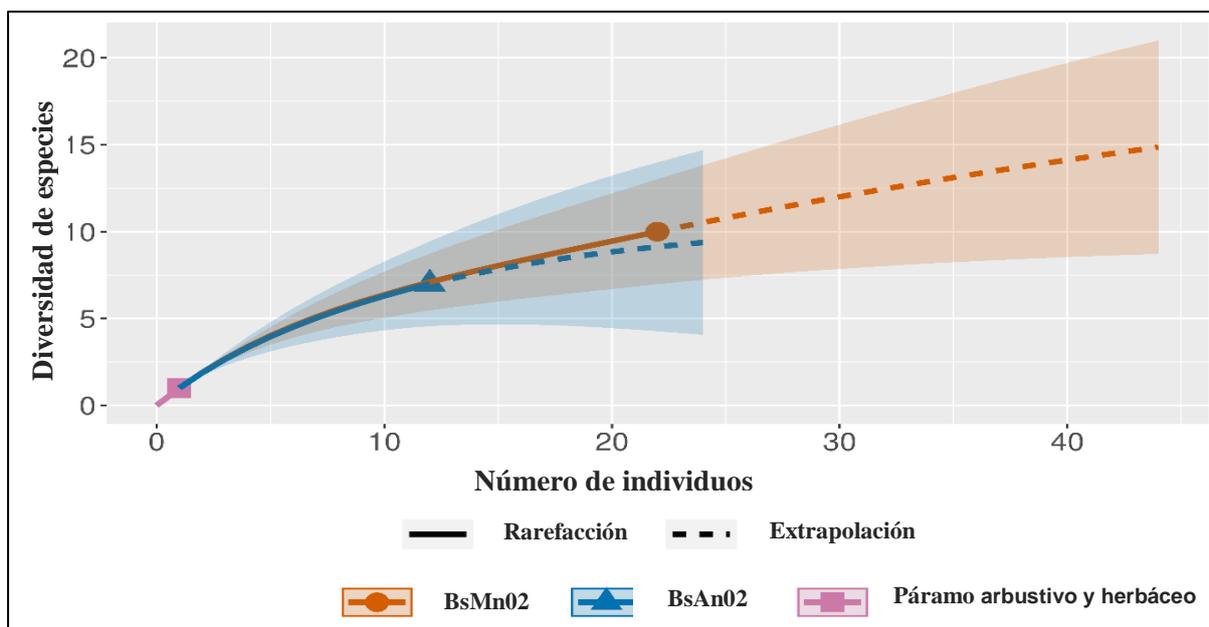
Por otro lado, la curva de rarefacción/extrapolación de toda el área de estudio permite inferir el registro de 12 especies con un total de 30 individuos. A través de la figura se puede extrapolar ese valor, y se observa que, para una riqueza de alrededor de 15 especies se debieron encontrar 60 individuos aproximadamente (Figura 5). Además, se indica que, con la abundancia obtenida, se ha logrado cuantificar el 87 % de las especies (estimador de la cobertura muestral de la muestra de referencia= 0,8732) que se podría esperar registrar en el área estudio.



**Figura 5.** Curva de rarefacción/extrapolación de especies para los colibríes (Apodiformes: Trochilidae) de toda el área de estudio en el sector Cajanuma.

Además, con la curva de rarefacción/extrapolación que se realizó por cobertura de la muestra, se puede inferir que el BsMn02 y BsAn02 representaron la mayor riqueza y abundancia de colibríes. En el BsMn02, la riqueza esperada es de 10 especies y la abundancia de 22 individuos de colibríes. En el BsAn02, la riqueza esperada es de siete especies y la abundancia de 12 individuos. Y, en el Páramo arbustivo y herbáceo la riqueza esperada es de una especie y la abundancia de un individuo. Con ello se puede extrapolar que, para obtener alrededor de 15 especies en toda el área, se debe tener una abundancia de alrededor de 40 individuos de colibríes (Figura 6).

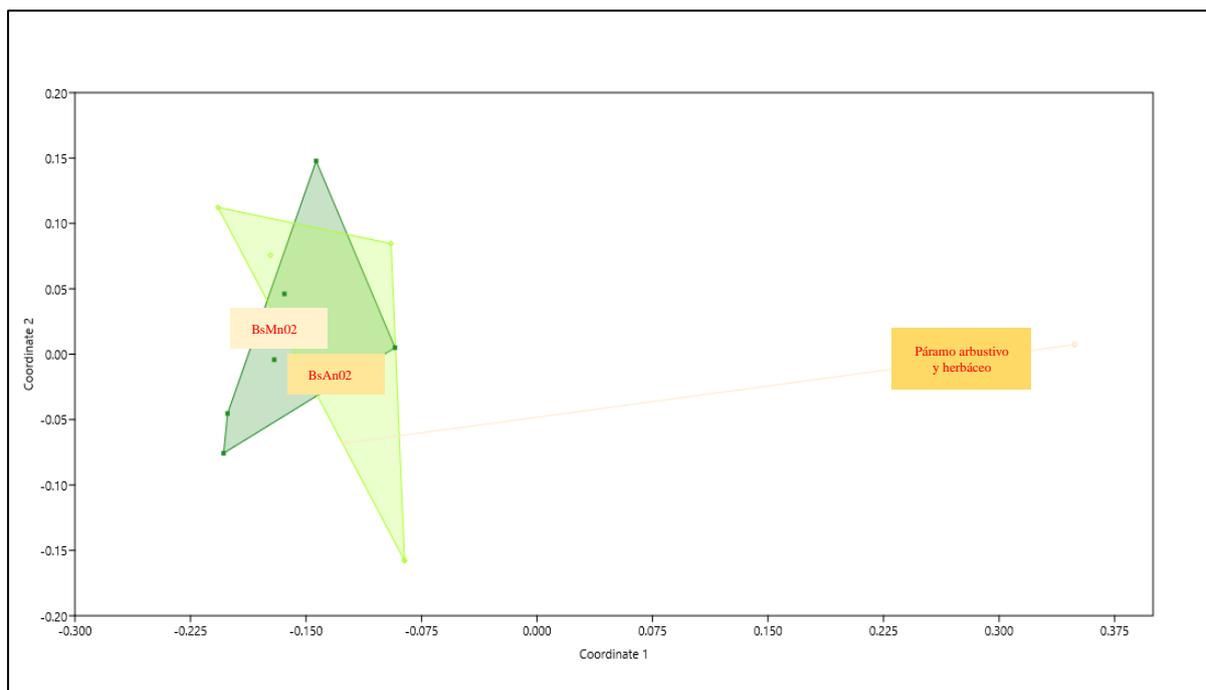
La abundancia obtenida indica que en el BsMn02 se logró una completitud del muestreo del 73 % de especies (estimador de la cobertura muestral de la muestra de referencia= 0,7324), en el BsAn02 el 69 % de especies (estimador de la cobertura muestral de la muestra de referencia= 0,6944) y en el Páramo arbustivo y herbáceo se logró el 100 % de especies (estimador de la cobertura muestral de la muestra de referencia= 1,0000). Estos porcentajes indican el número de especies que se podría esperar en cada cobertura de la muestra, específicamente para el área de estudio de la presente investigación.



