



ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LAS PROVINCIAS Y ÁREAS PROTEGIDAS DE ECUADOR BASADO EN LA PRESENCIA DE RANAS DARDO VENENOSAS (*DENDROBATIDAE*) Y CONSIDERACIONES PARA SU CONSERVACIÓN

MULTIVARIATE ANALYSIS OF ECUADORIAN PROVINCES AND PROTECTED
AREAS BASED ON THE PRESENCE OF POISON DART FROGS (*DENDROBATIDAE*)
AND SOME INSIGHTS FOR THEIR CONSERVATION

Patricio Yáñez-Moretta*, Julio Gereda-García, Alexander Huaraca-Egas,
Michael Baldeón-Morales y Darwin Quinteros-Sarmiento

Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay: Escuela de Ciencias Biológicas e Ingeniería, Urcuquí, Ecuador.

*Autor para correspondencia: ayanez@yachaytech.edu.ec

Manuscrito recibido el 01 de octubre de 2024. Aceptado, tras revisión, el 05 de enero de 2025. Publicado el 01 de marzo de 2025.

Resumen

La comprensión de los patrones de distribución de las especies es fundamental para desarrollar estrategias de conservación efectivas, especialmente en regiones con alta biodiversidad y endemismo como Ecuador. Los anfibios, y en particular las ranas venenosas (*Dendrobatidae*), son importantes bioindicadores de la salud ambiental, pero enfrentan amenazas significativas como la pérdida de hábitat, el cambio climático y otros factores antropogénicos. Este estudio analiza los patrones de distribución de las especies de ranas venenosas en varias provincias y áreas protegidas de Ecuador, utilizando una base de datos actualizada que incluye 48 especies, 32 de las cuales son endémicas del país. Se emplearon técnicas de Análisis de Clasificación (Cluster analysis) y de Ordenamiento (Análisis de componentes principales) para comparar provincias y áreas protegidas en función de su riqueza de especies, identificando regiones con mayor y menor presencia de estas ranas venenosas. Además, se discuten los factores ecológicos y la influencia de las áreas protegidas en la distribución de estas especies. Los hallazgos revelan regiones con alta riqueza de especies, resaltan los posibles efectos de los cambios ambientales en las comunidades de ranas venenosas y subrayan el papel crucial de las áreas protegidas en la preservación de la biodiversidad. El presente estudio enfatiza la importancia de integrar estos análisis en la planificación de conservación y en los procesos de toma de decisiones, contribuyendo a la protección de las ranas venenosas y de sus hábitats, así como a la preservación de la singular diversidad de anfibios en Ecuador.

Palabras clave: Ranas dardo venenosas, *Dendrobatidae*, análisis multivariado, biodiversidad, provincias ecuatorianas, áreas protegidas de Ecuador.

Abstract

Understanding the distribution patterns of species is crucial for developing effective conservation strategies, particularly in regions with high biodiversity and endemism like Ecuador. Amphibians, especially poison dart frogs (*Dendrobatidae*), serve as important bioindicators of environmental health, yet they face significant threats from habitat loss, climate change, and other anthropogenic factors. This study examines the distribution patterns of poison dart frog species across various provinces and protected areas in Ecuador, utilizing an updated database containing 48 species, 32 of which are endemic to the country. Cluster Analysis and Principal Component Analysis (PCA) were applied to compare provinces and protected areas based on species richness, effectively identifying regions with higher and lower poison dart frog species presence. Additionally, ecological factors and the influence of protected areas on the distribution of these frogs are discussed. The findings reveal regions of high species richness, underscore the potential effects of environmental changes on poison dart frog communities, and highlight the crucial role of protected areas in safeguarding biodiversity. This study underscores the importance of integrating these analyses into conservation planning and decision-making processes, aiming to protect poison dart frogs and their habitats. By addressing these challenges, this research contributes complementary perspectives into preserving Ecuador's unique amphibian diversity.

Keywords: Poison dart frogs, *Dendrobatidae*, multivariate analysis, biodiversity, Ecuadorian provinces, Ecuadorian protected areas.

Forma sugerida de citar: Yáñez-Moreta, P., Gereda-García, J., Huaraca-Egas, A., Baldeón-Morales, M. y Quinteros-Sarmiento, D. (2025). Análisis multivariado de las provincias y áreas protegidas de Ecuador basado en la presencia de ranas dardo venenosas (*Dendrobatidae*) y consideraciones para su conservación. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 41(1):33-52. <https://doi.org/10.17163/lgr.n41.2025.02>.

IDs Orcid:

Patricio Yanez-Moreta: <https://orcid.org/0000-0003-4436-7632>
Julio Gereda-García: <https://orcid.org/0000-0001-5065-3542>
Alexander Huaraca-Egas: <https://orcid.org/0000-0002-4439-6380>
Michael Baldeón-Morales: <https://orcid.org/0000-0002-2705-723X>
Darwin Quinteros-Sarmiento: <https://orcid.org/0000-0001-6137-2981>

1 Introducción

Ecuador es un país excepcionalmente biodiverso, que alberga una amplia variedad de hábitats y nichos ecológicos que sustentan numerosas especies de vertebrados e invertebrados. Hasta 2023, se han registrado 676 especies de anfibios en Ecuador, de las cuales 324 son endémicas (Ron and Ortiz, 2024). Entre ellas, la familia Dendrobatidae, comúnmente conocida como ranas dardo venenosas, comprende anuros neotropicales caracterizados por su llamativa coloración (Figuras 1-4), la cual funciona como una señal aposemática asociada a la presencia de alcaloides tóxicos en su piel (Daly et al., 2005; Patocka et al., 1999).



Figura 1. Un espécimen de *Ameerega bilinguis* (Dendrobatidae) (Gallice, 2009).



Figura 2. Un espécimen de *Epipedobates anthonyii* (Dendrobatidae) (Tubifex, 2010).

El estudio de las ranas dendrobátidas es relevante en múltiples disciplinas científicas. De las secreciones dérmicas de estas especies se han aislado

diversos alcaloides con propiedades farmacológicas potencialmente importantes (Daly et al., 1985, 2005; Spande et al., 1992). Dentro de esta familia, especies del género *Phyllobates* sintetizan batrachotoxinas, algunas de las toxinas no peptídicas más potentes conocidas.

Estas sustancias afectan principalmente los tejidos cardíaco y nervioso, al inducir una despolarización irreversible de la membrana celular, lo que interfiere con la depolarización normal (Patocka et al., 1999). En contraste, las especies con menores concentraciones de toxinas dérmicas tienden a presentar una coloración más opaca o críptica, lo que sugiere una adaptación que reduce el riesgo de depredación en ausencia de mecanismos químicos de defensa (Santos et al., 2003).



Figura 3. Un espécimen de *Hyloxalus infraguttatus* (Dendrobatidae) (Klimsa, 2020).



Figura 4. Un espécimen de *Epipedobates machalilla* (Dendrobatidae) (Amphibiaweb, 2022).

Según un modelo de riqueza desarrollado por Gómez (2017), las regiones de Ecuador con mayor diversidad de especies de la familia Dendrobatidae son el sureste y noroeste de la Amazonía ecuatoriana, las estribaciones occidentales del Chocó ecuatoriano y las estribaciones centro-orientales de los

Andes. Estos resultados evidencian una preferencia de estas especies por áreas húmedas y de tierras bajas, un patrón también reportado por Valencia et al. (2009a,b).

Los objetivos de esta investigación son: (i) analizar los patrones de distribución de las especies de ranas venenosas de dardo en diversas provincias y áreas protegidas de Ecuador, mediante el uso de métodos estadísticos multivariados, como el Análisis de Conglomerados Aglomerativo (Cluster Analysis) y el Análisis de Componentes Principales, para identificar áreas (provincias o reservas) con alta riqueza de especies y similitudes entre ellas; y (ii) evaluar la influencia de las distintas condiciones ecológicas, así como el papel de las áreas protegi-

das, en la presencia, distribución y conservación de las especies de ranas venenosas de dardo en Ecuador.

2 Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

Este estudio se centra en 23 provincias (Figura 5; Anexo 1) y 18 áreas protegidas nacionales (Figura 6; Anexo 2) a lo largo del Ecuador continental. El análisis abarca una amplia variedad de hábitats, incluyendo bosques tropicales de tierras bajas y bosques nublados montanos, los cuales constituyen entornos característicos para las ranas venenosas de dardo.

