



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ECOLOGIA E
BIODIVERSIDADE**

**EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA RIQUEZA DE ANUROS
EN VENEZUELA**
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ANUROS EN VENEZUELA Y LA EFICIENCIA DE
LAS ÁREAS PROTEGIDAS EN LA CONSERVACIÓN DE LA ANUROFAUNA

ELIEZER JOSUÉ VEGAS TORRES

Foz do Iguaçu
Año 2024

**EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA RIQUEZA DE ANUROS EN
VENEZUELA**
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ANUROS EN VENEZUELA Y LA EFICIENCIA DE LAS
ÁREAS PROTEGIDAS EN LA CONSERVACIÓN DE LA ANUROFAUNA

ELIEZER JOSUÉ VEGAS TORRES

Trabajo de Conclusión de Curso presentado al Instituto Latinoamericano de Ciencias de la Vida y la Naturaleza (ILACVN) de la Universidad Federal de Integración Latinoamericana, como requisito parcial para la obtención del título de Licenciado en Ciencias Biológicas con énfasis en Ecología y Biodiversidad.

Orientador: Prof. Dr. Michel Varajão Garey
Coorientador: Prof. Dr. Enrique La Marca

Foz do Iguaçu
2024

ELIEZER JOSUE VEGAS TORRES

**EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA RIQUEZA DE ANUROS EN
VENEZUELA**

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ANUROS EN VENEZUELA Y LA EFICIENCIA DE LAS
ÁREAS PROTEGIDAS EN LA CONSERVACIÓN DE LA ANUROFAUNA

Trabajo de Conclusión de Curso presentado al Instituto Latinoamericano de Ciencias de la Vida y la Naturaleza (ILACVN) de la Universidad Federal de Integración Latinoamericana, como requisito parcial para la obtención del título de Licenciado en Ciencias Biológicas con énfasis en Ecología y Biodiversidad.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Michel Varajão Garey
(UNILA)

Prof. Dr. Peter Löwenberg Neto
(UNILA)

Prof. Dr. Fernando Rojas Runjaic
(Museo Paraense Emílio Goeldi - Belém, PA)

Foz do Iguaçu, 14 de octubre de 2024

Dedicatória: al poder de la verdad, el amor y sobre todo a la vida. Inimaginable el poder de los organismos biológicos para conquistar ambientes.

Agradecimientos

Infinidad de agradecimientos sinceros. Sobre todo, a aquellos que han estado conmigo en este constante proceso de mi vida. Los amo y siempre serán lo más grande que tengo, mi familia, mi hermana Nai Vegas, la que nos cuida con amor eterno. Eliana Rosa, la pirri, que es la consentida de todos, la amamos sin condición. Mis padres, Elizabeth y Eliezer, que me han cuidado y amado sin límites, que nos mantienen unidos y nos ayudan a aprender desde el amor. A mis abuelos queridos, que me han bendecido y me motivan sin parar. A mis profesores, todos los que de una u otra forma me enseñaron el valor del conocimiento y la disciplina. Finalmente a los amigos, mis amigos venezolanos, que me han amado y cuidado desde muchas partes del mundo, mis amigos extranjeros que junto conmigo llegaron a Brasil y mis amigos brasileiros, que me han abierto los brazos en su país y me han hecho sentir en casa todos los días. A mi profesor Michel, por su enseñanza en la investigación rigurosa, al profesor La Marca por contribuir con años de conocimientos para llevar a cabo este proyecto y a mis profesores evaluadores por su disponibilidad para evaluar este trabajo.

Finalmente, agradezco a mi Deidad, que de alguna u otra forma ha traído paz, me hace feliz saber, que la fe es una virtud tan especial, que vale la pena experimentarla.

RESUMEN:

La acelerada disminución de las poblaciones de algunos organismos en las últimas décadas se ha transformado en lo que se conoce como la crisis de la biodiversidad. Es evidente que aún falta conocimiento en diversas áreas de la biología para combatir esta crisis, principalmente en aquellas regiones que poseen gran diversidad de especies, como las regiones tropicales y subtropicales. Modelos que ayuden a entender los patrones de distribución de la biodiversidad en estas regiones, son esenciales para optimizar los esfuerzos tanto de estudios para ampliar el conocimiento en estas áreas, así como también, para el implemento de programas que permitan resguardar la estabilidad de los ecosistemas y por lo tanto la vida que en ellos habita. Algunos organismos vertebrados son considerados modelos para estudios de distribución espacial, debido a que abarcan grandes cantidades de hábitats y además, son potentes bioindicadores de la calidad del ambiente; entre ellos los anfibios anuros, ya que su salud está estrechamente ligada a la calidad del agua y del suelo. En el presente proyecto, fue evaluada la distribución espacial de la biodiversidad con base en los anfibios anuros de Venezuela, a fin de comprender la distribución de la riqueza del grupo, especies en riesgo de extinción y especies con datos deficientes (DD), y la eficiencia de las áreas protegidas y unidades de conservación en la protección de la anurofauna venezolana. Se observó que un 88% de las áreas más ricas en especies de anuros están dentro de las áreas protegidas, sin embargo sólo 52% de las áreas más ricas se encuentran dentro de las unidades de conservación estrictas. Se verificó además, que 25% de las áreas con especies amenazadas se encuentran fuera de áreas de conservación estrictas, así como también el 27% de las áreas de distribución de las especies DD. Finalmente, las unidades estrictas para conservación no protegieron el total de las especies de anuros, dejando 30 especies sin abrigo, de las cuales 15 son clasificadas con algún nivel de amenaza y cuatro clasificadas con datos deficientes. Se recomienda estudios exhaustivos de las poblaciones de las especies cuya distribución geográfica no es cubierta por el sistema de áreas protegidas, con el fin de aumentar el nivel de protección de las áreas de distribución de estas especies y por ende elevar la eficiencia de las unidades de conservación en la protección de la biodiversidad de anuros.

Palabras Clave: Anfibios. Anura. Conservación. Distribución Espacial.

RESUMO:

A rápida diminuição das populações de alguns organismos nas últimas décadas transformou-se no que é conhecido como a crise da biodiversidade. É evidente que ainda falta conhecimento em várias áreas da biologia para combater essa crise, principalmente nas regiões que possuem grande diversidade de espécies, como as regiões tropicais e subtropicais. Modelos que ajudem a entender os padrões de distribuição da biodiversidade nessas regiões são essenciais para otimizar os esforços tanto de estudos, para ampliar o conhecimento nessas áreas, quanto para a implementação de programas que permitam resguardar a estabilidade dos ecossistemas e, portanto, a vida que neles habitam. Alguns organismos vertebrados são considerados como modelos para estudos de distribuição espacial, pois abrangem grandes quantidades de habitats e, além disso, são potentes bioindicadores da qualidade ambiental; entre eles, os anfíbios anuros, já que sua saúde está intimamente ligada à qualidade da água e do solo. No presente projeto, foi avaliada a distribuição espacial da biodiversidade com base nos anfíbios anuros da Venezuela, visando compreender a distribuição da riqueza do grupo, espécies em risco de extinção e espécies com dados insuficientes (DD), e a eficiência das áreas protegidas e unidades de conservação na proteção da anurofauna venezuelana. Observou-se que 88% das áreas mais ricas em espécies de anuros estão dentro das áreas protegidas, no entanto, apenas 52% das áreas mais ricas estão dentro das unidades estritas para conservação. Verificou-se também que 25% das áreas com espécies ameaçadas estão fora de áreas estritas para conservação, assim como 27% das áreas de distribuição das espécies DD. Finalmente, as unidades estritas para conservação não protegeram o total das espécies de anuros, deixando 30 espécies desprotegidas, das quais 15 são classificadas com algum nível de ameaça e quatro classificadas com dados insuficientes. Recomenda-se estudos exaustivos das populações das espécies que não possuem área de distribuição dentro das unidades estritas para conservação, a fim de aumentar o nível de proteção das áreas de distribuição dessas espécies e, assim, elevar a eficiência das unidades de conservação na proteção da biodiversidade de anuros.

Palavras Chaves: Anfíbios. Anura. Conservação. Distribuição Espacial.

ABSTRACT:

The accelerated decline in populations of certain organisms in recent decades has resulted in what is now known as the biodiversity crisis. It is evident that there is still a lack of knowledge in various areas of biology to combat this crisis, particularly in regions with high species diversity, such as tropical and subtropical areas. Existing models help to understand biodiversity distribution patterns in these regions and are essential to optimize research efforts in order to expand knowledge in these areas and to implement programs that protect the stability of ecosystems and, therefore, the life they sustain. Some vertebrates are considered models for spatial distribution studies, as they cover large habitat ranges and are also potent bioindicators of environmental quality. Among them the anuran amphibians, whose health is closely linked to water and soil quality. In this project, the spatial distribution of biodiversity was evaluated based on anuran amphibians in Venezuela, aiming to understand the distribution of species richness, species at risk of extinction, and species with deficient data (DD), as well as the effectiveness of protected areas and conservation units in protecting Venezuela's anuran fauna. 88% of the richest areas in anuran species were found within protected areas, but only 52% of the richest areas were located within strict conservation units. Furthermore, 25% of the areas with threatened species were found outside strict conservation units, including 27% of the distribution areas of DD species. Finally, strict conservation units did not protect all anuran species, leaving 30 species unprotected, 15 of which are classified as threatened, four as DD. It is recommended that exhaustive studies are to be conducted on the populations of species that lack distribution areas within strict conservation units to increase the protection level of these species' distribution areas and thereby enhance the conservation units' efficiency in protecting anuran biodiversity.

Keywords: Amphibians. Anura. Conservation. Spatial Distribution.

Lista de Figuras y Tablas.

Figura 1. Biorregiones de Venezuela, Modificado de BARRIO-AMORÓS, et al., 2019.	14
Figura 2. Mapa de relieve de Venezuela según Globe Task Team (2024).....	15
Tabla 1. Número de especies de anfibios anuros en Venezuela y su distribución por grado de amenaza según UICN (2024).....	18
Tabla 2. Clasificación de áreas por la IUCN (PHILLIPS, 2004).....	19
Tabla 3. Clasificación de áreas protegidas en Venezuela en km ² . Descrito en el texto, ABRAE son áreas menos estrictas para conservación; Áreas II-III corresponden a Parques Nacionales y Monumentos Naturales; Áreas II corresponden solamente a Parques Nacionales. Adaptado con datos de Protected Planet y García & Silva (2014)..	20
Figura 3. Mapa de distribución espacial de la riqueza de anfibios anuros en Venezuela, estimada en este estudio a partir de los polígonos de distribución de cada especie según datos de la IUCN (2024).....	23
Figura 4. Asociación entre variables geográficas y riqueza de especies. a. Riqueza asociada a variación longitudinal ($R^2= 0.19062$, $P= 2.17E-24$). b. Asociación entre riqueza y variable altitudinal ($R^2: 0.073527$, $P:1.29E-12$). c. Asociación de riqueza y variable latitudinal, presentando una correlación negativa ($R^2= 0.64218$, $P = 1.15E-132$).....	24
Figura 5. Mapa de la distribución espacial de la riqueza de anuros amenazados de extinción en Venezuela, Inferida en este estudio a partir de los polígonos de distribución de cada especie según datos de UICN (2024).....	25
Figura 7. Mapa de distribución espacial de anuros clasificados como Datos Deficientes en Venezuela, Inferida en este estudio a partir de los polígonos de distribución de cada especie, según los datos de la IUCN (2024).....	27
Figura 9. Áreas Protegidas de Venezuela por categoría de acuerdo con UNEP-WCMC (2024). Las áreas en verde representan áreas protegidas. El gradiente explica el nivel de aporte a la conservación, siendo el verde más claro menos estricto para conservación y el verde oscuro más estricto para este fin. La línea negra representa los límites geográficos de Venezuela.....	29
Figura 11. Mapa de áreas con mayor riqueza en áreas protegidas pertenecientes a la categoría II y III. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con mayor riqueza dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las regiones con alta riqueza fuera de las áreas protegidas.....	32
Figura 12. Mapa de áreas con mayor riqueza en áreas protegidas pertenecientes a la categoría II. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con mayor riqueza dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las regiones con alta riqueza fuera de las áreas protegidas.....	33
Figura 14. Mapa con áreas de especies de anuros amenazados en áreas protegidas, pertenecientes a la categoría II - III. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con especies amenazadas dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las áreas con especies amenazadas no protegidas.....	35
Figura 15. Mapa con áreas de especies de anuros amenazados en áreas protegidas, pertenecientes a la categoría II. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con especies amenazadas dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las áreas con especies amenazadas no protegidas.....	36
Figura 16. Mapa con áreas de especies de anuros con datos deficientes (DD) en áreas protegidas, listadas por UNEP-WCMC. Áreas verdes representan áreas protegidas. El	

área verde más oscura, indica las áreas con especies DD dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las áreas con especies DD no protegidas..... 37

Figura 17. Mapa con áreas de especies de anuros con datos deficientes (DD) en áreas protegidas, pertenecientes a la categoría II - III. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con especies DD dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las áreas con especies DD no protegidas..... 38

Figura 18. Mapa con áreas de especies de anuros con datos deficientes (DD) en áreas protegidas, pertenecientes a la categoría II - III. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con especies DD dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las áreas con especies DD no protegidas..... 39

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN.....	5
2 OBJETIVO.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3 METODOLOGÍA.....	11
ÁREA DE ESTUDIO.....	11
DELINEAMIENTO.....	16
<i>Adquisición de datos de ocurrencia y construcción de mapa de riqueza.....</i>	<i>16</i>
<i>Riqueza de especies amenazadas.....</i>	<i>18</i>
<i>Riqueza de especies deficientes de datos.....</i>	<i>18</i>
<i>Adquisición de raster con los límites de las áreas protegidas.....</i>	<i>19</i>
ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	20
4 RESULTADOS.....	22
<i>Riqueza de especies.....</i>	<i>22</i>
<i>Riqueza de especies amenazadas.....</i>	<i>24</i>
<i>Riqueza de especies DD.....</i>	<i>26</i>
<i>Distribución de las áreas protegidas por categoría.....</i>	<i>28</i>
<i>Riqueza de especies en áreas protegidas por categorías.....</i>	<i>29</i>
<i>Áreas con mayor riqueza en áreas protegidas.....</i>	<i>30</i>
<i>Riqueza de especies amenazadas en áreas protegidas.....</i>	<i>33</i>
<i>Riqueza de especies con datos deficientes (DD) en áreas protegidas.....</i>	<i>36</i>
5 DISCUSIÓN.....	40
REFERENCIAS.....	50
APÉNDICES.....	61

1 INTRODUCCIÓN

Los anfibios (Lissamphibia) son animales tetrápodos, ectotérmicos que tienen un ciclo de vida de dos fases, son principalmente de agua dulce o terrestre, sin embargo algunas especies habitan en ambientes expuestos a agua salada (WELLS, 2007; POUGH et al., 2008). Los anfibios carecen de escamas, por lo cual las glándulas mucosas tienen suma importancia para mantener la epidermis humedecida, permitiendo gran parte del intercambio gaseoso (respiración) que en este grupo ocurre a través de la piel (WELLS, 2007; POUGH et al., 2008). Poseen dientes pedicelados, y un oído medio donde el opérculo y columella están fundidos, y presentan un órgano receptor especial de sonido llamado *papilla amphibiorum* que los hace sensible al sonido de baja frecuencia (WELLS, 2007; POUGH et al., 2008). El grupo cuenta además con otras sinapomorfías, entre ellas una estructura del músculo levator bulbi, que se encuentra alrededor del ojo de los anfibios y se inserta en el cráneo, lo cual le permite tener unos ojos más sobresaliente y a su vez aumenta la cavidad bucal, además poseen bastonetes verdes que les dan una ventaja receptiva en condiciones de baja luminosidad (WELLS, 2007; POUGH et al., 2008).

Los anfibios se dividen en tres órdenes: (i) Anura, que incluye sapos y ranas, con aproximadamente 7.757 especies, lo que equivale a un 88% de toda la fauna de anfibios conocida; (ii) Caudata, conocidas como salamandras, cuenta con 824 y (iii) Gymnophiona, que corresponde al grupo de las cecilias con 222 especies (FROST, 2024). A primera vista las diferencias morfológicas en ese grupo son grandes, ya que los anuros poseen miembros posteriores largos y un cuerpo corto y flexible que les permiten realizar grandes saltos, nadar e incluso escalar con movimientos alternados, además carecen de cola cuando son adultos. Las salamandras por su parte, poseen miembros anteriores y posteriores de igual tamaño, tienen cola y se mueven por ondulaciones laterales, y las cecilias, que no poseen miembros, tienen una locomoción semejante a las serpientes (WELLS, 2007; POUGH et al., 2008).

Desde hace décadas se ha evidenciado la disminución de los anfibios a nivel mundial, acompañado gradualmente, lo que es llamado “Crisis de la biodiversidad” (BLAUSTEIN, 1990; DROST; FELLERS, 1996; COLLINS et al., 2009; TOLEDO et al., 2023). Se conocen actualmente diversos factores de amenazas que afectan negativamente las poblaciones de anfibios, las cuales son comunes a nivel mundial, tanto para este grupo como también para otros vertebrados (GIBBONS et al. 2000; KUMAR et

al., 2014). Sin embargo, la importancia de cada factor depende del grupo taxonómico y del contexto regional y local (GRANT et al., 2016; MILLER et al., 2018; CAYUELA et al., 2020). Dentro de las principales causas de declino de los anfibios se encuentra: las enfermedades, entre ellas la quitridiomycosis causado por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (COLLINS et al., 2009; KOLBY; DASZAK, 2016; WAKE; KOO, 2018), la pérdida o destrucción de hábitat (HOCKING; BABBITT, 2014; KOLBY; DASZAK, 2016), discontinuidad del hábitat (BECKER et al., 2007), los cambios en la cobertura del suelo para la agricultura, expansión urbana y drenaje (SVARTZ; PÉREZ-COLL, 2013) y la contaminación química por metales pesados, pesticidas y fertilizantes (MIKÓ et al., 2017; WAKE; KOO, 2018).

La acción sinérgica de estos factores ha resultado en la drástica disminución de las poblaciones de estos organismos a nivel global y ha llevado a 41% de las especies de anfibios a estar bajo algún nivel crítico de amenaza, siendo considerados el grupo de vertebrados más amenazados (LUEDTKE et al., 2023; IUCN, 2024). En los últimos años se ha observado un acelerado declive de las poblaciones a niveles locales, llevando incluso a algunas especies a la extinción (STUART et al. 2004; SCHLOEGEL; 2006; KOLBY; DASZAK, 2016; LUEDTKE et al., 2023; IUCN, 2024). Esto se debe a que los anfibios tienen piel permeable, son ectotérmicos y tienen un ciclo de vida bifásico, donde el estado larval en la mayoría de las especies suele desarrollarse en el agua, y cuando llegan a su estado adulto poseen hábitos principalmente terrestres, lo que los torna vulnerables a mudanzas bruscas, causadas por actividades antrópicas que afectan en la calidad del agua, aire o suelo (WELLS, 2007; COTHRAN, 2013; KOLBY; DASZAK, 2016). Estas características hacen que los anfibios sean sensibles a los cambios ambientales, lo cual también los torna excelentes bioindicadores ambientales, ya que su salud está estrechamente vinculada al hábitat local y al paisaje circundante (KOLBY; DASZAK, 2016).

Los estudios apuntan que las regiones tropicales y subtropicales presentan una concentración abrumadora de anfibios, debido a sus características climáticas (temperaturas medias y alta precipitaciones), alta heterogeneidad vegetal y elevada productividad del ecosistema, lo que generan las condiciones óptimas para los anfibios, principalmente del orden Anura (BUCKLEY; JETZ, 2007, 2008; MUNGUÍA, et al., 2012 IUCN, 2024). Estas investigaciones son esenciales para identificar las causas e implementar medidas que contrarresten la disminución de las poblaciones de anfibios, aún más, cuando han sido estas regiones las que presentan un declive de poblaciones de

anfibios más pronunciado (MARN, 2005; BASTAZINI, et al. 2007; IUCN, 2024; WHILES et al. 2006; BECKER; ZAMUDIO, 2011). Entre estos territorios con alta concentración de especies de anfibios se destaca Venezuela, un país megadiverso ubicado al norte de América del Sur, que cuenta con una gran representación anfibios abrigando aproximadamente 369 especies, de las cuales 349 pertenecen al orden Anura, siendo 177 endémicas para el país, además se conocen en su territorio 11 especies del orden Gymnophiona y seis de Caudata (FROST, 2024); esto posiciona al país como el quinto país en América del Sur con mayor riqueza de especies de anfibios y el décimo a nivel mundial (IUCN, 2024; LA MARCA, 2003). A pesar de conocerse un número grande de especies en Venezuela, el territorio carece de estudios herpetológicos, aun cuando la región Andina y Guayana son consideradas territorios medianamente estudiados, existen grandes áreas, en ellos, que aún no han sido exploradas (MOLINA et al., 2009). Actualmente se estima que 60% de la región de Guayana carece de conocimiento herpetológico, lo que indica serios vacíos en el conocimiento de los anfibios en Venezuela (MOLINA et al., 2009).

En Venezuela los estudios se han basado principalmente en el orden Anura, abarcando biogeografía, riqueza y distribución geográfica, así como también descripción y nuevos registros de especies (LA MARCA, 1992; MOLINA et al., 2009; BARRIO-AMORÓS, 2004; VARGAS; LA MARCA, 2007). El análisis biogeográfico de los anuros en Venezuela apunta a la existencia de siete a ocho zonas biogeográficas (LA MARCA, 1998; BARRIO-AMORÓS, 1999; PÉFAUR, 2000; MOLINA et al., 2009). Los estudios destacan ciertas regiones con mayor número de especies y alto nivel de endemismo, por ejemplo en los Andes, principalmente la cordillera de Mérida, además de la sierra de Perijá y el macizo de Tamá cuentan con aproximadamente 128 especies (120 anuros, dos cecilias y seis salamandras), lo que corresponde al 32,9% de especies de anfibios en el territorio venezolano (BARRIO-AMORÓS et al. 2019). El nivel de endemismo en estas regiones es muy alto, ya que se considera que 78 especies (61%) andinas son endémicas, siendo la región con mayor endemismo del país (BARRIO-AMORÓS et al. 2019). La Cordillera de la Costa, otra región montañosa acompaña a los andes con 89 especies (86 anuros, dos cecilias y una salamandra) que representan el 23,2% de la riqueza de anfibios del país, de las cuales 61 (68,9%) son endémicas de la costa-montaña venezolana (BARRIO-AMORÓS et al. 2019). Por su parte, al sur del país el Amazonas venezolano, considerada una región poco estudiada cuenta con 70 (18,4%) especies (66 anuros y cuatro cecilias) y a pesar que ninguna es

considerada endémica para el país, la región ha contribuido a la riqueza en otros biomas, como lo evidencia la presencia de especies amazónicas en los Andes del país (BARRIO-AMORÓS et al. 2019). Colindando con la amazonia venezolana, se encuentra la región de Guayana, considera la región con mayor número de especies de anuros del país, contando con aproximadamente 163 especies de anfibios (156 ranas y seis cecilias), lo que compone el 42,8% de las especies del taxón en el territorio venezolano, con una tasa de endemismo de 39,8% de la cual 17,1% es restricta a los tepuyes (BARRIO-AMORÓS et al. 2019).