**Figura 6.** Curva de rarefacción/extrapolación de colibríes (Apodiformes: Trochilidae) por cobertura de la muestra en el sector Cajanuma.

## 6.2. Cuantificación del porcentaje de recambio y grado de similitud de colibríes en las coberturas vegetales establecidas en el sector Cajanuma

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico nMDS, indicó que la cobertura vegetal de BsMn02 tiene similitud con la cobertura vegetal de BsAn02. Sin embargo, la cobertura vegetal de Páramo arbustivo y herbáceo muestra una baja semejanza en la composición comunitaria de colibríes con las coberturas vegetales de BsMn02 y BsAn02 (Figura 7).



**Figura 7.** Representación 2D del escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), con el uso del índice Bray-Curtis, para la comparación de riqueza y abundancia de colibríes entre el BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo en el sector Cajanuma.

El análisis de similitud (ANOSIM) muestra poca disimilitud, es decir que las comunidades analizadas son similares ( $R=0,1935$ ) (cercano a 0) y mostró que la composición fue significativamente similar entre las comunidades de Trochilidae en todas las coberturas vegetales analizadas ( $p =0,0032$ ).

Estos resultados fueron complementados con el análisis SIMPER realizado para las 13 especies de colibríes entre el BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo (Anexo 3), el cual permitió identificar los taxa que influyen en mayor medida en la composición comunitaria.

En la combinación de “BsMn02 – BsAn02”, las especies con mayores porcentajes en el análisis SIMPER y que representan mayores contribuciones a la variabilidad total entre las muestras analizadas son: *Heliangelus micraster* con un 15,32 %; *Metallura williami* con un 13,7 % y *Coeligena lutetiae* con 13,51 %. Por lo tanto, estas especies son las que contribuyen en mayor porcentaje a la variabilidad de las muestras analizadas.

Para la combinación de “BsMn02 – Páramo arbustivo y herbáceo”, las especies con mayores porcentajes en el análisis SIMPER y que representan mayores contribuciones a la variabilidad total entre las muestras analizadas son: *Heliangelus micraster* con un 23,34 %,

*Heliangelus amethysticollis* con un 20,08 % y *Coeligena lutetiae* con 16,86 %. Estas especies aportan en mayor porcentaje a la variabilidad de las muestras analizadas.

Finalmente, para la combinación de “BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo”, las especies con mayores porcentajes en el análisis SIMPER y que representan mayores contribuciones a la variabilidad total entre las muestras analizadas son: *Coeligena iris* con un 36,67 %, *Metallura williami* con 25,4 % y *Eriocnemis luciani* con 12,7 %. De tal manera que, estas especies aportan en mayor porcentaje a la variabilidad de las muestras analizadas.

### **6.3. Identificación de especies de colibríes indicadoras de calidad de hábitat en las coberturas seleccionadas en el sector Cajanuma**

Los valores obtenidos con el método IndVal en R mediante el paquete indicpecies (De Cáceres y Legendre, 2009) (Tabla 3) mostraron que, *Heliangelus micraster* (BsMn02), *Coeligena iris* (BsAn02), *Eriocnemis luciani* (BsAn02), *Heliangelus amethysticollis* (BsMn02), *Metallura williami* (BsMn02 y BsAn02) y *Coeligena lutetiae* (BsMn02 y BsAn02), son especies indicadoras de alta calidad de hábitat, debido a que presentan porcentajes mayores a 50 %. Es decir que presentan mayor probabilidad de ser detectadas.

Por otra parte, *Eriocnemis vestita* (BsAn02), *Heliodoxa leadbeateri* (BsMn02 y BsAn02), *Metallura tyrianthina* (BsMn02, BsAn02), *Boissonneaua matthewsii* (BsMn02 y Páramo arbustivo y herbáceo), *Chaetocercus mulsant* (BsMn02), *Coeligena torquata* (BsMn02), *Metallura odomae* (BsMn02) presentaron valores que se encuentran dentro del rango de (25-50 %). Lo que significa que son especies detectoras o exclusivas, es decir que pueden proporcionar información sobre más de un hábitat y sugerir que estén ocurriendo cambios o perturbaciones que estén afectando la buena calidad del mismo. En resumen, las especies de la tabla 3 que presentan porcentajes mayores a 50 % (especies indicadoras), sugieren que el hábitat es de buena calidad y que estas especies están adaptadas adecuadamente a las condiciones presentes en este sitio. Sin embargo, las especies de colibríes que tienen un rango de 25-50 % (especies detectoras), sugieren una relación menos estrecha o definida de las especies a las condiciones del hábitat en que se encuentran.

Los valores de p obtenidos en el método IndVal indicaron que *Heliangelus micraster* es la especie con mejor significancia estadística  $p= 0,050$  (5 %), esto indica que la presencia de esta especie en el BsMn02 no es casual y que tiene una asociación significativamente estadística

con el hábitat en donde se encuentra. *Coeligena iris* ( $p= 0,060$ ) y *Eriocnemis luciani* ( $p= 0,055$ ), presentan un valor de  $p$  ligeramente mayor al umbral, esto sugiere que la asociación de estas especies al BsAn02, es estadísticamente significativa, aunque no de manera muy fuerte. En cambio, las demás especies con valores de  $p$  más altos, indican que la asociación entre la especie y la cobertura vegetal en la que se encuentra, no es estadísticamente significativa y que puede ser el resultado del azar.

**Tabla 3.** Valores de IndVal en porcentaje para las 13 especies de colibríes encontradas en las coberturas vegetales de BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo en el sector Cajanuma.

Especies	Bosque Nublado		Páramo (herbáceo y arbustivo)	IndVal (%)	Valor p
	BsMn02	BsAn02			
<i>Boissonneaua matthewsii</i>	1	0	1	40,82	1,000
<i>Chaetocercus mulsant</i>	1	0	0	40,82	1,000
<i>Coeligena iris</i>	0	1	0	63,25	0,060
<i>Coeligena lutetiae</i>	1	1	0	52,22	0,550
<i>Coeligena torquata</i>	1	0	0	40,82	1,000
<i>Eriocnemis luciani</i>	0	1	0	63,25	0,055
<i>Eriocnemis vestita</i>	0	1	0	44,72	0,285
<i>Heliangelus amethysticollis</i>	1	0	0	57,74	0,315
<i>Heliangelus micraster</i>	1	0	0	70,71	0,050
<i>Heliodoxa leadbeateri</i>	1	1	0	42,64	0,730
<i>Metallura odomae</i>	1	0	0	40,82	1,000
<i>Metallura tyrianthina</i>	1	1	0	42,64	0,685
<i>Metallura williami</i>	1	1	0	57,54	0,100

Nota. Los valores de 0-1, significan la presencia o ausencia de la especie en la cobertura vegetal analizada (0= ausencia; 1= presencia).