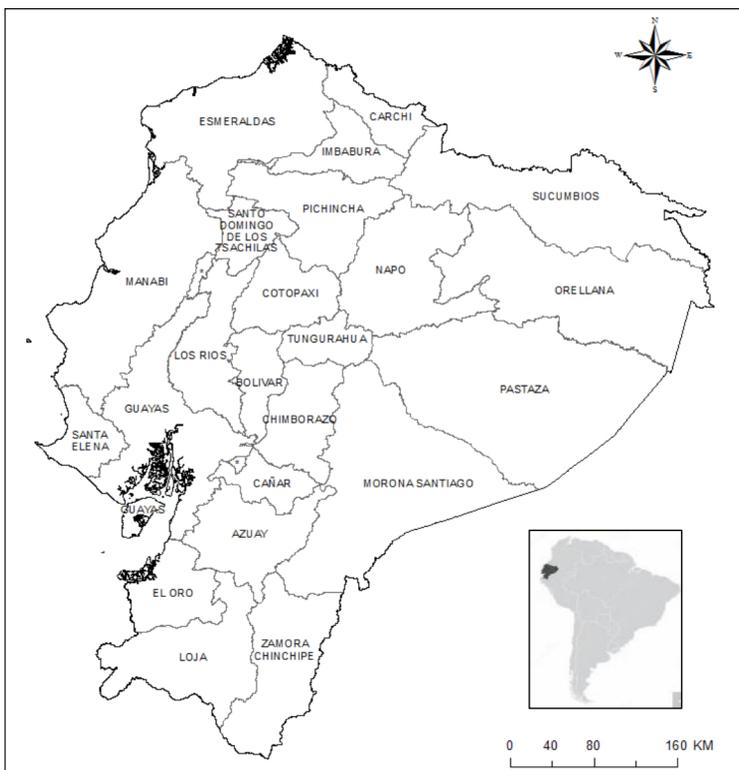


Figura 5. Provincias del Ecuador continental: Información detallada sobre ellas disponible en el Apéndice 1.

Las provincias incluidas en el estudio abarcan regiones de la Costa, la zona Andino-Coquera occidental, la zona Andino-Amazónica oriental y la Amazonía ecuatoriana. Las áreas protegidas analizadas comprenden exclusivamente parques nacio-

nales y reservas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2023), desempeñando un papel crucial en la conservación oficial de la biodiversidad de anfibios en el país.

comunitarias (Legendre and Legendre, 2012; Yáñez and Quishpe, 2013).

Las técnicas de agrupamiento aglomerativo también se emplean en ecología para generar dendrogramas, los cuales ilustran la formación de conglomerados entre los elementos de estudio, en este caso, provincias o áreas protegidas. Estos dendrogramas proporcionan una representación visual de la similitud entre elementos y sus diferencias con otros, permitiendo comprender mejor las relaciones y patrones dentro de los datos (Clarke et al., 2016; Kassambara, 2017).

En el presente estudio, esta técnica se utilizó para evaluar grupos de provincias o áreas protegidas que comparten similitudes en la riqueza de especies de ranas venenosas de dardo.

2.2.2 Análisis de Componentes Principales (PCA)

El Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés) es un modelo estadístico útil que permite extraer los principales patrones en un conjunto de datos, considerando variables y características denominadas componentes principales, los cuales se combinan linealmente para explicar la variabilidad de todas las variables analizadas (Greenacre et al., 2022; Wold et al., 1987).

El PCA es también una técnica estadística de ordenamiento empleada para simplificar la complejidad de datos de alta dimensionalidad sin perder su estructura esencial. Esto se logra transformando las variables originales en un nuevo conjunto de variables no correlacionadas, denominadas componentes principales, que se ordenan de manera que los primeros componentes retengan la mayor parte de la variabilidad de los datos originales. Esta técnica permite identificar la estructura subyacente de los datos, reducir su dimensionalidad y resaltar relaciones importantes entre variables. En este sentido, el PCA es una herramienta eficaz para resumir la información esencial de un conjunto de datos (Jolliffe and Cadima, 2016) y se emplea ampliamente en diversas disciplinas, como biología, ecología y ciencias sociales, para facilitar el análisis de datos y extraer información relevante (Abdi and Williams, 2010; Jolliffe, 2002; Molina et al., 2018).

En este estudio, el PCA se ejecutó mediante el software Community Analysis Package 4.0 (Pisces Conservation Ltd, 2014) para explorar las relaciones entre las especies de ranas dendrobátidas, así como su asociación con las provincias o áreas protegidas de Ecuador. Los resultados se plasmaron en dos Planos de Ordenamiento, proporcionando una representación clara y detallada de la distribución de las especies y sus respectivas localizaciones.

3 Resultados y Discusión

3.1 Similitud entre provincias según la riqueza de especies de Dendrobatidae

La riqueza total de especies por provincia se detalla en el Anexo 1. Cabe destacar que las provincias con mayor número de especies registradas (≥ 10) son Morona Santiago y Napo (14 especies cada una), Pastaza y Cotopaxi (13 cada una), Sucumbíos (11), y Santo Domingo y Pichincha (10 cada una).

El dendrograma presentado en la Figura 7 muestra el agrupamiento jerárquico de las provincias ecuatorianas en función de la similitud en su composición de especies de Dendrobatidae. Cada rama individual representa una provincia, mientras que la longitud de las ramas indica el nivel de disimilitud entre los conglomerados formados.

El eje horizontal del dendrograma representa una escala de disimilitud basada en el índice de Bray-Curtis, que varía entre 0 (similitud completa) y 1 (máxima disimilitud). Las provincias que forman conglomerados con ramas más cortas presentan composiciones de especies más similares, lo que sugiere la existencia de características ecológicas compartidas o tipos de hábitats similares.

El Plano de Ordenamiento presentado (basado en un Análisis de Componentes Principales - Matriz de Covarianza; Figura 8) ilustra las relaciones entre las especies de Dendrobatidae (vectores verdes) y las provincias de Ecuador (cuadrados rojos). Las provincias ubicadas en posiciones cercanas comparan composiciones de especies más similares, lo que sugiere la existencia de características ecológicas comunes o tipos de hábitat compartidos.

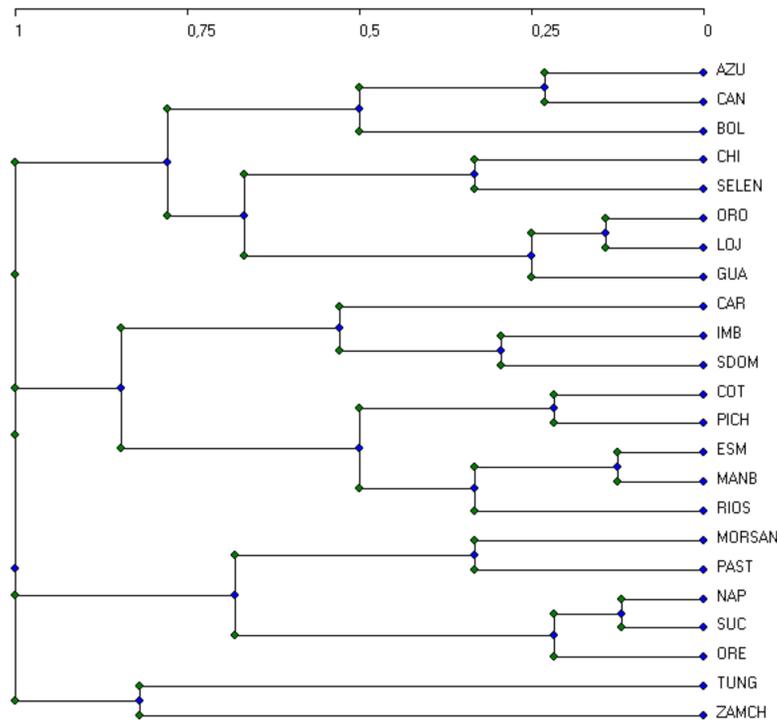


Figura 7. Dendrograma de 23 provincias del Ecuador continental basado en la presencia-ausencia de 48 especies de ranas dendrobátidas. Método utilizado: Agrupamiento Jerárquico Aglomerativo, con Enlace Completo y disimilitud de Bray-Curtis entre provincias o grupos de provincias (eje superior).