A pesar del conocimiento sobre la riqueza y endemismo de especies de anuros entre las diferentes regiones biogeográficas de Venezuela, los trabajos macroecológicos, por ejemplo, que tienen como objetivo dilucidar patrones espaciales en la distribución de la biodiversidad siguen siendo escasos, por lo cual, se torna un desafío evaluar la eficiencia de la red de unidades de conservación para proteger la diversidad de anfibios, así como dilucidar el estado de conservación de los anfibios en el país (LA MARCA, 2003; MOLINA et al., 2009). Aunado a eso, existen una creciente tasa de deforestación en algunas regiones, principalmente al norte del país, consideradas ricas en término de biodiversidad, donde se ha evidenciado un creciente cambio en la cobertura de suelo, pasando de 28,5% de cobertura de uso antrópico en 1985 a un 44,3% en 2022, siendo un cambio abrumador si se compara con el sur del país, el cual pasó apenas de 2,0% a 2,9% de cobertura de uso antrópico, conservando hasta el 2022 el 97,1% de la cobertura natural al sur del Orinoco (MAPBIOMAS VENEZUELA, 2022). Este panorama, indica que deben ser mejorados los esfuerzos para el estudio de los anfibios en Venezuela, lo cual permitirá tomar decisiones más acertadas en cuanto a la planificación e implementación de programas de conservación para anfibios (LA MARCA, 2003).

Los desafíos para enfocar estrategias para la planificación de la conservación a nivel mundial, se deben principalmente a la falta de conocimiento que obstaculizan la toma de decisiones (NORI et al., 2020), así como también la falta de información biogeográfica o mapas de distribución de la biodiversidad con alta resolución que reflejen con precisión la compleja distribución de la biodiversidad en la tierra (OLSON, 2001). Además, la desigualdad en la infraestructura y esfuerzo de muestreo, llevan a una variación en la calidad y fiabilidad de los datos disponibles para investigación de la biodiversidad y planificación de la conservación en macroescala (GASTON; RODRIGUES, 2003; MACE, 2004). Por otro lado, existen límites en el conocimiento práctico que a menudo llevan a los científicos a trabajar con datos incompletos o no representativos del

número de organismos y sus características, lo cual debe reconocerse y cuantificarse cuidadosamente (HORTAL et al., 2015). A pesar de los riesgos inherentes de errores de omisión y comisión en la distribución de especies en grandes bases de datos (LÖWENBERG; KIRSCH, 2024), esta información es valiosa para buscar patrones a macroescala que puedan ayudar en la planificación y ejecución de estrategias de conservación.

Partiendo del conocimiento de el elevado número de especies de anfibios del orden Anura en la región Neotropical, lo que abarca también a Venezuela, y la conocida capacidad de estos organismos de ser fuertes indicadores de bienestar y estabilidad de los ecosistemas (KOLBY; DASZAK, 2016); se vuelve interesante analizar la distribución espacial de la biodiversidad en Venezuela con base en los anfibios anuros. Esto, con el fin de comprender los patrones de distribución de la riqueza de anuros en Venezuela y verificar si las áreas clasificadas como protegidas son eficientes en el resguardo de la biodiversidad de anuros, con base en la distribución de la riqueza de especies, la distribución de la riqueza de especies amenazadas y la distribución de las especies con datos deficiente. Dilucidando así, las áreas de interés y prioridad para el estudio y conservación de los anuros en el territorio venezolano.

2 OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

El propósito del siguiente proyecto fue evaluar los patrones de distribución espacial de la biodiversidad de anfibios en Venezuela, buscando reconocer las áreas con mayor número de especies y especies bajo algún nivel de amenaza o con datos deficientes, y su correlación con las áreas protegidas, parques nacionales o reservas naturales. A partir de estos datos evaluamos la suficiencia de las áreas protegidas en la conservación de la anurofauna, buscando reconocer vacíos espaciales en la red de unidades de conservación para proteger la biodiversidad de anfibios. Esperamos que nuestros resultados sean indicadores de áreas prioritarias para estudios y áreas prioritarias para conservación de anurofauna en Venezuela, con el objetivo de reducir el déficit Ostromiano. Esta deficiencia se refiere a la falta de conocimientos acerca de la aplicación y eficacia de las evaluaciones, métodos, financiación y políticas de conservación (LOPES-LIMA et al., 2021).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revelar el patrón de distribución espacial de la riqueza de anuros en Venezuela.
- Presentar la distribución espacial de las áreas que concentran un alto número de especies bajo algún nivel de amenaza.
- Identificar áreas prioritarias para investigación que contribuyan a la adquisición de conocimiento de la anurofauna en lugares con gran número de especies clasificadas con datos insuficientes (DD).
- Verificar la suficiencia en las áreas protegidas, parques nacionales y monumentos naturales de Venezuela en la conservación de las regiones con mayor riqueza de especies, mayor concentración de especies amenazadas y regiones con mayor número de especies con datos deficientes.

3 METODOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDO

Venezuela es un territorio federal perteneciente al continente Americano y se ubica al norte de Suramérica en la zona conocida como intertropical, cuenta con un territorio de 916.445 km² (00°38'53"; 12°12'00" N y 59°47'50"; 73°22'38" O) (MARN, 2005). Es clasificado como un país perteneciente al hemisferio norte y occidental, siendo el país más septentrional de América del Sur. El territorio presenta límites con Brasil al sur y con Colombia al oeste y al suroeste; al este con Guyana y Francia (Martinica y Guadalupe); y al norte limita con República Dominicana, Antillas Neerlandesas y Estados Unidos (Puerto Rico y Las Islas Vírgenes Estadounidenses) (MARN, 2005).

Venezuela se encuentra dividida en 23 estados, un distrito federal y las dependencias federales. Sin embargo, el desarrollo del país se ha basado en la regionalización administrativa que determina las características culturales, económicas regionales divididas en nueve regiones (APONTE, 2014). Cuenta con una población de 34.090.650 habitantes (INE, 2024), ubicándose la gran mayoría de esta población en centros urbanos y ciudades en la región centro-occidental y central del país, abarcando también gran parte de las costas venezolanas (MARN, 2004). Entre las principales intervenciones humanas en el territorio venezolano pueden destacar la agricultura intensiva, la ganadería, la industria petrolera, lo que resulta en deforestación, fragmentación y erosión de los suelos, contaminación de aguas y aire por residuos industriales y desechos sólidos, causado un impacto negativo a los ecosistemas y a la biodiversidad (MARN, 2005). Estas, son consideradas actividades que interfieren directamente con los procesos naturales de los ecosistemas, ya que los humanos tienden a dominar y transformar cada vez más las áreas para el desarrollo de las actividades tanto económicas como también sociales (OLSON, 2001).

Venezuela cuenta con diversas reservas naturales principalmente en forma de parques nacionales, monumentos naturales y otras áreas de interés ecológico (MOLINA et al., 2009), que abarcan aproximadamente el 56% del territorio nacional, sin embargo, sólo 56 de las 290 áreas protegidas en el país poseen una evaluación efectiva de la gestión, en tanto que el resto carece de informes de monitoreo y evaluación según la base de datos para áreas del Centro de Monitoreo de la Conservación de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-WCMC) donde se evalúa las áreas de conservación a

nivel mundial (UNEP-WCMC, 2024). Estas áreas, a pesar de ser consideradas áreas protegidas, no son exclusivas para conservación, esto se debe principalmente, a que muchas de estas áreas entran bajo la figura de Area Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) que permite desde actividades socioculturales y de desarrollo de infraestructuras que amplían los asentamientos humanos, hasta actividades económicas y de aprovechamiento de recursos naturales de carácter agrario, industrial y turístico (MINAMB, 2013).

En el territorio de Venezuela existen cuatro grandes paisajes: montañas, llanuras, mesetas y delta (MOLINA et al., 2009); estos a su vez, pueden dividirse en regiones naturales relacionadas a sus características fisiográficas (APONTE, 2014; MARN, 2005). De acuerdo al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (2005) las regiones naturales del país se dividen en: El Escudo Guayanés que ocupa casi la mitad del territorio continental del país, con aproximadamente 425.000 km², comprendido por diversos relieves como extensas llanuras de erosión, serranías, y grandes altiplanos conocidos como tepuyes, que pueden presentar alturas hasta de 2.800 m snm. La zona se extiende hasta los límites con Brasil, Colombia y Guayana, siendo la región menos poblada y con más recursos naturales, ya que posee selvas, abundantes fuentes superficiales de agua, riqueza en minerales y gran diversidad biológica. Los Llanos constituyen la región de tierras bajas más grande del país, con una extensión de aproximadamente 280.000 km², que se prolongan desde el piedemonte andino hasta las llanuras deltaicas y desde la Serranía del Interior por el norte, hasta los márgenes del río Orinoco por el sur. Las llanuras deltaicas del río Orinoco, constituidas por sedimentos muy recientes y conectada a la región de Los Llanos, son formadas en gran parte por el delta del río Orinoco que abarca 22.500 km² de un total de 40.000 km² del área de la región. Por su parte, la cordillera de Los Andes venezolana, una región constituida por áreas elevadas, cuenta con una superficie de 45.000 km², llegando hasta 4.986 m snm en el Pico Bolívar. Se compone de regiones áridas y semiáridas en la zona montañosa y húmedas en el piedemonte que puede adentrarse en la montaña, también posee una parte compuesta de valles altos y medios. Al norte de la cordillera de Mérida, parte de la Cordillera de los Andes, se encuentran cuatro subregiones que pueden agruparse por su semejanza entre sí para conformar la región del Sistema Coriano, Península de Paraguaná y Depresiones de Yaracuy, Barquisimeto y Carora, las cuales abarcan 52.000 km². Son compuestas del Sistema Coriano, donde se encuentra el único desierto microrregional del país (Médanos de Coro, Falcón) y otras áreas como la Península de

Paraguáná, y las depresiones de Yaracuy, Barquisimeto y Carora. Estas áreas tienen un relieve poco elevado entre 500 y 1.700 m snm y un clima árido o semiárido a excepción de la Depresión de Yaracuy que es húmeda. Otra depresión que forma las regiones naturales de Venezuela es la Depresión del Lago de Maracaibo, que presenta climas secos y semihúmedos al norte, centro y este, y una parte muy húmeda al sur y sureste. La región abarca 52.000 km² de los cuales 14.344 km² están cubiertos por aguas salobres del lago, que se presenta como una extensa bahía que se comunica con un canal natural con el Golfo de Venezuela en el Mar Caribe. Por último, la Cordillera de la Costa, que constituye un complejo sistema del tipo montañoso con variado relieve, tales como franjas costeras, valles interiores, colinas, lomas y depresiones. La mayor altitud de la Cordillera de la Costa es de 2.765 m snm (Pico Naiguatá), puede presentarse desde climas templados de altura, así como también zonas semiáridas, y algunas regiones a piedemonte con clima tropical lluvioso y cálido. A pesar de esto, las fuentes de agua de la región son escasas y posee amplios impactos antrópicos ya que en el tramo central de la cordillera se encuentran tres grandes ciudades (Caracas, Valencia y Maracay) donde se asienta la mayor proporción de población en el país. En esta última región están incluidas las islas del Caribe, todas con climas áridos y reducida cobertura natural.

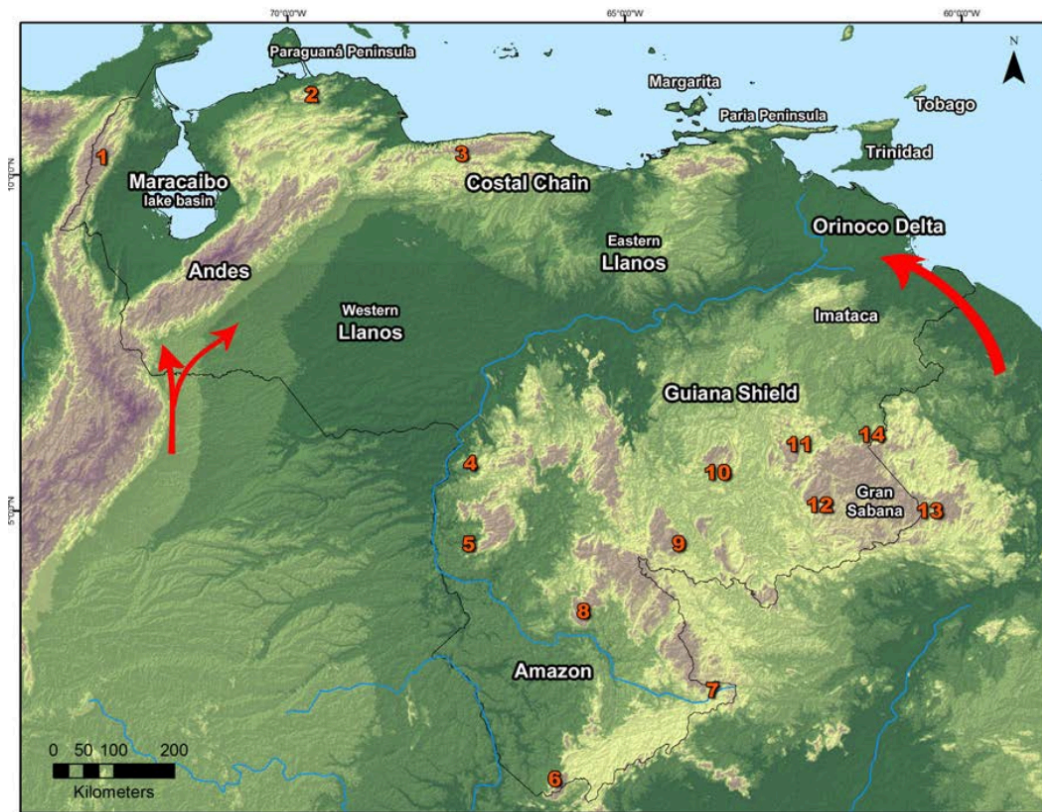


Figura 1. Biorregiones de Venezuela, Modificado de BARRIO-AMORÓS, et al., 2019.

Existe una diversa variedad climática en el país, con elementos típicos de la zona intertropical, presentando un ciclo anual poco marcado o con pequeñas variaciones estacionales (MARTELO, 2003). El clima en Venezuela puede ser dividido en cuatro tipos de acuerdo a la clasificación Köppen-Geiger (PEEL et al., 2007): El Clima tropical o lluvioso cálido, el cual posee un clima típico de los trópicos, se caracteriza, desde el punto de vista térmico debido a que poseen una temperatura elevada durante todo el año, donde la temperatura en el mes más frío no es inferior a 18 °C, y la oscilación térmica es aproximadamente 5 °C. Este clima que comprende casi la totalidad del país se puede diferenciar en tres tipos según su régimen de lluvia: (i) el tipo AW-Sabana, donde reciben precipitaciones de entre 600 a 1.500 mm, (ii) Am-Monzónico entre 1.600 y 2.500 mm y finalmente (iii) el Af-amazónico que recibe precipitaciones encima de 2.500 mm durante todo el año. El segundo tipo de clima es el semiárido o seco cálido, que corresponden a las áreas del litoral venezolano áridas y desérticas del caribe, algunas de las regiones son conocidas como: (i) árido tropical (BSh), (ii) desierto tropical (BWh), y sus temperaturas promedio son superiores a 18 °C con una evaporación que supera ampliamente la precipitación anual, que puede ser muy variada, desde algunas regiones con 200 mm a 500 mm y otras que pueden tener menos de 250 mm al año. Además, también se puede observar regiones (iv) semiáridas y frías (BSk) con temperaturas menores principalmente en los llanos occidentales y algunas zonas de los Andes y sus precipitaciones pueden oscilar entre 200 mm a 400 mm. El tercero son los climas templados de altura que corresponden a lugares tropicales propios de zonas montañosas, se dividen en: (i) templado de altura con invierno seco (Cwb) y (ii) templado de altura sin estación seca (Cfb), ubicados en terrenos muy por encima del nivel del mar que van desde 1.400 a 2.600 m snm, con temperaturas promedio entre 10 °C y 18 °C y pluviosidad mediana que alcanza los 2.400 mm en ciertos periodos. Por último, el clima frío de alta montaña (Cs) que se ubica mayor a 2.800 m snm es el clima más frío del país, con precipitaciones inferiores a 700 mm, nieve frecuente y prevalecen temperaturas medias menores a 10 °C, se conocen como páramos y llega hasta más de 4.900 metros, que conforman la Cordillera de los Andes venezolana (PEEL et al., 2007; APONTE, 2014).

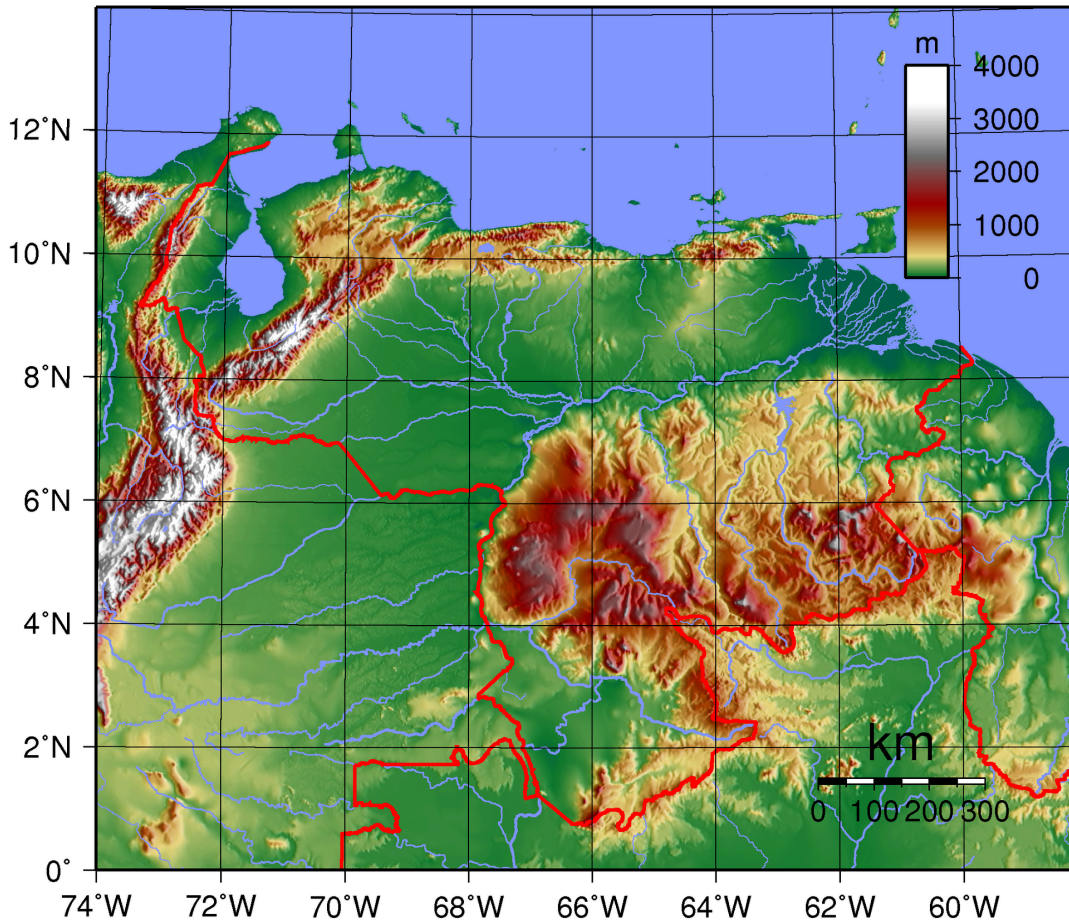


Figura 2. Mapa de relieve de Venezuela según Globe Task Team (2024).

DELINEAMIENTO

Adquisición de datos de ocurrencia y construcción de mapa de riqueza

Para el siguiente estudio fueron utilizados datos de ocurrencia de especies, considerados una de las principales fuentes de información para estudios de distribución geográfica y fundamentales para los análisis biogeográficos (DINIZ-FILHO; ARAÚJO, 2013). Se consideraron las especies encontradas en Venezuela las listadas en *Amphibian Species of the World* (FROST, 2024; Apéndice A), pues esta es la base de datos más actualizada para el país. Los mapas correspondientes a áreas de distribución de las especies de anuros de Venezuela (i.e., *shapefiles*), se obtuvieron de la plataforma Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2024). Las áreas de distribución de cada especie fueron filtradas conforme al listado de especies de *Amphibian Species of the World* (FROST, 2024), siendo retiradas las especies de anuros introducidas y aquellas que poseen controversias en cuanto a su distribución en Venezuela. Además de eso, se

adicionaron 10 especies que no contaban con área de distribución para el país según la IUCN, pero constan en la lista de la base *Amphibian Species of the World* (FROST, 2024; Apéndice E). Estas 10 áreas de distribución fueron construidas a partir de polígonos o puntos de ocurrencias de especies de anfibios disponibles en la plataforma de *AmphibiaWeb* (2024) y del Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF, 2024). Los polígonos se construyeron utilizando el método del polígono mínimo convexo, para aquellas especies que contaban con más de dos puntos de ocurrencia, siendo el mismo método utilizado por la IUCN para construcción de los mapas de distribución, mientras que para las especies que contaban con máximo dos puntos de ocurrencia, las áreas de distribución fueron realizadas a partir de buffer de 0.10°. Los patrones espaciales fueron analizadas a través de una sobreposición de las de los polígonos al shapefile de áreas de distribución de especies, obteniendo así, datos sobre: (i) la distribución de la riqueza de especies, (ii) riqueza de especies amenazada y (iii) riqueza de especies con datos deficientes en el territorio del país. A pesar de los problemas de las evaluaciones globales como estas, debido a que muchos expertos toman como base el principio de la precaución, lo que puede llevar a subestimar el área de distribución de las especies, siguen siendo las evaluaciones globales una de las mejores alternativas para análisis en grandes extensiones geográficas (HERKT, 2017). El estudio fue realizado utilizando el software libre *Geographic Information System* (QGIS) version 3.28.15-Firenze desarrollado por *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo).

Para obtener nuestra unidad de muestra, se construyó un *shapefile* con una malla de hexágonos, ya que que su geometría se adapta mejor a los límites irregulares, midiendo 0,4° en su radio, lo que corresponde aproximadamente 1.749,66 km², para un total de 651 polígonos que cubrirán toda el área política de Venezuela. Esta unidad de muestra, correspondiente a cada hexágono, fue el punto de partida para extraer la información de nuestros datos de distribución espacial de la riqueza de especies de anuros, obteniendo a partir de la sobreposición de capas en los *shapefiles*, una combinación de los datos para una interpretación gráfica, así como también para análisis a través de métodos estadísticos.