## 7. Discusión

Los gradientes de elevación son eficientes para comprender la distribución y abundancia de especies en gradientes montañosos, en donde la elevación es uno de los factores más utilizados por su fácil medición, aunque con él están relacionados otros factores ambientales (Lookingbill y Urban, 2005). Algunas investigaciones sugieren que la riqueza de especies puede comportarse de acuerdo a cuatro patrones: 1) disminución gradual o monotónica de la riqueza con el aumento del gradiente de elevación; 2) riqueza máxima y constante en partes bajas que disminuye monotónicamente con la elevación, es decir mayor riqueza en bajas elevaciones; 3) riqueza alta en elevaciones bajas, con incremento en elevaciones intermedias y que disminuye monotónicamente con la elevación; 4) riqueza máxima en elevaciones intermedias que disminuye en las partes bajas y altas (McCain, 2009; Rahbek, 1995).

Durante el estudio realizado se pudo registrar 13 de las 20 especies de colibríes registradas en el sector Cajanuma por Andrade y Flores (1996). Es importante destacar que *Coeligena lutetiae* fue la especie de colibrí más frecuentemente observada y con mayor abundancia a lo largo del muestreo (6 individuos). Esta especie se encuentra clasificada como Preocupación menor (LC) (IUCN, 2016). *Coeligena lutetiae* según registros, se puede encontrar en un rango de elevación de 2 700 a 3 700 m s.n.m. (Freile y Restall, 2018) y, en el Parque Nacional Podocarpus se ha registrado en un rango más abajo (2 450-3 500 m s.n.m.) (Ridgely y Greenfield, 2001). Se considera a esta especie de colibrí importante dentro del BsMn02, BsAn02 y Páramo arbustivo y herbáceo del sector Cajanuma, se sospecha que sus poblaciones están en declive debido a la pérdida de bosques y páramos según el Libro Rojo de la IUCN (2016), siendo necesarias acciones para la conservación de sus poblaciones y su hábitat.

Los resultados indican que la riqueza y abundancia de colibríes es más alta en las dos coberturas vegetales de Bosque Nublado (BsMn02 y BsAn02), a elevaciones medias a escala local (entre 2 785,5 y 3 238,4 m s.n.m.) y más baja en el Páramo herbáceo y arbustivo a elevaciones de 3 259,6 a 3 365,1 m s.n.m. Por otra parte, al analizar la riqueza y abundancia de colibríes por punto de conteo en el día independiente al muestreo, se pudo corroborar y reafirmar que hay mayor diversidad de colibríes en las coberturas vegetales de BsMn02 y BsAn02, en comparación con la cobertura vegetal de Páramo arbustivo y herbáceo. Por lo tanto, los registros de colibríes en el sector Cajanuma del PNP sugieren que hay mayor diversidad de colibríes en las cotas más bajas, disminuyendo la diversidad de colibríes conforme aumenta el gradiente de elevación.

La disminución de las aves con el aumento de la elevación es un patrón ampliamente conocido en ecosistemas montañosos (Blake y Loiselle, 2000). El gradiente estudiado en el sector Cajanuma “mayor riqueza en elevaciones bajas”, tiene un patrón similar al que se ha encontrado en estudios anteriores como, por ejemplo, el realizado por Loera-Casillas et al. (2022), quienes analizaron la composición, diversidad y distribución de la avifauna a lo largo de un gradiente de elevación, concluyendo que había mayor riqueza y abundancia en cotas más bajas con menor elevación. En otros estudios, la riqueza de especies cambió a lo largo del gradiente; es decir, fue alta en partes bajas y alcanzó su máximo valor en la parte media y disminuyó monótonicamente con la elevación (Jaime-Escalante et al., 2016).

Se ha evidenciado que las especies no responden directamente al gradiente de elevación, sino que hay variables correlacionadas con el gradiente que pueden ser causantes de los cambios en la composición de especies (Kattan y Franco, 2004). La razón por la que la riqueza y abundancia de colibríes fue más alta en el BsMn02 y BsAn02 y disminuyó en las cotas más altas (Páramo arbustivo y herbáceo) se pudo deber a que los gradientes de elevación pueden ocasionar límites ambientales que influyen en el crecimiento de las especies vegetales (Murga-Orrillo et al., 2021). Esto ocasiona que disminuya la altura del bosque a lo largo del gradiente, dando como resultado la reducción de la disponibilidad de recursos florísticos y provocando la disminución de las aves a medida que aumenta la elevación (Martínez y Rechberger, 2007; López-Segoviano et al., 2018).

En una investigación realizada por Gutiérrez et al. (2004), se monitoreó durante un año la interacción colibrí-flor en un bosque altoandino, subpáramo y páramo. Conjuntamente, se analizaron patrones de morfología (tamaño de pico), comportamiento, recursos de néctar, características de los sistemas de polinización de las plantas y fenología de la floración de las plantas visitadas por colibríes. En donde, después de analizar estos parámetros, registraron menor cantidad de colibríes en la cobertura vegetal de páramo, concluyendo que los factores analizados pueden ser importantes en el proceso de coexistencia y adaptación de los colibríes a ambientes de gran elevación. En la presente investigación, se plantea la idea de que estos parámetros pudieron haber intervenido en la poca riqueza y abundancia de colibríes registrada en la cobertura vegetal de Páramo arbustivo y herbáceo.

Por otra parte, la baja riqueza y abundancia de colibríes registrada en los puntos más altos del gradiente de elevación se puede deber a parámetros morfológicos (tamaño del colibrí) y de territorialidad. Hay registros en los que colibríes más grandes y territoriales, generalmente

ejercen una dominancia en áreas donde se ubican otras especies de colibríes por los recursos, surgiendo interacciones intraespecíficas por el acceso al néctar. Por el contrario, también hay informes en los cuales especies de colibríes más pequeños pueden ganar una competencia agresiva con especies más grandes, lo que puede incidir en la variación de la riqueza y abundancia de colibríes en un área determinada (Márquez-Luna et al., 2018).

Asimismo, la riqueza y abundancia de colibríes observada en el área de estudio, pudo estar influenciada por las condiciones climáticas constantes durante todo el año que caracterizan a los ecosistemas tropicales y por la variación estacional de las precipitaciones (cambios en la temperatura y precipitación pueden ocurrir localmente), que dan como resultado una variabilidad climática y fluctuaciones en la disponibilidad de recursos en escalas pequeñas (Santillán et al., 2018). Estudios realizados en regiones tropicales mencionan que la riqueza de especies está limitada por restricciones climáticas asociadas con la precipitación, que está concentrada en las partes bajas y medias de los gradientes de elevación, lo que se relaciona con una mayor productividad y por ende una mayor riqueza (Barry, 2008; McCain y Grytnes, 2010).

También, la abundancia de los colibríes en un área determinada se puede ver influenciada y puede variar por la fenología de floración de las plantas de las que se alimentan (Partida Lara et al., 2012). Por otro lado, otros factores abióticos como el desajuste fenológico (desajuste en la cronología de las transiciones entre las etapas de los ciclos de vida de los organismos, que se ve directamente afectado por el clima y sus variaciones), afectan directamente a especies sensibles a situaciones adversas de temperaturas extremas, precipitaciones intensas y vientos fuertes (Moreno et al., 2005).