El análisis de la distribución de las especies de *Dendrobatidae* en las provincias de Ecuador revela patrones notables de similitud, agrupando a las provincias en cuatro grupos distintos (Figuras 7 y 8). Estos grupos reflejan cómo los factores geográficos, climáticos y ecológicos influyen en la riqueza y composición de especies, proporcionando información clave para comprender las tendencias biogeográficas y las necesidades de conservación.

Grupo 1: Azuay, Cañar, Bolívar, Chimborazo, Santa Elena, El Oro, Loja y Guayas

Este grupo se caracteriza principalmente por la presencia de *Hyloxalus infraguttatus* (Hylinf), que se encuentra en todas las provincias del grupo, así como de *Hyloxalus elachyhistus* (Hylela) y *Epipedobates machalilla* (Epimac), ambas registradas en cinco provincias. Adicionalmente, *Epipedobates anthonyi* (Epiant) está presente en cuatro provincias. La distribución de estas especies sugiere la existencia de condiciones ambientales compartidas, incluidas altitudes y ecosistemas similares (al menos en las

regiones donde históricamente se han registrado estas ranas).

Otras especies, como *Hyloxalus vertebralis* (Hylver) y *Hyloxalus jacobuspetersi* (Hyljac), tienen una distribución más restringida pero contribuyen a la biodiversidad del grupo. Estos patrones coinciden con los hallazgos de Santos and Cannatella (2011) y Gómez (2017), quienes resaltan el papel de la conectividad del hábitat en la riqueza de especies compartidas.

Grupo 2: Carchi, Imbabura, Santo Domingo, Cotopaxi, Pichincha, Esmeraldas, Manabí y Los Ríos

Las provincias de este grupo presentan una alta similitud en su composición de especies, destacando *Epipedobates boulengeri* (Epibou), presente en todas las provincias del grupo. Otras especies compartidas incluyen *Hyloxalus awa* (Hylawa) y *Oophaga sylvatica* (Oopsyl), registradas en siete provincias, y *Epipedobates espinosai* (Epiesp), presente en seis provincias. Además, *Epipedobates machalilla* (Epimac) y

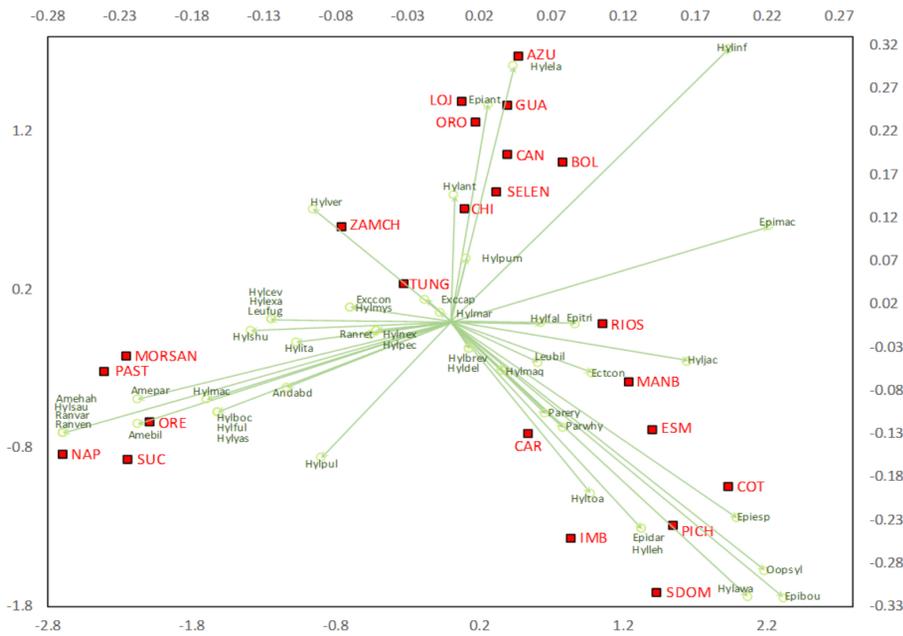


Figura 8. Plano de Ordenamiento (basado en un Análisis de Componentes Principales - Matriz de Covarianza) de las 23 provincias de Ecuador y su riqueza de especies de Dendrobatiidae (48 especies). Nota: F1 (eje horizontal) explica el 43,4% de la varianza, mientras que F2 (eje vertical) explica el 22,6%.

Hyloxalus infraguttatus (Hylinf) están presentes en cinco y cuatro provincias, respectivamente.

La proximidad geográfica de estas provincias y la presencia de hábitats comunes de bosques tropicales y subtropicales de tierras bajas facilitan una elevada superposición de especies de Dendrobatiidae, lo que concuerda con estudios previos sobre la distribución de anfibios en Ecuador (Jongsma et al., 2014; Gómez, 2017).

Grupo 3: Morona Santiago, Pastaza, Napo, Sucumbíos y Orellana

Este grupo abarca provincias amazónicas y se caracteriza por la presencia de *Ranitomeya ventrimaculata* (Ranven), *Ameerega hahneli* (Amegah), *Ranitomeya variabilis* (Ranvar) y *Hyloxalus sauteri* (Hylsau), todas registradas en las cinco provincias. Asimismo, *Ameerega bilineata* (Amebil) y *Ameerega parvula* (Amepar) están presentes en cuatro provincias.

La riqueza de especies observadas en esta región refleja la cobertura forestal continua y la diversidad de nichos ecológicos en la cuenca amazónica. Estu-

dios previos (Myers et al., 2000) destacan el papel de la Amazonía como un hotspot de biodiversidad, subrayando la necesidad urgente de mitigar amenazas como la deforestación y la fragmentación del hábitat.

Grupo 4: Tungurahua y Zamora Chinchipe

Este grupo se define por la presencia de *Hyloxalus shuar* (Hylshu) en ambas provincias, junto con otras especies como *Hyloxalus anthracinus* (Hylant), *Hyloxalus marmoriventris* (Hylmar), *Hyloxalus mystax* (Hylmys), *Hyloxalus exasperatus* (Hylexa) y *Leucostethus fugax* (Leufug), cada una registrada en una sola provincia.

La composición particular de especies en este grupo sugiere que las barreras altitudinales y los microhábitats especializados desempeñan un papel determinante en la biodiversidad de estas áreas. Estos patrones son consistentes con los hallazgos de Ortiz et al. (2013), que destacan los Andes como centros de diversidad endémica de anfibios.

En términos geográficos, Tungurahua y Zamora

Chinchipec están físicamente separadas y comparten pocos entornos similares, especialmente en la región oriental de Tungurahua y la región occidental de Zamora Chinchipec. Esta separación geográfica y ecológica contribuye a la baja cantidad de especies de *Dendrobatidae* compartidas entre ambas provincias, con *Hyloxalus shuar* como una de las pocas excepciones. En consecuencia, la similitud entre estas dos provincias es una de las más bajas registradas (Figura 7).

Consideraciones clave

El agrupamiento de las provincias refleja los factores biogeográficos y ecológicos que determinan la distribución de las especies de *Dendrobatidae*. Mientras que las provincias amazónicas forman conglomerados cohesivos debido a sus condiciones ambientales homogéneas, las provincias andinas y costeras presentan agrupaciones más diferenciadas, influenciadas por gradientes altitudinales, variabilidad climática y especialización del hábitat. Los patrones observados en el dendrograma destacan la interacción entre barreras geográficas y conectividad ecológica en la estructuración de la biodiversidad, proporcionando información fundamental para la planificación de estrategias de conservación focalizada.

La Amazonía desempeña un papel fundamental en la preservación de la diversidad de *Dendrobatidae* en Ecuador, lo que subraya la urgente necesidad de proteger sus hábitats frente a amenazas como la deforestación y otras presiones antropogénicas. En contraste, provincias andinas como Tungurahua, Chimborazo y Bolívar albergan un menor número de especies de dendrobátidos debido a condiciones climáticas más rigurosas y hábitats fragmentados.

