



**UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA**

**CARRERA INGENIERÍA EN ECOSISTEMAS**

**DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE ANUROS  
(BUFONIDAE) EN TRES ECOSISTEMAS DE LA RESERVA  
BIOLÓGICA COLONSO CHALUPAS, NAPO, ECUADOR**

Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA EN ECOSISTEMAS**

**AUTOR:** LIDIA ESTEFANI AMOGUIMBA MOLINA

**TUTOR:** PhD. HUGO MAURICIO ORTEGA ANDRADE

**CO-TUTOR:** PhD. DAVID ANDRÉS DONOSO VARGAS

Napo - Ecuador

2024

## DECLARACIÓN DE DERECHO DE AUTOR, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, LIDIA ESTEFANI AMOGUIMBA MOLINA con documento de identidad 1727682401, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento en este documento final, previo a la obtención del título Ingeniera en Ecosistemas, son absolutamente inéditos, originales, auténticos y personales.

En virtud de lo cual, el contenido, criterios, opiniones, resultados, análisis, interpretaciones, conclusiones, recomendaciones y todos los demás aspectos vertidos en el presente documento son de mi autoría y de mi absoluta responsabilidad.

Tena, 27 de febrero de 2024



---

Lidia Estefani Amoguimba Molina

CI: 1727682401

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, LIDIA ESTEFANI AMOGUMBA MOLINA, con documento de identidad N° 1727682401, en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación: DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE ANUROS (BUFONIDAE) EN TRES ECOSISTEMAS DE LA RESERVA BIOLÓGICA COLONSO CHALUPAS, NAPO, ECUADOR de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, reconozco a favor de la Universidad Regional Amazónica Ikiam una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Así mismo autorizo a la Universidad Regional Amazónica Ikiam para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Tena, 27 de febrero de 2024



---

Lidia Estefani Amoguimba Molina

CI: 1727682401

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Certifico que el trabajo de Integración Curricular Titulado: DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE ANUROS (BUFONIDAE) EN TRES ECOSISTEMAS DE LA RESERVA BIOLÓGICA COLONSO CHALUPAS, NAPO, ECUADOR, en la modalidad de: artículo, fue realizado por: Lidia Estefani Amoguimba Molina, bajo mi dirección.

El mismo ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad Regional Amazónica Ikiam, para su entrega y defensa.

Tena, 27 de febrero de 2024

.....  
Hugo Mauricio Ortega  
Andrade C.I: 1717270811



Firmado electrónicamente por:  
DAVID ANDRÉS DONOSO  
VARGAS

.....  
David Andrés Donoso  
Vargas C.I: 0801423351

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis abuelitos, principalmente a mi abuelita Mila que siempre la llevo en el corazón y aunque no estés en el fin de esta etapa, siempre recordaré con amor tus sabias palabras para ser fuerte y valiente en la vida, un abrazo enorme de aquí hasta el cielo. También a mis padres, Rocío y César, gracias por acompañarme en este camino y haber depositado toda su confianza en mí, para permitirme cumplir mis sueños y darme paso para continuar con más metas, gracias por siempre darme la apertura de pensar en grande, este es uno de los muchos logros que vendrán, gracias a su esfuerzo, apoyo y dedicación este trabajo es uno de los muchos frutos que estarán cosechando, gracias por cada sabia palabra y consejo, siempre fueron de utilidad.

A mi ñaña Nicol, por tu apoyo y estar siempre conmigo cuando te necesitaba y enseñarme que todo vale la pena, gracias por tus palabras de aliento en el momento indicado.

A Anggelo por ser mi apoyo incondicional durante todo este camino, por tu tiempo, cariño y paciencia para crecer juntos, gracias por acompañarme en las noches de desvelo y en días cuando ya me iba a rendir.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Ikiam por darme la oportunidad de seguir la carrera de mis sueños con profesores de calidad y amantes de lo que hacen, transmitiendo sus energías y conocimientos para abrirme las puertas al mundo y darme la confianza como profesional para continuar explorando y haciendo lo que más me gusta con amor y esmero.

Agradezco al proyecto de NB-LAB y al Grupo de Biogeografía y Ecología Espacial (BioGeo) por permitirme desarrollar este proyecto, por darme la apertura para manejar la colección de estos hermosos bufónidos, salidas de campo, uso de equipos e implementos necesarios para el desarrollo de este tema. Además, no hay manera de expresar mi gratitud por las nuevas enseñanzas y conocimientos durante su desarrollo, tanto en el manejo de los bufónidos como de los invertebrados tan delicados e interesantes que fueron descubiertos.

Agradezco a mis tutores Mauricio Ortega y David Donoso por su gran aporte, apoyo, paciencia, confianza y dedicación que me han brindado para el éxito de este hermoso tema de tesis, ha sido un honor aprender parte de sus amplios conocimientos y me siento afortunada de haber tenido la oportunidad de ser guiada por dos profesionales de su nivel.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| DECLARACIÓN DE DERECHO, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD.....                 | ii  |
| AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....            | iii |
| CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.              | iv  |
| DEDICATORIA.....                                                            | v   |
| AGRADECIMIENTO .....                                                        | vi  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                                     | ix  |
| RESUMEN .....                                                               | x   |
| ABSTRACT .....                                                              | xi  |
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                                        | 1   |
| 2. METODOLOGÍA.....                                                         | 5   |
| 2.1 Área de estudio .....                                                   | 5   |
| 2.2 Colecciones y muestreo de especímenes para el estudio de la dieta ..... | 6   |
| 2.3 Análisis de datos .....                                                 | 8   |
| 3. RESULTADOS .....                                                         | 9   |
| 4. DISCUSIÓN.....                                                           | 17  |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                                     | 20  |
| AGRADECIMIENTOS                                                             |     |
| CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR                                                  |     |
| DECLARACIÓN DE DIVULGACIÓN                                                  |     |
| REFERENCIAS                                                                 |     |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 3-1: Composición de la dieta de las seis especies de anuros<br>(Bufonidae) de la RBCC.....                             | 10 |
| Tabla 3-2: Cálculos de los índices de diversidad alfa con respecto al tipo<br>de ecosistema y por especie de bufónidos. .... | 14 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|             |                                                                                                                                                              |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2-1: | Ubicación del área de estudio y las seis especies de anuros (Bufonidae) .....                                                                                | 6  |
| Figura 3-1: | Curvas de rarefacción que representan el número de invertebrados encontrados en las dietas de bufónidos de tres ecosistemas estudiados.....                  | 12 |
| Figura 3-2: | Modelo de Regresión Lineal Múltiple entre Longitud Rostro-cloaca (SVL) en mm de tres especies de bufónido con mayor número de invertebrados consumidos ..... | 13 |
| Figura 3-3: | Red de interacción entre los ecosistemas correspondientes a las especies de bufónidos con las familias de invertebrados consumidos en este estudio. ....     | 15 |
| Figura 3-4: | Dendrograma clúster jerárquico basado en el índice de Bray-Curtis, de acuerdo a cada especie de bufónido. Realizado por Lidia Amoguimba .....                | 16 |

## RESUMEN

Estudiar la dieta de especies en su rango normal de distribución permite comprender su ecología trófica, ayuda a su conservación y a mejorar la salud del ecosistema. Sin embargo, el conocimiento de dietas en zonas tropicales de montaña es limitado, especialmente para anfibios. En este trabajo nos preguntamos ¿Cambia la diversidad y la composición de la dieta de diferentes especies de bufónidos a través de tres ecosistemas? Se trabajó con las dietas de 88 especímenes de 6 especies de bufónidos (*Osornophryne simpsoni*, *Rhaebo ecuadorensis*, *Rhinella dapsilis*, *Rhinella festae*, *Rhinella margaritifera* y *Rhinella marina*), colectados en la Reserva Biológica Colonso Chalupas en Napo, Ecuador. Por primera vez se explora la dieta de *O. simpsoni*, *Rh. ecuadorensis*, *Rh. dapsilis* y *Rh. festae*. Se encontraron 425 invertebrados completos de 36 familias de artrópodos. Formicidae, Curculionidae y familias de ácaros (Galumnidae, Nothridae, Opiidae) en mayor cantidad, pero familias como Termitidae, Armadillidae, Cicadellidae fueron poco abundantes. Los bufónidos con mayor diversidad en sus dietas fueron *O. simpsoni* (22 familias con Galumnidae, Curculionidae y Opiidae), *Rh. festae* (19 familias con Formicidae y Curculionidae) y *Rh. ecuadorensis*, *Rh. marina*, *Rh. dapsilis* y *Rh. margaritifera* (4, 7, 3 y 1 familias respectivamente, prefirieron Formicidae e invertebrados no identificados "Indet."). La diversidad alfa en las dietas (Shannon, Simpson e Inv. Simpson) aumentó con la altura. Sin embargo, la diversidad beta mediante el Índice de Bray-Curtis demostraron que la composición de la dieta entre el bosque Piemontano y Montano bajo son más similares en comparación al Montano.

**PALABRAS CLAVE:** invertebrados, dieta, bosque, Bufónido, especies

## ABSTRACT

Studying the diet of species within its normal distribution range allows us to understand its trophic ecology, helps in its conservation and improves ecosystem health. However, knowledge of diets in tropical mountain zones is limited, especially for amphibians. In this study, determines the diversity and composition of the diet of different bufonid species change across three ecosystems. We worked with the diets of 88 specimens from 6 bufonid species (*Osornophryne simpsoni*, *Rhaebo ecuadorensis*, *Rhinella dapsilis*, *Rhinella festae*, *Rhinella margaritifera*, and *Rhinella marina*) collected in the Colonso Chalupas Biological Reserve in Napo, Ecuador. We describe for the first time the diet of *O. simpsoni*, *Rh. ecuadorensis*, *Rh. dapsilis*, and *Rh. festae*. We found 425 complete prey items from 36 arthropod families. Formicidae, Curculionidae, and mite families (Galumnidae, Nothridae, and Opiidae) were the most abundant prey, while families like Termitidae, Armadillidiidae, and Cicadellidae were the less abundant. Bufonids with the greatest diversity in their diets were *O. simpsoni* (22 families including Galumnidae, Curculionidae, and Opiidae), *Rh. festae* (19 families including Formicidae and Curculionidae), and *Rh. ecuadorensis*, *Rh. marina*, *Rh. dapsilis*, and *Rh. margaritifera* (4, 7, 3, and 1 families respectively, including Formicidae and unidentified prey "Indet.") as the most abundant. Alpha diversity in diets (Shannon, Simpson, and Inv. Simpson) increased with altitude. However, beta diversity with the Bray-Curtis Index showed that the diet composition between the Piedmont and Lower Montane forests has more similarity compared to the Montane.