En el sector Cajanuma se encontraron diferencias significativas entre las coberturas vegetales de BsMn02 y BsAn02, en contraste con la cobertura vegetal de Páramo arbustivo y herbáceo. Cabe recalcar que el BsMn02 y BsAn02 fueron las coberturas vegetales que registraron la mayor semejanza tanto en abundancia como en composición, en comparación con el Páramo arbustivo y herbáceo. *Boissonneaua matthewsii* fue la única especie que se encontró en la cobertura vegetal de páramo y aunque está clasificada por la (IUCN, 2016) como especie en preocupación menor (LC), la preservación del sector Cajanuma es indispensable para conservar ésta y otras especies importantes para la zona y el provisionamiento de servicios ecosistémicos como la polinización.

Se identificaron seis especies de colibríes como indicadoras de buena calidad de hábitat. Estas especies son estudiadas en un sinnúmero de investigaciones, debido a que desempeñan

roles importantes en procesos ecológicos y a su sensibilidad ante disturbios (Farías-Rivero et al., 2022). Se identificaron siete especies de colibríes como detectoras de calidad de hábitat en el área de estudio. Estas especies pueden dar información sobre a dónde se direccionarían los cambios en el futuro, ya que sus poblaciones se pueden encontrar en más de un hábitat, lo que no puede hacer una especie indicadora, dado que está restringida a un solo estado ecológico y cualquier cambio puede resultar en una gran reducción de su población (McGeoch et al., 2002).

Se considera que, las especies identificadas como indicadoras y detectoras de calidad de hábitat en Cajanuma deben tomarse en cuenta para futuros monitoreos ambientales en esta área protegida, debido a que su abundancia podría disminuir con el aumento de perturbaciones, lo que tendría un impacto significativo que involucra al deterioro de la calidad de hábitat (Otavo y Echeverría, 2017).

## 8. Conclusiones

- Se registró una riqueza de 13 especies y una abundancia de 35 individuos de colibríes asociados al BsMn02, BsAn02 (Bosque Nublado) y Páramo arbustivo y herbáceo del sector Cajanuma.
- El BsMn02 y BsAn02 presentaron la mayor riqueza y abundancia de colibríes a menor elevación, en comparación con el Páramo arbustivo y herbáceo que lo hizo a la inversa. Lo cual podría estar influenciado por la morfología y territorialidad de los colibríes, por la distribución de recursos (néctar), por fenología de la floración de las plantas y por las condiciones climáticas (precipitación y temperatura) presentes en el sector Cajanuma a lo largo del gradiente de elevación estudiado. Sin embargo, se requiere realizar estudios enfocados a estos factores para poder corroborar esta hipótesis.
- En cuanto al grado de similitud en la composición comunitaria de colibríes en las tres coberturas vegetales analizadas, se obtuvo que la composición de colibríes fue significativamente similar entre las comunidades.
- *Heliangelus micraster*, *Metallura williami*, *Coeligena lutetiae*, *Heliangelus amethysticollis*, *Coeligena iris* y *Eriocnemis luciani* son las especies que aportan mayor contribución para que haya una variabilidad en la muestra total analizada (recambio de especies).
- *Boissonneaua matthewsii* fue la única especie compartida para el Bosque Nublado y Páramo. Esta especie ha sido observada en elevaciones hasta 3 300 m s.n.m. (Arzuza, 2019a). Por lo que, se presume que presenta características que le permiten soportar bajas temperaturas, grandes precipitaciones, fuertes vientos y la accesibilidad limitada de recursos que son características de la cobertura vegetal de páramo.
- *Heliangelus micraster*, *Coeligena iris*, *Eriocnemis luciani*, *Heliangelus amethysticollis*, *Metallura williami* y *Coeligena lutetiae*, todas registradas entre las coberturas vegetales de BsMn02 y BsAn02, fueron identificadas como especies indicadoras de buena calidad de hábitat para el sector Cajanuma. Las cuales muestran un grado de especificidad y fidelidad expresado en los porcentajes correspondientes a 70,71 %; 63,25 %; 63,25 %; 57,74 %; 57,54 %; 52,22 %, respectivamente.

## 9. Recomendaciones

- Seguir evaluando la riqueza de colibríes (Apodiformes: Trochilidae) en el sector Cajanuma a largo plazo, con el fin de continuar estudiando la influencia de factores como la distribución de recursos, parámetros morfológicos y de territorialidad de la especie, y las condiciones climáticas del sector Cajanuma en la disminución de colibríes a lo largo del gradiente de elevación estudiado.
- Además de puntos de conteo por radio fijo, para mejorar el esfuerzo de muestreo, se podrían utilizar otros métodos para el registro de colibríes, como cámaras trampa enfocadas a plantas focales (plantas con flores) que usen los colibríes, para de esta manera monitorizar estas aves por más meses y en más puntos de muestreo.
- Se deberían realizar más investigaciones enfocadas en *Chaetocercus mulsant*, *Coeligena torquata*, *Eriocnemis vestita* y *Metallura odomae*, que fueron las especies que tuvieron menor abundancia durante el muestreo, registrándose un solo individuo por cada especie. Al tener pocos registros durante el muestreo, las investigaciones acerca de su estado y conservación deberían ser prioritarios, a pesar de que se encuentran en una categoría de preocupación menor (LC), se plantea que sus poblaciones estarían decreciendo (IUCN, 2016).
- Realizar más estudios sobre colibríes indicadores de calidad de hábitat en el área de estudio, ya que esto permitirá la posibilidad de identificar más especies indicadoras y detectoras, de manera que, se tendría un mayor concepto del estado en que se encuentra el sector Cajanuma y los cambios que podrían presentarse a futuro. Del mismo modo, se podría proteger a las especies de su disminución o extinción.
- *Boissonneaua matthewsii*, *Chaetocercus mulsant*, *Coeligena torquata*, *Eriocnemis vestita*, *Heliodoxa leadbeateri*, *Metallura odomae* y *Metallura tyrianthina* se identificaron como especies detectoras de calidad de hábitat. Estas especies al encontrarse en más de un hábitat, podrían indicar cambios o perturbaciones que puedan presentarse en el área de estudio, por lo que sería conveniente que se realice un monitoreo de estas especies a largo plazo.
- Se recomienda estudiar los tamaños poblacionales de colibríes en el sector Cajanuma, lo cual permitiría conocer el tamaño de la población que podría verse amenazado o en peligro de extinción. Además, tener conocimiento de los tamaños poblacionales

permitiría estudiar las interacciones entre las especies de colibríes y evaluar impactos ambientales para la toma de decisiones que permitan proteger la especie.

- Estudiar la fenología de las plantas melíferas en el sector Cajanuma para saber cómo influyen los factores bióticos y abióticos en el crecimiento de las mismas y en su disponibilidad para los colibríes.
- Se recomienda fomentar la importancia de preservar y proteger el BsMn02, BsAn02 (Bosque Nublado) y Páramo arbustivo y herbáceo, ya que estos hábitats parecen ser críticos para la supervivencia de estas especies de colibríes. Además, este estudio proporciona información valiosa que puede ser utilizada para el diseño de estrategias efectivas de conservación y manejo de la biodiversidad en la región.