Riqueza de especies amenazadas

Para datos de riqueza de especies amenazadas en Venezuela, se consideró la Evaluación Global de Anfibios de la Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2024; Tabla 1). A partir de la base da IUCN, se tomó como una variable

binaria para especies que se clasificaron como “Amenazadas” aquellas especies que se encontraban bajo la clasificación de Vulnerable (VU), En Peligro (EN), Peligro Crítico (CR), Extinto en la Naturaleza (EW) y Extinto (Ex). Mientras que para especies “No amenazadas” serán consideradas las especies Preocupación Menor (LC) y Casi Amenazados (NT). Al tomar el criterio de evaluación de la IUCN, no fueron adicionadas al análisis de amenazas cinco especies (Apéndice C) que no contaban con evaluación y por lo tanto no están disponibles en el portal de la IUCN, siendo ellas: *Boana gracilis*, *Caligophryne doylei*, *Mannophryne phylidros*, *Stefania lathropae* y *Synapturanus mesomorphus*.

Riqueza de especies deficientes de datos

A partir de los datos de la IUCN (2024), fue evaluada la distribución espacial de las 27 especies clasificadas como Datos Deficientes (DD) (Tabla 1), lo cual corresponde a aquellas especies que no tienen datos suficientes para ser clasificadas dentro de la evaluación de riesgo de extinción. Esto con el fin, de obtener aquellas regiones con mayor número de especies clasificadas con datos deficientes, lo cual es un indicio de áreas con mayores lagunas de conocimiento que pueden ser consideradas en los análisis de planificación de acciones de conservación para el grupo de anuros en el país. La riqueza de especies de DD por hexágono se obtuvo contando especies con distribución geográfica superpuesta dentro de cada hexágono.

Categoría en el análisis	Categoría	Número de especie
Amenazadas	Vulnerable (VU)	44 (12.6%)
	En Peligro (EN)	40 (11,4%)
	Peligro Crítico (CR)	37 (10,6)
	Extinto (Ex)	1 (0,3%)
No amenazadas	Preocupación Menor (LC)	153 (43,8%)
	Casi Amenazados (NT)	42 (12,0%)
Datos deficientes	Datos Deficientes (DD)	27 (7,7%)
No incluidas	No Evaluadas	5 (1,4%)
Total especies:		349

Tabla 1. Número de especies de anfibios anuros en Venezuela y su distribución por grado de amenaza según UICN (2024).

Adquisición de raster con los límites de las áreas protegidas

Para la cobertura de áreas protegidas como parques nacionales, reservas naturales y otras áreas de administración especial con diferentes niveles de protección, fueron utilizados los datos en formato de shapefiles disponibles en *Protected Planet* (UNEP-WCMC, 2024). La plataforma proporciona fuentes de datos de áreas protegidas pertenecientes al Centro de Monitoreo de la Conservación de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-WCMC). La lista de áreas protegidas, en colaboración con la IUCN, permitió obtener los polígonos de áreas de protección y su clasificación según el aporte a la conservación y puede dividirse en seis categorías (tabla 2), las cuales varían en relación a los tipos de actividades que se pueden desarrollar en cada unidad de protección (UNEP-WCMC, 2024). Estas áreas se encuentran sobrepuestas en diferentes partes, por lo cual no fue posible contabilizar, con base en nuestra metodología, el área real que abarca algunos polígonos.

Categoría	Descripción
I	Protección estricta, es decir, a) Reserva natural estricta y b) Área silvestre
II	Conservación y protección de ecosistemas, es decir, parques nacionales
III	Conservación de elementos naturales – Monumento Natural
IV	Conservación a través de la gestión activa, es decir, Área de gestión de hábitat/especies
V	Conservación y recreación de paisajes terrestres y marinos, es decir, paisajes terrestres y marinos protegidos
VI	Uso sostenible de los recursos naturales, es decir, áreas protegidas con recursos gestionados.

Tabla 2. Clasificación de áreas por la IUCN (PHILLIPS, 2004).

Las seis categorías de áreas fueron clasificadas en tres conjuntos (tabla 3). El primero incluye todas las áreas protegidas, independiente de la categoría de clasificación otorgada por la IUCN, lo cual corresponde a las áreas listadas por UNEP-WCMC para Venezuela. Este primer conjunto envuelve las áreas estrictas de protección, así como también áreas no tan estrictas como áreas de aprovechamiento agrícola, de desarrollo rural y de prioridad de tratamiento que permite la ejecución de actividades económicas, pero con cierto nivel de vigilancia también conocidas como ABRAE (PHILLIPS, 2004).

Para el segundo conjunto fueron seleccionadas las primeras tres categorías según la clasificación de la IUCN, que se refiere a áreas estrictas para conservación, protección de ecosistemas y conservación de elementos naturales en las que se encuentran los Parques Nacionales (PN), Monumentos Naturales (MN) y Santuarios de Fauna Silvestres (SFS) (PHILLIPS, 2004). Para el tercer y último conjunto, fueron seleccionada las áreas de categoría II, compuestas principalmente por Parques Nacionales, las cuales son consideradas las áreas que más aportan a la conservación, y que poseen características más restrictivas de uso con el fin de preservar la estabilidad de los ecosistemas (PHILLIPS, 2004). Venezuela, no obstante, no cuenta con áreas de protección de categoría I según la clasificación de la IUCN.

Cabe destacar, el escenario con las áreas protegidas II-III parece tener divergencias en cuanto a la superficie del área protegida. Mientras que Inparques menciona que 23,76% (INPARQUES, 2024) del área total para Venezuela está compuesta por Monumentos Naturales y Parques Nacionales, Garcia & Silva (2014) apunta que apenas 19% del territorio está compuesto por estas áreas de protección, incluyendo Santuario de Fauna Silvestres. A pesar de obtener diferentes referencias, las áreas entre monumentos naturales y Parques Nacionales parece estar sobrepuesta en algunos casos, lo cual no permite obtener datos precisos sobre la superficie que abarcan las áreas de las categoría I y II en conjunto. Para fines prácticos, se tomó en cuenta para este análisis los datos proporcionados por Garcia & Silva, 2014 (GARCÍA; SILVA, 2014).

Tipo de Área	Terrestre	Zona costera	Total km ²
ABRAE	518,404.00	20,461.00	538.865 (57%)
Protegidas II - III	170,000.98	4,508.83	174,509.81 (19%)
Protegidas II	127,240.28	3,426.84	130,667.12 (14,25%)

Tabla 3. Clasificación de áreas protegidas en Venezuela en km². Descrito en el texto, ABRAE son áreas menos estrictas para conservación; Áreas II-III corresponden a Parques Nacionales y Monumentos Naturales; Áreas II corresponden solamente a Parques Nacionales. Adaptado con datos de Protected Planet y Garcia & Silva (2014).

ANÁLISIS DE LOS DADOS

Se realizaron análisis gráficos para mostrar los patrones espaciales de distribución de la riqueza de especies en general, riqueza de especies amenazadas, y riqueza de

especies con datos deficientes. A través del análisis de los *shapefiles*, se verificó la eficiencia de las unidades de conservación o áreas protegidas en la conservación de la anurofauna venezolana, mediante la evaluación de la superposición de los *shapefiles* de riqueza de especies de anuros y las unidades de conservación. Fue considerado la presencia de una especie en nuestra unidad de muestra, independiente del porcentaje de superposición del área de distribución con nuestra unidad de muestra (hexágonos), es decir a la mínima superposición del área de distribución de la especie en el hexágono, fue considerado la presencia de la especie en todo el hexágono. De igual forma, al momento de sobreponer los *shapefiles* de áreas protegidas y hexágonos, fue considerada la superposición, independiente del porcentaje, para la clasificación de unidad de muestra protegida y no protegida.

Además, distribuimos los datos de riqueza en cuartiles. Las áreas de mayor riqueza fueron aquellas unidades de muestreo pertenecientes a los dos cuartiles con mayor número de especies, que abarcan el rango entre 31 y 73 especies. Evaluamos la superposición entre las áreas con mayor riqueza (es decir, de los dos primeros cuartiles) y las unidades de conservación como una forma de evaluar la eficiencia de la red de unidades de conservación considerando el mayor número de especies dentro de estas áreas protegidas. Finalmente, para verificar si existe un gradiente geográfico latitudinal, longitudinal o altitudinal (variables predictoras) en la riqueza de especies, riqueza de especies amenazadas o riqueza de especies DD (variables respuesta), fueron realizados tres análisis de regresión múltiple (una para cada variable respuesta). Además, se verificó si existe una relación entre la riqueza de especies en cada área y el número de especies amenazadas y número de especies DD, a través de una regresión lineal. Para todos los análisis fue considerado un valor de alpha de 5% ($P < 0.05$). Los análisis fueron realizados en el *software Past*.

4 RESULTADOS

Riqueza de especies

En total fueron encontradas 349 especies que ocurren de forma natural en el territorio venezolano. Cuatro regiones con elevado número de especies de anuros son observadas en el territorio del país (Figura 3). Dos de ellas al norte del territorio, principalmente asociadas con áreas de montaña de la región andina y la Cordillera de la Costa y otras dos al sur del Orinoco correspondiente a la Amazonia venezolana y los bosques siempreverdes de Guayana. Las regiones al sur del Orinoco que componen el Macizo Guayanés, presentaron la mayor riqueza de anuros para el país, por un lado la Amazonia venezolana que cuenta con 66 especies de anfibios dentro de sus límites, presentando en algunas áreas hasta con 61 especies de anuros, correspondiente al 17% de las especies de anfibios anuros para el país. La región abriga principalmente miembros de las familias Hylidae, Leptodactylidae, Bufonidae y Microhylidae para un total de 13 familias. Por su parte, la región más rica del país se presenta en los bosques siempreverdes de Guayana, representada por 156 especies de anuros; se observó hasta 73 especies en algunos hexágonos, correspondiente al 20% de la riqueza de anuros. Estas áreas megadiversas se encuentran principalmente en las cercanías de los límites políticos de Venezuela, en el Parque Nacional Canaima. Estas dos regiones al sur del río Orinoco, cuenta en total con aproximadamente 192 especies pertenecientes a 18 familias, entre ellas las más abundantes la familias Hylidae, Leptodactylidae, Strabomantidae, Aromobatidae, Bufonidae, Hemiphractidae y Microhylidae.

Por otro lado, al norte del Orinoco, la Cordillera de los Andes presenta una riqueza aproximada de 120 especies de anuros y se une a la Cordillera de la Costa que posee 89 especies, como las dos regiones al norte del país con mayor número de especies. En estas regiones, algunos hexágonos poseen entre 44-46 especies, lo que corresponde aproximadamente al 13% de la riqueza de anfibios anuros en Venezuela, lo que supone una gran concentración de especies en una pequeña fracción del territorio. En la Cordillera de Mérida, la región con más número de especies de la Cordillera de los Andes y en Cordillera de la Costa Central, las familias más ricas son: Aromobatidae, Strabomantidae, Hylidae, Leptodactylidae y Bufonidae.

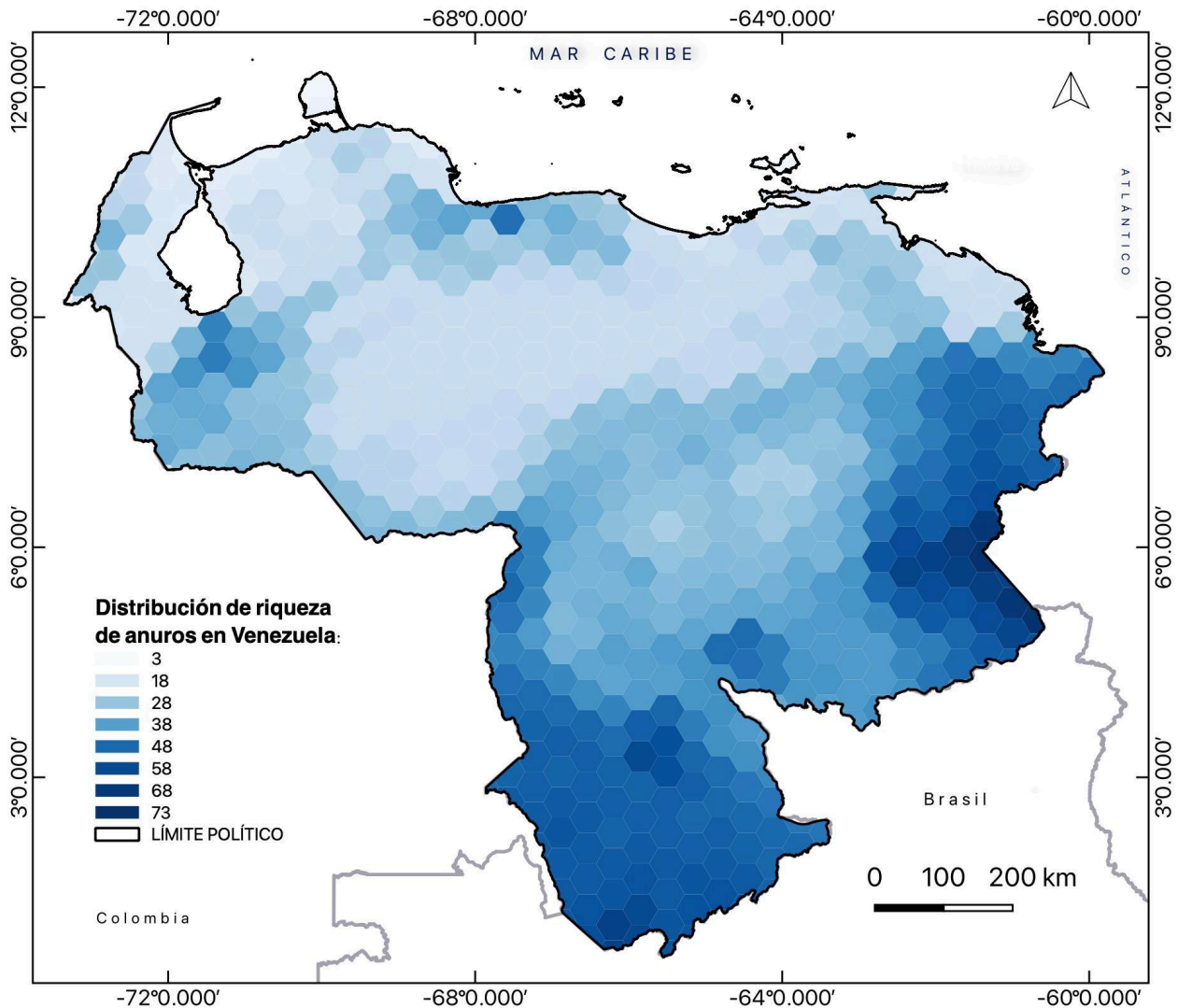


Figura 3. Mapa de distribución espacial de la riqueza de anuros en Venezuela, Estimada en este estudio a partir de los polígonos de distribución de cada especie según datos de la IUCN (2024).

Se evidenció que la riqueza de anuros de Venezuela se encuentra asociada a gradientes geográficos ($R = 0.84337$, $R^2 = 0.71127$, $F_{3, 647} = 531.28$, $P = 5.05E-174$), principalmente al gradiente latitudinal, el cual presenta una correlación negativa ($R^2 = 0.64218$, $P = 1.15E-132$) lo cual indica que, a medida que aumenta la latitud disminuye el número de especies (Figura 4). Para la variable longitudinal se observó una correlación negativa débil ($R^2 = 0.19062$, $P = 2.17E-24$) y altitudinal se observó una correlación positiva débil ($R^2 = 0.073527$, $P = 1.29E-12$).

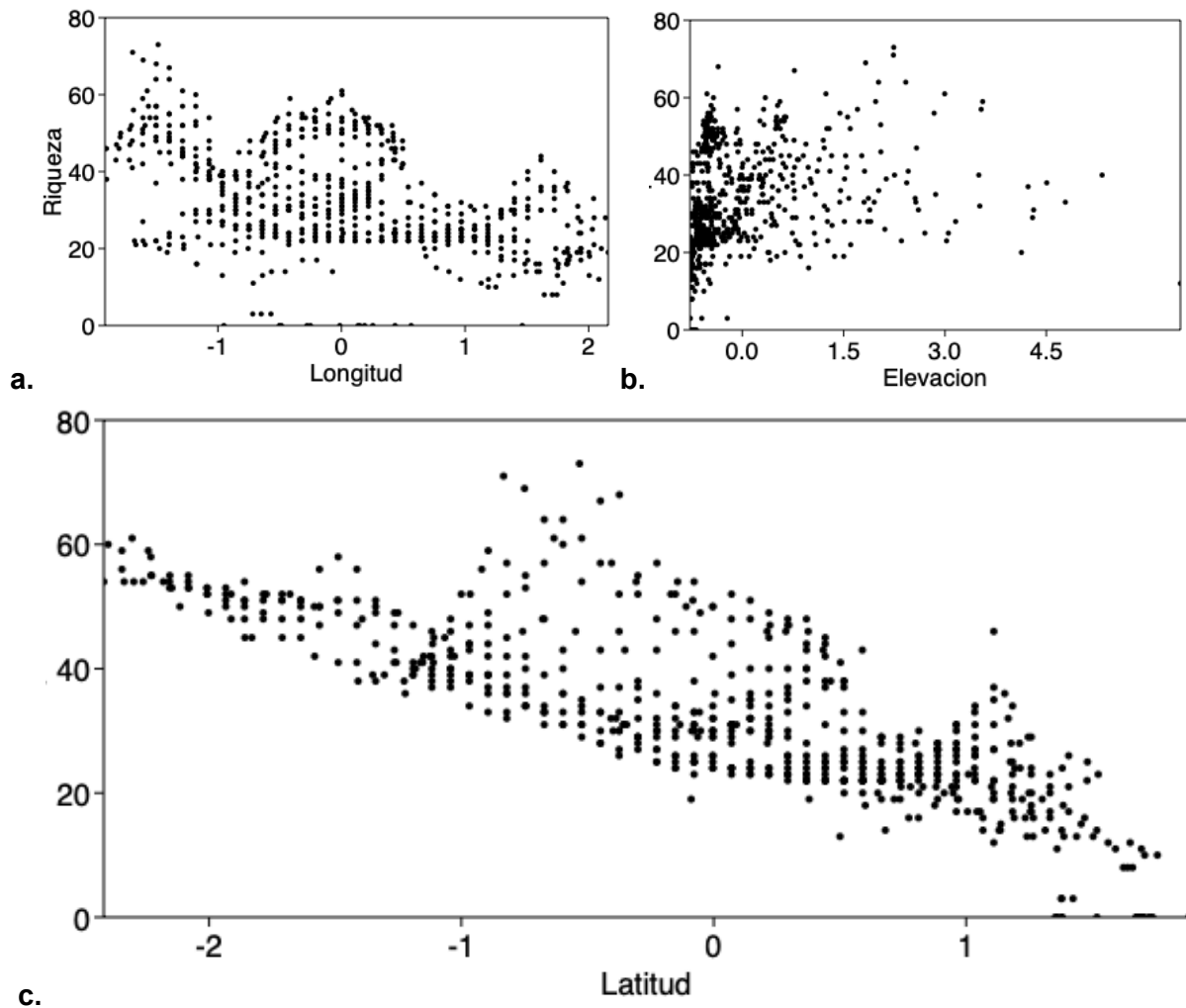


Figura 4. Asociación entre variables geográficas y riqueza de especies. **a.** Riqueza asociada a variación longitudinal ($R^2= 0.19062$, $P= 2.17E-24$). **b.** Asociación entre riqueza y variable altitudinal ($R^2: 0.073527$, $P:1.29E-12$). **c.** Asociación de riqueza y variable latitudinal, presentando una correlación negativa ($R^2= 0.64218$, $P = 1.15E-132$).

Riqueza de especies amenazadas

De las 349 especies de anfibios anuros en el país, se verificó que 122 de ellas se encuentran bajo algún nivel de amenaza (Figura 5), lo que corresponde al 35% de la riqueza de anuros en el país. Las familias con mayor número de especies amenazadas son Aromobatidae la cual posee 38 especies con amenaza de extinción, de las cuales 16 tienen la clasificación de peligro crítico; la familia Strabomantidae, se encuentra como la segunda familia más amenazada con 35 especies, lo que incluye 10 especies en peligro crítico. Otras familias también poseen representantes amenazados como Bufonidae, Hylidae, Dendrobatidae, Hemiphractidae, Centrolenidae, Ceuthomantidae,

Leptodactylidae y Phyllomedusidae (anexo de lista de especies amenazadas). Las especies amenazadas de extinción se distribuyen principalmente en las regiones centro-occidental, central, y en la región de los Andes, asociadas a áreas montañosas, donde algunos hexágonos presentaron hasta 21 especies con riesgo de extinción. Por otro lado, en la región de la selva amazónica y Guayana, se observaron porcentajes menores a pesar de ser las regiones con mayor número de especies, llegando hasta el máximo de seis especies amenazadas en algunos hexágonos.

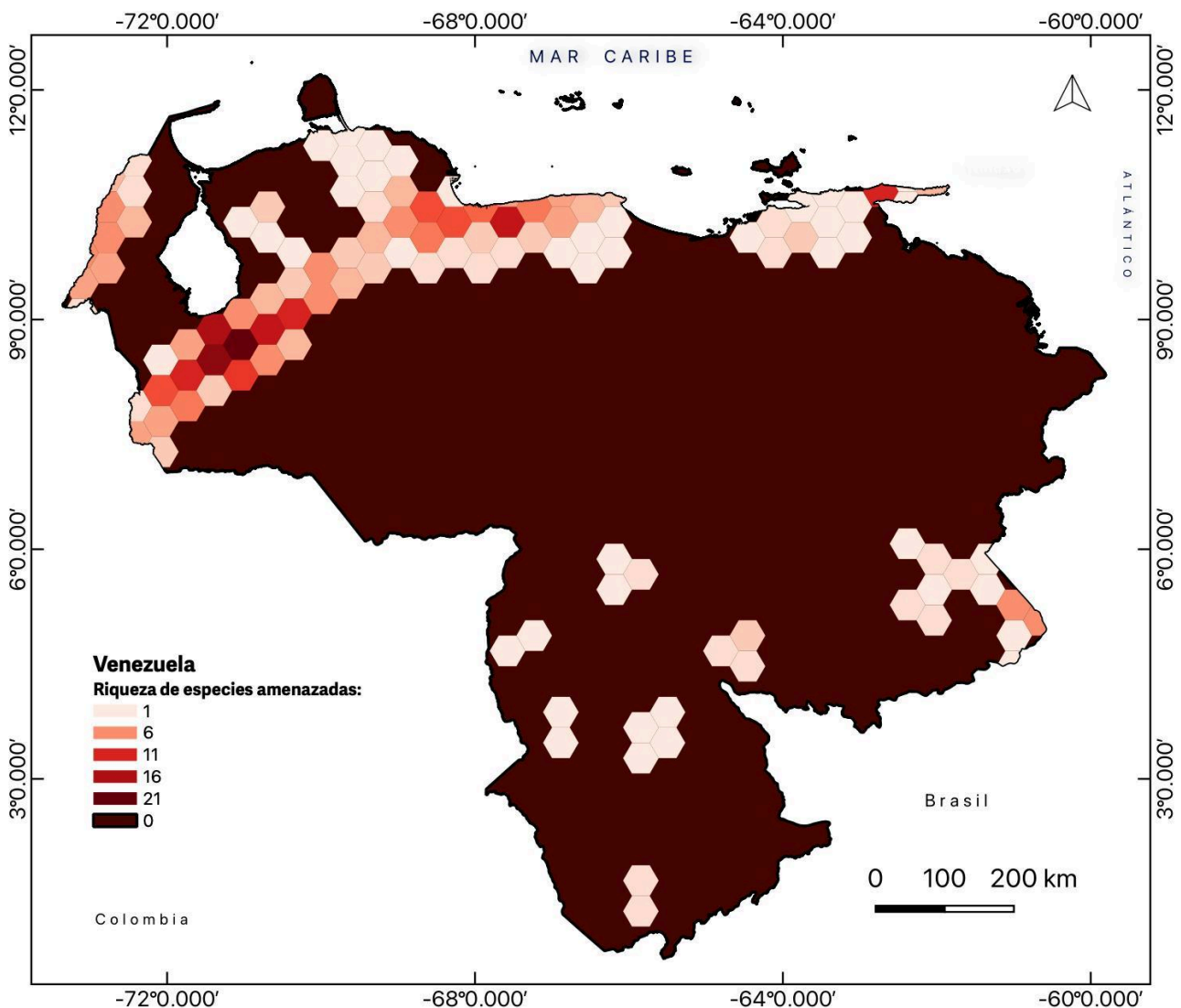


Figura 5. Mapa de la distribución espacial de la riqueza de anuros amenazados de extinción en Venezuela, Inferida en este estudio a partir de los polígonos de distribución de cada especie según datos de UICN (2024).