**KEY WORDS:** invertebrates, diet, forest, Bufonid, species

## 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador ha sido catalogado como uno de los países con mayor diversidad a nivel mundial al presentar una amplia variedad de pisos altitudinales y ecosistemas con abundante riqueza natural (Ramis et al., 2018; Salazar & Donoso, 2014). Los gradientes altitudinales (variación en la altitud mientras se desplaza en determinada área geográfica) han permitido estudiar los cambios de la biodiversidad respecto a su distribución, donde a menor altitud la riqueza de especies aumenta, mientras que a mayor altitud la riqueza de las especies disminuye (Flores et al., 2018; Longino & Colwell, 2011; Ramirez, S., P. Meza-Ramos, Yanez-Muñoz, M. H. & Reyes, 2009; Ramos, 2018; Suárez Badillo & Ramírez Pinilla, 2004). Ciertas especies de anuros (grupo de anfibios integrado por ranas y sapos) están asociados a segmentos específicos altitudinales determinados por factores ambientales como la temperatura, clima, formaciones geológicas y particularidades de la vegetación y ecosistema (Herrera-Paniagua, 2021; Ramirez, S., P. Meza-Ramos, Yanez-Muñoz, M. H. & Reyes, 2009). La diversidad a lo largo de un gradiente altitudinal se puede analizar desde dos perspectivas, la diversidad alfa con la que se estima la riqueza de especies en un lugar determinado, mientras que la diversidad beta estima el recambio y anidamiento de las especies entre sitios (Longino & Colwell, 2011; Moreno, 2001).

La vulnerabilidad de los anfibios ante los escenarios de calentamiento global es evidente debido a que las actividades humanas desplazan la diversidad y fragmentan el hábitat (Herrera-Paniagua, 2021; Ortega-Andrade et al., 2021). Los anfibios son un grupo importante dentro de los ecosistemas dado que están involucrados en el flujo de la energía dentro de las cadenas tróficas (Marques-Pinto et al., 2019; Martínez et al., 2019; Menéndez-Guerrero, 2001). Como parte del nicho ecológico de este grupo, la dieta de anuros se caracteriza tanto por ser generalista como especialista, es decir, varía según el tamaño de cuerpo y tipo de forrajeo (captura de invertebrados para alimentarse, puede ser activo o pasivo), por la disponibilidad de los invertebrados según la temporada, distribución geográfica, entre otros (Luría-Manzano et al., 2019; Marques-Pinto et al., 2019; Martínez et al., 2019). En México, a una altitud de 1260 msnm, la dieta de *Craugastor rhodopsis* (Anura: Craugastoridae) (Cope, 1867) se basa en ortópteros, coleópteros y arañas (Luría-Manzano et al., 2019). Mientras que en Colombia, bufónidos a una altitud de 2500 msnm, consumieron isópodos, curculiónidos (familia Curculionidae, conocidos como gorgojos) y otros coleópteros (Vanegas-Guerrero et al.,

2016). La dieta de bufónidos (familia Bufonidae, conocidos como sapos) en Ecuador en el Parque Nacional Yasuní, aproximadamente a 240 msnm, está principalmente compuesta de hormigas (Formicidae) y coleópteros (Curculionidae, Cerambycidae, Passalidae y Tenebrionidae) (Menéndez-Guerrero, 2001; Navarro-Salcedo et al., 2020).

Los invertebrados son un grupo abundante en el planeta (Salazar & Donoso, 2014). Cumplen un papel crucial como fuente de alimento para diversas especies, incluyendo anfibios, peces y reptiles (Waichert et al., 2019). En Ecuador, la falta de especialistas en los diversos grupos de invertebrados dificultan la obtención de registros precisos sobre la cantidad estimada de invertebrados, pero investigadores mantienen un catálogo actualizado de invertebrados del país, basándose en colecciones científicas, donde destacan más de cuatro mil especies (Salazar-buenaño et al., 2023; Salazar & Donoso, 2014). Las hormigas (Formicidae) representan un grupo muy abundante y dominante, cumpliendo roles ecológicos como depredar, esparcir, recolectar y siendo parte de las dietas de varios animales (Parr et al., 2017). En Colombia, un estudio registró más de 80 especies de hormigas a 385 m, en 1395 m cerca de 40 especies, mientras que solo seis estuvieron distribuidas en todo el gradiente, posiblemente a factores ecológicos como variaciones del ambiente y disponibilidad de nutrientes (Guerrero et al., 2010). Por otro lado, un estudio en las Reservas Integrales de Otongachi y Otonga entre los 800 y 2300 msnm, encontraron más de 80 morfoespecies en Otonga y al menos 16 en Otogachi de comunidades de gorgojos (Coleoptera: Curculionidae), siendo propensos a disminuir sus poblaciones con el impacto del humano al ambiente (Maioglio et al., 2022). Otro grupo importante son los ácaros, donde Oribatida representa más del 75% de los registros en varios países, seguido del orden Mesostigmata (más del 15%) con más de 200 especies registradas en Ecuador, donde la abundancia varía de acuerdo a las condiciones del suelo (Melo-Molina, 2022).

En estudios previos sobre dieta de los sapos *Rhinella marina* (Linnaeus, 1758) y *Rhinella margaritifera* (Laurenti, 1768) (Dos Santos et al., 2015; Fajardo Martinez et al., 2013; Jabon et al., 2019; Navarro-Salcedo et al., 2020). *Rh. marina* en Colombia (especie nativa de la cordillera de los Andes) y Filipinas (como anfibio invasor), se conoce que forrajea de manera oportunista entre la hojarasca, principalmente hormigas, escarabajos e incluso pequeños vertebrados, y en menor cantidad arañas, ortópteros y lepidópteros (Jabon et al., 2019; Navarro-Salcedo et al., 2020). Por otro lado, *Rh. margaritifera* en un estudio en la región Amazónica de Colombia a 75 m de altitud consumió en su mayoría escarabajos Curculionidae, hormigas principalmente

Ecitoninae y en menor proporción opiliones e inmaduros de algunos insectos como coleópteros (Fajardo Martinez et al., 2013). Además, en un estudio en la Amazonía ecuatoriana en el Parque Nacional Yasuní, se observó la variación de las dietas de estas dos especies estando en simpatría (compartiendo el mismo hábitat) (Menéndez-Guerrero, 2001). *Rh. marina* consumió mayormente hormigas y familias de coleópteros como Passalidae y Tenebrionidae, mientras que la ingesta de homópteros (Cicadellidae) e himenópteros (Ichneumonidae) fueron consumidos en menor frecuencia, en cambio, *Rh. margaritifera* mostró preferencia por hormigas e himenópteros, limitándose en el consumo de flores y semillas (Menéndez-Guerrero, 2001).

La Reserva Biológica Colonso Chalupas (RBCC), fue declarada como área protegida del Ecuador desde el 2014, con el objetivo de conservar su biodiversidad y los servicios ambientales que otorga, para una adecuada gestión e incentivar la investigación científica (Cuenca et al., 2019; Ramis et al., 2018). Ubicada en el flanco norte amazónico del país, es un sitio muy importante para la investigación ecológica, cuenta con 93.246 mil hectáreas ubicada entre la Reserva Ecológica Antisana y el Parque Nacional Llanganates (Borja et al., 2017; Ramis et al., 2018). Esta reserva cuenta con distintos ecosistemas en un gradiente altitudinal amplio (entre 560 y 4432 msnm), que van desde el piedemonte hasta el páramo que abarca seis ecosistemas (Álvarez-Solas et al., 2019; Cano Martinez & Álvarez-Solas, n.d.; Ramis et al., 2018). Estos pisos climáticos generan un importante recambio de especies, lo que refleja en una alta diversidad beta de especies (Cano Martinez & Álvarez-Solas, n.d.; Ramis et al., 2018). Sin embargo, la mayor diversidad de esta flora y fauna aún está siendo descubierta y documentada (Cano Martinez & Álvarez-Solas, n.d.). Esta reserva ha dado la oportunidad de que se realicen varios estudios científicos en diversas ramas, entre los que se destacan biomonitoreo, análisis filogenéticos y morfológicos de anfibios, grandes mamíferos y comunidades de primates, interacciones entre palmas y la fauna dispersora, lista de aves, macrohongos comestibles, de anfibios, manejo de la zona de amortiguamiento, entre otros (Álvarez-Solas et al., 2019; Ciencias De La Vida et al., n.d.; Cuenca et al., 2019; Quilumbaquin & Carrera-gonzalez, 2023; Ramis et al., 2018; Sánchez-Carvajal et al., 2021; Van Der Hoek et al., 2018).

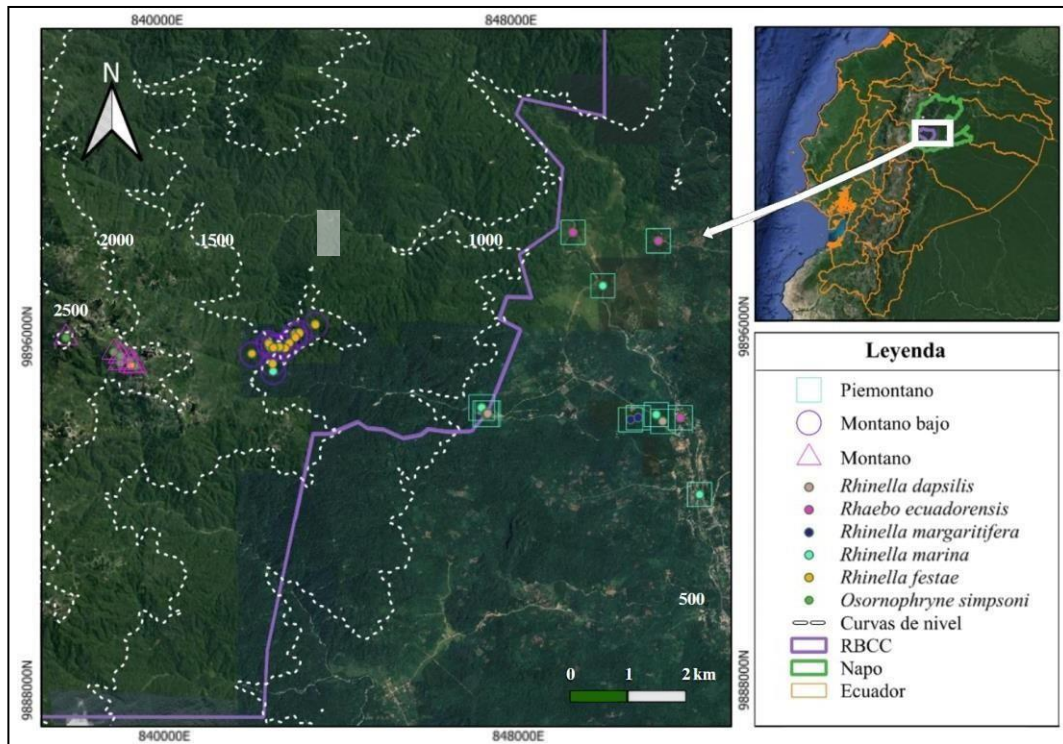
El presente estudio pretende contribuir en el conocimiento sobre diversidad y composición de la dieta de las especies de anuros (Bufonidae) registradas en tres ecosistemas en la RBCC distribuidos en diferentes altitudes. En este contexto, se formularon las siguientes preguntas de investigación: 1) ¿Experimenta variaciones la