Las provincias costeras, que presentan ecosistemas relativamente continuos, favorecen la dispersión y persistencia de especies. Sin embargo, enfrentan crecientes amenazas debido a la expansión agrícola y la urbanización, lo que resalta la necesidad de implementar medidas de conservación específicas.

Los patrones de similitud y disimilitud entre provincias evidencian el impacto de las barreras biogeográficas en la distribución de especies. Por ejemplo, a pesar de su relativa proximidad, Zamora

Chinchipec y Napo presentan ensamblajes de especies distintas, moldeados por diferencias en microhábitats y condiciones ambientales. Las herramientas como el índice de Bray-Curtis permiten resaltar estas diferencias, proporcionando información clave sobre los factores ecológicos y evolutivos que determinan la distribución de las especies de *Dendrobatidae*.

Estos hallazgos subrayan la importancia de los análisis espaciales en la planificación de la conservación. Las provincias andinas y costeras, debido a sus composiciones únicas de especies, requieren estrategias de conservación específicas. La similitud entre provincias amazónicas resalta la necesidad de mantener la conectividad del hábitat.

La diversidad de *Dendrobatidae* en Ecuador reafirma el papel del país como un hotspot global de biodiversidad de anfibios. Esto destaca la urgencia de conservar microhábitats clave para proteger poblaciones vulnerables frente a presiones inducidas por la actividad humana.

3.2 Similitud entre las áreas protegidas del SNAP según la riqueza de especies de *Dendrobatidae*

La riqueza total de especies en las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) se detalla en el Anexo 2. Destacan el Parque Nacional Yasuní y la Reserva Ecológica Ilinizas, con 7 especies cada una, así como el Parque Nacional Sangay y la Reserva Cuyabeno, con 5 especies cada una. Además, se identificaron 21 especies en áreas fuera del SNAP, principalmente en zonas de conservación privada. Estas cuatro áreas protegidas también albergan el mayor número de especies endémicas.

El dendrograma presentado en la Figura 9 muestra el agrupamiento jerárquico de las áreas protegidas ecuatorianas dentro del sistema SNAP, basado en la similitud de su composición de especies de *Dendrobatidae*. Además, una de las ramas del dendrograma representa las áreas fuera del sistema (F-SNAP).

Cada rama del dendrograma corresponde a un área protegida, y la longitud de las ramas refleja el grado de disimilitud entre los grupos formados. El

eje horizontal representa el índice de disimilitud de Bray-Curtis, con valores entre 0 (similitud completa) y 1 (máxima disimilitud).

Las áreas protegidas que se agrupan con ramas más cortas presentan composiciones de especies más similares, lo que sugiere la existencia de características ecológicas compartidas o la presencia de tipos de hábitat semejantes.

El Plano de Ordenamiento presentado (basado en un Análisis de Componentes Principales - Matriz de Covarianza; Figura 10) ilustra las relaciones entre las especies de Dendrobatidae (vectores verdes) y las áreas protegidas del SNAP (cuadrados rojos).

Las áreas protegidas que aparecen agrupadas presentan composiciones de especies más similares, lo que sugiere la existencia de características ecológicas compartidas, tipos de hábitat semejantes o proximidad geográfica.

El análisis de la distribución de las especies de Dendrobatidae en las áreas protegidas de Ecuador (AAPP) revela patrones de similitud distintivos, agrupando las áreas en ocho grupos según la composición compartida de especies (Figuras 9-10). Estas agrupaciones destacan el papel de la proximidad geográfica, la conectividad del hábitat y las características ecológicas en la configuración de la riqueza y diversidad de especies, proporcionando información clave sobre tendencias biogeográficas y prioridades de conservación.

Grupo 1: Parque Nacional Machalilla y Refugio de Vida Silvestre en los Manglares Churute

Este grupo de áreas protegidas costeras se caracteriza exclusivamente por la presencia de *Epipedobates machalilla* (Epimac), una especie endémica de esta región. La existencia de ecosistemas de tierras bajas y remanentes de bosques costeros favorece la composición de este grupo, aunque la pérdida de hábitat debido a la urbanización y la expansión agrícola representa amenazas significativas.

Grupo 2: Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y Refugio de Vida Silvestre Pasochoa

Este grupo se define por la presencia exclusiva de *Hyloxalus jacobuspetersi* (Hyljac) en ambas áreas. Las condiciones altitudinales y climáticas particulares de estas regiones pueden limitar la riqueza de especies, pero al mismo tiempo, proporcionan refugios críticos para taxones especializados.

Grupo 3: Parque Nacional Yasuní, Reserva de Producción Faunística Cuyabeno y Reserva Biológica Limoncocha

Este grupo está definido por la presencia de *Ameerega bilinguis* (Amebil), *Ameerega hahneli* (Amehah), *Hyloxalus sauteri* (Hylsau) y *Ranitomeya variabilis* (Ranvar), todas registradas en las tres áreas. Estas especies se benefician de la cobertura forestal continua de la cuenca amazónica, la cual facilita la dispersión y el flujo genético. Estos hallazgos coinciden con estudios previos (Myers et al., 2000), que destacan la Amazonía como un hotspot de biodiversidad.

Grupo 4: Reserva Ecológica Mache-Chindul, Refugio de Vida Silvestre de Los Manglares Cayapas Mataje, Reserva Ecológica Ilinizas y Refugio de Vida Silvestre La Chiquita

Este grupo está caracterizado por la presencia de *Epipedobates boulengeri* (Epibou) en las cuatro áreas, junto con *Hyloxalus infraguttatus* (Hylinf) y *Oophaga sylvatica* (Opsyl), ambas registradas en tres áreas (excepto en La Chiquita). Estas especies se benefician de hábitats tropicales de tierras bajas y una relativamente alta conectividad de hábitat en estas áreas protegidas.

Grupo 5: Parque Nacional Sangay y Parque Nacional Cajas

La presencia compartida de *Hyloxalus vertebralis* (Hylver) e *Hyloxalus anthracinus* (Hylant) define este grupo. Ambas especies están asociadas con hábitats de altitud media a alta, resaltando la influencia de los ecosistemas andinos en la distribución de Dendrobatidae. La existencia de gradientes altitudinales similares y condiciones climáticas homogéneas favorece la composición compartida de especies en este grupo.

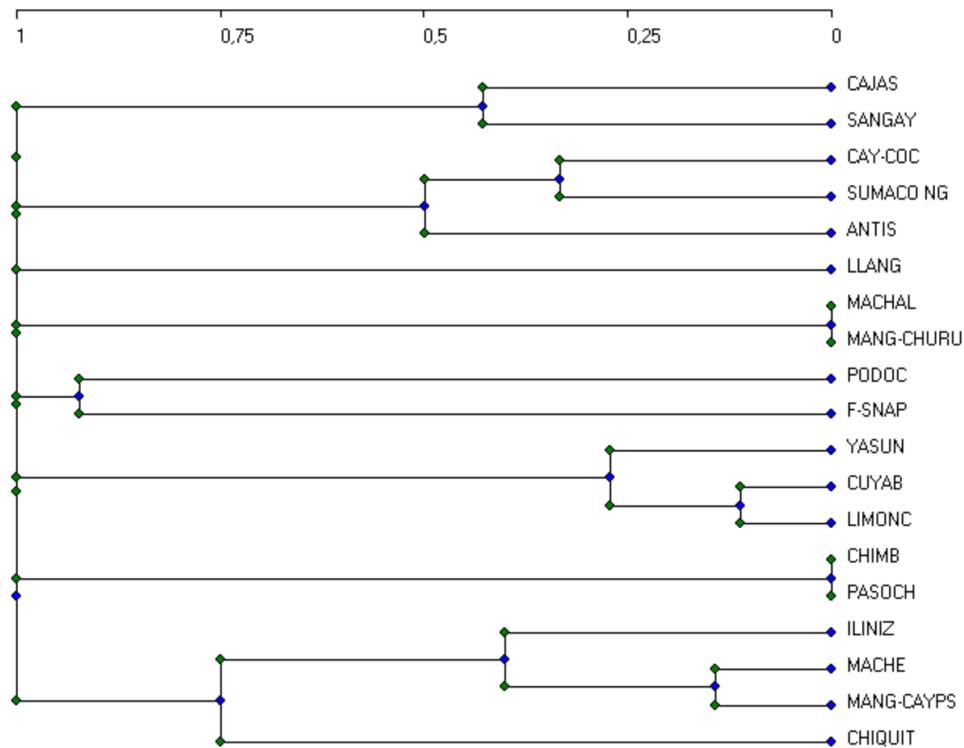


Figura 9. Dendrograma de 18 Áreas Protegidas del Ecuador continental dentro del SNAP, basado en la presencia-ausencia de 48 especies de ranas *Dendrobatidae*, e incluyendo un área general que representa sitios fuera del SNAP (F-SNAP). El análisis se llevó a cabo mediante el Método Jerárquico Aglomerativo con Enlace Completo y utilizando el índice de disimilitud de Bray-Curtis (eje superior).