## 10. Bibliografía

- Aguirre-Mendoza, Z., Aguirre-Mendoza, N., & Muñoz Ch, J. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 523–542. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24206>
- Almazán-Núñez, R. C., Sierra-Morales, P., Almazán-Núñez, R. C., Beltrán-Sánchez, E., Ríos-C. A., & Arizmendi, C. (2016). Distribución geográfica y hábitat de la familia Trochilidae (Aves) en el estado de Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(1), 363–376.
- Altshuler, D. L., Dudley, R., & McGuire, J. A. (2004). Resolution of a paradox: Hummingbird flight at high elevation does not come without a cost. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(51), 17731–17736. [https://doi.org/10.1073/PNAS.0405260101/SUPPL\\_FILE/05260FIG4.JPG](https://doi.org/10.1073/PNAS.0405260101/SUPPL_FILE/05260FIG4.JPG)
- Andrade, P., & Flores, I. (1996). *Aves de Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus*. Fundación Ecológica Arcoiris.
- Armijos-Armijos, C., Paucar-Cabrera, A., & Mendoza-León, C. (2022). Riqueza y abundancia de escarabajos peloteros en un área de conservación periurbana de Loja, Ecuador. *CEDAMAZ*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v12i1.1191>
- Arzuza, D. (2019a). *Boissonneaua matthewsii* Aves del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Arzuza, D. (2019b). *Chaetocercus mulsant* En: Freile, J. F., Poveda, C. 2019. Aves del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Arzuza, D. (2019c). *Coeligena iris* En: Freile, J. F., Poveda, C. 2019. Aves del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Coeligena iris](https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Coeligena%20iris)
- Arzuza, D. (2019d). *Coeligena torquata* En: Freile, J. F., Poveda, C. 2019. Aves del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Coeligena torquata](https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Coeligena%20torquata)
- Arzuza, D. (2019e). *Eriocnemis luciani* En: Freile, J. F., Poveda, C. 2019. Aves del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Eriocnemis luciani](https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Eriocnemis%20luciani)

- Arzuza, D. (2019f). *Heliodoxa leadbeateri* En: Freile, J. F., Poveda, C. 2019. *Aves del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. [https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Heliodoxa leadbeateri](https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Heliodoxa%20leadbeateri)
- Barry, R. G. (2008). Mountain weather and climate, Third edition. *Mountain Weather and Climate, Third Edition*, 9780521862, 1–506. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511754753>
- Blake, J. G., & Loiselle, B. A. (2000). Diversity of birds along an elevational gradient in the Cordillera Central, Costa Rica. *The Auk*, 117(3), 663–686. <https://doi.org/10.2307/4089592>
- Boissonneau. (1840). *Coeligena torquata* in *GBIF Secretariat* (2022). <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Bourcier. (1843a). *Chaetocercus mulsant* in *GBIF Secretariat. GBIF Backbone Taxonomy*. <https://doi.org/https://doi.org/10.15468/39omei>
- Bourcier. (1843b). *Heliodoxa leadbeateri* in *GBIF Secretariat* (2022). <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Bourcier. (1847a). *Boissonneaua matthewsii* in *GBIF Secretariat* (2022). <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Bourcier. (1847b). *Eriocnemis luciani* in *GBIF Secretariat* (2022). <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Brun, P., Zimmermann, N. ., Hari, C., Pellissier, L., & Karger, D. . (2022). Global climate-related predictors at kilometre resolution for the past and future. *Earth Syst. Sci. Data Discuss*. <https://doi.org/doi.org/10.5194/essd-2022-212>
- Bussmann, R. W. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 203–216. <https://doi.org/10.15381/rpb.v12i2.2394>
- Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., & Hofstede, R. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 79(1–2), 53–72. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2006.06.002>
- Calderón-Patrón, J. M., Moreno, C. E., & Zuria, I. (2012). La diversidad beta: medio siglo de avances. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(3), 879–891. <https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2012.3.992>
- Camacho, M. (2014). Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *Revista Anales*, 1(372), 77–92.

<https://doi.org/10.29166/anales.v1i372.1241>

- Cartay, R. (2020). Ecoturismo en el paraíso terrenal: orquídeas, mariposas y colibríes en la megabiodiversidad suramericana. *Turismo y Sociedad*, 27, 43–56.
- Ceballos, G., & Ortega-Baés, P. (2011). La sexta extinción: la pérdida de especies y poblaciones en el Neotrópico. *Conservación Biológica: Perspectivas de Latinoamérica*, January, 95–108.
- Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533–2547.
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18(1), 117–143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- Córdava, K., & Urgilés, M. (2017). *Estrategia de ahorro energético nocturno en cuatro especies de colibríes en la estación científica El Gullán*. [Tesis]. Universidad del Azuay.
- Crick, H. Q. P. (2004). The impact of climate change on birds. *Ibis*, 146, 48–56. <https://doi.org/10.1111/J.1474-919X.2004.00327.X>
- Curiel Yuste, J., Hereş, A. M., Ojeda, G., Paz, A., Pizano, C., García-Angulo, D., & Lasso, E. (2017). Soil heterotrophic CO<sub>2</sub> emissions from tropical high-elevation ecosystems (Páramos) and their sensitivity to temperature and moisture fluctuations. *Soil Biology and Biochemistry*, 110, 8–11. <https://doi.org/10.1016/J.SOILBIO.2017.02.016>
- d'Orbigny, & Lafresnaye. (1838). *Heliangelus amethysticollis* in *GBIF Secretariat (2022)*. <https://doi.org/10.15468/39omei>
- De Cáceres, M., & Legendre, P. (2009). Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *In Ecology*.
- Delattre, & Bourcier. (1846a). *Coeligena lutetiae* in *GBIF Secretariat (2022)*. <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Delattre, & Bourcier. (1846b). *Metallura williami* in *GBIF Secretariat (2022)*. <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Delgado, T., & Suárez-Duque, D. (2009). Efectos del cambio climático en la diversidad vegetal del corredor de conservación comunitaria reserva ecológica El Ángel-Bosque Protector Golondrinas en el norte del Ecuador. *Ecología Aplicada*, 8(2), 27–36.
- Doornbos, B. (2015). El valor de los bosques andinos en asegurar agua y suelo en un contexto de creciente riesgo climático: ¿(re)conocemos lo imperdible? *Bosques Andinos*, 3, 1–13.

- Dufrêne, M., & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67(3), 345–366. <https://doi.org/10.2307/2963459>
- Elton, A. (2015). *El cambio climático provoca alteraciones en el comportamiento de los colibríes*.
- Farías-Rivero, N. A., Ramírez-Barajas, P. J., Cedeño-Vázquez, J. R., Sánchez-Sánchez, J., Asselin-Nguyen, A., Macario-Mendoza, P. A., & Tuz-Novelo, M. (2022). Cambios en la diversidad de aves ante la perturbación de hábitats del sur de Quintana Roo, México. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 1–25. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812462>
- Feria, P., Sánchez, G., Ortiz, R., Bravo, J., Calixto, E., Dale, J., Duberstein, J., Illoldi, P., Lara, C., & Valencia, J. (2013). Estudio del cambio climático y su efecto en las aves en México: enfoques actuales y perspectivas futuras. *Revista Mexicana de Ornitología*, 14(1), 47–55. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75628585006>
- Freile, J., & Restall, R. (2018). *Birds of Ecuador*. Bloomsbury Publishing.
- G.R.Graves. (1980). *Metallura odomae in GBIF Secretariat (2022)*. <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Gould. (1853). *Coeligena iris in GBIF Secretariat (2022)*. <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Gould. (1872). *Heliangelus micraster in GBIF Secretariat (2022)*. <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Guitérrez, E., & Trejo, I. (2014). Efecto del cambio climático en la distribución potencial de cinco especies arbóreas de bosque templado en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 179–188. <https://doi.org/10.7550/RMB.37737>
- Gutiérrez, A., Rojas-Nossa, S. V., & Stiles, F. G. (2004). Dinámica Anual De La Interacción Colibrí-Flor En Ecosistemas Altoandinos. *Ornitología Neotropical*, 15, 205–213.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9.
- Hofstede, R., Segarra, P., & Mena Vásquez, P. (2003). *Los páramos del mundo: Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito*.
- Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: Is the signal already apparent? *Trends in Ecology and Evolution*, 15(2), 56–61. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01764-4](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01764-4)
- IUCN. (2016). *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN*. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).