diversidad de la dieta de las especies pertenecientes a la familia Bufonidae en relación con los diferentes ecosistemas en la RBCC (diversidad alfa) ?, y; 2) ¿Qué grado de similitud exhibe la composición dietética entre las especies de anuros presentes en los tres ecosistemas (diversidad beta)? Nuestras hipótesis plantean que, debido a su ubicación geográfica y las características del gradiente altitudinal, la diversidad alfa en la dieta de bufónidos disminuirá con la altura y diversidad beta con la composición dietética cambiará significativamente con la altura en el gradiente. Destacamos que documentar la diversidad trófica y las especies en la RBCC aportará con conocimientos para su conservación, obteniendo información útil para la toma de decisiones y nos permite conocer el rol que cumplen los anuros (Bufonidae) dentro de esta área, aún desconocida (Unidas, n.d.).

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 Área de estudio**

La RBCC está ubicada en la provincia de Napo, en la Amazonía ecuatoriana, con una amplia altitud que va desde los 560 hasta los 4432 msnm, cuenta con importantes cuencas hidrográficas (Colonso, Tena, Shitig e Inchillaqui) y diversidad de flora y fauna (Figura 1) (Cuenca et al., 2019; Ramis et al., 2018; Van Der Hoek et al., 2018). Posee alrededor de seis ecosistemas distintos, y en el presente estudio se consideraron los tres primeros ecosistemas en orden ascendente en el gradiente altitudinal: 1) la zona más baja, donde predomina el Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes y zonas de Intervención (Piemontano) siendo zonas aledañas a la RBCC, distribuido desde los 400 a 1200 msnm, 2) la zona media, con el Bosque siempreverde montano bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes que está a los alrededores de la Estación Científica de la RBCC (Montano bajo) desde los 1200 a 2000 msnm, y 3) la zona más alta, constituida por el Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (Montano) desde los 2000 a 3000 msnm (Ministerio del Ambiente, 2013b; Ramis et al., 2018). Las colecciones fueron de 6 especies de anuros (Bufonidae) recolectados en la RBCC (73%) y en zonas aledañas a la misma (27%) hasta ocho kilómetros del límite sur oriental de la reserva, en la cuenca del río Tena (Figura 1). Con el fin de categorizar (altitudes) de cada especie de bufónido correctamente se usó un modelo digital de elevación con resolución de 12.5 x 12.5 m por celda, de un mapa interactivo del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (Ministerio del Ambiente, 2013a). Los datos que fueron tomados en campo no eran continuos y no representaban las altitudes adecuadas según sus coordenadas. Además, se usó este modelo para generar curvas de nivel con intervalos de 500 m.



**Figura 2-1:** Ubicación del área de estudio y las seis especies de anuros (Bufonidae).  
**Realizado por:** Lidia Amoguimba, 2024

Se muestran círculos de diferente color para distinguir su distribución, respecto a los tres ecosistemas (el cuadrado representa el bosque Piemontano, el círculo al bosque Montano bajo y el triángulo el bosque Montano), divididos mayoritariamente en la RBCC como en sus zonas aledañas intervenidas, además, divididas por curvas de nivel con intervalos mínimos de 500 m a máximos de 2500 m. Imagen preparada con ©GoogleMaps.

## 2.2 Colecciones y muestreo de especímenes para el estudio de la dieta

Desde el 2016 hasta el 2020, se realizaron salidas de campo para colectas herpetológicas (entre ellas la familia Bufonidae) a la RBCC y sus alrededores. Estas expediciones formaron parte de tres proyectos de investigación: “NB-LAB: Nature-based living-lab for interdisciplinary practical and research semester on sustainable development and environmental protection in the Amazon Rainforest”, “Caracterización genética y ecológica de la herpetofauna en un Transecto Altitudinal en la Cuenca del Río Napo y la Reserva Colonso- Chalupas”, y “On the quest of the Golden Fleece in Amazonia: The first herpetological DNA-barcoding expedition to unexplored areas on the Napo watershed, Ecuador”, liderados por el Grupo de Biogeografía y Ecología Espacial de la Universidad Regional Amazónica Ikiam. Estos proyectos proporcionaron el

material de colección usados para este estudio, por lo que cada ejemplar cuenta con un número de campo y un número de catálogo único del INABIO. Al ocupar esta colección, las muestras de estómagos no fueron equitativas.

En total de anuros (Bufonidae) se usaron 88 especímenes, conformados por especies como *Osornophryne simpsoni* (Páez Moscoso, Guayasamin & Yáñez-Muñoz, 2011) (N=19), *Rhaebo ecuadorensis* (Mueses-Cisneros, Cisneros-Heredia & McDiarmid, 2012) (N=6), *Rhinella dapsilis* (Myers & Carvalho, 1945) (N=2), *Rhinella festae* (Peracca, 1904) (N=43), *Rhinella margaritifera* (N=6) y *Rhinella marina* (N=12). En el ecosistema Piemontano, predominan especies como *Rh. ecuadorensis*, *Rh. dapsilis*, *Rh. margaritifera* y *Rh. marina* (con la menor cantidad de muestras de estómagos), en el ecosistema Montano bajo está *Rh. festae* con *Rh. marina* (sólo 2 individuos) y en el ecosistema Montano con *O. simpsoni* y *Rh. festae* (sólo 1 individuo).

De cada ejemplar se midió la Longitud Rostro-cloaca (SVL, del inglés) en milímetros. Para el análisis del contenido estomacal, se realizó un corte ventral desde la cloaca hasta la axila lateral izquierda de cada individuo. Este proceso se realizó cuidadosamente utilizando pinzas y tijeras de disección para extraer el estómago con precisión. Cada estómago fue preservado en tubos Eppendorf con etanol al 96%, con etiquetas impresas con el número de catálogo y de campo, sellados con tiras de parafilm, ordenados en gradillas y guardados en una refrigeradora. Con el fin de centrarse en el contenido estomacal, no se tomó en cuenta el análisis de los intestinos, dado que los invertebrados en esta zona presentan mayor grado de descomposición (Luría-Manzano et al., 2019). Posteriormente, con un estereomicroscopio AmScope 3.5x – 180x, se colocó una caja Petri con alcohol al 96% y se abrió cada estómago. Para este estudio se separó y clasificaron solo los invertebrados consumidos con cuerpos completos su identificación (Marques-Pinto et al., 2019). Cada invertebrado se almacenó en tubos Eppendorf con etanol al 96% y se les asignó un código único en una base de datos en Excel. Para corroborar las identificaciones con más investigadores se tomaron fotos de cada invertebrado clasificado desde la vista dorsal, ventral y ambos laterales directamente en el estereomicroscopio con una cámara digital con ayuda de la aplicación AmScope (versión x64, 4.11.19627.20210925). Los invertebrados encontrados fueron identificados hasta el nivel taxonómico de familias para este estudio. Los invertebrados no identificados fueron nombrados como “Indet.” y “No Data-ND” a los estómagos vacíos. Se usaron plataformas con datos actuales de invertebrados como BugGuide y AntWeb que son plataformas que contienen bases de datos robustas con

imágenes de invertebrados que brindan información taxonómica para describir e identificar cada invertebrado y con ayuda bibliográfica (Bravo-Portocarrero et al., 2021; da, 2002; Duperre & Tapia, 2024; Engel et al., 2009; Ermilov et al., 2013; Ermilov & Kalúz, 2012; Guerrero et al., 2010; Jabon et al., 2019; Longino & Colwell, 2011; Pal et al., 2023; Pazmiño-Palomino & Troya, 2022; Revelo-Tobar, 2022; Rueda-Ramírez et al., 2016; Sarmiento-Garcés & Amat-García, 2023; Seniczak et al., 2012; Wilkie et al., 2010). No se midió el tamaño de los invertebrados.

### **2.3 Análisis de datos**

Con los invertebrados clasificados se hicieron cálculos de diversidad alfa y beta distribuidos entre los tres ecosistemas: Piemontano, Montano bajo y Montano (Maioglio et al., 2022). Para determinar la diversidad alfa, se elaboró curvas de rarefacción por cada ecosistema y el número de invertebrados. Además, se calculó el índice de Shannon, Simpson e Inverso de Simpson para cuantificar la diversidad y dominancia de invertebrados consumidos [23,24]. Además, con proporciones se detalló la abundancia relativa de la dieta. Se relacionó el número de invertebrados consumidos por categoría de especies de bufónidos respecto a su Longitud Rostro-cloaca (SVL) mediante un Modelo de Regresión Lineal Múltiple y Simple, correlaciones de Pearson, por cada bufónido con sus invertebrados consumidos y se compararon entre los grupos con una prueba posthoc de Tukey (para ver las diferencias significativas) (Mcelroy & Donoso, 2019). La diversidad beta se calculó para determinar cuán similar es la composición de la dieta entre las especies de anuros que están distribuidas en los ecosistemas con el índice de similitud de Bray-Curtis y su representación gráfica mediante un dendrograma clúster jerárquico (Caranqui A., 2015; Hoenle et al., 2022). La red de interacción entre el ecosistema, de acuerdo a las 6 especies de bufónidos y sus invertebrados consumidos, fue representada mediante un diagrama de Sankey (Menéndez-Guerrero et al., 2022). Todos estos análisis se hicieron mediante el programa R (versión 4.3.1) y Excel Office 2019.