Se observó una asociación, entre la riqueza de especies amenazadas y los gradientes geográficos, explicando apenas 37% de la variación de la riqueza de especies amenazadas ($R = 0.61585$, $R^2 = 0.37927$, $F_{3, 647} = 131.77$, $P = 1.27E-66$). El gradiente

latitudinal presentó una correlación débil ($R^2= 0.037967$, $P = 4.37E-12$) al igual que el gradiente longitudinal ($R^2= 0.073229$, $P = 4.62E-09$). Mientras que el gradiente altitudinal presentó una asociación positiva con un mayor porcentaje que las anteriores variables, sin embargo, sigue explicando muy poco de la variación de la riqueza de especies amenazadas ($R^2= 0.26348$, $P = 4.97E-56$). Lo que respecta a la asociación de la variación de riqueza de especies y la riqueza de especies amenazadas, se verificó que no hay una relación entre las variables ($R = 0.045895$, $R^2 = 0.0021064$, $F_{1, 649} = 1.3699$, $P = 0.24226$). Es decir, las regiones con mayor riqueza no están relacionadas con las regiones con mayor número de especies amenazadas.

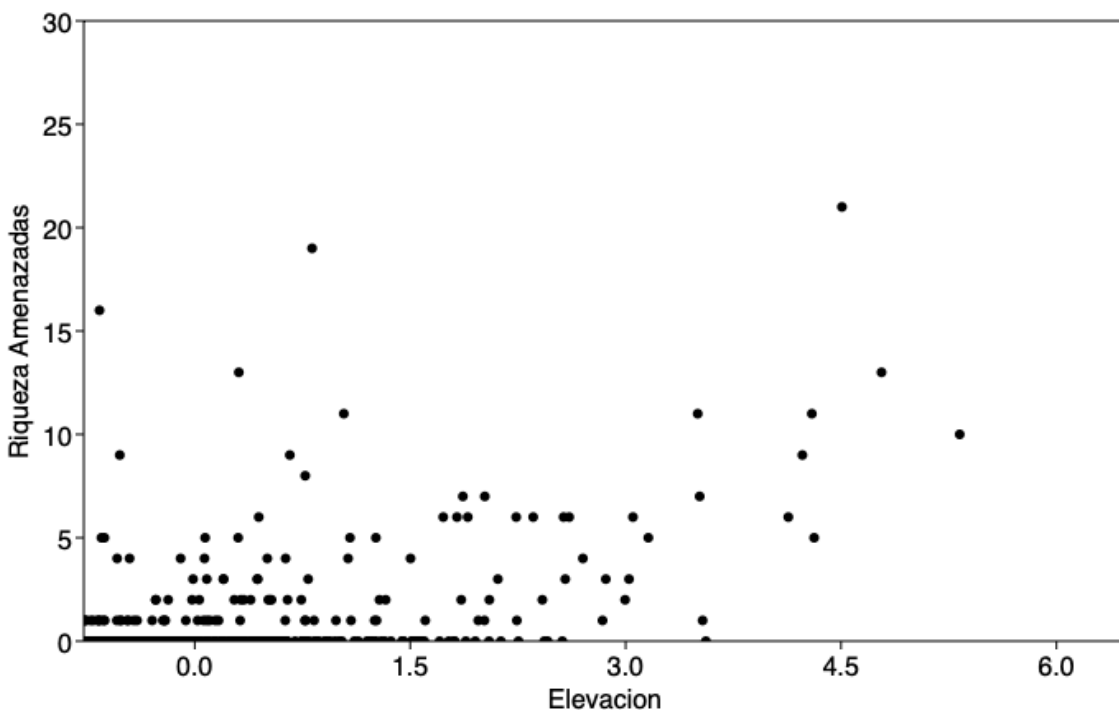


Figura 6. Asociación riqueza de especies amenazada y variable latitudinal, presentando una correlación positiva débil ($R^2= 0.26348$, $P = 4.97E-56$).

Riqueza de especies DD

Se observó un total de 27 (8%) especies clasificadas como Datos Deficientes (DD) en el territorio venezolano (Figura 7). Los hexágonos con mayor concentración presentaron hasta cuatro especies, principalmente en las áreas montañosas de los Andes y La Cordillera de la Costa, mientras que Guayana y la región amazónica presentaron menores cantidades de especies DD. Las principales familias, con especies clasificadas con datos deficientes (Apéndice D), son Strabomantidae con 11 especies, Aromobatidae con siete especies e Hylidae con cuatro. Otras tres familias poseen especies DD:

Centrolenidae, Hemiphractidae y Phyllomedusidae. También verificamos la existencia de un gradiente geográfico en la distribución de especies de DD ($R = 0.38311$, $R^2 = 0.14678$, $F_{3,647} = 37.1$, $P = 3.93E-22$); sin embargo, este gradiente fue más débil que el observado para la riqueza general de especies y para la riqueza de especies amenazadas. El gradiente latitudinal presentó la correlación más débil ($R^2 = 0.001147$, $P = 0.15486$), seguido del longitudinal ($R^2 = 0.024998$, $P = 0.00040043$), y finalmente el gradiente altitudinal teniendo una asociación positiva con un porcentaje más significativo ($R^2 = 0.12117$, $P = 1.67E-20$).

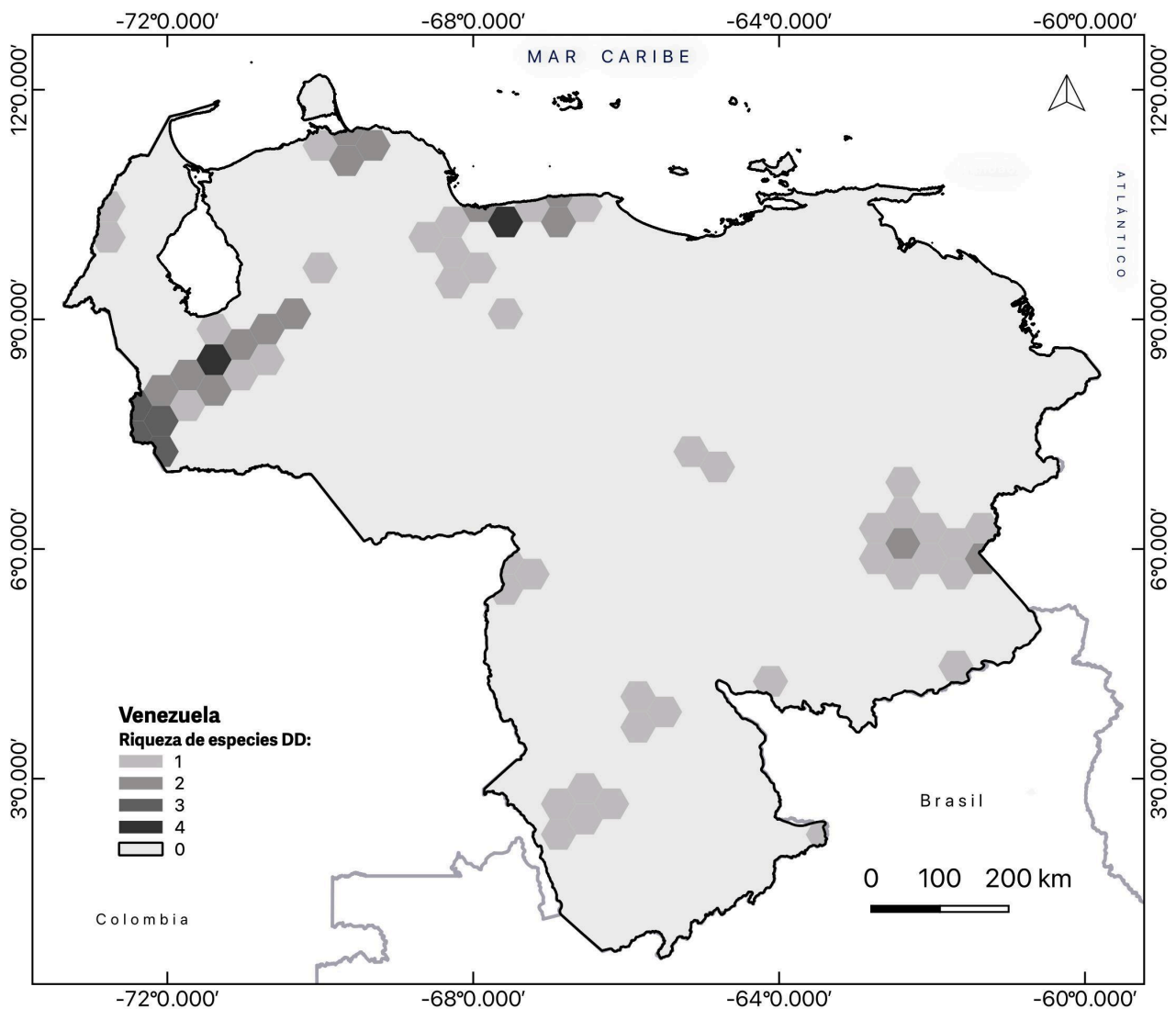


Figura 7. Mapa de distribución espacial de anuros clasificados como Datos Deficientes en Venezuela, Inferida en este estudio a partir de los polígonos de distribución de cada especie, según los datos de la IUCN (2024).

Finalmente, el análisis de regresión mostró que apenas 3% de la variación en la riqueza espacial de especies con datos deficiente es explicada por la variación en el

número de especies, lo cual se considera un efecto muy débil por lo cual la relación entre el aumento del número de especies DD y el aumento de la riqueza es casi insignificante ($R = 0.17119$, $R^2 = 0.029308$, $F_{1, 649} = 19.595$, $P = 1.1228E-05$).

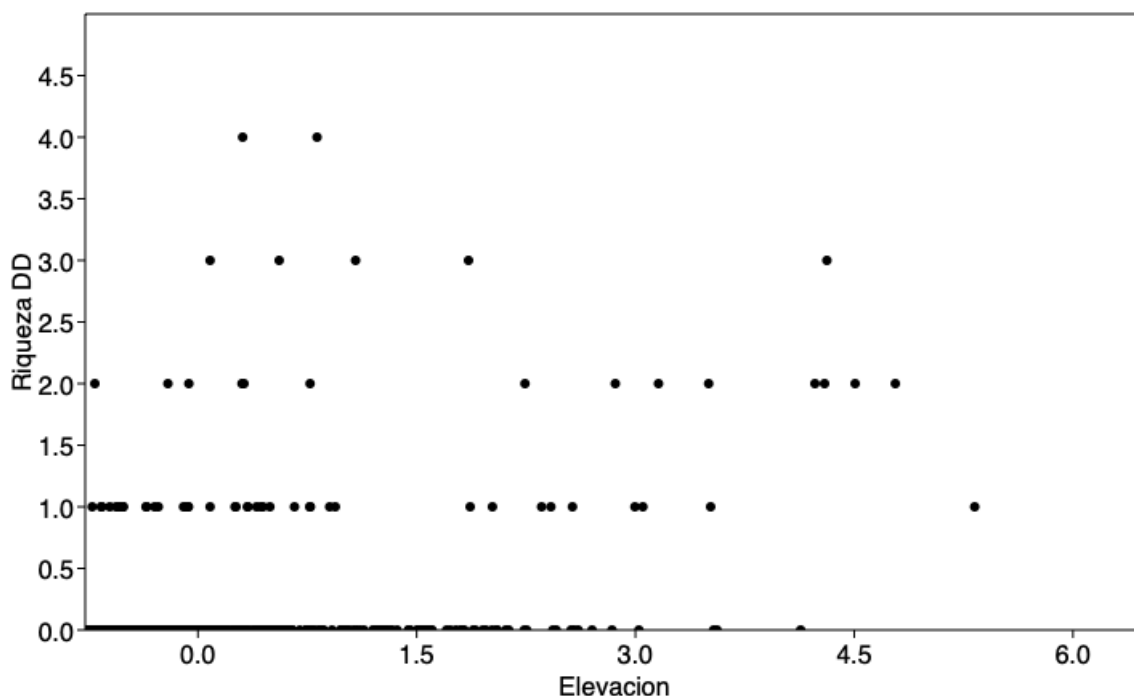


Figura 8. Asociación entre riqueza de especies con datos deficientes y variable altitudinal, presentando una correlación positiva débil ($R^2 = 0.12117$, $P = 1.67E-20$).

Distribución de las áreas protegidas por categoría

A partir del listado disponible de áreas protegidas de la UNEP-WCMC, se observó que 57% de área de Venezuela, lo cual incluye área terrestre y aguas interiores (ríos), que corresponden aproximadamente 526,846.584 km², se encuentra bajo áreas protegidas o denominadas con régimen de administración especial (Figura 9). Estas áreas a pesar de ser consideradas áreas de protección, no son restrictas a ese uso y permiten actividades antrópicas tanto económicas como también socioculturales, por lo cual puede afectar directamente las poblaciones de algunos organismos y dificulta el monitoreo de las actividades antrópicas en las áreas.

Al considerar sólo las áreas medianamente estrictas se observó que apenas 19% (174,509.81 km²) de la superficie terrestre del país se encuentra protegida. Estas áreas están conformadas principalmente por Monumentos Naturales, Parques Nacionales y Santuarios de Fauna Silvestre. Aunque son áreas con poca intervención humana, son principalmente estos lugares alvo de actividades turísticas, lo cual condiciona estas áreas a continuas actividades antrópicas generadas por las visitas, medios de transporte y

carreteras que fragmentan en área.

Al evaluar sólo áreas exclusivas para conservación estrictas, lo que corresponde principalmente a los Parques Nacionales en Venezuela, se puede observar que estas áreas cubren una superficie aproximada de 130.666.4 km², lo que representa un total de 14,25% del territorio nacional. Estas áreas poseen la particularidad de tener bajo o casi ningún impacto a mediano o gran escala, proveniente de actividades antrópicas como fragmentación, turismo o uso de tierras con fines agrícolas o incluso de planificación urbana, lo cual en las otras dos categorías puede ser permitido en algunos niveles.

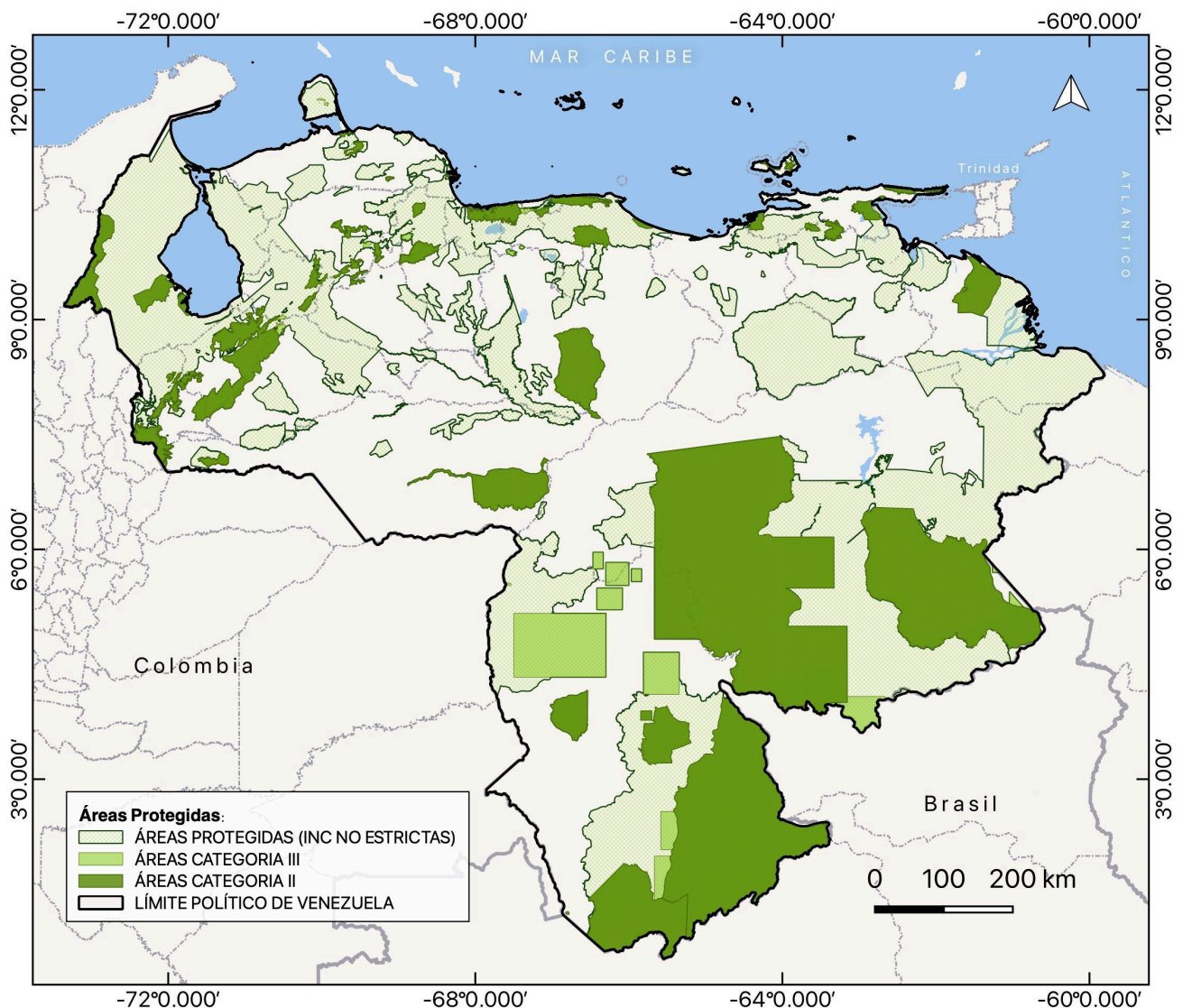


Figura 9. Áreas Protegidas de Venezuela por categoría de acuerdo con UNEP-WCMC (2024). Las áreas en verde representan áreas protegidas. El gradiente explica el nivel de aporte a la conservación, siendo el verde más claro menos estricto para conservación y el verde oscuro más estricto para este fin. La línea negra representa los límites geográficos de Venezuela.

Riqueza de especies en áreas protegidas por categorías

Con el análisis general de la distribución de las especies, se verificó que 344 de 349 especies de anuros, se encuentran presentes en áreas de protección en Venezuela (ver Apéndice F) . Las cinco especies ausentes en las áreas protegidas en Venezuela son: *Stefania riveroi* (VU), *Aromobates capurinensis* (DD), *Aromobates cannatellai* (CR), *Pristimantis yuruaniensis* (VU) y *Mannophryne speeri* (CR), cuatro de ellas clasificadas como especies en peligro de extinción y una con Datos Deficiente. Cuando consideramos sólo las áreas de conservación de las categorías II y III (Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Santuarios de Fauna Silvestres) se verificó, que 330 especies (95% de los anfibios de Venezuela) se encuentran con parte de su distribución espacial dentro de áreas de protección en territorio venezolano (ver Apéndice G). De las 19 especies que no poseen distribución en estas áreas de conservación, 10 se encuentran clasificadas como amenazadas de extinción, y tres con datos deficientes. La familia con más representantes fuera de las áreas de conservación II y III es Aromobatidae con ocho especies, seguida de Hylidae y Strabomantidae con tres representantes cada una, en total se encuentran representadas siete familias. Finalmente, para el tercer análisis, donde se evaluaron apenas los Parques Nacionales en Venezuela (categoría II), se verificó que 319 especies de anuros (91%) se encuentran dentro de las áreas protegidas estrictas para conservación. De las 30 especies que no cuentan con distribución espacial dentro de los Parques Nacionales, 15 de estas se encuentran clasificadas como amenazadas, perteneciendo principalmente a las familias Aromobatidae con 12 representantes, seguida por Strabomantidae con siete, e Hylidae con tres siendo la familia con mayor número fuera de las áreas de esta categoría (ver Apéndice H).

Áreas con mayor riqueza en áreas protegidas

De las áreas con mayor riqueza de anuros, tomadas para el análisis como las áreas con más de 31 especies, y considerando todas las áreas protegidas que forman parte de las ABRAE (Área Bajo Régimen de Administración Especial) en Venezuela, se observó que el 88% de las áreas con más riqueza se encuentra en estas áreas protegidas, dejando solamente un 12% de los lugares con mayor riqueza fuera de áreas de protección (Figura 10). En el segundo análisis, el porcentaje decrece al incluir solamente las áreas categorías II y III de las áreas de protección (Figura 11), donde se observó que apenas el

61% de las áreas con el mayor número de especies se encuentran protegidas. Para el último escenario, considerando solamente las áreas protegidas de categoría II (Figura 12) que corresponde básicamente a Parque Nacionales, la cual es la categoría de mayor restricción en cuanto a preservación de los ecosistemas y conservación de la biodiversidad, se observó que sólo 52% de las regiones con mayor número de especies se encuentra resguardada en áreas destinadas para fines de conservación, dejando un 48% de las regiones con mayor número de especies en áreas no protegidas o insertadas en unidades de protección que permiten la explotación de recursos naturales.