- Jaime-Escalante, N., Figueroa-Esquivel, E. M., Villaseñor-Gómez, J., Jacobo-Sapien, E., & Puebla-Olivares, F. (2016). Distribución altitudinal de la riqueza y composición de “ensamblajes” de aves en una zona montañosa al sur de Nayarit, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(4), 1537–1551. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i4.20255>
- Janzen, D. H. (1973). Rate of Regeneration after a Tropical High Elevation Fire. *Biotropica*, 5(2), 117. <https://doi.org/10.2307/2989661>
- Karger, D. N., Lange, S., Hari, C., Reyer, C. P. O., & Zimmermann, N. E. (2021). CHELSA-W5E5 v1.0: W5E5 v1.0 downscaled with CHELSA v2.0. *ISIMIP Repository*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48364/ISIMIP.836809>
- Karger, D. N., Schmatz, D., Dettling, D., & Zimmermann, N. E. (2020). High resolution monthly precipitation and temperature timeseries for the period 2006-2100. *Scientific Data*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41597-020-00587-y>
- Karger, D. N., Wilson, A. M., Mahony, C., Zimmermann, N. E., & Jetz, W. (2021). Global daily 1km land surface precipitation based on cloud cover-informed downscaling. *Scientific Data*. <https://doi.org/doi.org/10.1038/s41597-021-01084-6>
- Kattan, G. H., & Franco, P. (2004). Bird diversity along elevational gradients in the Andes of Colombia: Area and mass effects. *Global Ecology and Biogeography*, 13(5), 451–458. <https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2004.00117.x>
- Krüger, K., Prinzinger, R., & Schuchmann, K. L. (1982). Torpor and metabolism in hummingbirds. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 73(4), 679–689. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(82\)90275-4](https://doi.org/10.1016/0300-9629(82)90275-4)
- Leemans, R., & Eickhout, B. (2004). Another reason for concern: regional and global impacts on ecosystems for different levels of climate change. *Global Environmental Change*, 14(3), 219–228. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2004.04.009>
- Loddiges. (1832). *Metallura tyrianthina* in *GBIF Secretariat* (2022). <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Loera-Casillas, J., Contreras-Martínez, S., Favela-García, F., & Cuevas-Guzmán, R. (2022). Diversidad de aves en un gradiente altitudinal en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, México. *Revista de Biología Tropical*, 70(1), 114–131. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v70i1.47684>
- Lookingbill, T. R., & Urban, D. L. (2005). Gradient analysis, the next generation: Towards more plant-relevant explanatory variables. *Canadian Journal of Forest Research*, 35(7),

- 1744–1753. <https://doi.org/10.1139/x05-109>
- López-Segoviano, G., Arenas-Navarro, M., Vega, E., & Arizmendi, M. del C. (2018). Hummingbird migration and flowering synchrony in the temperate forests of northwestern Mexico. *PeerJ*, 2018(7), 1–17. <https://doi.org/10.7717/peerj.5131>
- Lucio Villacreses, L. F., Álvarez Gutiérrez, Y. de las M., Quimis Gómez, A. J., Guerrero Calero, J. M., Loo Macias, M. G., & Gras Rodríguez, R. (2022). *Ecología*.
- Maciel-Mata, C. A., Manríquez-Morán, N., Octavio-Aguilar, P., & Sánchez-Rojas, G. (2015). Geographical distribution of the species: a concept review. *Acta Universitaria*, 25(2), 3–19. <https://doi.org/10.15174/au.2015.690>
- MAE. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito*.
- Magrath, A., Lara, C., Luna, U. M., Díaz-Infante, S., & Parker, I. (2020). Community-level reorganizations following migratory pollinator dynamics along a latitudinal gradient. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.0649>
- Márquez-Luna, U., Lara, C., Corcuera, P., & Valverde, P. L. (2018). Effect of body size and evolutionary distance in the agonistic interactions of hummingbirds (Trochilidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(1), 149–162. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.1.1876>
- Martín Regalado, C. (2019). Detección de especies indicadoras de condiciones de hábitats. *La Biodiversidad En Un Mundo Cambiante: Fundamentos Teóricos y Metodológicos Para Su Estudio*, 223–235.
- Martínez del Río, P. C. (2011). La desaparición de especies de aves. ¿Cuáles son los grupos más vulnerables y cuál sería el panorama al que nos enfrentaríamos si algunas especies desaparecieran? *Revista Digital Universitaria*, 12(1), 1–14.
- Martínez, O., & Rechberger, J. (2007). Características de la avifauna en un gradiente altitudinal de un bosque nublado andino en La Paz, Bolivia. *Rev. Peru. Biol*, 14(2), 225–236. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm>
- McCain, C. M. (2009). Global analysis of bird elevational diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 18(3), 346–360. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2008.00443.x>
- McCain, C. M., & Grytnes, J. (2010). Elevational Gradients in Species Richness. *ELS*, 1–10. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0022548>

- McGeoch, M. A., Van Rensburg, B. J., & Botes, A. (2002). The verification and application of bioindicators: A case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, 39(4), 661–672. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00743.x>
- McWhorter, T. J., & Lopez-Calleja, M. V. (2000). La integración de la dieta, fisiología, y ecología en aves nectarívoras. *Revista Chilena de Historia Natural*, 73(3), 451–460. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2000000300008>
- Medina-Van Berkum, P., Parra-Tabla, V. P., & Leirana-Alcocer, J. L. (2016). Recursos florales y colibríes durante la época seca en la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, Yucatán, México. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología*, 17(2), 244–250. <https://doi.org/10.28947/HRMO.2016.17.2.254>
- Mena-Vásquez, P., Medina, G., & Hofstede, R. (2001). *Los páramos del Ecuador. Particularidades, problemas y perspectivas.*
- Morales-Betancourt, J. A., & Estévez-Varón, J. V. (2006). El páramo: ¿ecosistema en vía de extinción? *Luna Azul*, 22, 39–51.
- Moreno, J., Galante, E., & Ramos, M. Á. (2005). *Impactos Sobre La Biodiversidad Animal.* 249–302.
- Murga-Orrillo, H., Jorge, M. F. C., Abanto-Rodríguez, C., & Lobo, F. D. A. (2021). Altitudinal gradient and its influence on the edofoclimatic characteristics of tropical forests. *Madera y Bosques*, 27(3), 1–13. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2732271>
- Navarro Alberto, J. A., Leirana-Alcocer, J. L., Hernández-Betancourt, S. F., & Guerrero-González, L. L. (2015). Palomas (Columbidae), pájaros carpinteros (Picidae) y colibríes (Trochilidae) como indicadores de sucesión en la selva baja de Dzilam, Yucatán, México. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología*, 17(1), 1–7. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2016.17.1.213>
- Neate-Clegg, M. H. C., Jones, S. E. I., Tobias, J. A., Newmark, W. D., & Şekercioğlu, Ç. H. (2021). Ecological Correlates of Elevational Range Shifts in Tropical Birds. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 215. <https://doi.org/10.3389/FEVO.2021.621749/BIBTEX>
- Olmedo, I. (2019a). *Heliangelus micraster* En: Freile, J. F., Poveda, C. 2019. *Aves del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.* [https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Heliangelus micraster](https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Heliangelus%20micraster)
- Olmedo, I. (2019b). *Metallura odomae* En: Freile, J. F., Poveda, C. 2019. *Aves del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.*