### 3. RESULTADOS

De los 88 estómagos diseccionados, nueve estuvieron vacíos (ND), por lo que 79 estómagos estuvieron llenos y contenían en total 425 invertebrados, identificados taxonómicamente en 15 Ordenes distribuidas en 36 Familias (Tabla 1). Adicionalmente, se identificó dos especímenes de la rara hormiga *Lenomyrmex inusitatus* (Fernández, 2001) a 1439 msnm, siendo el primer registro de su distribución hasta la RBCC. Los invertebrados en cada ecosistema estuvieron constituidos de la siguiente manera: Piemontano (N=113), Montano bajo (N=247) y Montano (N=65). Albergando mayor cantidad de invertebrados en el ecosistema de bosque Montano bajo, atribuyendo en gran medida a la cantidad de estómagos colectados de *Rh. festae* (N=43) a diferencia del resto de bufónidos (Tabla 3-1).

Hay que destacar que los anuros (Bufonidae) recolectados en campo y que fueron usados en este estudio, no se colectaron para un estudio dietético, sólo se usaron muestras de colección, por lo que el número de muestras de estómagos por anuro no fue equitativo. En la Tabla 1 los Ntotal presentados, se observa que en el bosque Montano bajo hay el doble de estómagos por anuros con respecto al bosque Piemontano y Montano, por lo que estas diferencias demuestran que no son extrapolables. Por lo tanto, se generaron curvas de rarefacción, donde invertebrados al azar demostraron que hay mayor diversidad de invertebrados en el bosque Montano, seguidos del Montano bajo y finalmente el Piemontano (Figura 3-1) (Luría-Manzano et al., 2019).

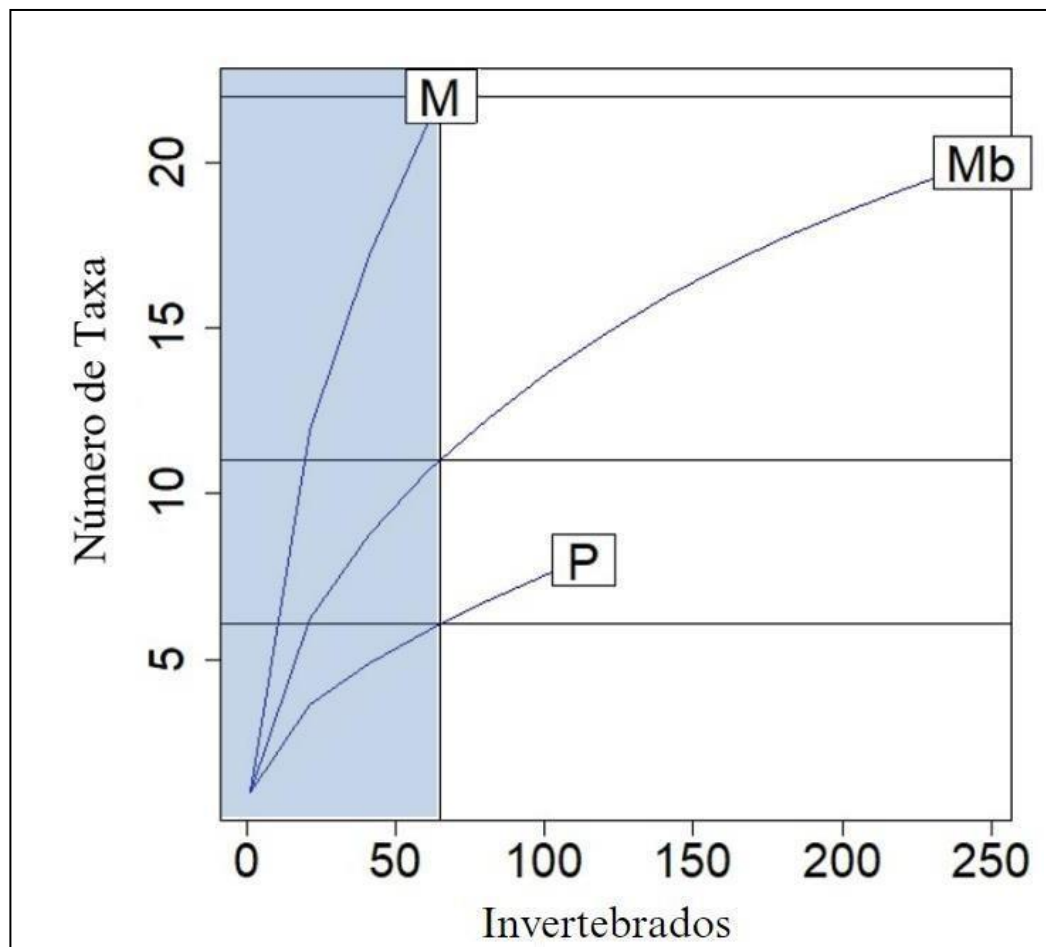
**Tabla 3-1:** Composición de la dieta de las seis especies de anuros (Bufonidae) de la RBCC.

| Ecosistema          | Montano                                |                                 | Montano bajo                     |                                 | Piemontano                          |                                   |                                        |                                 |     | N |
|---------------------|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-----|---|
| Orden - Familia     | <i>Osornophryne simpsoni</i> (Ntot=19) | <i>Rhinella festae</i> (Ntot=1) | <i>Rhinella festae</i> (Ntot=40) | <i>Rhinella marina</i> (Ntot=1) | <i>Rhaebo ecuadorensis</i> (Ntot=5) | <i>Rhinella dapsilis</i> (Ntot=2) | <i>Rhinella margaritifera</i> (Ntot=2) | <i>Rhinella marina</i> (Ntot=9) |     |   |
| Araneae             |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 |     |   |
| Hahniidae           |                                        |                                 | 1                                |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 1   |   |
| Lycosidae           |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        | 1                               | 1   |   |
| Blattodea           |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 |     |   |
| Termitidae          |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        | 1                               | 1   |   |
| Coleoptera          |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 |     |   |
| Chrysomelidae       | 1                                      |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 1   |   |
| Cryptophagidae      | 1                                      |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 1   |   |
| Curculionidae       | 9                                      |                                 | 52                               | 1                               |                                     | 1                                 |                                        | 3                               | 66  |   |
| Hybosoridae         |                                        |                                 | 2                                |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 2   |   |
| Indet.              |                                        |                                 | 1                                |                                 | 1                                   |                                   |                                        |                                 | 2   |   |
| Scarabaeidae        |                                        |                                 |                                  | 1                               |                                     |                                   |                                        |                                 | 1   |   |
| Diptera             |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 |     |   |
| Tephritidae         | 1                                      |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 1   |   |
| Hemiptera           |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 |     |   |
| Cicadellidae        |                                        |                                 |                                  |                                 | 1                                   |                                   |                                        |                                 | 1   |   |
| Pentatomidae        |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        | 2                               | 2   |   |
| Pseudococcidae      | 1                                      |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 1   |   |
| Rhyparochromidae    | 1                                      |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 1   |   |
| Homoptera           |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 |     |   |
| Cicadellidae        |                                        |                                 |                                  |                                 | 1                                   |                                   |                                        |                                 | 1   |   |
| Hymenoptera         |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 |     |   |
| Braconidae          |                                        |                                 | 1                                |                                 | 1                                   |                                   |                                        |                                 | 2   |   |
| Formicidae          | 2                                      |                                 | 126                              | 2                               | 10                                  | 5                                 | 10                                     | 62                              | 217 |   |
| Indet.              |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        | 3                               | 3   |   |
| Indet.              |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 |     |   |
| Indet.              | 5                                      |                                 | 3                                | 6                               |                                     | 2                                 |                                        | 10                              | 26  |   |
| Isopoda             |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 |     |   |
| Armadillidiidae     | 1                                      |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 1   |   |
| Oniscidae           |                                        |                                 | 1                                |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 1   |   |
| Philosciidae        |                                        |                                 | 2                                |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 2   |   |
| Mesostigmata        |                                        |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 |     |   |
| Ascidae             | 3                                      |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 3   |   |
| Dinychidae          | 3                                      |                                 | 2                                |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 5   |   |
| Klinckowstroemiidae | 2                                      |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 2   |   |
| Phytoseiidae        | 1                                      |                                 |                                  |                                 |                                     |                                   |                                        |                                 | 1   |   |

|                       |           |          |            |           |           |          |           |           |            |
|-----------------------|-----------|----------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| Uropodidae            | 1         |          | 2          |           |           |          |           |           | 3          |
| <b>Opiliones</b>      |           |          |            |           |           |          |           |           |            |
| Gonyleptidae          | 1         |          |            |           |           |          |           |           | 1          |
| <b>Polydesmida</b>    |           |          |            |           |           |          |           |           |            |
| Indet.                |           |          | 1          |           |           |          |           |           | 1          |
| <b>Sarcoptiformes</b> |           |          |            |           |           |          |           |           |            |
| Ameronotridae         |           |          | 2          |           |           |          |           |           | 2          |
| Ceratozetidae         |           |          | 4          |           |           |          |           |           | 4          |
| Euphthiracaridae      |           |          | 3          |           |           |          |           |           | 3          |
| Galumnidae            | 9         | 3        | 18         |           |           |          |           |           | 30         |
| Haplozetidae          | 1         |          |            |           |           |          |           |           | 1          |
| Nothridae             | 5         | 1        | 4          |           |           |          |           |           | 10         |
| Opiidae               | 6         |          | 8          |           |           |          |           |           | 14         |
| Oribatellidae         |           |          | 1          |           |           |          |           |           | 1          |
| Phthiracaridae        | 5         |          | 1          |           |           |          |           |           | 6          |
| <b>Symphyleona</b>    |           |          |            |           |           |          |           |           |            |
| Sminthuridae          | 1         |          |            |           |           |          |           |           | 1          |
| <b>Trichoptera</b>    |           |          |            |           |           |          |           |           |            |
| Helicopsychidae       |           |          | 1          |           |           |          |           |           | 1          |
| Indet.                |           |          | 1          |           |           |          |           |           | 1          |
| <b>Trombidiformes</b> |           |          |            |           |           |          |           |           |            |
| Erythraeidae          | 1         |          |            |           |           |          |           |           | 1          |
| <b>Total general</b>  | <b>61</b> | <b>4</b> | <b>237</b> | <b>10</b> | <b>13</b> | <b>8</b> | <b>10</b> | <b>82</b> | <b>425</b> |

Realizado por: Lidia Amoguimba, 2024

Ntot= Número total de especímenes de bufónidos por Ecosistema (Montano, Montano bajo, Piemontano) con contenido estomacal. N = Número de invertebrados consumidos en total por cada familia de invertebrado respecto a cada especie de bufónido. El verde más oscuro representa la mayor cantidad de invertebrados consumidos, hasta terminar en un verde más claro, como el menos consumido.