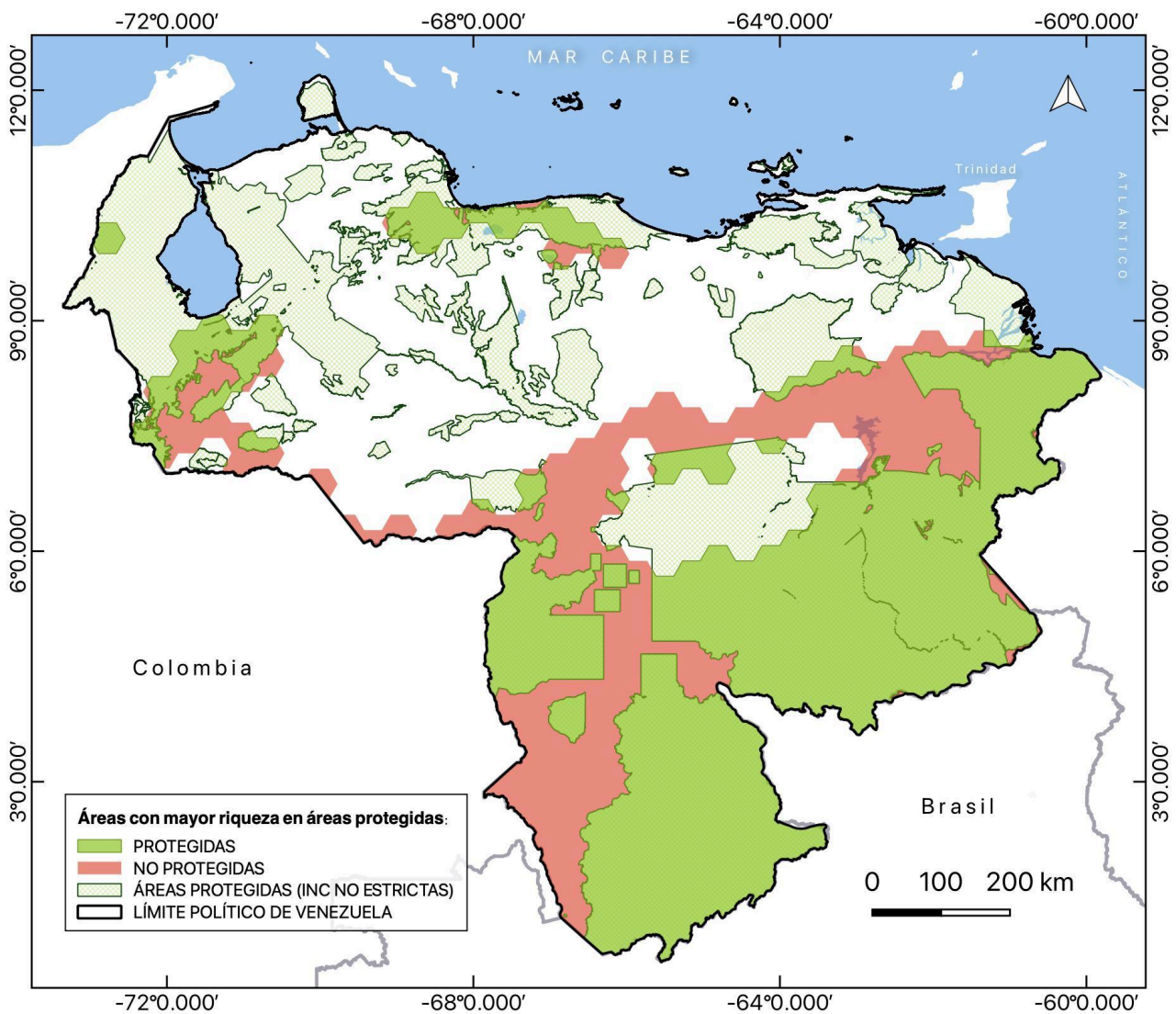


Figura 10. Mapa de áreas con mayor riqueza en áreas protegidas listadas por UNEP-WCMC. Incluye áreas de protección estricta y no estrictas (ABRAE). Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con mayor riqueza dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las regiones con alta riqueza fuera de las áreas protegidas.

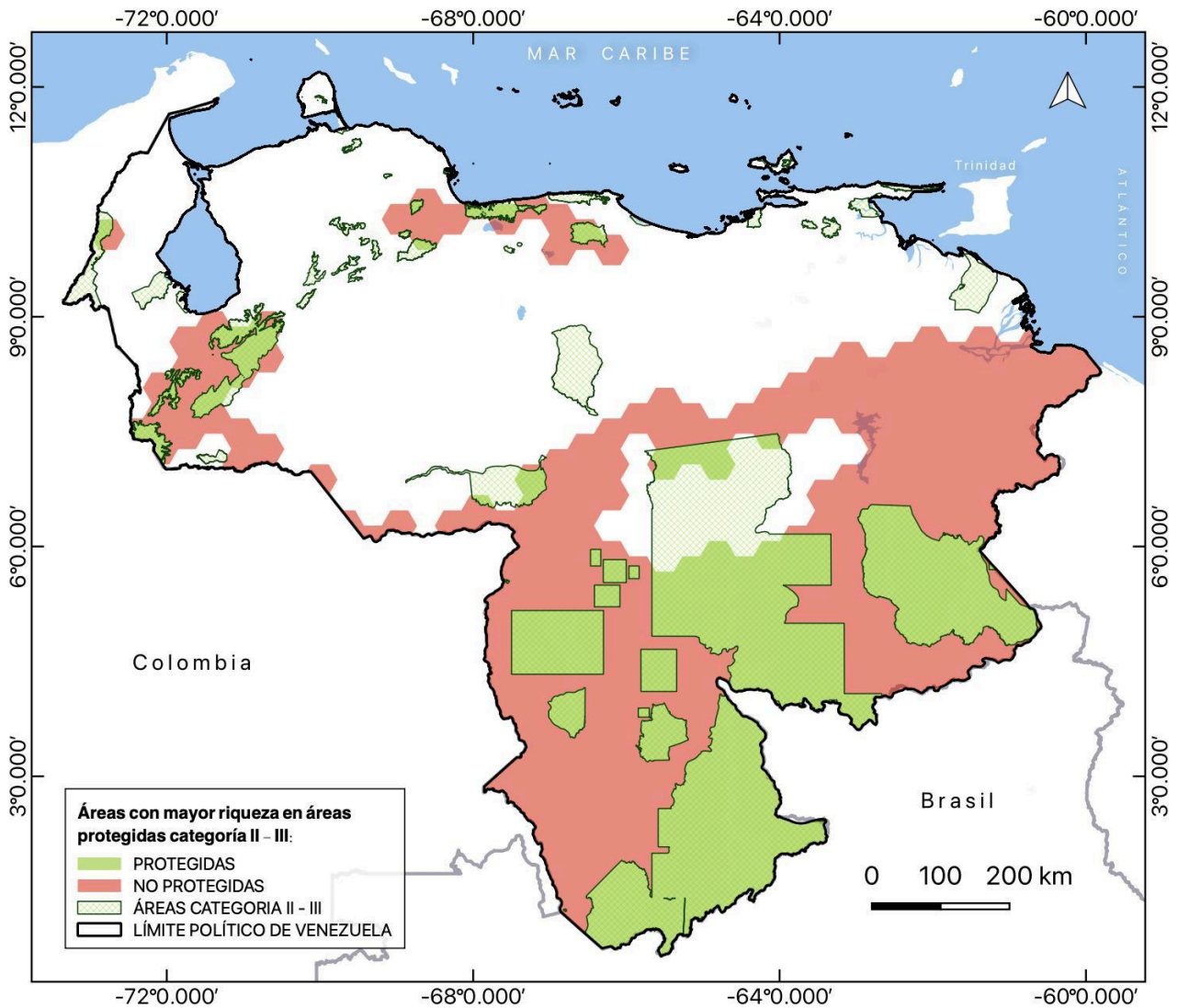


Figura 11. Mapa de áreas con mayor riqueza en áreas protegidas pertenecientes a la categoría II y III. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con mayor riqueza dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las regiones con alta riqueza fuera de las áreas protegidas.

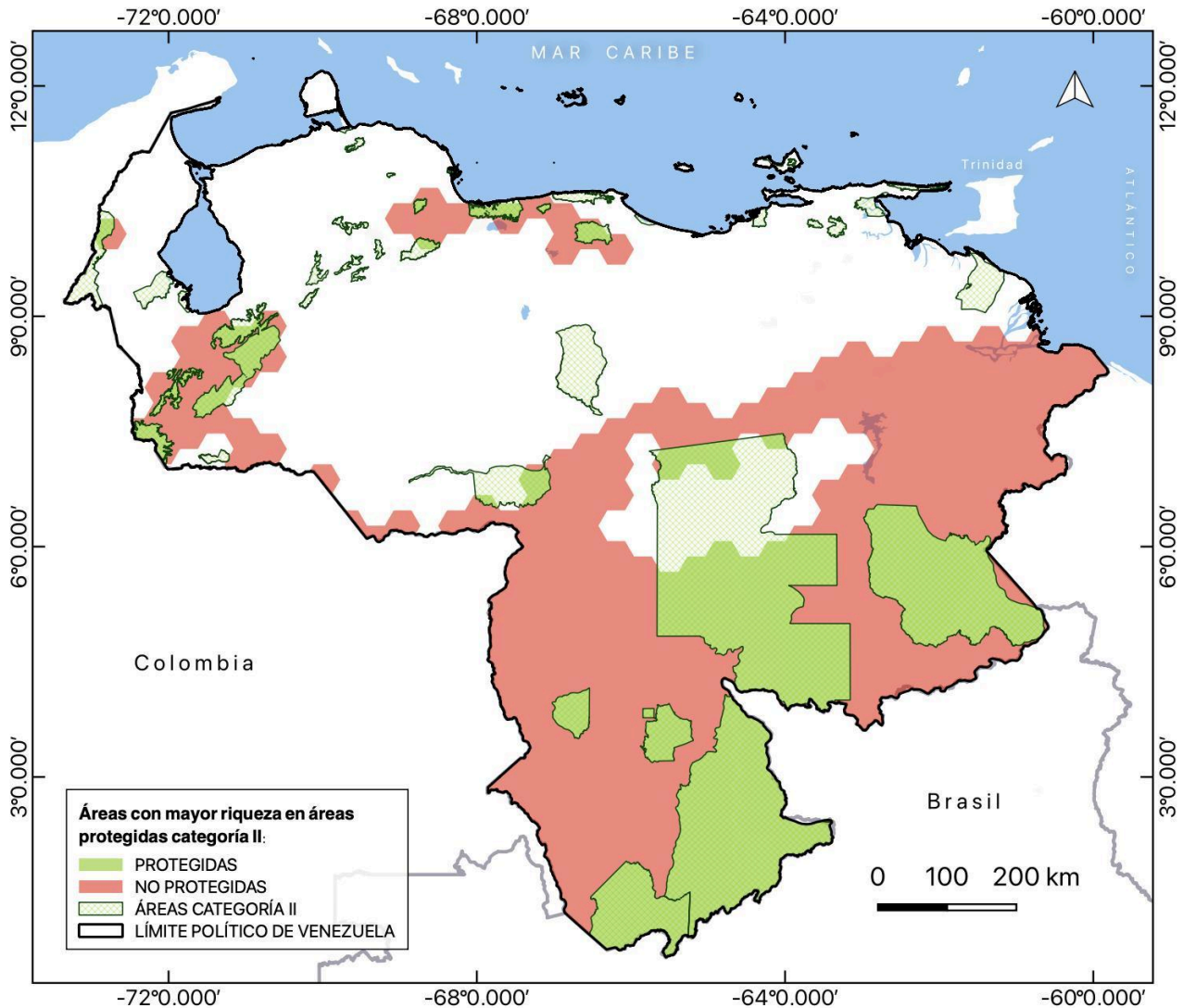


Figura 12. Mapa de áreas con mayor riqueza en áreas protegidas pertenecientes a la categoría II. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con mayor riqueza dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las regiones con alta riqueza fuera de las áreas protegidas.

Riqueza de especies amenazadas en áreas protegidas

Se observó que todas las áreas con especies amenazadas se encuentran sobrepuestas en las áreas protegidas (Figura 13), o sea el 100% de los hexágonos sobreponen en algún punto con las regiones que incluye áreas bajo régimen de administración especial (ABRAE). Sin embargo, a pesar de todos los hexágonos, correspondiente a la unidad de muestra, estar sobrepuestos con las áreas protegidas, se evidenció que cuatro especies, clasificadas como amenazadas de extinción (Apéndice F) no cuentan con una distribución en áreas protegidas, esto debido a que el análisis sólo refleja la superposición de los hexágonos (unidades de muestra) con las áreas protegidas, y no la superposición de las

áreas de distribución de las especies con las áreas protegidas. Cuando fueron consideradas las áreas de la categoría de protección II y III (Figura 14) se observó que 81% de las áreas con especies amenazadas se encuentran protegidas, dejando un 19% de áreas desprotegidas, lo que incluye 10 especies sin un abrigo en estas áreas de protección. Finalmente, al considerar sólo las áreas más restrictivas para la conservación, es decir la categoría II (Figura 15), se encontró que el 75% de las áreas con especies amenazadas se insertan en las unidades de conservación. En este escenario, 15 especies amenazadas no ocurren dentro de ninguna unidad de conservación, lo que representa el 12% de las especies amenazadas de Venezuela.

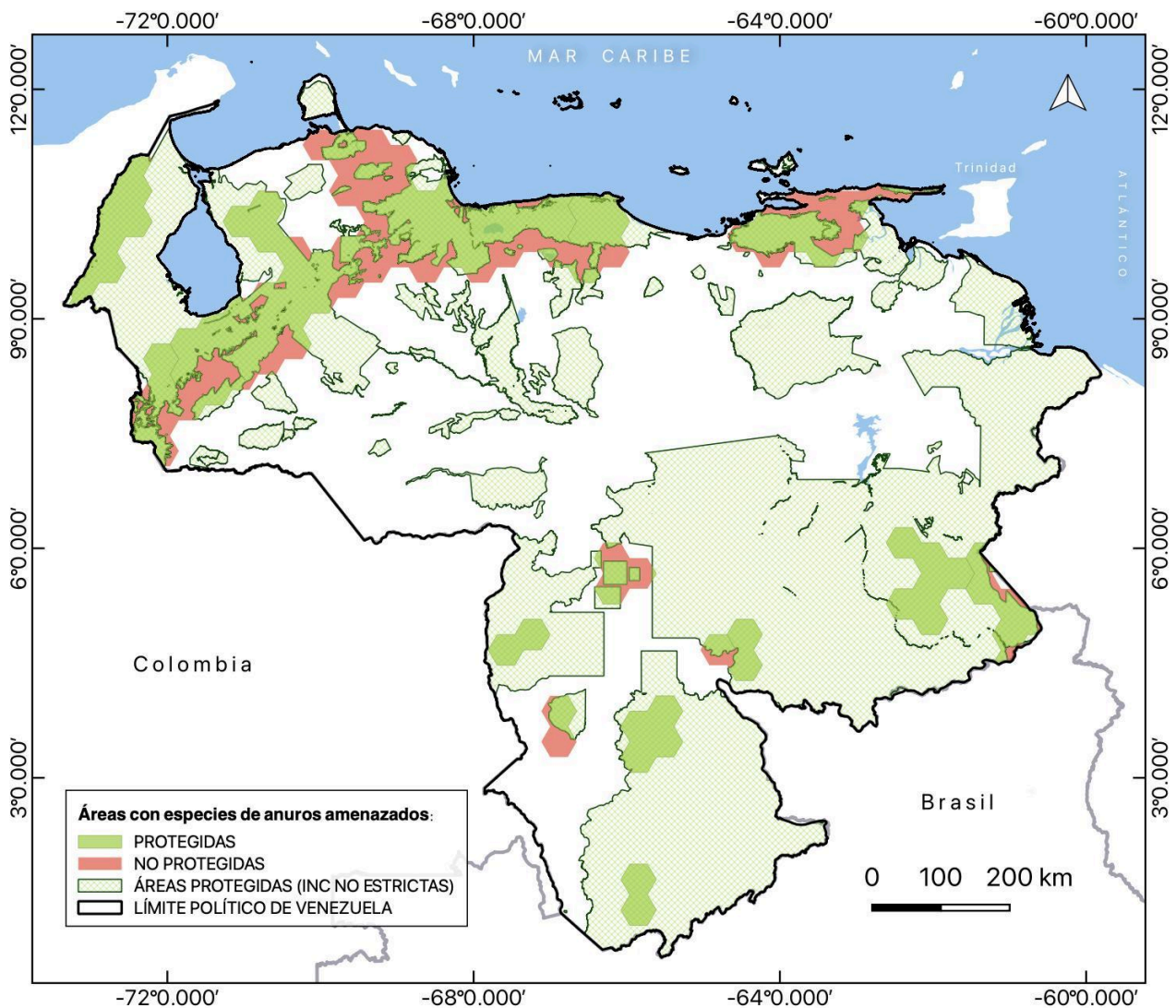


Figura 13. Mapa con áreas de especies de anuros amenazados en áreas protegidas, listadas por UNEP-WCMC. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con especies amenazadas dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las áreas con especies amenazadas no protegidas.

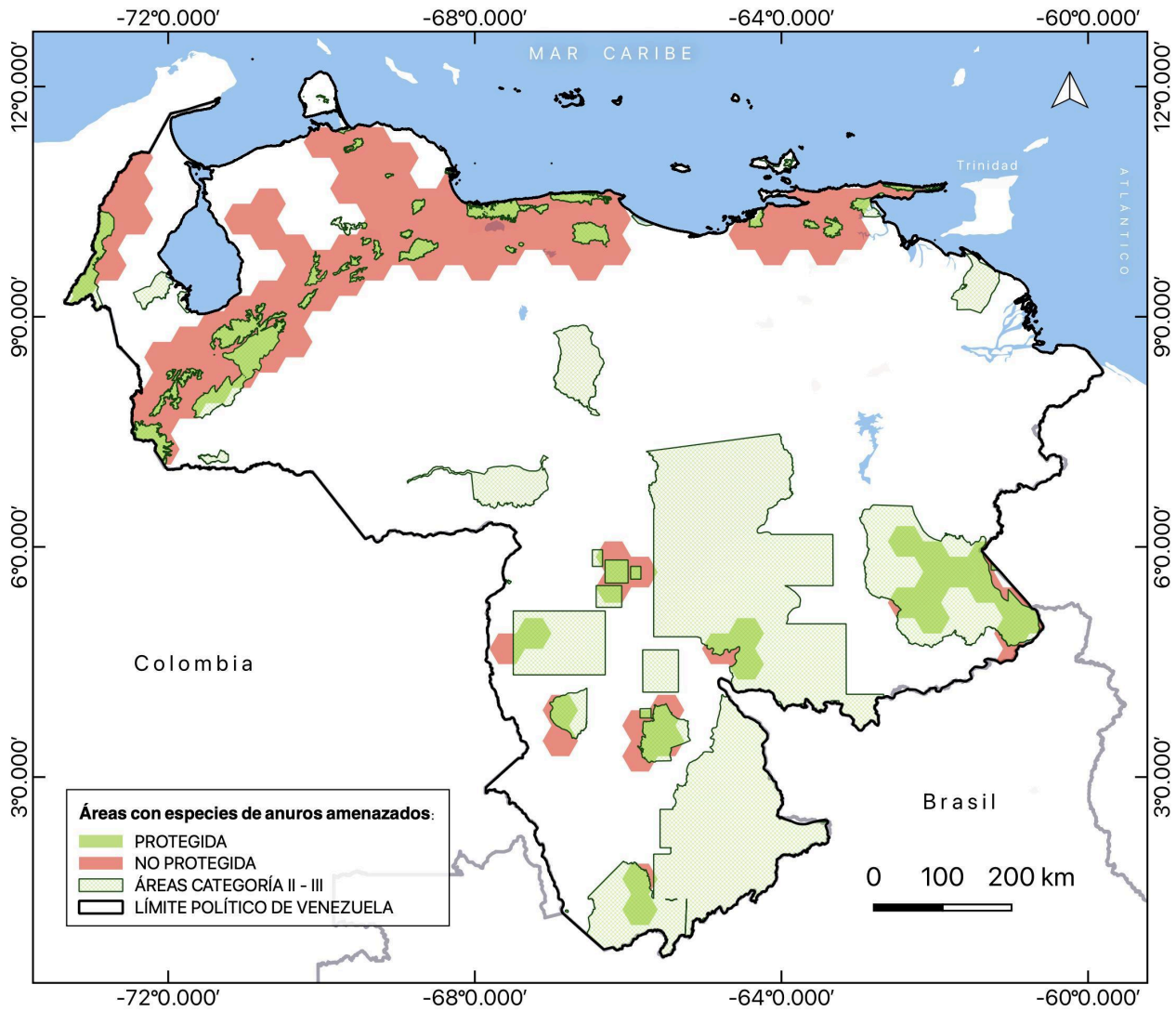


Figura 14. Mapa con áreas de especies de anuros amenazados en áreas protegidas, pertenecientes a la categoría II - III. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con especies amenazadas dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las áreas con especies amenazadas no protegidas.

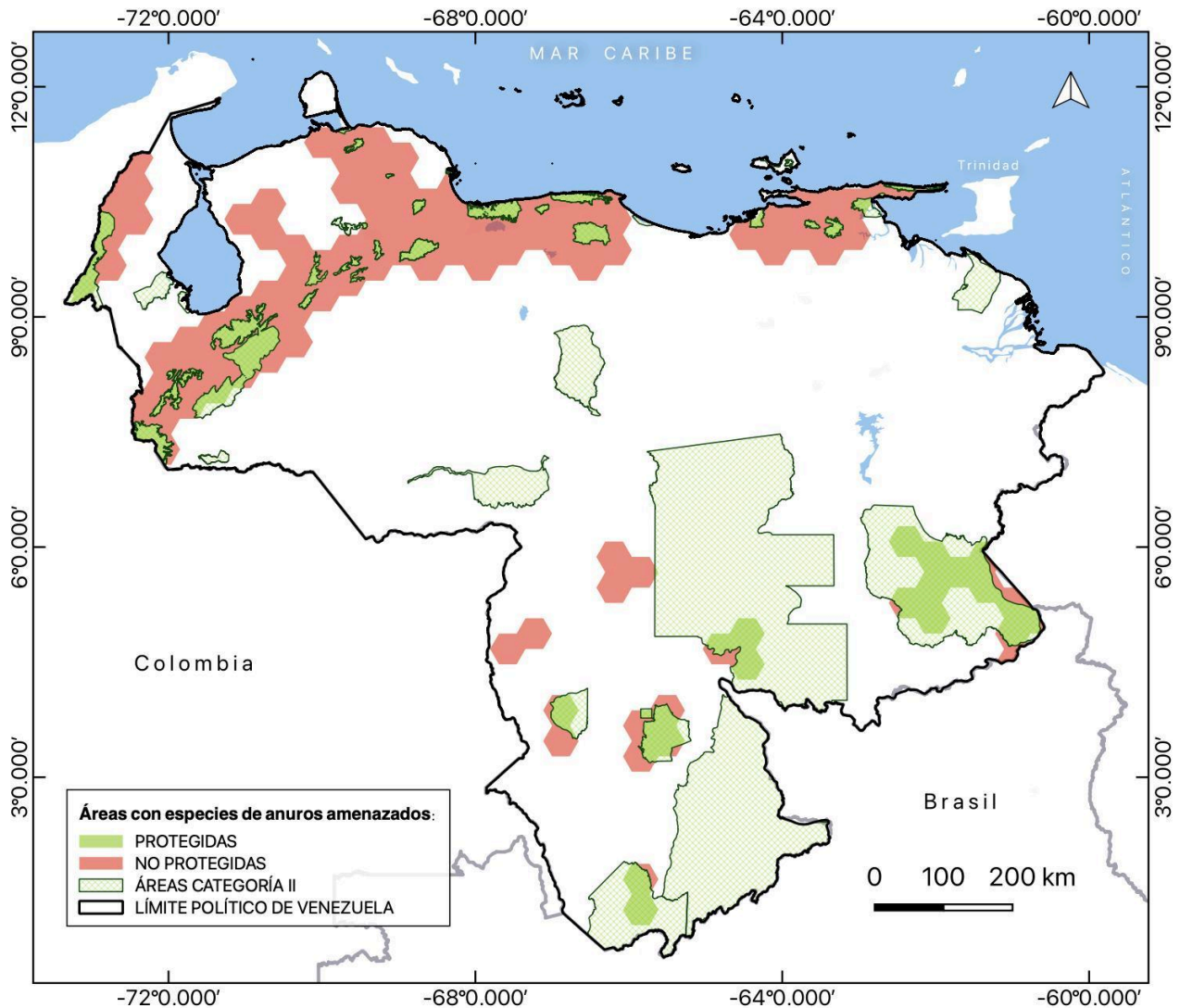


Figura 15. Mapa con áreas de especies de anuros amenazados en áreas protegidas, pertenecientes a la categoría II. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con especies amenazadas dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las áreas con especies amenazadas no protegidas.