Grupo 6: Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Parque Nacional Sumaco-Napo Galeras y Reserva Ecológica Antisana

Este grupo se distingue por la presencia de *Hyloxalus pulchellus* (Hylpul) e *Hyloxalus bocagei* (Hylboc) en las tres áreas. Estas áreas protegidas comparten bosques montañosos, caracterizados por pendientes pronunciadas, alta precipitación y una gran variedad de nichos ecológicos, lo que favorece la persistencia de las especies.

Grupo 7: Parque Nacional Llanganates

Este parque se agrupa de manera independiente debido a la presencia exclusiva de *Hyloxalus maculosus* (Hylmac). Su agrupación solitaria refleja condiciones ecológicas y geográficas particulares, y la distribución restringida de esta especie enfatiza la necesidad de preservar hábitats andinos aislados.

Grupo 8: Parque Nacional Podocarpus

El Parque Nacional Podocarpus también se agrupa de manera independiente, con la presencia exclusiva de *Hyloxalus cevallosi* (Hylcev), *Hyloxalus mystax* (Hylmys) y *Leucostethus fugax* (Leufug). Además, comparte *Hyloxalus brevipartus* (Hylbrev) con áreas fuera del SNAP (F-SNAP). Esta composición de especies refleja la complejidad ecológica de Podocarpus, caracterizada por bosques nublados de altitud media-alta y una flora y fauna con alto grado de endemismo.

El Parque Nacional Podocarpus se incorpora en las fases finales del cladograma, asociándose con áreas fuera del SNAP (F-SNAP).

Más allá del sistema SNAP (F-SNAP), se han registrado 21 especies de *Dendrobatidae* (Figura 10), exclusivamente en áreas de conservación privadas o en entornos naturales fuera de los esquemas de

protección nacional formal. Estas incluyen reservas privadas (por ejemplo, Bosque Protector Mindo Nambillo, Reserva Maquipucuna, Reserva Tesoro Escondido, Estación Biológica Bilsa y el Centro de Investigación Río Palenque) y áreas de conservación municipales o provinciales.

La presencia de estas especies en entornos no protegidos resalta la importancia de estrategias de conservación más amplias, que vayan más allá del SNAP.

Consideraciones clave

El agrupamiento de las áreas protegidas de Ecuador en función de la composición de Dendrobatidae evidencia cómo los factores ecológicos, geográficos y biogeográficos influyen en los patrones de biodiversidad.

Las áreas amazónicas presentan alta similitud, debido a su cobertura forestal continua.

Las regiones andinas y costeras presentan agrupaciones más diferenciadas, determinadas por gradientes altitudinales, especialización de hábitat y variabilidad climática. El alto grado de disimilitud entre ciertas áreas destaca la necesidad de un enfoque en red para la conservación. Los métodos, como la teoría de redes, han demostrado ser efectivos para delimitar regiones biogeográficas, permitiendo estrategias de conservación más específicas y eficientes (Vilhena and Antonelli, 2015). Cada área protegida contribuye de manera única a la biodiversidad general, y proteger una diversidad de hábitats es crucial, ya que muchas especies con distribuciones restringidas dependen de condiciones ambientales específicas para su supervivencia (Guisan et al., 2013).

Estos hallazgos refuerzan la urgente necesidad de implementar acciones de conservación dirigidas para preservar la gran diversidad de anfibios de Ecuador y mitigar amenazas como la deforestación, fragmentación del hábitat y presiones antropogénicas.

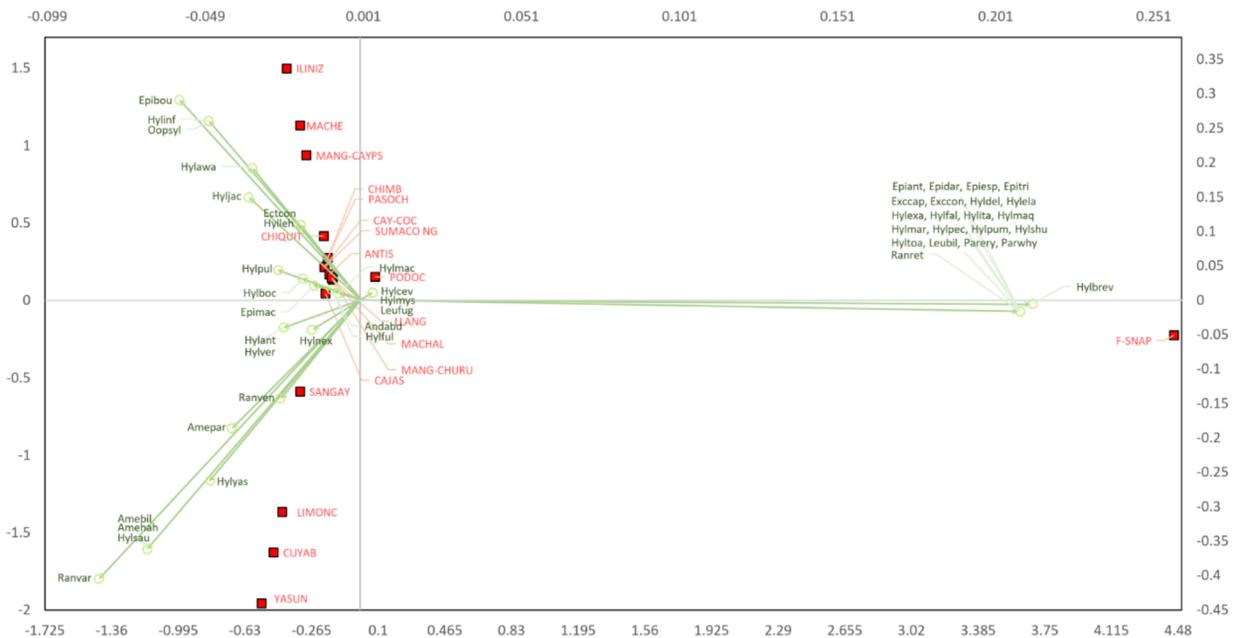


Figura 10. Plano de Ordenamiento (basado en un Análisis de Componentes Principales- Matriz de Covarianza) de las 18 Áreas Protegidas del Ecuador continental (SNAP) y una categoría general que representa sitios fuera del SNAP (F-SNAP) en relación con su riqueza de especies de Dendrobatidae (48 especies). Nota: F1 (eje horizontal) explica el 31,5% de la varianza, mientras que F2 (eje vertical) explica el 20,2%.

3.3 Patrones de distribución e implicaciones para la conservación de las ranas dardo venenosas incluidas en categorías de especies amenazadas

Según la información sobre categorías de especies amenazadas proporcionada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (International Union for Conservation of Nature, 2009) (Anexo 3), las siguientes especies de ranas venenosas de dardo están clasificadas dentro de estas categorías:

3.3.1 Especies en categoría vulnerable

Las siguientes especies están categorizadas como Vulnerables: *Epipedobates espinosai*, *Hyloxalus infraguttatus*, *H. nexipus*, *H. peculiaris*, *H. pulchellus*, *H. shuar*, *H. toachi* y *H. vertebralis*. Estas ranas enfrentan un riesgo de disminución poblacional debido a factores como la pérdida de hábitat, la degradación ambiental y el cambio climático.