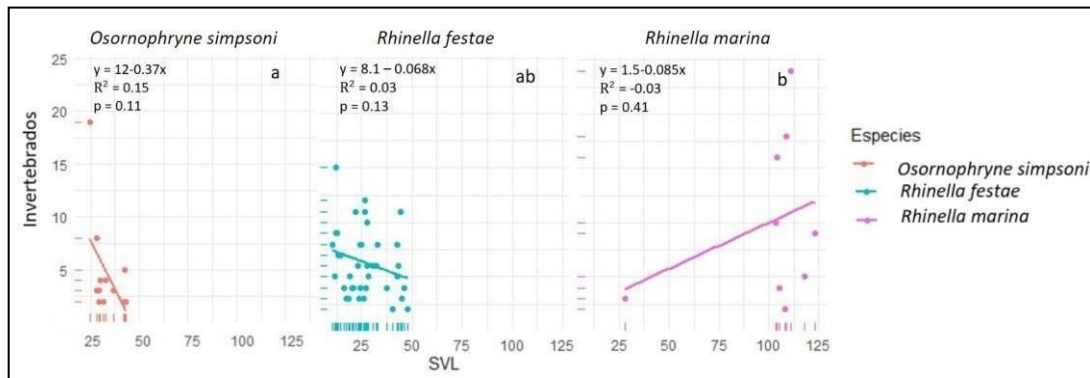


**Figura 3-1:** Curvas de rarefacción que representan el número de invertebrados encontrados en las dietas de bufónidos de tres ecosistemas estudiados.  
**Realizado por:** Lidia Amoguimba, 2024.

El área celeste proporciona una comparación del número esperado de taxa en las dietas, considerando el número de muestras. P= Piemontano, Mb= Montano bajo y M= Montano.

No se encontró relación significativa entre el SVL y los invertebrados consumidos por especie de bufónido identificado (Modelo de regresión múltiple,  $p = 0.01$ ). La mayoría de los bufónidos con SVL de 50 mm (10.3 mín. – 123.10 máx.), representan un consumo moderado de invertebrados, con ciertas excepciones de bufónidos, por ejemplo, solo un individuo de *Rh. festae*, que mide menos de 15 mm consumió más de 10 invertebrados (Figura 3-2). Existe correlación negativa entre *O. simpsoni* ( $p < -0.46$ ) y *Rh. festae* ( $p < -0.24$ ), es decir, su dieta no depende del tamaño de su cuerpo para la cantidad de invertebrados consumidos de acuerdo a su SVL (Figura 3-2). De acuerdo a la prueba de Tukey, hubo diferencias significativas entre la dieta de *O. simpsoni* (a) y *Rh. marina* (b), mientras que el resto de bufónidos no existieron diferencias (ab) (Figura 3-2). Así mismo, mediante un modelo lineal simple por cada especie de bufónido, sólo se aprecia

que *O. simpsoni* ( $R^2 = 0.15$  y  $p = 0.11$ ), *Rh. marina* ( $R^2 = -0.03$  y  $p = 0.41$ ), y *Rh. festae* ( $R^2 = 0.03$  y  $p = 0.13$ ), no son estadísticamente significativas (Figura 3-2).



**Figura 3-2:** Modelo de Regresión Lineal Múltiple entre Longitud Rostro-cloaca (SVL) en mm de tres especies de bufónido con mayor número de invertebrados consumidos.  
**Realizado por:** Lidia Amoguimba, 2024.

Se destaca que no se tomaron en cuenta las otras tres especies de bufónidos, debido a las pocas muestras de invertebrados encontradas por estómago. Las letras indican las diferencias entre la dieta de todos los bufónidos en base a la prueba de grupos de Tukey y los valores de  $R^2$  y  $p$  corresponden a Modelo de Regresión Lineal Simple por especie de bufónido.

De acuerdo con los índices de diversidad alfa (Shannon indicando la homogeneidad, Simpson reflejando la dominancia e Inverso de Simpson comparando la alta dominancia de pocas especies, en este caso de los invertebrados en los tres ecosistemas), los valores más altos de diversidad están en el bosque Montano, al contar con 22 familias de invertebrados consumidos, cinco especímenes no identificados; *O. simpsoni* es la especie predominante en este rango, por lo que tiene los índices más altos entre todas las especies de bufónidos (Tabla 2) (Moreno, 2001). En el bosque Montano bajo, se registran 19 familias de invertebrados consumidos, 12 invertebrados no identificados y tres estómagos vacíos, destacando que *Rh. festae* predomina en esta altitud, al igual que los índices analizados. Mientras que en el bosque Piemontano la comparación no es representativa, a pesar de tener más variedad de especies de bufónidos, las muestras de invertebrados no reflejan su diversidad dada la baja cantidad de estómagos iniciales, por lo que tiene los valores más bajos en los tres índices, los anuros consumieron nueve familias, 16 invertebrados no identificados y seis estómagos vacíos. *Rh. festae* fue el bufónido con mayor cantidad de individuos en todo el estudio, por lo que se tomó en cuenta su estadio, donde los juveniles en comparación con los adultos tienen mayores índices de diversidad en su dieta (Tabla 3-2).

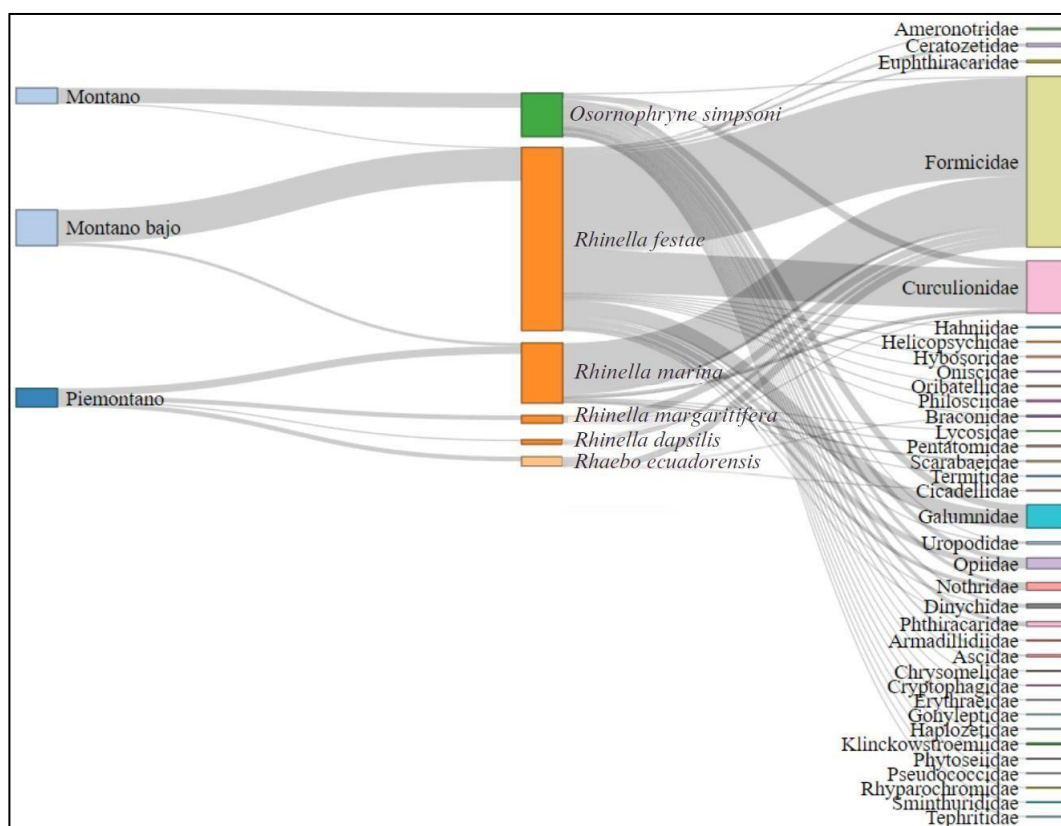
**Tabla 3-2:** Cálculos de los índices de diversidad alfa con respecto al tipo de ecosistema y por especie de bufónidos.

| Ecosistema / Especies         | Estadio | Shannon | Simpson | Inv. Simpson | N  |
|-------------------------------|---------|---------|---------|--------------|----|
| Piemontano                    |         | 0.835   | 0.385   | 1.626        |    |
| Montano bajo                  |         | 1.658   | 0.675   | 3.082        |    |
| Montano                       |         | 2.688   | 0.908   | 10.974       |    |
| <i>Osornophryne simpsoni</i>  |         | 2.736   | 0.916   | 11.964       | 22 |
| <i>Rhaebo ecuadorensis</i>    |         | 0.793   | 0.39    | 1.64         | 4  |
| <i>Rhinella dapsilis</i>      |         | 0.900   | 0.531   | 2.133        | 3  |
| <i>Rhinella festae</i>        |         | 1.625   | 0.669   | 3.025        | 19 |
|                               | Juvenil | 1.683   | 0.687   | 3.198        |    |
|                               | Adulto  | 1.038   | 0.571   | 2.332        |    |
| <i>Rhinella margaritifera</i> |         | 0       | 0       | 1            | 1  |
| <i>Rhinella marina</i>        |         | 0.945   | 0.47    | 1.889        | 7  |

**Realizado por:** Lidia Amoguimba, 2024.

El Índice de Shannon representa la homogeneidad de invertebrados en los tres ecosistemas, el índice de Simpson muestra la dominancia tomando en cuenta la abundancia por cada ecosistema y el Inv. Simpson compara las especies entre los ecosistemas cuando hay alta dominancia con pocos invertebrados. Para *Rhinella festae* se incluyen datos por estadio dado el tamaño de muestra. N = número de familias de invertebrados identificadas por cada especie de bufónido.

Con diversidad beta, la composición de la dieta de anuros (Bufonidae) en los tres ecosistemas estuvo representada sólo por artrópodos, dominado por Formicidae (hormigas) con el 50%, seguido de (Coleóptera) Curculionidae, la categoría de "Indet." y (Sarcoptiformes) Galumnidae (15.2%, 7.6% y 6.9% respectivamente), mientras, Armadillidiidae, Cicadellidae y Termitidae fueron menos dominantes (< 0.24%). En el bosque Montano, *O. simpsoni* consumió más invertebrados de Curculionidae y Galumnidae (N=9 respectivamente), seguido de ácaros Sarcoptiformes, como Opiidae (N=6), Nothridae (N=5) y Phthiracaridae (N=5) y en menor cantidad con familias de ácaros Mesostigmata, otros Coleópteros, Gonyleptidae (Opiliones), Sminthuridae (Collembola), Formicidae, Tephritidae (Diptera) y Armadillidiidae (Isopoda), mientras que *Rh. festae* en este bosque Montano, sólo consumió ácaros Sarcoptiformes como Galumnidae (N=3) y Nothridae (N=1) (Tabla 3-1).