Riqueza de Especies con datos deficientes (DD) en áreas protegidas

Para especies DD, se verificó que el 95% de las áreas con especies clasificadas como DD se encuentran abrigadas en áreas protegidas, que incluye áreas estrictas y otras no tan restrictivas para conservación de biodiversidad (Figura 16), protegiendo así, 26 de las 27 especies clasificadas como DD. Al considerar las áreas de protección de Categoría II y III el porcentaje de áreas con especies DD incluidas en áreas de protección disminuyó a 75%, dejando un 25% de las áreas desprotegidas y tres especies clasificadas como DD totalmente ausentes en las áreas de protección (Figura 17). Considerando sólo áreas estrictas para conservación pertenecientes a la Categoría II, se observó que el 73% de las

áreas con especies DD están resguardadas en áreas con fines de conservación, dejando desabrigadas a un total de cuatro especies clasificadas como DD, las cuales no cuentan con áreas de distribución dentro de las áreas de mayor conservación para el país (Figura 18).

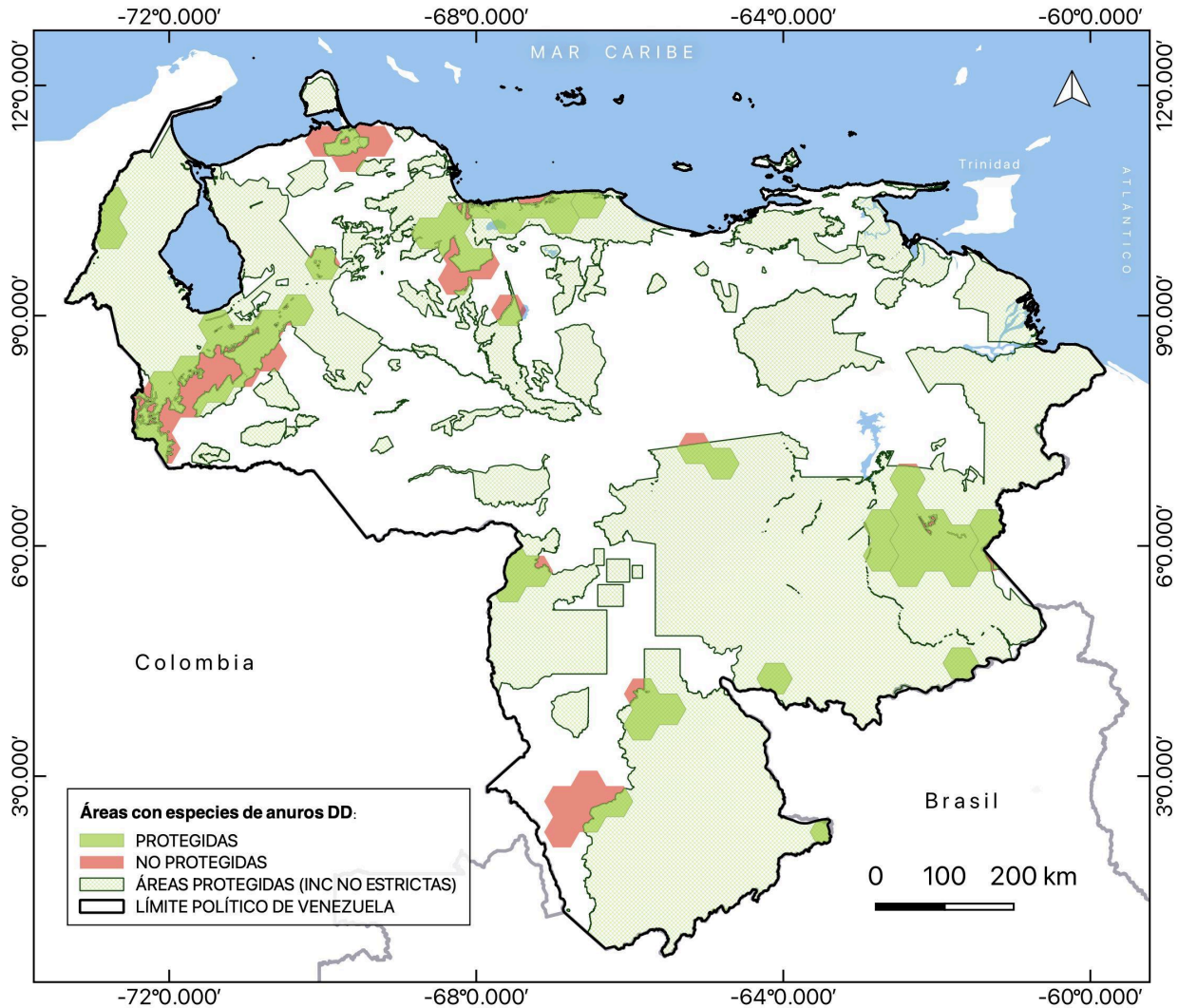


Figura 16. Mapa con áreas de especies de anuros con datos deficientes (DD) en áreas protegidas, listadas por UNEP-WCMC. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con especies DD dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las áreas con especies DD no protegidas.

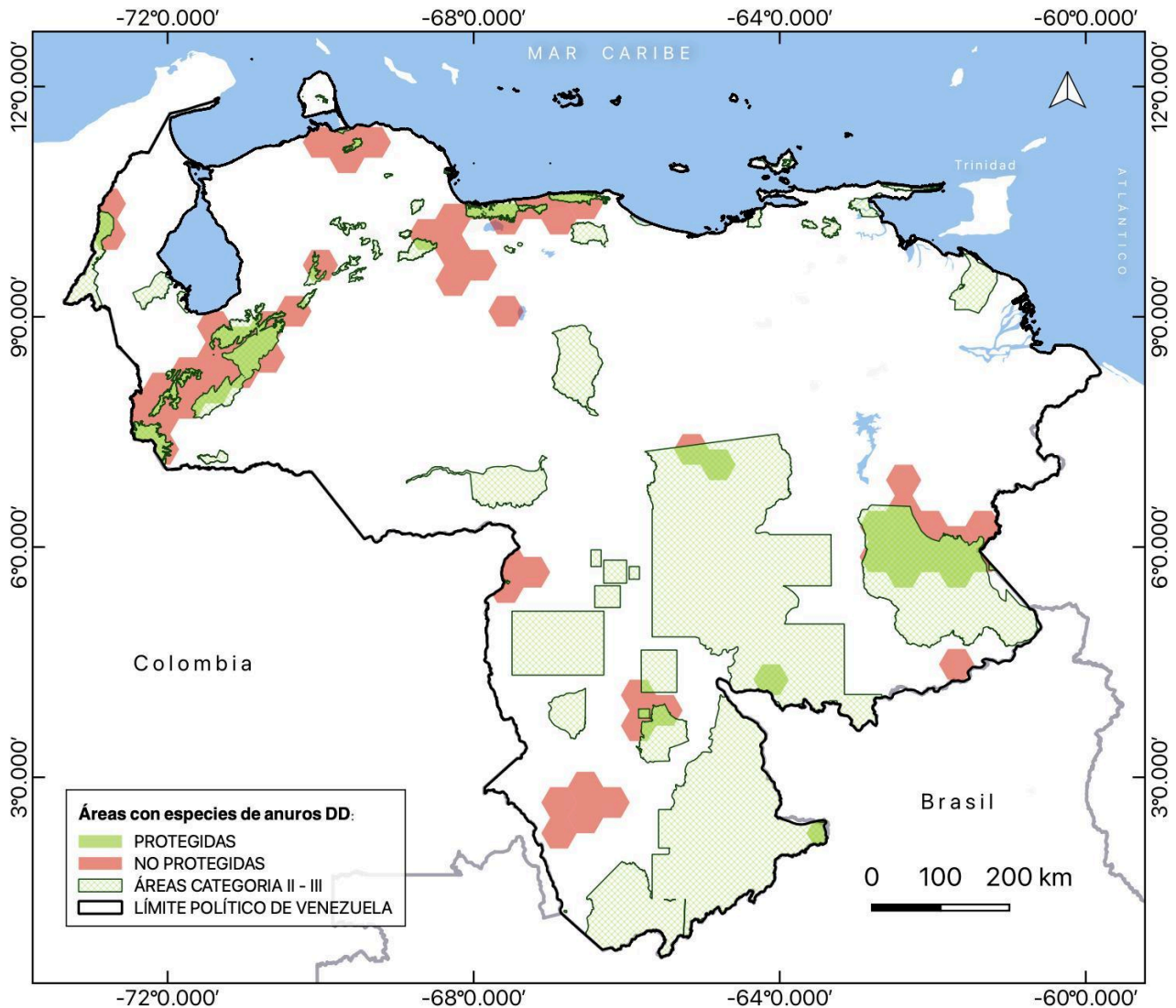


Figura 17. Mapa con áreas de especies de anuros con datos deficientes (DD) en áreas protegidas, pertenecientes a la categoría II - III. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con especies DD dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las áreas con especies DD no protegidas.

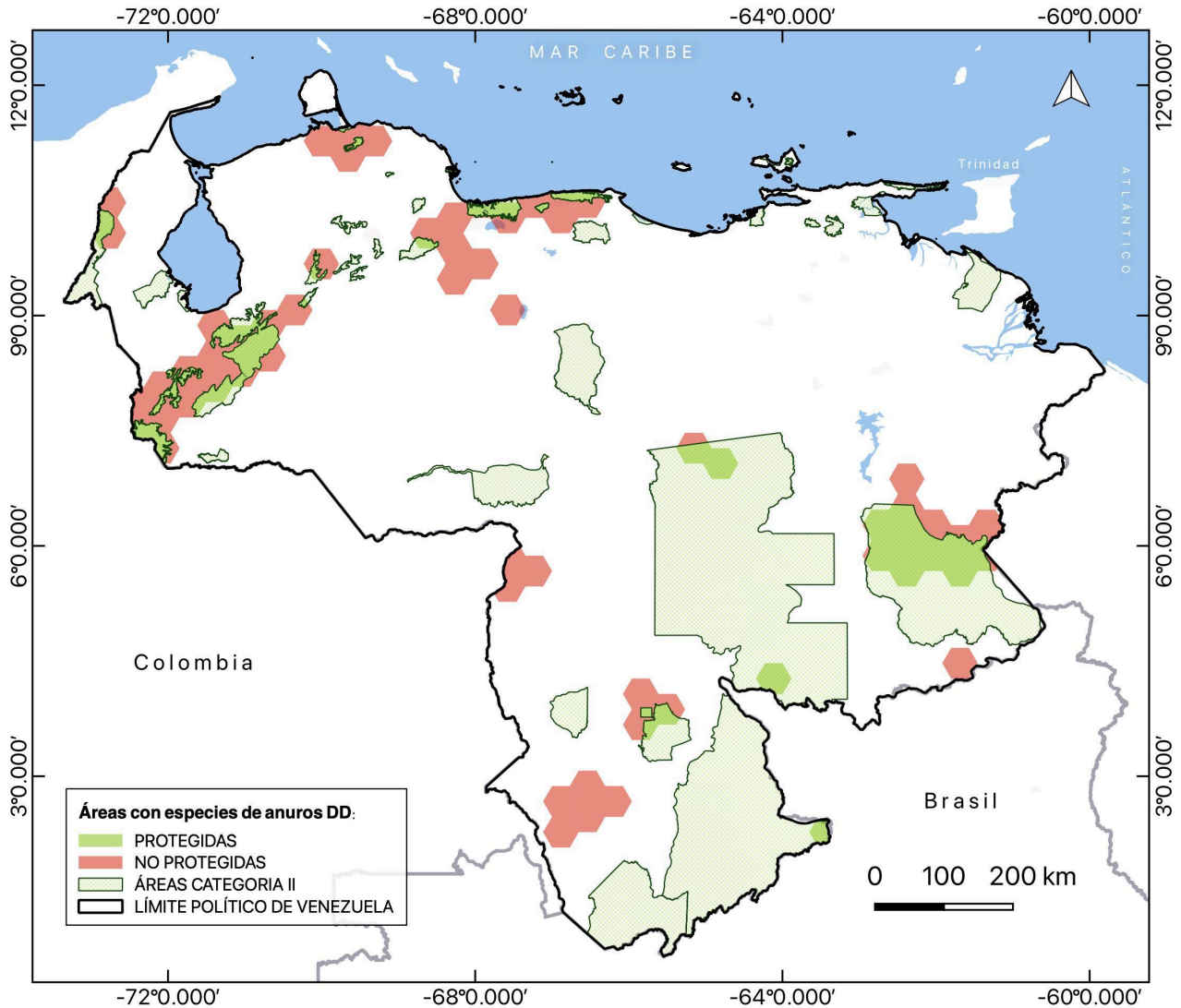


Figura 18. Mapa con áreas de especies de anuros con datos deficientes (DD) en áreas protegidas, pertenecientes a la categoría II - III. Áreas verdes representan áreas protegidas. El área verde más oscura, indica las áreas con especies DD dentro de esas áreas protegidas. Las áreas rojas representan las áreas con especies DD no protegidas.

5 DISCUSIÓN

Verificamos la existencia de gradientes geográficos en la distribución espacial de la riqueza general de especies, en la riqueza de especies en peligro de extinción y en la riqueza de especies con datos deficientes, siendo el gradiente latitudinal el más expresivo. También verificamos que las unidades de conservación existentes en Venezuela protegen la mayor parte de la riqueza de especies en general, especies amenazadas y especies deficientes en datos. Sin embargo, a pesar de proteger gran parte de la biodiversidad, existen lagunas en la red de unidades de conservación, lo que indica la necesidad de implementar medidas más estrictas a unidades de protección teniendo como objetivos fines de conservación para salvaguardar toda la biodiversidad de anfibios de Venezuela.

Comprobamos que gran parte de las especies de Venezuela tienen al menos parte de sus áreas de distribución dentro de áreas protegidas. Sin embargo, esto no ha garantizado la estabilidad de las poblaciones de muchas especies de anuros en el territorio del país, las cuales han venido disminuyendo gradualmente sus poblaciones en los últimos años (RODRÍGUEZ et al. 2008, 2015; BARRIO-AMORÓS, et al., 2019; IUCN, 2024). Esta elevada disminución de las poblaciones de algunas especies de anuros en algunas regiones particulares del territorio, ponen en evidencia que existen diversos factores que pueden estar involucrados en las aceleradas disminuciones. Entre estos factores podemos mencionar la pérdida de hábitat causada por el uso y ocupación de tierras por parte de los humanos, incluso en algunas unidades de conservación que son permisivas para el manejo y extracción de recursos naturales, lo cual no permite que las especies tengan suficiente espacio para la estabilidad de la población (MARN, 2001; MAPBIOMAS VENEZUELA, 2022) o incluso el aumento de las temperaturas que desestabiliza las condiciones climáticas, y el incremento de enfermedades como la quitridiomycosis (COLLINS; CRUMP et al., 2009; WAKE; KOO, 2018; VALENCIA; FONTE, 2021).

La distribución espacial de las especies de anuros en Venezuela, presentó cuatro regiones con mayor número de especies: Amazonia venezolana, Región de Guayana, La Cordillera de los Andes y La Cordillera de la Costa. Las regiones de montaña al norte del país (Cordillera de la Costa y Cordillera de Mérida) se posicionan como dos de las regiones con mayor número de especies al norte del país, también consideradas las zonas con mayor nivel de endemismo de anfibios anuros en el territorio nacional (LA MARCA, 2003; BARRIO-AMORÓS, 2004; BARRIO-AMORÓS, et al., 2019), lo cual se

esperaba debido a las diferentes características fisiográficas del territorio venezolano (APONTE, 2014; MARN, 2005; BARRIO-AMORÓS, et al., 2019). La existencia de una mayor riqueza de especies de anfibios en las regiones montañosas, principalmente tropicales, es un patrón recurrente en la literatura (NANIWADEKAR; VASUDEVAN, 2007; RE:WILD, et al., 2023). Esto se debe por una parte a que los anuros pueden tener adaptaciones fisiológicas y comportamentales conservadas que les permiten soportar variaciones en las temperaturas y optimizar el transporte de oxígeno en grandes altitudes (MA, et al., 2023). Por otro lado, estas regiones presentan alta heterogeneidad ambiental y condiciones climáticas diferentes entre tierras altas y bajas, que a lo largo de su historia han permitido una diversificación elevada, brindando abrigo para muchas especies (ESQUERRÉ, et al. 2019; GUIRGUIS, et al., 2023;). Además, estas regiones montañosas presentaron el mayor número de especies amenazadas de extinción, un aspecto alarmante ya que son estas mismas regiones las que están recibiendo más impacto directo e indirecto por la actividad humana y el cambio climático (TOLEDO, et al., 2021; MAPBIOMAS VENEZUELA, 2022; GUIRGUIS, et al., 2023). Por otro lado, al sur del Orinoco, la región de Amazonas y la región de Guayana, reconocidas como dos regiones biogeográficas en estudios sobre anfibios (BARRIO-AMORÓS, et al., 2019), presentaron el mayor número de especies de anuros. A pesar de haber presentado la mayor riqueza de especies de anuros en el país, Guayana es considerado un territorio poco estudiado, ya que se estima que 60% de la región carece de información herpetológica (LA MARCA, 2003; MOLINA et al., 2009).

Al evaluar la eficiencia de la red de unidades de conservación en la protección de la biodiversidad de anuros en Venezuela, encontramos que cuando consideramos todos los tipos de unidades bajo régimen de administración especial o áreas protegidas, la mayoría de las especies están protegidas, quedando cinco especies de anuros, cuatro de las cuales están amenazadas de extinción, que no ocurren en ninguna unidad de protección. Sin embargo, cuando consideramos sólo las unidades de conservación más restrictivas, 30 especies de anuros (8,6%), 15 de las cuales están amenazadas de extinción, no se encuentran dentro de estas áreas de nivel estricto de protección. En Venezuela a pesar de que el 57% del territorio es considerado área protegida, apenas el 14,25% es estricto y con fines para conservación, lo cual no cubre la distribución de todas las especies, incluyendo un elevado porcentaje de especies amenazadas. Además no proporciona abrigo para el 48% de las áreas más ricas en biodiversidad de anuros, lo que podría estar influenciando directamente en la estabilidad de las poblaciones, en respuesta

a la disminución del hábitat causada por una ocupación distorsionada de los asentamientos humanos, en las regiones más densamente pobladas al norte del país, que presentan concomitantemente el mayor número de especies amenazadas de extinción y que podrían estar experimentando fuertes presiones antrópicas en los límites de las áreas de conservación (MARN, 2001; WAKE; KOO, 2018; MAPBIOMAS VENEZUELA, 2022; IUCN, 2024). Las áreas (hexágonos) con mayor número de especies de anfibios anuros en Venezuela se encuentran en un 88% distribuidas en áreas de administración especial o protegidas. No obstante, estas áreas componen gran parte de lo que se denomina ABRAE, que comprenden áreas de protección total o estricta para conservación (Parques Nacionales) hasta regiones con alta intervención humana como la conocemos hoy en día, un tanto invasiva y sobre todo con efectos a gran escala (MINAMB, 2013; HIDALGO, et al., 2020; MAPBIOMAS VENEZUELA, 2022). Las principales acciones antropogénicas son los cambios en el uso y cobertura del suelo, la contaminación de ríos y áreas adyacentes a las grandes ciudades, a través de descarte inadecuado de desechos sólidos, o incluso por la emisión de gases de efecto invernadero, lo cual es un problema que alcanza las ABRAE e incluso los límites de las áreas estrictas de conservación, afectando directamente los procesos ecológicos y la estabilidad del ecosistema (MARN, 2001; MUÑOZ et al., 2006; MAPBIOMAS VENEZUELA, 2022; MACHADO-ALLISON, 2017).

Para las especies amenazadas, cuyo número incremento en los últimos años llegando a un 35% del total de especies en el país (IUCN, 2024), el panorama en principio parece prometedor ya que el 100% de las áreas (hexágonos) con especies clasificadas en riesgo de extinción se encuentran en áreas de administración especial (área protegidas). Pero, evaluando los PN, MN y SFS, pertenecientes a la categoría II y III, se observó un declive en el porcentaje llegando a 81%, y evaluando solamente parques nacionales (PN), apenas 75%, lo que parece una situación no muy desfavorable para un grupo amenazado. Este panorama pone en una situación preocupante las especies amenazadas que se encuentran fuera de las áreas destinadas para conservación, ya que la mayor parte de las investigaciones y programas de conservación son desarrollados en las áreas protegidas (MARN; 2001; CASTILLO; SALAS, 2006; MUÑOZ et al., 2006; BUITRAGO et al, 2008; AGUIAR, 2017; CAÑIZALES, 2019; MACHADO-ALLISON; CHERNOFF, 2020; MORALES, 2020). De esta forma, para aumentar la eficiencia de la red de unidades de conservación, son posibles algunas soluciones, entre ellas cambiar la clasificación de algunas unidades de conservación para que sea más restrictiva o crear

nuevas unidades de conservación que cubran las áreas de distribución de todas las especies amenazadas.

En el caso de las especies con datos deficientes (DD), la variación fue similar, pasando de una protección del 95% de áreas con distribución de especies DD general a un 73% cuando son evaluadas apenas las áreas estrictas para conservación. En cuanto a las especies, solamente una especie se encontró fuera de las ABRAE en el primer escenario, mientras que cuatro especies se encuentran ausentes cuando se consideraron apenas las áreas protegidas más estrictas (PN). Además, en los últimos años el número de especies DD ha disminuido (RODRÍGUEZ; ROJAS-SUÁREZ, 2008, 2015; IUCN, 2024), lo que muestra avances en investigaciones sobre grupos menos conocidos, por lo cual la situación parece no estar empeorando, mostrando un constante avance en los grupos menos conocidos (RODRÍGUEZ, et al., 2008, 2015; ROEDDER; JUNGFER, 2008; BARRIO-AMORÓS; SANTOS, 2012). Sin embargo, no deja de preocupar las especies fuera de áreas de conservación, ya que sus áreas no están protegidas lo que puede ser determinante para la sobrevivencia y estabilidad de las poblaciones de esas especies.