- [https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Metallura odomae](https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Metallura%20odomae)
- Olmedo, I. (2019c). *Metallura williami* En: Freile, J. F., Poveda, C. 2019. *Aves del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.*  
[https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Metallura williami](https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Metallura%20williami)
- Ordóñez-Delgado, L., Ramón-Vivanco, C., & Ortiz-Chalan, V. (2019). Revisión sistemática del estado del conocimiento de los vertebrados del Parque Nacional Podocarpus. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de La Vida*, 30(2), 7–18.
- Ortiz-Pulido, R., & Díaz, R. (2001). Distribución de colibríes en la zona baja del centro de veracruz, méxico. *Ornitología Neotropical*, 12, 297–317.
- Ortiz, D., & Mena Vásconez, P. (2004). Páramo y Obras de Infraestructura (Vol 15). *Editorial Abya Yala*.
- Otavo, S., & Echeverría, C. (2017). Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en uno de los hotspot mundiales de biodiversidad. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(4), 924–935. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.041>
- Partida Lara, R., Enríquez, P. L., Rangel-Salazar, J. L., Lara, C., & Martínez Ico, M. (2012). Abundancia de colibríes y uso de flores en un bosque templado del sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 60(4), 1621–1630. <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i4.2155>
- Peña-Restrepo, M., & Peña-Monroy, A. (2020). Colibríes, una historia de belleza y polinización. *Revista Ambiental ÉOLO*, 19(14), 204–215.
- Powers, D. R., Brown, A. R., & Van Hook, J. A. (2003). Influence of normal daytime fat deposition on laboratory measurements of torpor use in territorial versus nonterritorial hummingbirds. *Physiological and Biochemical Zoology*, 76(3), 389–397. <https://doi.org/10.1086/374286>
- PUCE. (2022). *Bioweb. Ecuador*.
- R.Lesson. (1839). *Eriocnemis vestita* in *GBIF Secretariat* (2022). <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Rahbek, C. (1995). The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography*, 18(2), 200–205. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1995.tb00341.x>
- Ralph, J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., Desante, D. F., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres.*  
<http://www.psw.fs.fed.us/techpub.html>
- Reverter, M., Gómez-Catasús, J., Barrero, A., Pérez-Granados, C., Bustillo-de la Rosa, D., &

- Traba, J. (2019). Interacciones en el páramo: implicaciones para el mantenimiento de un ave amenazada. *Ecosistemas*, 28(2), 69–77.
- Ridgely, R., & Cooper, M. (2011). Colibríes de Ecuador: guía de campo. *Fundación de Conservación Jocotoco*.
- Ridgely, R., & Greenfield, P. (2001). *A Guide to the Birds of Ecuador*. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.
- Ridgely, R., & Greenfield, P. (2006). *Aves del Ecuador. Volumen II, guía de campo Quito, Ecuador: Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia y Fundación de Conservación Jocotoco*.
- Rodríguez-Flores, C. I., Ornelas, J. F., Wethington, S., & del Coro Arizmendi, M. (2019). Are hummingbirds generalists or specialists? Using network analysis to explore the mechanisms influencing their interaction with nectar resources. *PLoS ONE*, 14(2). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0211855>
- Sánchez Jasso, J. M., & Cebrián Abellán, F. (2015). Turismo de naturaleza en áreas protegidas de México. Una propuesta de conservación, aprovechamiento y desarrollo local en el Nevado de Toluca. *Cuadernos de Turismo*, 36(36), 36:339-365.
- Santillán, V., Quitián, M., Tinoco, B. A., Zárate, E., Schleuning, M., Böhning-Gaese, K., & Neuschulz, E. L. (2018). Spatio-temporal variation in bird assemblages is associated with fluctuations in temperature and precipitation along a tropical elevational gradient. *PLoS ONE*, 13(5), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196179>
- Team Core, R. (2022). *A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*. <https://www.r-project.org/>.%0A
- Tejeda-Cruz, C., Mehltreter, K., & Sosa, V. (2008). *Indicadores ecológicos multitaxonómicos de hábitat con diferente grado de manejo*. [https://www.researchgate.net/publication/339146963\\_Indicadores\\_ecologicos\\_multitaxonomicos\\_de\\_habitat\\_con\\_diferente\\_grado\\_de\\_manejo](https://www.researchgate.net/publication/339146963_Indicadores_ecologicos_multitaxonomicos_de_habitat_con_diferente_grado_de_manejo)
- The Cornell Lab. (2022). *Merlin Bird ID de Cornell Lab. of Ornithology*.
- Tonelli, M., Verdú, J. R., & Zunino, M. E. (2017). Effects of grazing intensity and the use of veterinary medical products on dung beetle biodiversity in the sub-mountainous landscape of Central Italy. *PeerJ*, 5, e2780. <https://doi.org/10.7717/peerj.2780>
- Urgiles-Gómez, N., Santin, J., Cevallos, P., & Aguirre, N. (2015). Diversidad de briófitos de los Páramos de Cajanuma del Parque Nacional Podocarpus. *Cambio Climático y*

- Biodiversidad: Estudio de Caso de Los Páramos Del Parque Nacional Podocarpus, Ecuador. Loja, Ecuador: Programa de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Universidad Nacional de Loja, 188–211.*
- Verweij, P. A. (1995). Spatial and temporal modelling of vegetation patterns : burning and grazing in the paramo of Los Nevados National Park, Colombia. *Colombia. Internat. Inst. for Aerospace Survey and Earth Sciences.*
- Virkkala, R., Heikkinen, R. K., Fronzek, S., & Leikola, N. (2013). Climate Change, Northern Birds of Conservation Concern and Matching the Hotspots of Habitat Suitability with the Reserve Network. *PLoS ONE*, 8(5). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0063376>
- Xenocanto. (2022). *Xeno-Canto. Compartiendo cantos de aves de todo el mundo.*
- Yáñez, P. (2009). La zona transicional páramo-bosque nublado: un elemento paisajístico móvil en el espacio tiempo. *La Granja*, 9(1), 16. <https://doi.org/10.17163/lgr.n9.2009.02>

## 11. Anexos

Anexo 1. Hoja de campo para el registro de colibríes.