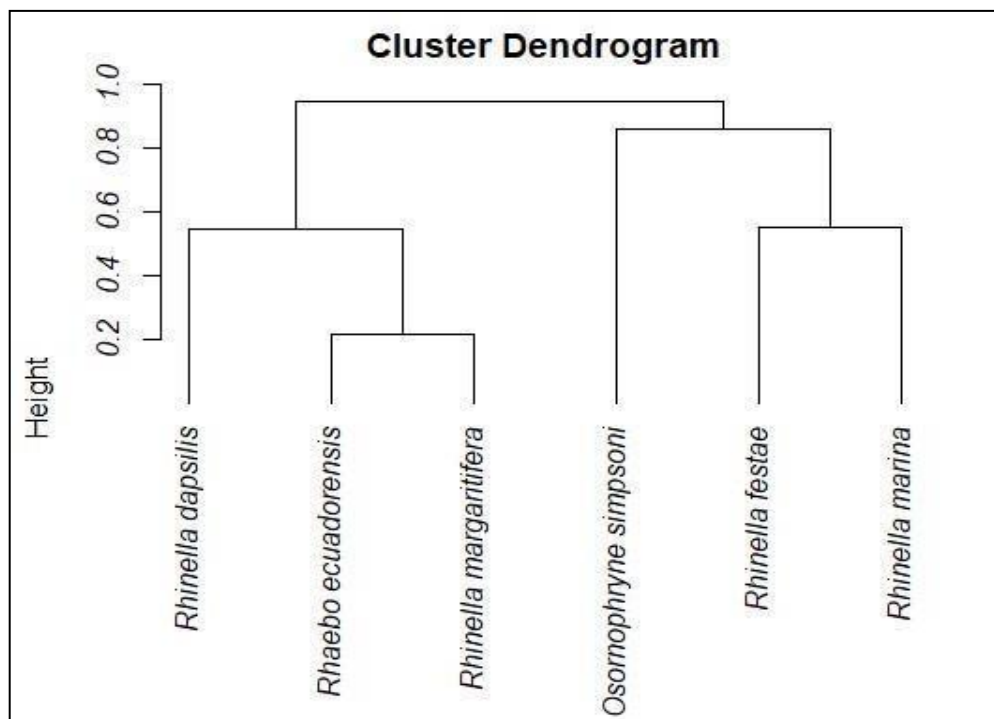
**Figura 3-3:** Red de interacción entre los ecosistemas correspondientes a las especies de bufónidos con las familias de invertebrados consumidos en este estudio.  
**Realizado por:** Lidia Amoguimba, 2024.

El grosor de las líneas (flujos o conexiones) representa el porcentaje relativo al número de invertebrados asociados a cada categoría (nodos).

En el bosque Montano bajo (Tabla 1), la dieta de *Rh. festae* estuvo compuesta por Formicidae (N=126) como invertebrado más consumido, seguida de Curculionidae (N=52) y en menor cantidad ácaros Sarcoptiformes, donde Galumnidae (N=18) fue la más consumida, Opiidae (N=8), Nothridae y Ceratozetidae (N=4) y menos invertebrados con Hahniidae (Araneae), ácaros Mesostigmata, Oribatellidae y Phthiracaridae (Sarcoptiformes), Braconidae (Hymenoptera), Helicopsychidae (Trichoptera) e Isópodos como Oniscidae y Philosciidae, además, estómagos vacíos (ND = 2). Mientras que *Rh. marina* sólo consumió en su mayoría 6 invertebrados desconocidas (Indet.), seguido de Formicidae (N=2) y Curculionidae (N=1) y 1 estómago vacío (ND).

En el bosque de Piemontano, la dieta de las 4 especies de bufónidos estuvo compuesta principalmente por Formicidae: *Rh. ecuadorensis* (N=10), *Rh. dapsilis* (N=5), *Rh. margaritifera* (N=10) y *Rh. marina* (N=62) como el invertebrado más consumido (representado con el flujo de conexión más ancho), seguida de los invertebrados que no

fueron identificadas como “Indet.” con (N=13), mientras que *Rh. margaritifera* (N=4) con el mayor número de estómagos vacíos, seguido de *Rh. ecuadorensis* y *Rh. marina* (N=1) respectivamente (Tabla 1, Figura 4). Los invertebrados menos consumidos (flujo de conexión más delgados) por *Rh. ecuadorensis* fueron (Hemiptera) Cicadellidae e (Hymenoptera) Braconidae con (N=1), para *Rh. dapsilis* sólo Curculionidae (N=1) al igual que *Rh. margaritifera* (N=2). Mientras que (Araneae) Lycosidae y Termitidae con (N=1, cada uno), Curculionidae (N=3) y Pentatomidae (N=2) de invertebrados consumidos por *Rh. marina* (Tabla 3-1, Figura 3-3).



**Figura 3-4:** Dendrograma clúster jerárquico basado en el índice de Bray-Curtis, de acuerdo a cada especie de bufónido.

**Realizado por:** Lidia Amoguimba, 2024.

El índice de Bray-Curtis representa similitud en la composición de invertebrados consumidos por las especies de bufónidos como *Rh. ecuadorensis* y *Rh. margaritifera*, distribuidas en el bosque Piemontano, así como la dieta de *Rh. festae* y *Rh. marina* que habitan el bosque Montano bajo (*Rh. marina* - Piemontano). Mientras que *O. simpsoni* presenta mayor diferencia en su dieta en comparación a los otros bufónidos, al vivir sólo en el bosque Montano (Figura 3-3 y 3-4). Además, en la Figura 3-3 se detalla la interacción que tienen los anuros (Bufonidae) con su dieta, demostrando que hay más diversidad en la dieta de los bufónidos que habitan el bosque Montano, pero la composición de la dieta de las especies de bufónidos del bosque Piemontano y Montano tiene menor similitud.

#### 4. DISCUSIÓN

Estos resultados pueden estar involucrados porque las muestras no fueron equitativas, por lo que es probable que haya una marcada diferencia en los resultados entre especies de bufónidos, principalmente para las especies del bosque Piemontano que tuvieron más estómagos vacíos (Luría-Manzano et al., 2019). La dieta de todos los anuros (Bufonidae) estuvo compuesta principalmente de hormigas, coleópteros y varias familias de ácaros en distintas proporciones, al coexistir principalmente en el suelo y entre la hojarasca (Menéndez-Guerrero, 2001). En la RBCC y sus zonas aledañas, la dieta fue cambiando conforme a la distribución de los bufónidos a lo largo del gradiente y el ecosistema, compartiendo ciertas familias entre ecosistemas (hormigas y gorgojos). Las hormigas al predominar en zonas tropicales, fueron clave en la dieta de los bufónidos (Longino & Colwell, 2011). Dos hormigas identificadas de *Lenomyrmex inusitatus* en la dieta de dos *Rh. festae* amplian su distribución en el país hasta la RBCC, pues sólo se conocía de su distribución en el Parque Nacional Podocarpus en Zamora Chinchipe a 1420 m de altitud (Delsinne & Fernández, 2012).

La diversidad alfa en la dieta de las especies de bufónidos, ha reflejado la diversidad de invertebrados presentes en cada ecosistema. De acuerdo con los índices de diversidad, el bosque Montano (zona más alta) donde habita principalmente *O. simpsoni* presento mayor diversidad de invertebrados, al igual que la especie *O. percrassa* que habita en Colombia en bosques andinos como páramos, prefirió el consumo de gorgojos (Curculionidae) al igual que *O. simpsoni* en la RBCC, pero con la diferencia que fue más del 80% de su dieta, mientras que *O. simpsoni* si diversificó su dieta casi a la par con ácaro Sarcoptiformes como Galumnidae y más ácaros (Vanegas-Guerrero et al., 2016). De acuerdo a sus preferencias alimentarias, se podría estimar que pasa la mayor parte de tiempo entre las hojarasca y zonas ocultas, teniendo una dieta generalista, además, ante la escasa presencia de hormigas, se refleja en su limitada disponibilidad a esta altitud en la RBCC (Vanegas-Guerrero et al., 2016). *O. simpsoni* amplía su distribución en el país hasta la RBCC pues las últimas actualizaciones de esta especie en el país mencionaron que estaba distribuida sólo en las Reservas de Ankaku-Zona y Zuñac, Pastaza, sumada la falta de información ecológica de esta especie (Páez-Moscoso et al., 2011).

La dieta de *Rh. festae* al igual que sus índices, fue diversa pero más especialista al

preferir en su mayoría a hormigas, similar a otras *Rhinella* (Dos Santos et al., 2015). Al habitar en el bosque Montano bajo (zona media) se ve la diferencia de preferencia de invertebrados en su dieta, comparando con *O. simpsoni*, ya en un gradiente menor (menor a los 2000 msnm) los gorgojos (Curculionidae) son otro grupo preferido, así como ácaros. Por lo que se aprecia la abundancia de las hormigas que abundan a los 1500 m de altitud (Longino & Colwell, 2011). Mientras que en el bosque Piemontano, los bufónidos del género *Rhinella* (*Rh. ecuadorensis*, *Rh. dapsilis* y *Rh. marina*) y *Rhaebo ecuadorensis* reflejaron sólo una mínima porción de su dieta, al contar con pocos ejemplares, por ende, poca diversidad, al consumir más hormigas y en mínima cantidad gorgojos (Curculionidae), por lo que no brindan información detallada que represente su dieta, pero permitió ver el recambio de los invertebrados a lo largo del gradiente. Un estudio realizado en Filipinas (especie introducida), la dieta de *Rh. marina* fue catalogada como una especie oportunista, nocturna y con preferencia de todo tipo, desde vertebrados pequeños hasta invertebrados (desde cangrejos hasta caracoles), muy diferente a lo que se evidenció en la RBCC que prefirió hormigas y en menor cantidad de gorgojos (Curculionidae) (Jabon et al., 2019). La relación entre la diversidad de la dieta a mayor y menor altitud, podría estar relacionada a la perturbación de los ecosistemas, escasos de invertebrados, ingesta indirecta, entre otros (Longino & Colwell, 2011; Menéndez-Guerrero, 2001).

En cuanto a la relación de su SVL con la dieta de *O. simpsoni* no tuvo correlación positiva, pero en con *O. percrassa* al correlacionar varias métricas y no sólo SVL (como el ancho y longitud de la cabeza) se correlacionaron positivamente (Vanegas-Guerrero et al., 2016). Para *Rh. festae* la Longitud Rostro-cloaca (SVL) no muestra correlación con la cantidad de invertebrados consumidos, podría influir en la competencia de los individuos de *Rh. festae*, especialmente entre juveniles y adultos (Oropeza-Sánchez et al., 2018). Los juveniles al presentar mayor ingesta de invertebrados, podrían verse en la necesidad energética de diversificar su dieta, mientras que los adultos tenían dietas más específicas no requieren el mismo gasto energético, aunque estos resultados podrían favorecer a los *Rh. festae* juveniles al ser mayoría, al igual que se presencia o ausencia de los invertebrados (Oropeza-Sánchez et al., 2018).