En nuestro estudio se observó que existe cierta superposición las regiones con alta densidad de población humana y ciudades más desarrolladas tuvieron una sobreposición con las regiones con mayor riqueza de especies en general, mayor riqueza de especies amenazadas y mayor riqueza de especies DD de anuros en el país, las cuales corresponden específicamente a los valles y piedemontes de la Cordillera de la Costa y la Cordillera de los Andes. Esta sobreposición entre especies de anuros y poblaciones humanas, podría explicar por qué las regiones elevadas son más estudiadas en términos de anfibios y también las más amenazadas debido a la influencia de las actividades antrópicas en el hábitat (MARN, 2001; MAPBIOMAS VENEZUELA, 2022; CASTILLO; SALAS, 2006). Aunado a eso, se ha evidenciado en tendencias a nivel mundial, un aumento de riesgo de extinción en regiones elevadas, apuntando la influencia del cambio climático, como principal motor en la aceleración del declive de las poblaciones de anfibios (GUIRGUIS et al. 2023; STUART, 2004). Las regiones de montaña, que se caracterizan en el país por poseer un alto nivel de endemismo (LA MARCA, 2003; BARRIO-AMORÓS, 2009), son vulnerables a los cambios en el clima (TOLEDO et al., 2021; GUIRGUIS et al., 2023), lo cual ha llevado al aumento de enfermedades, como la quitridiomycosis causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (POUNDS et al., 2006; SCHEELE; 2019). Este escenario, en estas regiones pudiera explicar los desafíos

que enfrentan las zonas de elevado relieve, que actualmente presentan el mayor número de especies con riesgo de extinción en el territorio venezolano, lo que pone en alerta la situación de los anfibios amenazados, debido a las previsiones de aumento de temperatura a nivel mundial (HANSEN et al., 2006; LINDSEY; DAHLMAN, 2020), así como también la evidente tendencia de la ocupación humana en los territorios de piedemonte y valles (MAPBIOMAS VENEZUELA, 2022; MARN, 2001). Por lo cual activar programas de conservación de anuros en las regiones elevadas se hace evidentemente necesario al norte del país, principalmente en la Cordillera de Mérida y la Cordillera de la Costa central que presenta el mayor número de especies en riesgo de extinción.

Con base en las fuentes consultadas para nuestra investigación, se evidencia un aumento significativo de especies amenazadas de extinción llegando a clasificar 122 especies con algún nivel de riesgo de extinción en la lista de la IUCN (2024). En 2008 el libro rojo de especies en peligro de extinción de Venezuela, apuntaba que apenas 27 especies de anfibios estaban en peligro, aunque para la IUCN ya llegaban a 69 especies amenazadas a nivel global (RODRÍGUEZ; ROJAS-SUÁREZI, 2008). Para 2015, la cuarta edición del libro rojo de especies en peligro de extinción de Venezuela, el número de especies de anfibios amenazados incrementó a 43 a escala regional y 43 a nivel Global, siendo un total de 86 a escala global evaluados junto a la IUCN (RODRÍGUEZ et al. 2015). Recientemente, según la última evaluación realizada en 2023 por la IUCN, 122 especies de anfibios anuros se encuentran bajo algún nivel de amenaza en el territorio venezolano, lo que representa un incremento del 42% más de especies amenazadas, que las registradas en la última evaluación publicada en 2015. Asimismo, se observó que muchas especies clasificadas como DD a nivel global fueron reclasificadas, yendo desde 75 especies en el 2006 a 27 en la última evaluación realizada en 2023 por la IUCN. A nivel regional también se evidenció una mejora en el estudio de especies con datos deficientes, pasando de 95 especies en 2008 a 77 en 2015. Estas evidencias sostienen que el incremento de estudios de especies deficiente en datos se ha mantenido constante o ha aumentado en los últimos años, lo cual pudo contribuir al aumento de las especies amenazadas, así como al aumento de los impactos antropogénicos (por ejemplo, pérdida de hábitat) y epidemiológicos. (POUNDS, 2006; SCHEELE; 2019; TOLEDO, et al., 2021; GUIRGUIS, et al., 2023).

Estudios como este pueden servir como base para traer evidencias del impacto que las poblaciones humanas pueden tener en el aumento del riesgo de extinción en la biodiversidad de anuros, lo cual puede utilizarse como base para plantear programas de

conservación. Aunque suele pensarse que las políticas sociales y ambientales no están relacionadas, las investigaciones muestran que las mejoras en los ecosistemas urbanos y adyacentes tienen efectos positivos en los asentamientos humanos (TZOULAS et al., 2007; ASSESSMENT, 2005; MARTÍNEZ-JUAREZ et al., 2015; GARG, 2019). Los programas integrados socioambientales, podrían plantearse como una de las principales estrategias para minimizar el impacto en las poblaciones de anuros más amenazadas del país, principalmente aquellas fuera de las áreas de conservación. Estos programas integrados al bienestar social, podrían funcionar como un alivio temporal, sin embargo con alta efectividad, para prevenir que las especies fuera y dentro de las áreas de conservación se vean negativamente afectadas por la contaminación y disminución del tamaño de su hábitat (ASSESSMENT, 2005; FOLKE et al., 2005; TZOULAS et al., 2007; PORTER-BOLLAND et al., 2012; GARG, 2019). Los programas que comprenden desde monitoreo hasta restauración de ecosistemas, pueden manejarse de forma integrada involucrando a la población local para resultados positivos (ENGLAND; SKINNER et al., 2008; GRAY; SHIMSHACK, 2011).

La información analizada en diferentes fuentes para nuestro estudio no presenta el mejor escenario para las áreas protegidas en el Venezuela, ya que se evidencia que al ser el Estado el encargado de gestionar las principales actividades extractivistas que afectan los ecosistemas, así como también administrar las políticas de protección de áreas protegidas del país, se genera evidentemente un conflicto de interés, que no beneficia necesariamente a la conservación de los ecosistemas (STACHOWICZ et al. 2023; MACHADO-ALLISON; CHERNOFF, 2020; RUIZ, 2018). Además de eso, se suma los fuertes movimientos de la minería ilegal en zonas poco monitoreadas de parques nacionales como los casos reportados en Canaima, Yapacana y Caura (LOZADA et al., 2020; STACHOWICZ et al., 2023), que se presentaron en las regiones con mayor número de especies anuros . Por lo general, las actividades económicas en el país son priorizadas sobre la protección del ecosistema e incluso sobre el bienestar social, lo cual lo vuelve incompatible, en la mayoría de los casos, con la gestión eficiente de las áreas protegidas (HIDALGO et al., 2020; RAMÍREZ, 2021; STACHOWICZ et al. 2023). Esto se ve claramente evidenciado por la falta de información y transparencia en los informes de impacto ambiental de las empresas estatales en los últimos años (GARCÍA-GUADILLA, 2020; HIDALGO, et al., 2020; RAMÍREZ, 2021; CARDOZO, 2022; STACHOWICZ, et al. 2023; CARDOZO, 2024).

Además de la priorización de las actividades extractivistas en el país que se evidencia, Venezuela presenta diferentes desafíos para conservación de la biodiversidad dentro de las fronteras, que van desde falta de programas de monitoreo por parte del estado y sus órganos encargados en la vigilancia de las regiones destinadas a conservación y protección de la biodiversidad (CASTILLO; SALAS, 2006; MUÑOZ et al., 2006; MACHADO-ALLISON; CHERNOFF, 2020; SÁNCHEZ-MERCADO, et al., 2020); así como también la falta de implementación de medidas de mitigación relacionada a los daños ambientales causado por los asentamientos humanos (contaminación de ríos y vertederos de basura) la agricultura intensiva, o debido a la contaminación por fuga de hidrocarburos, o residuos químicos derivados de la extracción de recursos naturales, como combustibles fósiles y minerales (CASTILLO; SALAS, 2006; MACHADO-ALLISON; CHERNOFF, 2020, MACHADO-ALLISON, 2017). A esto, se le suma una fuerte crisis socioeconómica que ha tomado un predominante protagonismo en casi todas las discusiones de políticas públicas, dejando de lado, en muchas ocasiones, las inversiones en investigación y programas que contribuyen a la conservación de los ecosistemas y las áreas protegidas del país (CASTILLO; SALAS, 2006; VITALIS, 2016; MACHADO-ALLISON; CHERNOFF, 2020; LÓPEZ et al., 2020). Esto hace que cuestiones relacionadas con el medio ambiente no esten siendo priorizados en el país, a pesar de haber evidencias sobre el impacto negativo de la contaminación y destrucción de hábitats en la salud y bienestar humana (ASSESSMENT, 2005; TZOULAS et al., 2007; MARTINEZ-JUAREZ et al., 2015; GRILLET et al., 2018; MACHADO-ALLISON; CHERNOFF, 2020).

En cuanto a la conservación de las especies de anuros en el territorio nacional, según los datos de nuestros análisis, se debe priorizar las áreas de distribución de las especies que se encuentran ausentes en el total de áreas protegidas, principalmente aquellas que se encuentran bajo algún nivel de amenaza, que son: *Stefania riveroi*, *Pristimantis yuruaniensis*, *Aromobates cannatellai*, *Aromobates capurinensis* y *Mannophryne speeri*. *Stefania riveroi* y *Pristimantis yuruaniensis* ambas descrita en el Yuruaní-tepui (RODRÍGUEZ et al., 2015; BARRIO-AMORÓS et al., 2019) locación que en nuestro análisis no fue reflejada como protegida, a pesar de encontrarse inserta en el Parque Nacional Canaima, sin embargo, las áreas de distribución proporcionada por UNEP-WCMC no incluyen esta área en el polígono perteneciente al Parque Nacional Canaima. *Aromobates cannatellai*, clasificada en peligro crítico de extinción, cuenta con registros en el Parque Cascada de la Escalera (BARRIO-AMORÓS et al., 2019), el cual

no se menciona como unidad de conservación por parte de Inparques, el órgano encargado en Venezuela de los parques y monumentos naturales; sin embargo, es mencionado como parque recreacional (OBALLOS, 2022), por lo cual se desconoce el nivel de protección del área que alberga esta especie. Con base en nuestros datos, se sugiere analizar la posibilidad de elevar el estatus del Parque Cascada de la Escalera a área protegida, con el fin de aumentar el monitoreo y preservación del área que alberga el único lugar conocido de la especie *A. cannatellai*. Otro caso se presenta para la especie *Aromobates capurinensis*, que solo fue observada en el año que fue colectada (1993) y cuenta con una sola área conocida, el Páramo El Molino, muy cercana al Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza en los Páramos del Batallón y La Negra (BARRIO-AMORÓS et al., 2019). Aunque el área de distribución de *A. capurinensis* no se encuentra integrada al Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza, esta especie está clasificada como DD, por lo que es urgente un programa de búsqueda de poblaciones de la especie *A. capurinensis* en el Páramo El Molino y el Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza, Para determinar si existen poblaciones en el Parque Nacional, o evidenciar posibles barreras que impidan la distribución de la especie en el área protegida Finalmente, *Mannophryne speeri*, clasificada como en peligro crítico (CR), ocurre en sólo una localidad aproximadamente a 1 km del pueblo de Laguneta, en el camino de cruce Guanare-Suruguapo, Sierra de Portuguesa, Municipio Morán, Estado Lara (LA MARCA, 2009), área no clasificada como área protegida, aunque su distribución se encuentra muy cercana a la Zona Protectora de la Cuenca Alta del Río del Tocuyo, Sector Dos Cerritos. La realización de una búsqueda exhaustiva pudiera evidenciar mejor el estatus de conservación de la especie, en los alrededores del sitio de colecta del único ejemplar, para obtener datos de poblaciones en la zona protegida cercana; y al mismo tiempo para protección de esta especie recomendamos la creación de una unidad de conservación en la Zona Protectora Cuenca Alta del Río del Tocuyo, Sector dos Cerritos.

También recomendamos hacer un esfuerzo por estudiar las áreas de distribución de las 30 especies ausente en los parques nacionales, con énfasis en las 15 clasificadas como amenazadas, ya que son estas áreas las realmente restringidas y con fines de conservación. El estudio de estas especies deberá tener como foco: (i) verificar si efectivamente las áreas de distribución de estas especies se encuentran fuera de los parques nacionales; (ii) analizar los posibles factores que crean barreras naturales o artificiales que impidan a las especies poseer poblaciones en los parques nacionales; (iii) verificar los posibles programas para albergar las especies en las áreas protegidas, ya sea

por reintroducción basada en evidencia de la presencia de la especie en el ecosistema, o destinando el área de distribución de la especie ampliando o recuperando territorio en los límites de los parques nacionales. La cría *ex situ*, también se ha planteado en programas de conservación de especies amenazadas de forma exitosa, incluyendo anfibios anuros (MUTHS et al., 2014; KROL; MUTLOW, 2023; FWS, 2024). Sin embargo, este plantea un enfoque en temas como la reintroducción y la rehabilitación o restauración del hábitat a la cual la especie pertenece (PEREIRA; WAJNTAL, 1999; DERHÉ et al., 2016; FWS, 2024; YAN et al., 2024). Pocos han sido los programas, que han implementado estrategias de conservación enfocados en resguardar a los anfibios en el país (LA MARCA, 2018; LAMPO et al. 2022; REVA, 2024), implementados principalmente por la sociedad civil en vista de un estado ausente en cuestiones de conservación. Estos programas, por lo general, son financiados a través de donaciones u organización sin fines de lucro (LA MARCA, 2018; LAMPO et al. 2022; REVA, 2024); no obstante, eso no garantiza los recursos necesarios para un monitoreo a largo plazo, por lo cual la intervención del estado con aporte de recursos y personal técnico sigue siendo necesaria para sostener los programas de conservación.

Los esfuerzos de conservación en Venezuela, deben priorizar llenar los déficit de conocimiento a gran escala, que permita disminuir la incertidumbre de las evaluaciones sobre la biodiversidad. Abordando las principales características de las especies como abundancia, distribución espacial, interacciones ecológicas o incluso rasgos funcionales, se pueden plantear y reforzar nuevas estrategias para la los programas de conservación de la biodiversidad (HORTAL, et al. 2015). A pesar que estos grandes esfuerzos son considerados de gran importancia, se debe reconocer que el conocimiento seguirá siendo limitado por los rangos estrechos y la calidad de información sobre las características de la biodiversidad obtenidas por las investigación, siendo evidente que el conocimiento completo de muchos procesos dinámicamente complejos que sobrepasan nuestra capacidad humana de analizarlos, seguirán siendo desconocidos e influenciados por el interés de los investigadores y los recursos disponibles para las evaluaciones (LADLE; HORTAL, 2013;). En este sentido, cualquier estrategia que se adopte nunca llenará los déficit de conocimiento en su totalidad (LOPES-LIMA et al., 2021), sin embargo pueden proporcionar datos sobre nuestro nivel de desconocimiento de los procesos ecológicos, lo cual puede ser usado para tener conciencia de la calidad de nuestros datos y las predicciones que pueden hacerse con ellos para la planificación de la conservación (LADLE; HORTAL, 2013). A pesar de que el aumento en investigación que generen

conocimiento sobre las características de la biodiversidad pueden traer como consecuencia una desaceleración del ritmo de las acciones para conservación, es probable que con el aumento de la calidad de los datos nos permite realizar conclusiones más certeras con base en la calidad de la información (HORTAL, et al. 2015).

Concluimos que nuestros estudios demuestran que las áreas de conservación (PN) en total no son totalmente eficientes en la protección de la biodiversidad de anuros, principalmente cuando consideramos las áreas destinadas para conservación y preservación de la biodiversidad. Un elevado porcentaje (48%) de las áreas más ricas en general, se encuentra fuera de las áreas estrictas para conservación, lo cual no garantiza que las poblaciones de estos organismos sean priorizadas y protegidas de disturbios como ocupación de tierras o contaminación por asentamientos humanos. Además, la falta de monitoreo e informes sobre el estado de conservación de los parques nacionales, hace difusa la información con respecto a conservación de especies en estas áreas estrictas. Las especies amenazadas también se han incrementado, lo que demuestra que las áreas estrictas no tienen total efectividad en la protección de las áreas de distribución de los anuros, dejando un 25% de las especies amenazadas sin abrigo. A pesar de eso, se ha evidenciado un aumento de estudio en especies poco conocidas, lo que permite tener cada vez escenarios más robustos sobre la diversidad de anuros en el país. Incluso el aumento de especies amenazadas puede haberse visto influenciado por el aumento de estudios, aunque todo apunta que otras variables como las enfermedades causadas por el aumento de las temperaturas, así como también la pérdida de hábitat siguen siendo los primeros candidatos de esta acelerada disminución de las poblaciones de anuros (POUNDS et al., 2006; SCHEELE et al., 2019; MAPBIOMAS VENEZUELA, 2022).

Venezuela, que es considerado un país en desarrollo, cuenta con un alto porcentaje de áreas con cobertura forestal natural (53,5%) (MAPBIOMAS VENEZUELA, 2022), lo cual es interesante ya que los programas de conservación pueden enfocarse en resguardo y monitoreo, dejando como segundo foco la restauración en los lugares necesarios y duramente afectados por las poblaciones humanas o la contaminación. El país, que actualmente tiene cuestiones socioculturales y socioeconómicas difíciles de resolver, las cuales terminan tomando el protagonismos en la mayoría de discusiones sobre políticas internas, tiene la responsabilidad de generar y producir conocimiento que proporcione las bases para la planificación de la conservación. La búsqueda de conocimiento e implementación de programas de conservación puede ser decisiva para el mantenimiento y la estabilidad de uno de los territorios más megadiversos como lo es el

territorio venezolano, que ocupa el décimo lugar con mayor número de anfibios anuros en el mundo.

REFERENCIAS

- AGUIAR ESCOBAR, Jesús Adolfo. **Estado de conservación de la vegetación del Parque Nacional Dinira (Sierras de Barbacoas y Portuguesa, Andes de Venezuela) y sus efectos potenciales sobre especies de fauna amenazadas**. Trabajo de Grado, Universidad Central de Venezuela. Caracas, 2017.
- AMPHIBIAWEB**. AmphibiaWeb. Disponible en: <https://amphibiaweb.org>. Consultado: 21 sep. 2024.
- APONTE PAEZ, Freddy A. (2014). **Saber UCV, Repositorio Institucional de la UCV**. Geografía general de Venezuela. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/handle/10872/7439>. Consultado: 04 mar, 2024.
- ASSESSMENT, Millennium Ecosystem. **Ecosystems and human well-being: wetlands and water**. World Resources Institute. Washington, DC, 2005.
- MARTINEZ-JUAREZ, Pablo, et al. The impact of ecosystems on human health and well-being: A critical review. **Journal of Outdoor Recreation and Tourism**, vol. 10, p. 63-69, 2015.
- BARRIO-AMORÓS, C. L. Sistemática y biogeografía de los anfibios (Amphibia) de Venezuela. **Acta Biológica Venezuelica**, v. 18, p. 1-93, 1999.
- BARRIO-AMORÓS, César L. Amphibians of Venezuela systematic list, distribution and references, an update. **Revista Ecología Latino Americana**, v. 9, n. 3, p. 1-48, 2004.
- BARRIO-AMORÓS, C. L.; ROJAS-RUNJAIC, F. J. M.; SEÑARIS, J. C. Catalogue of the amphibians of Venezuela: illustrated and annotated species list, distribution, and conservation. **Amphibian & Reptile Conservation**, v. 13, n. 1, p. 1-198, 2019.
- BECKER, Carlos Guilherme et al. Habitat split and the global decline of amphibians. **Science**, v. 318, n. 5857, p. 1775-1777, 2007.
- BARRIO-AMORÓS, César Luis; SANTOS, Juan Carlos. A phylogeny for Aromobates (Anura: Dendrobatidae) with description of three new species from the Andes of Venezuela, taxonomic comments on Aromobates saltuensis, A. inflexus, and notes on the conservation status of the genus. **Zootaxa**, vol. 3422, no 1, p. 1-31, 2012.
- BUCKLEY, L. B.; JETZ, W. Environmental and historical constraints on global patterns of amphibian richness. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1614, p. 1167-1173, 2007.
- BUCKLEY, L. B.; JETZ, W. Linking global turnover of species and environments. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 46, p. 17836-17841, 2008.
- BECKER, C. Guilherme; ZAMUDIO, Kelly R. Tropical amphibian populations experience higher disease risk in natural habitats. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 24, p. 9893-9898, 2011.

BASTAZINI, C.V.; MUNDURUCA, J.F.V.; ROCHA, P.L.B.; NAPOLI, M.F. Which Environmental Variables Better Explain Changes in Anuran Community Composition? A Case Study in the Restinga of Mata De Sao Joao, Bahia, Brazil. **Herpetologica**, v. 63, n. 4, p. 459–471, 2007.

BUITRAGO, Joaquín; GUADA, Hedelvy J.; DOYLE, Emma. Conservation science in developing countries: an inside perspective on the struggles in sea turtle research and conservation in Venezuela. **Environmental Science & Policy**, vol. 11, no 6, p. 562-578, 2008.

BLAUSTEIN, Andrew R. Declining amphibian populations: a global phenomenon?. **Trends in ecology and evolution**, v. 5, p. 203-204, 1990.

CASTILLO, Rodolfo; SALAS, Viviana. Estado de Conservación del Parque Nacional Macarao. **BioParques: Asociación Civil para la Conservación de los Parques Nacionales**, 2006.

CARDOZO ÁLVAREZ, Ramón. **Opacidad sobre la contaminación ambiental de PDVSA**. 15 ene 2024. Disponible en: <https://www.dw.com/es/venezuela-la-contaminaci%C3%B3n-ambiental-de-pdvsa-bajo-un-velo-de-opacidad/a-67985006>>. Consultado: 2 sep. 2024.

CARDOZO ÁLVAREZ, Ramón. **El Arco Minero venezolano: una política depredadora**. 25 may 2022 Disponible en: <https://www.dw.com/es/el-arco-minero-venezolano-una-pol%C3%ADtica-depredadora/a-61934013>>. Consultado: 2 sep. 2024.

CASSON, Sarah A., et al. Wilderness Protected Areas. **Management guidelines for IUCN Category 1b protected areas**. Gland: IUCN (*Best Practice Protected Area Guidelines Series, 25*), 2016.

CASTILLO, Rodolfo; SALAS, Viviana. Estado de Conservación del Parque Nacional Macarao. **BioParques: Asociación Civil para la Conservación de los Parques Nacionales**, 2006.

CAÑIZALES, Israel. Comunidad de anuros en ambiente de sabana de la Cordillera de la Costa de Venezuela. **Acta biológica venezolana**, vol. 39, no 1, p. 107-123, 2019.