3.3.2 Especies en categoría en peligro

Las siguientes especies están categorizadas como En Peligro: *Ectopoglossus confusus*, *Epipedobates tricolor*, *Excidobates captivus*, *E. condor*, *Hyloxalus breviquartus*, *H. elachyhistus*, *H. fuliginosus*, *H. lehmanni*, *H. maculosus*, *H. marmoreoventris*, *H. mystax*, *Parurobates erythromos* y *P. whymperi*. Estas especies enfrentan graves riesgos de extinción en estado silvestre si no se implementan acciones de conservación inmediatas. La destrucción del hábitat y las actividades humanas son los principales factores que contribuyen al declive de sus poblaciones.

3.3.3 Especies en la categoría en peligro crítico

Estas especies presentan un riesgo extremadamente alto de extinción, debido a su distribución restringida, poblaciones fragmentadas y destrucción continua de hábitats. Es necesario enfocar los esfuerzos de conservación en su supervivencia. Las especies en peligro crítico incluyen: *Andinobates abditus*, *Hyloxalus anthracinus*, *H. bocagei*, *H. delatorrae*, *H. exasperatus*, *H. fallax*, *H. jacobuspetersi*, *H. maquipucuna*, *H. marmoreoventris* y *H. pumilus*.

3.3.4 Importancia de los datos provinciales y de áreas protegidas

Se necesita comprender la distribución de estas especies en las provincias y áreas protegidas para identificar los puntos críticos de biodiversidad (hotspots) y priorizar estrategias de conservación.

En Ecuador, los principales hotspots de ranas *Dendrobatidae* se localizan en tres regiones (Tapia et al., 2017; Centro Jambatu de Investigación y Conservación de Anfibios, 2024):

- Cuenca Amazónica (este de Ecuador): Especialmente en las provincias de Napo, Morona Santiago y Sucumbíos, conocidas por su alta biodiversidad general. Los densos bosques lluviosos y humedales de esta región proporcionan la humedad y micro hábitats esenciales para la supervivencia de estas ranas.
- Bioregión del Chocó (oeste de Ecuador): Especialmente en las provincias de Esmeraldas y Pichincha, que albergan muchas especies de *Dendrobatidae* debido a la presencia de bosques húmedos y gradientes altitudinales diversos.
- Pendientes orientales de los Andes: Incluyendo Zamora Chinchipe, Morona Santiago y Azuay, que también contienen *Dendrobatidae* especialmente en bosques nublados de altitudes variables.

Cada provincia y área protegida posee características ecológicas únicas que influyen en la presencia y supervivencia de estas ranas y otras especies (Delgado et al., 2023; Crespo et al., 2022). Mediante la cartografía de su distribución, los conservacionistas pueden identificar regiones con mayor biodiversidad o aquellas con las poblaciones más amenazadas, garantizando la asignación eficiente de recursos.

Por ejemplo, provincias con alta concentración de especies en peligro o en peligro crítico pueden requerir leyes más estrictas de protección del hábitat, proyectos de restauración dirigidos, o el establecimiento de corredores ecológicos para mantener la conectividad entre poblaciones.

4 Conclusiones e implicaciones para la gestión

Este estudio destaca la importante biodiversidad de las ranas venenosas de Ecuador, con distintos patrones de distribución influidos por factores geográficos, climáticos y ecológicos. La agrupación de provincias y áreas protegidas en grupos basados en la composición de especies revela claros patrones biogeográficos, en donde las regiones amazónicas muestran una alta riqueza y similitud de especies. En cambio, las zonas andinas y costeras presentan grupos de especies más particulares, configurados por gradientes altitudinales y condiciones de hábitat variables. Estos resultados subrayan la necesidad de realizar esfuerzos de conservación específicos para cada región, adaptados a las características medioambientales únicas de cada zona o a la composición de las especies.

La agrupación de provincias también ilustra cómo se necesita la integridad de los ecosistemas para mantener la biodiversidad de los anfibios. En particular, las provincias amazónicas que comparten una cobertura forestal continua albergan una mayor diversidad de especies. En cambio, las provincias andinas que se enfrentan a condiciones ambientales más difíciles presentan menos especies, lo que muestra la vulnerabilidad de estos ecosistemas de mayor altitud. Los resultados sugieren que la protección de los hábitats de bosque continuo en las regiones de tierras bajas es fundamental para conservar la diversidad de anfibios de Ecuador.

Además, resulta evidente el papel del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) de Ecuador en la protección de la biodiversidad. Las áreas protegidas como Yasuní, Cuyabeno y Sangay albergan una gran variedad de especies, lo que demuestra la importancia de estas áreas en el mantenimiento de la riqueza de especies. Sin embargo, la diferencia observada entre algunas áreas del SNAP indica que algunas regiones pueden requerir estrategias de gestión más específicas para enfrentar diferentes desafíos ecológicos. La identificación de zonas con menor riqueza de especies muestra la necesidad de tomar acciones de conservación centradas en la restauración del hábitat y en evitar una mayor fragmentación.

Aunque las zonas SNAP desempeñan un pa-

pel clave en la conservación de la biodiversidad, el estudio también revela la importancia de ampliar los esfuerzos nacionales de conservación más allá de estos espacios protegidos formales. Las reservas más pequeñas y las áreas gestionadas de forma privada, como el Bosque Protector Mindo Nambillo y la Reserva Maquipucuna, también albergan importantes especies de Dendrobatidae. Estas áreas, aunque fuera del SNAP, son esenciales para mantener la conectividad y preservar especies con distribuciones limitadas, generalmente categorizadas como especies amenazadas. Por lo tanto, se necesita un enfoque de conservación más integrado, que incluya esfuerzos privados y comunitarios para la sostenibilidad a largo plazo de las poblaciones de anfibios de Ecuador.

Las conclusiones del estudio permiten comprender mejor los patrones de distribución de las especies de Dendrobatidae de Ecuador y los factores ecológicos que los determinan. La planificación de la conservación debería priorizar la preservación de hábitats continuos, la conectividad entre áreas protegidas, la presencia de especies amenazadas de ranas dardo y la protección de ecosistemas especializados, especialmente en las regiones andinas y costeras. De igual forma, se necesita un enfoque de conservación en red que combine los esfuerzos del SNAP y de iniciativas de conservación más pequeñas para asegurar el futuro de la excepcional biodiversidad de anfibios de Ecuador. Las estrategias eficaces de gestión deben centrarse tanto en la protección de los hábitats existentes como en la restauración de las zonas fragmentadas para evitar una mayor pérdida de biodiversidad.

Agradecimientos

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay por el apoyo brindado a través del proyecto de investigación BIO23-13. Su compromiso con el avance del conocimiento científico y el fomento de iniciativas de investigación ha sido fundamental para el éxito de este estudio.

Contribución de los autores

P.Y.M.: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Adquisición de financiación, Investi-

gación, Metodología, Administración de proyecto, Recursos informáticos, Supervisión, Validación, Visualización, Escritura– borrador original, Escritura – revisión y edición. J.G.G.: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Validación, Escritura – borrador original, Escritura – revisión y edición. A.H.E., M.B.M. y D.Q.S. realizaron la Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Validación y Escritura – borrador original.