La composición de la dieta fue cambiando a lo largo del gradiente, y es evidente por la diversidad beta, pues principalmente hubo diferencia en la dieta de bufónidos del bosque Piemontano y Montano, mientras que la dieta de los bufónidos de bosque Montano bajo fueron parte de la transición entre estos ecosistemas, compartiendo familias de

invertebrados consumidos (Cuyckens et al., 2015). Las especies representadas en los géneros de *Rhinella spp.* y *Rhaebo spp.* son cercanos y la composición de su dieta es muy similar, principalmente por Formicidae (Sciani et al., 2013). Las hormigas fueron invertebrados distribuidos en todo el gradiente, pero en el bosque Piemontano hubo menos hormigas que en bosque Montano bajo, en comparación al bosque Montano donde fueron minoría. Curculionidae igualmente estuvo en todo el gradiente, abundando en el bosque Montano bajo, seguido del bosque Montano y escaseando en el bosque Piemontano. Mientras que las diversas familias de ácaros sólo se distribuyeron en el bosque Montano y bosque Montano ya que en la zona baja (Piemontano) donde no hubo ácaros (Menéndez-Guerrero et al., 2022).

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalmente, se concluye que la dieta y la composición de las diferentes especies de anuros (Bufonidae) si cambia a través de los tres ecosistemas, donde se aprecia que *O. simpsoni* tuvo la dieta más diversa en el bosque Montano y la composición de la dieta de los bufónidos está principalmente compuesta por hormigas (Formicidae), gorgojos (Curculionidae) y familias de ácaros (Galumnidae, Opiidae y Nothridae) e invertebrados sin identificar (Indet.). Se reconoce que la colección de las especies de bufónidos no fueron equitativas, especialmente para *Rh. ecuadorensis*, *Rh. dapsilis* y *Rh. margaritifera*, permitiendo que la información no sea muy relevante, en comparación a la cantidad de individuos de *Rh. festae*, que fueron más demostrativos, debido a que sólo se usó material de colección, con el objetivo de darle un segundo uso, además de darle continuidad al proyecto ("Caracterización genética y ecológica de la herpetofauna en un Transecto Altitudinal en la Cuenca del Río Napo y la Reserva Colonso- Chalupas, Ecuador") que recolecto estos sapos en campo. Por lo que se recomienda que siempre que se realicen este tipo de estudios de dieta sean con colectas equitativas, con el fin de no perder información y que esta tenga más relevancia. También se recomienda que la identificación taxonómica se siga trabajando ya sea con métodos clásicos o con nuevas tecnologías (Metabarcoding). Además, estos resultados sirven como información base para estudios más exhaustivos de la dieta de anuros (Bufonidae) en la RBCC.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue apoyado y financiado por el proyecto de NB-LAB: Nature-based living-lab for interdisciplinary practical and research semester on sustainable development and environmental protection in the Amazon Rainforest (GIR-012-2020), Caracterización genética y ecológica de la herpetofauna en un Transecto Altitudinal en la Cuenca del Río Napo y la Reserva Colonso- Chalupas, Ecuador (BEE-006-2017), On the quest of the Golden Fleece in Amazonia: The first herpetological DNA-barcoding expedition to unexplored areas on the Napo watershed, Ecuador (BEE-007-2016) del Grupo de Biogeografía y Ecología Espacial de la Universidad Regional Amazónica Ikiam.

## **CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR**

Lidia E. Amoguimba-Molina: disección y extracción de estómagos, clasificación, identificación y fotografías de contenido estomacal, metodología, análisis estadísticos y redacción.

H. Mauricio Ortega Andrade: colección de bufónidos, metodología, financiamiento, análisis estadísticos, revisión y correcciones.

David A. Donoso: verificación de la base de datos, metodología, análisis estadísticos, revisión y correcciones.

## **DECLARACIÓN DE DIVULGACIÓN**

Los autores no tenemos conflicto de interés en ninguna de las áreas tratadas.

## REFERENCIAS

- Álvarez-Solas, S., Peñuela-Mora, M. C., & Ramis, L. (2019). Asociación palma-animal: mamíferos dispersores de semillas asociados a *Socratea* spp. e *Iriartea deltoidea* en el piedemonte de la Reserva Biológica Colonso-Chalupas, Napo, Ecuador. *Mammalia Aequatorialis*, 1, 9–14–19–14. <https://doi.org/10.59763/MAM.AEQ.V1I.2>
- Borja, M. O., Aragón-Osejo, J., & Josse, C. (2017). EJE-02-03 Bosques de la región amazónica ecuatoriana: ¿qué nos dicen las cifras de deforestación de los últimos 15 años? *Memorias y Boletines de La Universidad Del Azuay*, XVI, 63–76. <http://201.159.222.81/index.php/memorias/article/view/49>
- Bravo-Portocarrero, R. Y., Idme-Bustinza, V. H., Lima-Medina, I., Cornejo-Condori, G., & Casa-Coila, V. H. (2021). Diversidad de gorgojo de los Andes (Coleoptera: Curculionidae) es papa (*Solanum* spp.) es Puno-Perú. *Revista Colombiana de Entomología*, 47(2). <https://doi.org/10.25100/socolen.v47i2.10797>
- Cano Martinez, R., & Álvarez-Solas, S. (n.d.). *Un laboratorio vivo único en la Selva ecuatoriana - Asociación Primatológica Española*. Retrieved February 18, 2022, from <https://apespain.org/un-laboratorio-vivo-unico-en-la-selva-ecuatoriana/>
- Caranqui A., J. (2015). Composición y diversidad de especies arbóreas en transectos de localidades del bosque siempreverde de tierras bajas del Ecuador. *Enfoque UTE*, 6(3), 96–105. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v6n3.72>
- Ciencias De La Vida, F., Stefania, K., & Pérez, V. (n.d.). *Macrohongos silvestres comestibles utilizados por dos comunidades kichwa del Napo, Amazonía Ecuatoriana*.
- Cuenca, P., Peñuela Mora, M. C., Maisincho, L., & Celi, J. (2019). *Hacia un manejo adaptativo de la Reserva Biológica Colonso Chalupas y su zona de amortiguamiento: sistematización de la aplicación de la metodología manejo Adaptativo de Riesgo y vulnerabilidad en sitios de conservación (MARISCO)*.
- Cuyckens, G. A. E., Malizia, L. R., & Blundo, C. (2015). Composición, diversidad y estructura de comunidades de árboles en un gradiente altitudinal de selvas subtropicales de montaña (Serranías de Zapla, Jujuy, Argentina). *Madera Bosques*, 21(3), 137–148. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.213463>
- da, R. P. (2002). Systematic review and cladistic analysis of the Brazilian subfamily Caelopyginae (Opiliones: Gonyleptidae). *Arquivos de Zoologia*, 36(4), 357–464. <https://doi.org/10.11606/ISSN.2176-7793.V36I4P357-464>
- Delsinne, T., & Fernández, F. (2012). *First Record of Lenomyrmex inusitatus ( Formicidae : Myrmicinae ) in Ecuador and Description of the Queen*. 2012(May 2010). <https://doi.org/10.1155/2012/145743>
- Dos Santos, S. P., Ibáñez, R., & Ron, S. R. (2015). Systematics of the *Rhinella margaritifera* complex (Anura, Bufonidae) from western Ecuador and Panama with insights in the biogeography of *Rhinella alata* Launched to accelerate biodiversity research. *Systematics of the Rhinella Margaritifera Complex (Anura, Bufonidae)...* 109 *ZooKeys*, 501, 109–145. <https://doi.org/10.3897/zookeys.501.8604>
- Duperre, N., & Tapia, E. (2024). *First Record of the Family Hahniidae in Ecuador with Description of Thirteen New Species and Three New Genera ( Araneae : Hahniidae )* †. 53–111.
- Engel, M. S., Grimaldi, D. A., & Krishna, K. (2009). Termites (Isoptera): Their Phylogeny, Classification, and Rise to Ecological Dominance. <https://doi.org/10.1206/651.1>, 2009(3650), 1–27. <https://doi.org/10.1206/651.1>