### ESPECIES DE COLIBRÍES EN EL BOSQUE NUBLADO Y PÁRAMO DEL SECTOR CAJANUMA

**Fecha**      día   mes   año  
     

**Hora Inicio**            **Hora Fin**     

**Punto**            **Observador**     

Especie de ave	Sexo*	Actividad	Registro	Número de individuos	Distancia del ave (m)	Temperatura (°C)	Viento	Nubes	Lluvia	Observaciones

**Especie de ave**

Especie de colibrí encontrada

\* Se realizará en base al dimorfismo sexual dado por colores

**Actividad**

V= En vuelo, S= Salto, P= Perchado

**Registro**

V= Si el registro es visual, C=Si el registro es por canto

**Número de individuos**

Número de individuos por especie que sean encontrados

**Distancia del ave (m)**

Distancia en que se encuentre el ave encontrada (dentro del radio fijo)

**Viento**

En una escala del 1 al 4:

1= Calma, 2= Brisa débil, 3= Brisa moderada, 4= Viento fuerte

**Nubes**

En una escala del 1 al 4:

1= Cielo despejado, 2= Poco nuboso, 3= Nuboso, 4= Muy nuboso o cubierto

**Lluvia**

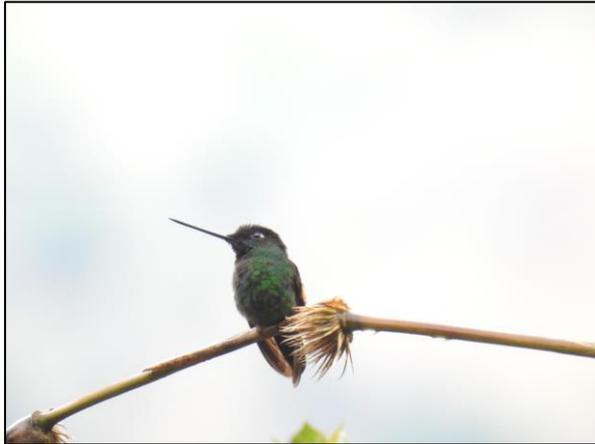
En una escala del 1 al 4:

1= Sin presencia de lluvia, 2= Lluvia débil o ligera, 3= Lluvia moderada, 4= Lluvia fuerte

**Observaciones**

Cualquier observación que se presente

**Anexo 2.** Riqueza de la familia Trochilidae registrada en el área de estudio.



*Coeligena lutetiae*

**Fotografía:** Mendoza-León, C. (2022)



*Metallura williami*

**Fuente:** Olmedo (2019b)



*Heliangelus micraster*

**Fuente:** Olmedo (2019)



*Metallura tyrianthina*

**Fotografía:** Mendoza-León, C. (2022)



*Heliangelus amethysticollis*

**Fotografía:** Mendoza-León, C. (2022)



*Boissonneaua matthewsii*

**Fotografía:** Mendoza-León, C. (2022)



*Coeligena iris*

**Fuente:** Arzuza (2019b)



*Eriocnemis luciani*

**Fuente:** Arzuza (2019c)



*Heliodoxa leadbeateri*

**Fuente:** Arzuza (2019d)



*Chaetocercus mulsant*

**Fuente:** Arzuza (2019b)



*Coeligena torquata*

**Fuente:** Arzuza (2019c)



*Eriocnemis vestita*

**Fotografía:** Mendoza-León, C. (2022)



*Metallura odomae*

**Fuente:** Olmedo (2019b)

**Anexo 3.** Resultados del análisis de porcentaje de disimilitud SIMPER por cada especie de colibrí registrada, junto con su porcentaje de contribución, en el sector Cajanuma.

BsMn02 – BsAn02		BsMn02 – Páramo arbustivo y herbáceo		BsAn02 – Páramo arbustivo y herbáceo	
Taxón	Contrib. %	Taxón	Contrib. %	Taxón	Contrib. %
<i>Heliangelus micraster</i>	15,32	<i>Heliangelus micraster</i>	23,34	<i>Coeligena iris</i>	36,67
<i>Metallura williami</i>	13,7	<i>Heliangelus amethysticollis</i>	20,08	<i>Metallura williami</i>	25,4
<i>Coeligena lutetiae</i>	13,51	<i>Coeligena lutetiae</i>	16,86	<i>Eriocnemis luciani</i>	12,7
<i>Coeligena iris</i>	10,94	<i>Metallura tyrianthina</i>	9,79	<i>Eriocnemis vestita</i>	9,44
<i>Heliangelus amethysticollis</i>	10,1	<i>Coeligena torquata</i>	7,92	<i>Boissonneaua matthewsii</i>	6,03
<i>Metallura tyrianthina</i>	9,01	<i>Boissonneaua matthewsii</i>	6,05	<i>Metallura tyrianthina</i>	3,25
<i>Eriocnemis luciani</i>	6,43	<i>Metallura odomae</i>	5,36	<i>Heliodoxa leadbeateri</i>	3,25
<i>Coeligena torquata</i>	4,48	<i>Heliodoxa leadbeateri</i>	4,05	<i>Coeligena lutetiae</i>	3,25
<i>Heliodoxa leadbeateri</i>	4,44	<i>Metallura williami</i>	3,26	<i>Metallura odomae</i>	0
<i>Eriocnemis vestita</i>	4,18	<i>Chaetocercus mulsant</i>	3,26	<i>Coeligena torquata</i>	0
<i>Metallura odomae</i>	3,51	<i>Eriocnemis vestita</i>	0	<i>Heliangelus micraster</i>	0
<i>Chaetocercus mulsant</i>	2,46	<i>Eriocnemis luciani</i>	0	<i>Heliangelus amethysticollis</i>	0
<i>Boissonneaua matthewsii</i>	1,91	<i>Coeligena iris</i>	0	<i>Chaetocercus mulsant</i>	0

**Anexo 4.** Certificación de traducción del resumen (Abstract).

**CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN DEL RESUMEN**

Loja, 13 de septiembre del 2023

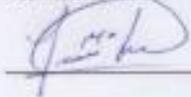
Yo, Livia Rosario Vega Luzuriaga, con número de cédula **1103259428** y con título de Licenciada en Ciencias de la Educación, especialidad de Idioma Inglés, registrado en el SENESCYT con número **1008-15-1403516**.

**CERTIFICO:**

Que he traducido minuciosamente el Resumen del Trabajo de investigación titulado: "Colibríes (Apodiformes Trochilidae) asociados al bosque nublado y páramo del sector Cajanuma del Parque Nacional Podocarpus", de autoría de la estudiante **Karen Daniela Jimenes Reyes**, portadora de la cédula de identidad: **1150316071**, egresado de la carrera de Ingeniera Ambiental de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Renovables de la Universidad Nacional de Loja, previo a la obtención del título de **Ingeniera Ambiental**.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente para fines pertinentes.

Atentamente:



---

Lic. Livia Rosario Vega Luzuriaga

C.I. 1103259428

Celular: 0968513538

Correo: liviavega10@gmail.com