Referencias

- Abdi, H. and Williams, L. (2010). Principal component analysis. *Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics*, 2(4):433–459. Online:https://n9.cl/j3ur5.
- Amphibiaweb (2022). A specimen of *Epipedobates machalilla* (*Dendrobatidae*). Amphibiaweb. Online:https://bit.ly/3QwfETF.
- Centro Jambatu de Investigación y Conservación de Anfibios (2024). Tres nuevas especies de ranas se suman a la riqueza de anfibios que hay en Ecuador. Anfibios Ecuador. Online:https://anfibiosecuador.ec/.
- Clarke, K., Somerfield, P., and Gorley, R. (2016). Clustering in non-parametric multivariate analyses. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 483:147–155. Online:https://n9.cl/7kqch.
- Crespo, S., Solórzano, C., and Guerrero, J. (2022). Tráfico nacional de fauna silvestre y especies amenazadas: Un estudio descriptivo en Manabí (Ecuador). *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 35(1):33–44. Online:https://n9.cl/p3gmx.
- Daly, J., McNeal, E., Overman, L., and Ellison, D. (1985). A new class of cardiotoxic agents: structure-activity correlations for natural and synthetic analogs of the alkaloid pumiliotoxin b (8-hydroxy-8-methyl-6-alkylidene-1-azabicyclo [4.3. 0] nonanes). *Journal of medicinal chemistry*, 28(4):482–486. Online:https://n9.cl/0i510.
- Daly, J., Spande, T., and Garraffo, H. (2005). Alkaloids from amphibian skin: a tabulation of over eight-hundred compounds. *Journal of natural products*, 68(10):1556–1575. Online:https://n9.cl/2nbub.
- Delgado, E., León, M., Cantos, C., and Guzmán, M. (2023). Efecto de la actividad minera sobre la biodiversidad en un sector del cantón Paquisha, provincia de Zamora Chinchipe-Ecuador. *La Granja*, 38(2):104–121. Online:https://n9.cl/51xta.
- Gallice, G. (2009). A specimen of *ameerega bilinguis* (*Dendrobatidae*) in Coca, Orellana. Wikimedia Commons. Online:https://shorturl.at/Xdg9v.
- Gómez, M. and Ortega-Andrade, H. (2017). Biogeography of the *Dendrobatidae* family in Ecuador: Ecological Niche Models, diversity, endemism and threats. Master's thesis, Autonomous University of Barcelona.
- Greenacre, M., Groenen, P., Hastie, T., d'Enza, A., Markos, A., and Tuzhilina, E. (2022). Principal component analysis. *Nature Reviews Methods Primers*, 2(1):100. Online:https://n9.cl/g8x5m.
- Guisan, A., Tingley, R., Baumgartner, J., Naujokaitis-Lewis, I., Sutcliffe, P., Tulloch, A., Regan, T., Brotons, L., McDonald-Madden, E., and Mantyka-Pringle, C. (2013). Predicting species distributions for conservation decisions. *Ecology letters*, 16(12):1424–1435. Online:https://n9.cl/i8ae8.
- International Union for Conservation of Nature (2009). The IUCN red list of threatened species. IUCN. Online:https://n9.cl/bk3tb.
- Jolliffe, I. (2002). *Principal Component Analysis*. Springer Series in Statistics, 2nd ed edition.
- Jolliffe, I. and Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical transactions of the royal society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065):20150202. Online:https://n9.cl/6j3ha.
- Jongsma, G., Hedley, R., Durães, R., and Karubian, J. (2014). Amphibian diversity and species composition in relation to habitat type and alteration in the mache-chindul reserve, northwest Ecuador. *Herpetologica*, 70(1):34–46. Online:https://n9.cl/ltaoh.
- Kassambara, A. (2017). Agglomerative hierarchical clustering. Data Novia. Online:https://shorturl.at/gP2g2.
- Klimsa, E. (2020). A specimen of *Hyloxalus infraguttatus* (*Dendrobatidae*). iNaturalis. Online:https://shorturl.at/cLTOj.

- Legendre, P. and Legendre, L. (2012). *Numerical Ecology*. Springer Series in Statistics, 3rd ed. edition.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2023). A specimen of *Hyloxalus infraguttatus* (Dendrobatidae). Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Online:https://n9.cl/1xvp9.
- Molina, M., Terneus, E., Yáñez, P., and Cueva, M. (2018). Resilience of phytoplankton community in the Andean Papallacta lagoon and its tributaries, eight years after an oil spill. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 28(2):67–83. Online:https://n9.cl/j79nwd.
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., Da Fonseca, G., and Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772):853–858. Online:https://bit.ly/3CNBAGz.
- Ortiz, C., Páez, V., and Zapata, F. (2013). Temperature and precipitation as predictors of species richness in northern Andean amphibians from Colombia. *Caldasia*, 35(1):65–80. Online:https://n9.cl/lldo52.
- Patocka, J., Wulff, K., and Palomeque, M. (1999). Dart poison frogs and their toxins. *ASA newsletter*, 74:16–18. Online:https://n9.cl/gxsq1.
- Pisces Conservation Ltd (2014). Community Analysis Package 4.0. Software.informer. Online:https://n9.cl/s7xvl.
- Ron, S. and Merino-Viteri, A. and Ortiz, D. (2024). Anfibios del Ecuador. version 2024.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Online:https://n9.cl/iwuij4.
- Santos, J. and Cannatella, D. (2011). Phenotypic integration emerges from aposematism and scale in poison frogs. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(15):6175–6180. Online:https://n9.cl/0h77xr.
- Santos, J., Coloma, L., and Cannatella, D. (2003). Multiple, recurring origins of aposematism and diet specialization in poison frogs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(22):12792–12797. Online:https://n9.cl/f7isa.
- Spande, T., Garraffo, H., Edwards, M., Yeh, H., Pannell, L., and Daly, J. (1992). Epibatidine: a novel (chloropyridyl) azabicycloheptane with potent analgesic activity from an Ecuadorian poison frog. *Journal of the American Chemical Society*, 114(9):3475–3478. Online:https://n9.cl/dgpmk1.
- Tapia, E., Coloma, L., Pazmiño-Otamendi, G., and Peñafiel, N. (2017). Rediscovery of the nearly extinct longnose harlequin frog *Atelopus longirostris* (Bufonidae) in Junín, Imbabura, Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 3(1):157–167. Online:https://bit.ly/41ldIIY.
- Tubifex (2010). A specimen of *Epipedobates anthonyii* (Dendrobatidae). Wikimedia Commons. Online:https://n9.cl/63j57.
- Valencia, J., Betancourt, R., Yáñez, P., Asanza, O., Benalcázar, Y., Hidalgo, J., and Campaña, J. (2009a). *Anfibios y Reptiles en ambientes cercanos a Pedro Vicente Maldonado y Balao*. Fundación Herpetológica Gustavo Orcés.
- Valencia, J., Betancourt, R., Yáñez, P., Olmedo, J., and Flores, R. (2009b). *Anfibios y Reptiles en ambientes cercanos a Nueva Loja y Lumbaquí*. Ecofondo y Fundación Herpetológica Gustavo Orcés.
- Vilhena, D. and Antonelli, A. (2015). A network approach for identifying and delimiting biogeographical regions. *Nature communications*, 6(1):6848. Online:https://n9.cl/yvgyh.
- Wold, S., Esbensen, K., and Geladi, P. (1987). Principal component analysis. *Chimometrics and intelligent laboratory systems*. In *Conference on Emerging Technologies Factory Automation Efta*, number 2, pages 704–706.
- Yáñez, P. and B. J. and Quishpe, C. (2013). Multivariate characterization of the entities that make up the patrimony of natural areas of the Ecuadorian state: Phase i. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 18(2):5–32. Online:https://n9.cl/xegcev.

Anexos

Anexo 1

Tabla 1. Provincias del Ecuador continental abordadas en el estudio

No.	Provincia	Región	Acrónimo de la provincia utilizado en el análisis multivariante	Riqueza de especies de dendrobátidos por provincia
1	Azuay	Andina	AZU	8
2	Bolívar	Andina	BOL	7
3	Cañar	Andina	CAÑ	5
4	Carchi	Andina	CAR	7
5	Chimborazo	Andina	CHI	1
6	Cotopaxi	Andina	COT	13
7	El Oro	Costa y oeste andino	ORO	3
8	Esmeraldas	Costa y oeste andino	ESM	9
9	Guayas	Costa y oeste andino	GUA	4
10	Imbabura	Andina	IMB	7
11	Loja	Andina	LOJ	4
12	Los Ríos	Andes occidentales	RIOS	6
13	Manabí	Costa y oeste andino	MANB	7
14	Morona Santiago	Amazonía y Andes orientales	MORSAN	14
15	Napo	Andes orientales	NAP	14
16	Orellana	Amazonía y Amazonía y	ORE	9
17	Pastaza	Andes orientales	PAST	13
18	Pichincha	Andina	PICH	10
19	Santa Elena	Costa	SELEN	2
20	Santo Domingo de los Tsáchilas	Andes occidentales	SDOM	10
21	Sucumbíos	Amazonía y Andes orientales	SUC	11
22	Tungurahua	Andina	TUNG	3
23	Zamora Chinchipe	Amazonía y Andes orientales	ZAMCH	8