- Ermilov, S. G., & Kalúz, S. (2012). Two new species of Oppiidae (Acari: Oribatida) from Ecuador. *International Journal of Acarology*, 38(6), 521–527. <https://doi.org/10.1080/01647954.2012.687499>
- Ermilov, S. G., Starý, J., Sandmann, D., Marian, F., & Maraun, M. (2013). New taxa and new records of oribatid mites of the family Galumnidae (Acari: Oribatida) from Ecuador. *Zootaxa*, 3700(2), 259–270. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3700.2.4>
- Fajardo Martinez, X., Fajardo Patiño, A., & De la Ossa V, J. (2013). Hábitos alimentarios del complejo *Rhinella margaritifera* (Laurenti, 1768) (Amphibia: Bufonidae), Amazonas, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 5(2), 301. <https://doi.org/10.24188/RECIA.V5.N2.2013.295>
- Flores, O., Seoane, J., Hevia, V., & Azcárate, F. M. (2018). Spatial patterns of species richness and nestedness in ant assemblages along an elevational gradient in a Mediterranean mountain range. *PLoS ONE*, 13(12), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204787>
- Guerrero, R. J., Sarmiento, C. E., Guerrero, R. J., & Sarmiento, C. E. (2010). Distribución altitudinal de hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Acta Zoológica Mexicana (n.S.)*, 26(2), 279–302.
- Herrera-Paniagua, P. (2021). Ranas y sapos, el porqué de su conservación. *Revista de La Academia*, 72(2), 64–71. [https://www.researchgate.net/publication/351060734\\_Ranas\\_y\\_sapos\\_el\\_porque\\_de\\_su\\_conservacion](https://www.researchgate.net/publication/351060734_Ranas_y_sapos_el_porque_de_su_conservacion)
- Hoenle, P. O., Donoso, D. A., Argoti, A., Staab, M., von Beeren, C., & Blüthgen, N. (2022). Rapid ant community reassembly in a Neotropical forest: Recovery dynamics and land-use legacy. *Ecological Applications*, 32(4), 1–15. <https://doi.org/10.1002/eap.2559>
- Jabon, K. J. D., Gamalo, L. E. D., Responte, M. A., Abad, R. G., Gementiza, G. D. C., & Achondo, M. J. M. (2019). Density and diet of invasive alien anuran species in a disturbed landscape: A case in the University of the Philippines Mindanao, Davao City, Philippines. *Biodiversitas*, 20(9), 2554–2560. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200917>
- Longino, J. T., & Colwell, R. K. (2011). Density compensation, species composition, and richness of ants on a neotropical elevational gradient. *Ecosphere*, 2(3), 1–20. <https://doi.org/10.1890/ES10-00200.1>
- Luría-Manzano, R., Oropeza-Sánchez, M. T., Aguilar-López, J. L., Díaz-García, J. M., Pineda, E., Luría-Manzano, R., Oropeza-Sánchez, M. T., Aguilar-López, J. L., Díaz-García, J. M., & Pineda, E. (2019). Dieta de la rana de hojarasca *Craugastor rhodopis* (Anura: Craugastoridae): una especie abundante en la región montañosa del este de México. *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 196–205. <https://doi.org/10.15517/RBT.V67I1.33135>
- Maioglio, O., Cerrato, C., Bellò, C., & Meregalli, M. (2022). Diversity and spatial distribution of leaf litter Curculionidae (Coleoptera: Curculionoidea) in two ecuadorian tropical forests. *Diversity*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/d14100871>
- Marques-Pinto, T., Barreto-Lima, A. F., & Brandão, R. A. (2019). Dietary resource use by an assemblage of terrestrial frogs from the Brazilian Cerrado. *North-Western Journal of Zoology*, 15(2), 135–146.
- Martínez, M. M., Ortega, M. S. C., Lopera, J. M. H., & Morales, J. A. R. (2019). Diet of the yellow striped poison frog, *Dendrobates truncatus* (Cope, 1861) (Anura: Dendrobatidae) from the Middle Magdalena river valley, Colombia. *Herpetology Notes*, 12, 1185–1191. <https://www.biotaxa.org/hn/article/view/53173>
- Mcelroy, M. T., & Donoso, D. A. (2019). Ant morphology mediates diet preference in a neotropical toad (*Rhinella alata*). *Copeia*, 107(3), 430–438. <https://doi.org/10.1643/CH-18-162>

- Melo-Molina, E. L. (2022). *Edaphic mites (Acari: Mesostigmata: Gamasina) from three regions of Ecuador*. 108.
- Menéndez-Guerrero, P. A. (2001). *Ecología trófica de la comunidad de anuros del Parque Nacional Yasuní en la Amazonía ecuatoriana* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://www.researchgate.net/publication/254560526>
- Menéndez-Guerrero, P. A., Ron, S. R., & Carvajal-Endara, S. (2022). Dietary data of a highly biodiverse anuran assemblage in the Ecuadorian Amazon. *Data in Brief*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108720>
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2013a). *Mapa interactivo - Ecosistemas*. <http://ide.ambiente.gob.ec:8080/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2013b). Sistema de clasificación de los ecosistemas de Ecuador. *Igarss 2014*, 1–5.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. In *Manuales y tesis SEA* (CYTED; ORC, Vol. 1, Issue 1). [https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625)
- Navarro-Salcedo, P., Navarro-Morales, A., & Salinas, F. V. (2020). Anfibios y reptiles de Colombia Rhinella marina (Linnaeus, 1758). *Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia*, 6(1), 63–72.
- Oropeza-Sánchez, M. T., Pineda, E., & Luría-Manzano, R. (2018). Population characteristics, habitat, and diet of the large-crested toad (*Incilius cristatus*; anura: Bufonidae): A critically endangered species endemic to Mexico. *Herpetological Conservation and Biology*, 13(3), 558–568.
- Ortega-Andrade, H. M., Blanco, M. R., Cisneros-Heredia, D. F., Arévalo, N. G., Vargas-Machuca, K. G. L. de, Sánchez-Nivicela, J. C., Armijos-Ojeda, D., Andrade, J. F. C., Reyes-Puig, C., Riera, A. B. Q., Székely, P., Soto, O. R. R., Székely, D., Guayasamin, J. M., Pesántez, F. R. S., Amador, L., Betancourt, R., Ramírez-Jaramillo, S. M., Timbe-Borja, B., ... Muñoz, M. H. Y. (2021). Red List assessment of amphibian species of Ecuador: A multidimensional approach for their conservation. *PLOS ONE*, 16(5), e0251027. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0251027>
- Páez-Moscoso, D. J., Guayasamin, J. M., & Yáñez-Muñoz, M. (2011). A new species of Andean toad (Bufonidae, Osornophryne) discovered using molecular and morphological data, with a taxonomic key for the genus. *ZooKeys*, 108, 73–97. <https://doi.org/10.3897/zookeys.108.1129>
- Pal, E., Allison, J. D., Hurley, B. P., Slippers, B., & Fourie, G. (2023). Life History Traits of the Pentatomidae (Hemiptera) for the Development of Pest Management Tools. *Forests 2023*, Vol. 14, Page 861, 14(5), 861. <https://doi.org/10.3390/F14050861>
- Parr, C. L., Dunn, R. R., Sanders, N. J., Weiser, M. D., Photakis, M., Bishop, T. R., Fitzpatrick, M. C., Arnan, X., Baccaro, F., Brandão, C. R. F., Chick, L., Donoso, D. A., Fayle, T. M., Gómez, C., Grossman, B., Munyai, T. C., Pacheco, R., Retana, J., Robinson, A., ... Gibb, H. (2017). GlobalAnts: a new database on the geography of ant traits (Hymenoptera: Formicidae). *Insect Conservation and Diversity*, 10(1), 5–20. <https://doi.org/10.1111/icad.12211>
- Pazmiño-Palomino, A., & Troya, A. (2022). Ants of Ecuador: new species records for a megadiverse country in South America. *Revista Brasileira de Entomologia*, 66(2), e20210089. <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2021-0089>
- Quilumbaquin, W., & Carrera-gonzalez, A. (2023). *Environmental DNA and visual encounter surveys for*

- amphibian biomonitoring in aquatic environments of the Ecuadorian Amazon*. 1–25.  
<https://doi.org/10.7717/peerj.15455>
- Ramirez, S., P. Meza-Ramos, Yanez-Muñoz, M. H. & Reyes, J. (2009). Asociaciones interespecíficas de anuros en cuatro gradientes altitudinales de la Reserva Ecuador. *Boletín Técnico*, 4–5, 35–49.
- Ramis, L., Álvarez-Solas, S., & Peñuela, M. (2018). Diagnóstico preliminar de la presencia de primates que habitan el Piedemonte de la Reserva Biológica Colonso-Chalupas. *Revista de Investigación Talentos*, 5(2), 1–11. <https://doi.org/10.33789/TALENTOS.5.78>
- Ramos, C. S. (2018). *Interacciones biológicas y patrones espaciales de diversidad: plantas, artrópodos herbívoros y herbivoría en gradientes altitudinales* [Universidad de Buenos Aires]. <https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/handle/11336/83482>
- Revelo-Tobar, H. (2022). Checklist of Oribatid mites (Acari: Oribatida) of Ecuador. *Zootaxa*, 5210(1), 1–96. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5210.1.1>
- Rueda-Ramírez, D., Varela, A., & De Moraes, G. J. (2016). Soil mites of the families Ascidae, Blattisociidae and Melicharidae (Acari: Mesostigmata) from mountainous areas of Colombia. *Zootaxa*, 4127(3), 493–514. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4127.3.5>
- Salazar-buenaño, F., Guevara, D., Barragán, A., Carvajal, V., & Donoso, D. A. (2023). Catalog of the invertebrate type specimens hosted at the Pontificia Universidad Católica del Ecuador and Escuela Politécnica Nacional natural history collections. *ZooKeys*, 45, 15–45. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1169.102030>
- Salazar, F., & Donoso, D. (2014). El mundo de los invertebrados: en busca del número total de especies del Ecuador. *Curiosidades Científicas*, 16(1753), 37–40.
- Sánchez-Carvajal, M. J., Reyes-Ortega, G. C., Cisneros-Heredia, D. F., & Ortega-Andrade, H. M. (2021). Rediscovery of Laura's glassfrog *Nymphargus laurae* (Anura: Centrolenidae) with new data on its morphology, colouration, phylogenetic position and conservation in Ecuador. *PeerJ*, 9, e12644. <https://doi.org/10.7717/PEERJ.12644/SUPP-2>
- Sarmiento-Garcés, R., & Amat-García, G. (2023). Escarabajos Del Género *Dichotomius* Hope 1838 (Scarabaeidae: Scarabaeinae) En La Amazonía Colombiana. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 33(127), 285–296. [https://doi.org/10.18257/raccefyn.33\(127\).2009.2364](https://doi.org/10.18257/raccefyn.33(127).2009.2364)
- Sciani, J. M., Angeli, C. B., Antoniazzi, M. M., Jared, C., & Pimenta, D. C. (2013). Differences and similarities among parotoid macrogland secretions in south american toads: A preliminary biochemical delineation. *The Scientific World Journal*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/937407>
- Seniczak, S., Iturrondobetia, J. C., & Seniczak, A. (2012). The ontogeny of morphological traits in three species of Galumnidae (Acari: Oribatida). *International Journal of Acarology*, 38(7), 612–638. <https://doi.org/10.1080/01647954.2012.709276>
- Suárez Badillo, H. A., & Ramírez Pinilla, M. P. (2004). Anuros del gradiente altitudinal de la Estación Experimental y Demostrativa El Rasgón (Santander, Colombia). *Caldasia*, 26(2), 395–416.
- Unidas, N. (n.d.). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible*. Retrieved January 21, 2022, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Van Der Hoek, Y., Jensen, R., Salagaje, L. A., & Ordóñez-Delgado, L. (2018). *A preliminary list of the birds of the foothills and south-eastern buffer zone of Colonso Chalupas Biological Reserve, Ecuador*. <https://flic.kr/s/aHskDjImna>
- Vanegas-Guerrero, J., Gonzalez-Durán, G. A., & Escobar-Lasso, S. (2016). Distribution, diet, and vocalizations of the endangered Colombian toad *Osornophryne percrassa* (Anura, bufonidae).

*Herpetological Conservation and Biology*, 11(1), 90–100.

Waichert, C., Guerra, T., & Rosa, A. (2019). *Invertebrados ameaçados de extinção no estado do Espírito Santo Introdução*. 1(December), 216–229.

Wilkie, K. T. R., Mertl, A. L., & Traniello, J. F. A. (2010). Species diversity and distribution patterns of the ants of Amazonian ecuador. *PLoS ONE*, 5(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013146>