Anexo 2

Tabla 2. Áreas Nacionales Protegidas del SNAP abordadas en el estudio

No.	Categoría de zona protegida	Zona protegida	Región	Acrónimo de las provincias utilizado en el análisis multivariante	Riqueza de especies de dendrobátidos por zona
1	Parque Nacional	PN Cajas	Andina	CAJAS	2
2	Parque Nacional	PN Cayambe Coca	Amazonía y Andes orientales	CAY-COC	3
3	Parque Nacional	PN Llanganates	Amazonía y Andes orientales	LLANG	1
4	Parque Nacional	PN Machalilla	Costa	MACHAL	1
5	Parque Nacional	PN Podocarpus	Amazonía y Andes orientales	PODOC	4
6	Parque Nacional	PN Sangay	Amazonía y Andes orientales	SANGAY	5
7	Parque Nacional	PN Sumaco Napo Galeras	Amazonía y Andes orientales	SUMACO NG	3
8	Parque Nacional	PN Yasuní	Amazonía	YASUN	7
9	Reserva de Producción Faunística	RPF Chimborazo	Andina	CHIMB	1
10	Reserva de Producción Faunística	RPF Cuyabeno	Amazonía	CUYAB	5
11	Reserva Biológica	RB Limoncocha	Amazonía	LIMONC	4
12	Reserva Ecológica	RE Antisana	Andes orientales	ANTIS	1
13	Reserva Ecológica	RE Ilinizas	Andina	ILINIZ	7
14	Reserva Ecológica	RE Mache Chindul	Costa	MACHE	4
15	Reserva Ecológica	RE Manglares Cayapas Mataje	Costa	MANG-CAYPS	3
16	Reserva Ecológica	RE Manglares Churute	Costa	MANG-CHURU	1
17	Refugio de Vida Silvestre	RVS Pasochoa	Andina	PASOCH	1
18	Refugio de Vida Silvestre	RVS La Chiquita	Costa	CHIQUIT	1
—	Sólo fuera de las zonas protegidas por el SNAP *	—	Varios	F-SNAP	21

* Aunque algunas especies de ranas de la familia Dendrobatidae se registraron fuera de las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), cabe mencionar que la mayoría de ellas se registraron en áreas de conservación privadas, provinciales o municipales más pequeñas, como bosques protectores o áreas similares

Anexo 3

Tabla 3. Especies de ranas *Dendrobatidae* incluidas en el estudio

No.	Especies	Acrónimo de especie utilizado en el análisis multivariante	Nombre común	Origen en relación con Ecuador	Categoría de conservación (UICN, 2024)
1	<i>Ameerega bilinguis</i>	Amebil	Rana venenosa de Ecuador	Endémica	Preocupación Menor
2	<i>Ameerega hahneli</i>	Amehah	Rana venenosa de Yurimaguas	Nativa	Preocupación Menor
3	<i>Ameerega parvula</i>	Amepar	Rana cohete de Valle Santiago	Nativa	Preocupación Menor
4	<i>Andinobates abditus</i>	Andabd	Rana venenosa de Collins	Endémica	En peligro crítico
5	<i>Ectopoglossus confusus</i>	Ectcon	Rana cohete confusa	Endémica	En peligro
6	<i>Epipedobates anthonyi</i>	Epiant	Epibatidina rana venenosa	Nativa	Casi amenazada
7	<i>Epipedobates boulengeri</i>	Epibou	Rana venenosa jaspeada	Nativa	Preocupación Menor
8	<i>Epipedobates darwinwallacei</i>	Epidar	La rana venenosa de Darwin y Wallace	n.d.	n.d.
9	<i>Epipedobates espinosai</i>	Epiesp	Rana venenosa de Espinosa	Endémica	Vulnerable
10	<i>Epipedobates machalilla</i>	Epimac	Rana Machalilla	Endémica	Preocupación Menor
11	<i>Epipedobates tricolor</i>	Epitri	Rana venenosa tricolor	Endémica	En peligro
12	<i>Excidobates captivus</i>	Exccap	Rana venenosa de Río Santiago	Nativa	En peligro
13	<i>Excidobates condor</i>	Exccon	Rana venenosa de Cóndor	Endémica	En peligro
14	<i>Hyloxalus anthracinus</i>	Hylant	Rana cohete sudamericana	Endémica	En peligro crítico
15	<i>Hyloxalus awa</i>	Hylawa	Rana cohete Awa	Endémica	Casi amenazada
16	<i>Hyloxalus bocagei</i>	Hylboc	Rana cohete de Bocage	Endémica	En peligro crítico
17	<i>Hyloxalus breviquartus</i>	Hylbrev	Rana cohete Urrao	Nativa	En peligro
18	<i>Hyloxalus cevallosi</i>	Hylcev	Rana cohete de Palanda	Endémica	Casi amenazada
19	<i>Hyloxalus delatorreae</i>	Hyldel	Rana cohete Stella	Endémica	En peligro crítico
20	<i>Hyloxalus elachyhistus</i>	Hylela	Rana cohete Loja	Nativa	En peligro
21	<i>Hyloxalus exasperatus</i>	Hylexa	Rana cohete Yapitya	Endémica	En peligro crítico
22	<i>Hyloxalus fallax</i>	Hylfal	Rana cohete de Cotopaxi	Endémica	En peligro crítico
23	<i>Hyloxalus fuliginosus</i>	Hylful	Rana cohete de Quiijos	Endémica	En peligro

24	<i>Hyloxalus infraguttatus</i>	Hylinf	Rana cohete de Chimbo	Endémica	Vulnerable
25	<i>Hyloxalus italoii</i>	Hylita	Rana cohete de Pastaza	Endémica	Casi amenazada
26	<i>Hyloxalus jacobuspetersi</i>	Hyljac	Rana cohete de Quito	Endémica	En peligro crítico
27	<i>Hyloxalus lehmanni</i>	Hylleh	Rana cohete de Lehmann	Nativa	En peligro
28	<i>Hyloxalus maculosus</i>	Hylmac	Rana cohete moteada	Endémica	En peligro
29	<i>Hyloxalus maquipucuna</i>	Hylmaq	Rana cohete maquipucuna	Endémica	En peligro crítico
30	<i>Hyloxalus marmoreoventris</i>	Hylmar	Rana cohete de Río Negro	Endémica	En peligro crítico
31	<i>Hyloxalus mystax</i>	Hylmys	Rana cohete del bosque nuboso	Endémica	En peligro
32	<i>Hyloxalus nexipus</i>	Hylnex	Rana cohete de Los Tayos	Native	Vulnerable
33	<i>Hyloxalus peculiaris</i>	Hylpec	Rana cohete graciosa	Endémica	Vulnerable
34	<i>Hyloxalus pulchellus</i>	Hylpul	Rana cohete de Espada	Native	Vulnerable
35	<i>Hyloxalus pumilus</i>	Hylpum	Rana cohete de San Vicente	Endémica	En peligro crítico
36	<i>Hyloxalus sauli</i>	Hylsau	Rana cohete de Santa Cecilia	Nativa	Casi amenazada
37	<i>Hyloxalus shuar</i>	Hylshu	Rana cohete shuar	Endémica	Vulnerable
38	<i>Hyloxalus toachi</i>	Hyltoa	Rana cohete Toachi	Endémico	Vulnerable
39	<i>Hyloxalus vertebralis</i>	Hylver	Rana cohete de Cuenca	Endémica	Vulnerable
40	<i>Hyloxalus yasuni</i>	Hylyas	Rana cohete yasuní	Endémica	Casi amenazada
41	<i>Leucostethus bilsa</i>	Leubil	Rana de pecho blanco Bilsa	Endémica	No evaluado
42	<i>Leucostethus fugax</i>	Leufug	Rana cohete Pastaza	Endémica	Casi amenazada
43	<i>Oophaga sylvatica</i>	Oopsyl	Rana venenosa del diablo pequeño	Nativa	Casi amenazada
44	<i>Paruwrobates erythromos</i>	Parery	Rana venenosa de Palenque	Endémica	En peligro
45	<i>Paruwrobates whymperi</i>	Parwhy	Rana cohete Tanti	Endémica	En peligro
46	<i>Ranitomeya reticulata</i>	Ranret	Rana venenosa de dorso rojo	Nativa	Casi amenazada
47	<i>Ranitomeya variabilis</i>	Ranvar	Rana venenosa de rayas amarillas	Nativa	Preocupación Menor
48	<i>Ranitomeya ventrimaculata</i>	Ranven	Rana venenosa amazónica	Nativa	Preocupación Menor