COLLINS, James P.; CRUMP, Martha L.; LOVEJOY III, Thomas E. **Extinction in our times: global amphibian decline**. Oxford University Press, 2009.

COTHRAN, Rickey D.; BROWN, Jenise M.; RELYEA, Rick A. Proximity to agriculture is correlated with pesticide tolerance: evidence for the evolution of amphibian resistance to modern pesticides. **Evolutionary Applications**, v. 6, n. 5, p. 832-841, abr 2013.

CAYUELA, Hugo, et al. Drivers of amphibian population dynamics and asynchrony at local and regional scales. **Journal of Animal Ecology**, vol. 89, no 6, p. 1350-1364, 2020.

DERHÉ, Mia A., et al. Measuring the success of reforestation for restoring biodiversity and ecosystem functioning. **Journal of Applied Ecology**, vol. 53, no 6, p. 1714-1724, 2016.

DINERSTEIN, Eric et al. A “Global Safety Net” to reverse biodiversity loss and stabilize Earth’s climate. **Science advances**, v. 6, n. 36, p. eabb2824, set. 2020. Disponível em: <https://www.science.org/doi/full/10.1126/sciadv.abb2824>. Consultado: 05 mar, 2024.

DINERSTEIN, Eric et al. An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm, **BioScience**, V. 67, n. 6, p. 534–545, jun 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/biosci/bix014>. Consultado: 05 mar, 2024.

DINIZ FILHO, José A. ARAUJO, Miguel B. Macroecologia e mudanças climáticas. In: CARVALHO, Claudio J. ALMEIDA, Eduardo A. **Biogeografia da América do Sul: padrões & processos. Primeira edição.** p. 151-161. São Paulo: Roca, 2013.

DROST, C. A.; FELLERS, G. M. Collapse of a regional frog fauna in the Yosemite area of the California Sierra Nevada, USA. **Conservation Biology**, v. 10(2), 414–425, abr 1996.

ECOREGIONS 2017 ©. Disponível em: <<https://ecoregions.appspot.com/>>. Consultado: 02 mar. 2024.

ESQUERRÉ, Damien, BRENNAN, Ian G., CATULLO, Renee A., TORRES-PÉREZ, Fernando, KEOGH, J. Scott. How mountains shape biodiversity: The role of the Andes in biogeography, diversification, and reproductive biology in South America's most species-rich lizard radiation (Squamata: Liolaemidae). **Evolution**, v. 73, n. 2, p. 214-230, 2019.

ENGLAND, Judy; SKINNER, Kevin S.; CARTER, Matthew G. Monitoring, river restoration and the Water Framework Directive. **Water and Environment Journal**, vol. 22, no 4, p. 227-234, 2008.

FOLKE, Carl; CUNDILL, Georgina; QUEIROZ, Cibele. Communities, Ecosystems, and Livelihoods. **Ecosystems and Human Well-being**, p. 261, 2005.

FROST, DARREL R. 2024. Amphibian Species of the World: an Online Reference. **American Museum of Natural History**. Version 6.2. Disponível em: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. Consultado: 04 mar, 2024.

GARCÍA, José Vicente; PEREIRA, Guido. Diversidad de macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del río Caura, Estado Bolívar, Venezuela. Una evaluación rápida de los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Caura, Estado Bolívar, Venezuela. **Boletín RAP de Evaluación Biológica**, v. 28, p. 144-150, 2003.

HANSEN, James et al. Global temperature change. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 39, p. 14288-14293, 2006.

GARCÍA-GUADILLA, María Pilar. Venezuela 2020: autoritarismo político y pragmatismo económico. **Nueva Sociedad**, n. 287, p. 108-120, 2020.

GARCÍA, Peña; RAFAEL, E.; SILVA VIERA, María Isabel. Las ABRAE versus las áreas protegidas en Venezuela. **Copérnico**, n. 19, p. 27-39, 2014.

GRAY, Wayne B.; SHIMSHACK, Jay P. The effectiveness of environmental monitoring and enforcement: A review of the empirical evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2011.

GARG, Teevrat. Ecosystems and human health: The local benefits of forest cover in Indonesia. **Journal of Environmental Economics and Management**, vol. 98, p. 102271, 2019.

GUIRGUIS, Jacinta, et al. Risk of extinction increases towards higher elevations across the world's amphibians. **Global Ecology and Biogeography**, v. 32, n. 11, p. 1952-1963, 2023.

GLOBE TASK TEAM et al. The Global Land One-kilometer Base Elevation (GLOBE) Digital Elevation Model, Version 1.0. Boulder: National Oceanic and Atmospheric Administration, National Geophysical Data Center, 1999. Disponible en: <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globe.html>. Acceso em: 7 set. 2024.

GBIF: Fondo Mundial de Información sobre Biodiversidad. Disponible en: <https://www.gbif.org/what-is-gbif>. Consultado: 21 sep. 2024.

GASTON, Kevin J.; RODRIGUES, Ana S. L. Reserve selection in regions with poor biological data. **Conservation Biology**, v. 17, n. 1, p. 188-195, 2003.

GRILLET, Maria Eugenia, et al. Malaria in Venezuela requires response. **Science**, vol. 359, no 6375, p. 528-528, 2018.

GIBBONS, J. Whitfield et al. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians: reptile species are declining on a global scale. **BioScience**, v. 50, n. 8, p. 653-666, 2000.

Global Safety Net. Disponible en: <<https://www.globalsafetynet.app/viewer/>>. Consultado: 5 mar. 2024.

GRANT, E. H. et al. Quantitative evidence for the effects of multiple drivers on continental-scale amphibian declines. **Scientific Reports**, v. 6, p. 25625, 2016.

HIDALGO LÓPEZ, Carelia Rayen; COLMENÁREZ GOYO, Adelina; TORRES RODRIGUEZ, Duilio. Ríos de Venezuela en riesgo por políticas agrícolas. **Ríos en riesgo de Venezuela**, vol. 3, p. 173-189, 2020.

HERKT, Matthias B. SKIDMORE, Andrew K. FAHR, Jakob. Macroecological conclusions based on IUCN expert maps: A call for caution. **Global ecology and biogeography**, vol. 26, no 8, p. 930-941, 2017.

HORTAL, Joaquín, et al. Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 46, n. 1, p. 523-549, 2015.

HOCKING, Daniel J.; BABBITT, Kimberly J. Amphibian contributions to ecosystem services. **Herpetological conservation and biology**, v. 9, n. 1, p. 1-17, jul 2014. Disponible en: <https://scholars.unh.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1330&context=nhaes>. Consultado: 04 mar, 2024.

INE, **Instituto Nacional de Estadística**. Disponible en: <<http://www.ine.gob.ve/>>. Consultado: 17 abr. 2024.

INPARQUES – Instituto Nacional de Parques. **Parques Nacionales de Venezuela**. Disponible en: <http://www.inparques.gob.ve/cms/main/galeria>. Consultado: 15 sep. 2024.

IUCN, International Union for Conservation of Nature. **The IUCN Red List of Threatened Species**, Version 2023-1. Disponible en: <<https://www.iucnredlist.org>> Consultado: 10 jun. 2024.

KOLBY, J. E.; DASZAK, P. The Emerging Amphibian Fungal Disease, Chytridiomycosis: A Key Example of the Global Phenomenon of Wildlife Emerging Infectious Diseases. **Microbiology Spectrum**, v. 4, n. 3, 2 jun. 2016.

KOMDEUR, Jan; PELS, Mariëtte D. Rescue of the Seychelles warbler on Cousin Island, Seychelles: the role of habitat restoration. *Biological Conservation*, vol. 124, no 1, p. 15-26, 2005.

KROL, Lana; MUTLOW, Adrian. Medical Aspects of Mountain Yellow-Legged Frog Reintroduction. In: FOWLER, M. E.; MILLER, R. E. (ed.). **Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy**. 10. ed. Philadelphia: WB Saunders, p. 417-422. 2023.

KUMAR, Dutta Tapas; KUMAR, Sou Sujan; PRASAD, Mondal Rajendra. Current status and possible causes of reptile's decline. **International Research Journal of Environment Sciences**, v. 3, p. 75-79, 2014.

LADLE, Richard; HORTAL, Joaquín. Mapping species distributions: living with uncertainty. **Frontiers of Biogeography**, v. 5, n. 1, 2013.

LA MARCA, E. Anfibios. Pp. 582-595 In M. Aguilera, A. Azócar, E. González Jiménez (eds.). **Biodiversidad en Venezuela**. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Caracas. 1076 pp. 2003.

LA MARCA, E. Crisis de biodiversidad en anfibios de Venezuela: estudio de casos. In: ALONSO, M.E. (Ed.). **La Biodiversidad Neotropical y la Amenaza de las Extinciones**. Cuadernos de Química Ecológica 4. Mérida: Universidad de Los Andes, p. 47-70.

LA MARCA, E. Lista actualizada de los anfibios de Venezuela. In: LA MARCA, E. (Ed.). **Vertebrados Actuales y Fósiles de Venezuela**. Vol. 1. Mérida: Museo de Ciencia y Tecnología de Mérida, p. 103-120, 1997.

LA MARCA, E. Biodiversidad de anfibios en los Andes de Venezuela: análisis preliminar por pisos de vegetación. In: HALFFTER, G. (comp.). **La diversidad biológica de**

Iberoamérica III. Volumen especial. **Acta Zoológica Mexicana**, nueva serie, p. 199-210, 1998.

LA MARCA. A frog survivor (amphibia: Anura: Aromobatidae: Mannophryne) of the traditional coffee belt in the Venezuelan Andes. **Herpetotropicos** 5(1):49-54. 2009.

LA MARCA, Enrique. Una donación proporciona mejoras de equipamiento dentro de las instalaciones de la Fundación Biogeos, en el programa rescate de anfibios venezolanos en peligro en Venezuela. **Amphibian Ark**. Boletín informativo. 43, 2018.

LAMPO, M.; NESTARES, J.; MÁRQUEZ, I.; BALLESTAS, O.; PANTIN, F. Rescate ex situ de la Rana Arlequín de Rancho Grande en Venezuela. **AArk Boletín Informativo**, v. 60, p. 11-12, 2022.

LINDSEY, Rebecca; DAHLMAN, LuAnn. Climate change: Global temperature. **Climate.gov**, v. 16, 2020.

LOVELAND, Thomas R.; MERCHANT, James M. Ecoregions and ecoregionalization: geographical and ecological perspectives. **Environmental management**, v. 34, p. S1-S13, 2004.

LOZADA, José Rafael; HERNÁNDEZ, Lionel; CARRERO, Yrma Andreina. Amenazas en el Parque Nacional Canaima: y áreas protegidas por la minería indígena ilegal en Venezuela/Threats in the Canaima National Park, and surrounding protected areas, by the indigenous mining arc in Venezuela. **Revista Geográfica Venezolana**, v. 61, n. 2, p. 380-396, 2020.

LOPES-LIMA, M.; RICCARDI, N.; URBANSKA, M. et al. Major shortfalls impairing knowledge and conservation of freshwater molluscs. **Hydrobiologia**, v. 848, p. 2831–2867, 2021.

LÓPEZ, Carelia Rayen HIDALGO; GOYO, Adelina COLMENÁREZ; RODRIGUEZ, Duilio TORRES. Ríos de Venezuela en riesgo por políticas agrícolas. **Ríos en riesgo de Venezuela**, vol 3 p. 173, 2020.

LÖWENBERG NETO, Peter; KIRSCH, Christian Bergmann. Mapeamento da distribuição geográfica de espécies na região neotropical: manual para aulas práticas. 2024.

LUEDTKE, J.A., CHANSON, J., NEAM, K. *et al.* Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. **Nature**, v. 622, n. 7982, p. 308-314, 2023.

LUTHER, David, et al. Global assessment of critical forest and landscape restoration needs for threatened terrestrial vertebrate species. **Global Ecology and Conservation**, vol. 24, p. e01359, 2020.

MA, Ming, et al. A novel mechanism for high-altitude adaptation in hemoglobin of black-spotted frog (*Pelophylax nigromaculatus*). **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 11, p. 1103406, 2023.

MAPBIOMAS VENEZUELA – Aspectos Destacados Del Mapeo Anual De La Cobertura Y Uso Del Suelo En Venezuela Entre 1985 Y 2022, Colección [1.0] de la Serie Anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Venezuela, 2022. Disponible en: https://venezuela.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/5/2023/11/FACT_MapBiomias_Venezuela_13.11.23.pdf Consultado: 04 sep, 2024.

MARN, MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES. **Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía de la República Bolivariana de Venezuela**. Caracas: Editorial Fundambiente, 2004.

MARN, MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES. **Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica y su Plan de Acción**. Caracas: Editores: Eduardo Szeplaki et al. Caracas, 2001.

MACHADO-ALLISON, Antonio. La conservación de ambientes acuáticos: petróleo y otras actividades mineras en Venezuela. **Ríos en riesgo de Venezuela**, vol 1. p. 189-201. 2017.

MACHADO-ALLISON, Antonio; CHERNOFF, Barry. El río Caura: desde la pristinidad a su destrucción. **Ríos en riesgo de Venezuela**, vol. 3, p. 39-56, 2020.

MACE, Georgina M. The role of taxonomy in species conservation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v. 359, n. 1444, p. 711-719, 2004.

MARN, MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES. **Estrategia Nacional Sobre Diversidad Biológica y su plan de acción**. Caracas, Venezuela. 2001.

MINAMB (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente). 2013. **Informe Nacional sobre Planes de Ordenamiento y Reglamentos de Uso de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial Marinas y Costeras de Venezuela**. Despacho del Viceministro de Ordenación y Administración Ambiental - Dirección General de Planificación y Ordenación Ambiental - Dirección Técnica de las Zonas Costeras. Caracas, Venezuela. 40 pp. 2013.

MUÑOZ, Daniel; CASTILLO, Rodolfo; SALAS, Viviana. Estado de Conservación del Parque Nacional Henri Pittier. **BioParques: Asociación Civil para la Conservación de los Parques Nacionales**, 2006.

MUTHS, Erin; BAILEY, Larissa L.; WATRY, Mary Kay. Animal reintroductions: an innovative assessment of survival. **Biological Conservation**, vol. 172, p. 200-208, 2014.

MORALES, Thalia. Bryophytes of the Macarao National Park, Venezuela. **Acta botánica mexicana**, no 127, 2020.

MARN, MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES. **Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela**. 2005.

MARTELO, María Teresa. **La precipitación en Venezuela y su relación con el sistema climático**. Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología–Dirección General de Cuencas Hidrográficas–MARN, 2023.

MCCMAHON, Gerard et al. Developing a spatial framework of common ecological regions for the conterminous United States. **Environmental Management**, v. 28, n. 3, p. 293–316, 11 abr. 2001.

MIKÓ Z, Ujszegi J, Hettyey A (2017) Age-dependent changes in sensitivity to a pesticide in tadpoles of the common toad (*Bufo bufo*). **Aquat Toxicol** 187:48–54.

MOLINA RODRÍGUEZ, C. **Anfibios De Venezuela: Estado Del Conocimiento Y Recomendaciones Para Su Conservación**. Caracas: Grupo TEI 2009.

MILLER, David AW, et al. Quantifying climate sensitivity and climate-driven change in North American amphibian communities. **Nature communications**, vol. 9, no 1, p. 3926, 2018.

MOILANEN A, POUZOLS FM, MELLER L, VEACH V, ARPONEN A, LEPPÄNEN J, KUJALA H. **Spatial conservation planning methods and software ZONATION**. User manual. C-BIG Conservation Biology, Helsinki, Finland. 2014.

MUNGUÍA, M.; RAHBEK, C.; RANGEL, T. F.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; ARAÚJO, M. B. Equilibrium of global amphibian species distributions with climate. **PLoS One**, v. 7, n. 4, e34420, 2012.

NANIWADEKAR, Rohit; VASUDEVAN, Karthikeyan. Patterns in diversity of anurans along an elevational gradient in the Western Ghats, South India. **Journal of Biogeography**, v. 34, n. 5, p. 842-853, 2007.

NORI, Javier; LOYOLA, Rafael; VILLALOBOS, Fabricio. Priority areas for conservation of and research focused on terrestrial vertebrates. **Conservation Biology**, v. 34, n. 5, p. 1281-1291, 2020.

NORI, Javier; VILLALOBOS, Fabricio; LOYOLA, Rafael. Global priority areas for amphibian research. **Journal of Biogeography**, v. 45, n. 11, p. 2588-2594, 2018.

OBALLOS JAIMES, Genesis. Pregoneros entre montañas, cumbres andinas. **Caminando, senderismo y turismo**, Ed. 1, 2022.

OLSON, D. et al.(2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth: A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. **BioScience**, V. 51, n. 11, p. 933-938, nov 2001. Disponible en: <https://academic.oup.com/bioscience/article/51/11/933/227116>. Consultado: 05 mar, 2024.

OMERNIK, James M.; BAILEY, Robert G. Distinguishing between watersheds and ecoregions 1. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 33, n. 5, p. 935-949, oct 1997. Disponible en: https://dusk.geo.orst.edu/prosem/PDFs/watersheds_and_ecoregions.pdf . Consultado: 05 mar, 2024.

OMERNIK, James M. Ecoregions: a spatial framework for environmental management. **Biological assessment and criteria: tools for water resource planning and decision making**, v. 49, p. 62, 1995.

PEEL, Murray C.; FINLAYSON, Brian L.; MCMAHON, Thomas A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and earth system sciences**, v. 11, n. 5, p. 1633-1644, 2007.

PEREIRA, Sérgio Luiz; WAJNTAL, Anita. Reintroduction of guans of the genus *Penelope* (Cracidae, Aves) in reforested areas in Brazil: assessment by DNA fingerprinting. **Biological Conservation**, v. 87, n. 1, p. 31-38, 1999.

PERNÍA-REYES, Mauricio Rafael. La intervención administrativa en el régimen legal de la minería en Venezuela. **Revista de la Facultad de Derecho de México**, vol. 72, no 282, p. 55-76, 2022.

PÉFAUR, J. y J. RIVERO. 2000. Distribution, species-richness, endemism, and conservation of Venezuelan amphibians and reptiles. **Amphibian and Reptile Conservation** 2: 42-70.

PHILLIPS, Adrian. The history of the international system of protected area management categories. **Parks**, v. 14, n. 3, p. 4-14, 2004.

PORTER-BOLLAND, Luciana, et al. Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics. **Forest ecology and management**, vol. 268, p. 6-17, 2012.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A Vida dos Vertebrados**. 4ª edição. São Paulo: Atheneu, 684p, 2008.

POUNDS, J. A., et al. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. **Nature**, v. 439, n. 7073, p. 161-167, 2006.

QGIS.org. **QGIS 3.34**. Geographic Information System. QGIS Association. 2024.

RAMÍREZ CABELLO, María. La huella tóxica del mercurio llegó a la Gran Sabana. **Correo del Orinoco**, 2021. Disponible en: <https://especiales.correodelcaroni.com/la-huella-toxica-del-mercurio-llego-a-la-gran-sabana/>. Consultado: 12 sep. 2024.

RIES, Leslie; DEBINSKI, Diane M.; WIELAND, Michelle L. Conservation value of roadside prairie restoration to butterfly communities. **Conservation Biology**, vol. 15, no 2, p. 401-411, 2001.

RE:WILD, SYNCHRONICITY EARTH, IUCN SSC Amphibian Specialist Group. **State of the World's Amphibians: The Second Global Amphibian Assessment**. Texas, USA, 2023.

ROEDDER, Dennis; JUNGFER, Karl-Heinz. A new *Pristimantis* (Anura, Strabomantidae) from Yuruani-tepui, Venezuela. **Zootaxa**, v. 1814, n. 1, p. 58-68, 2008.

RODRÍGUEZ, Jon Paul; ROJAS-SUÁREZ, Franklin. **Libro rojo de la fauna venezolana. Tercera edición**. Caracas, Venezuela: Provita, 2008.

RODRÍGUEZ, Jon Paul; GARCÍA-RAWLINS Ariany, ROJAS-SUÁREZ, Franklin. **Libro rojo de la fauna venezolana. Cuarta edición**. Caracas, Venezuela: Provita, 2015.

RUIZ, Francisco Javier. El Arco Minero del Orinoco: Diversificación del extractivismo y nuevos regímenes biopolíticos. **Nueva Sociedad**, n. 274, 2018.

SÁNCHEZ-MERCADO, Ada, et al. Illegal trade of the Psittacidae in Venezuela. **Oryx**, vol. 54, no 1, p. 77-83, 2020.

SCHEELE, B., et al. Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity. **Science**, v. 363, p. 1459-1463, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/science.aav0379>. Consultado : 7 set. 2024.

SCHLOEGEL, L. et al. The decline of the sharp-snouted day frog (*Taudactylus acutirostris*): the first documented case of extinction by infection in a free-ranging wildlife species?. **EcoHealth**, v. 3, p. 35-40, mar 2006.

STUART, S. N. et al. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. **Science**, v. 306, p. 1783–1786, oct 2004.

STACHOWICZ, Izabela, et al. Venezuela's harmful mining activities grow. **Science**, v. 380, n. 6646, p. 699, 2023.

SVARTZ, Gabriela Veronica; PÉREZ–COLL, Cristina Silvia. Comparative toxicity of cypermethrin and a commercial formulation on *Rhinella arenarum* larval development (Anura: Bufonidae). **International Journal of Environment and Health**, v. 6, n. 4, p. 320-329, 2013.

TOLEDO, Osmar et al. Comparison of elevation-dependent warming and its drivers in the tropical and subtropical Andes. **Climate Dynamics**, p. 1-18, 2021.

TOLEDO, L. F. et al. A retrospective overview of amphibian declines in Brazil's Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 277, p. 109845, jan. 2023.

TZOULAS, Konstantinos, et al. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. **Landscape and urban planning**, vol. 81, no 3, p. 167-178, 2007.

UNEP-WCMC; **Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) and World Database on Other Effective Area-based Conservation Measures (WD-OECM)**. Disponible en: <www.protectedplanet.net>. Consultado: 7 mar. 2024.

U.S. Fish & Wildlife Service (FWS). Houston Toad Population Gets a Boost. Disponible en: <<https://fws.gov/story/2024-06/houston-toad-population-gets-boost>>. Consultado: 9 ago, 2024.

REVA (Rescate de Especies Venezolanas de Anfibios amenazados). **Revafrog**. consultado en: <https://revafrog.home.blog/home-page/>. Accesado: 13 sep, 2024.

VARGAS J., y E. LA MARCA. A new species of collared frog (Amphibia; Anura; Aromobatidae; *Mannophryne*) from the Andes of Trujillo state, Venezuela. **Herpetotropicos** 3(1): 51-57. 2006.

VALENCIA, L. M.; FONTE, L. F. M. Plan de Acción para la Conservación de la Rana Arlequín (*Atelopus*)(2021-2041). **Iniciativa de Supervivencia Atelopus**, 2021.

Venezuela - Datos de población del país, Enlaces y mapas. Disponible en: <http://www.geo-ref.net/sp/ven.htm>. Consultado: 17 abr. 2024.

VITALIS. **Situación Ambiental de Venezuela 2015: Balance Anual**. Editores y Compiladores: MARTÍNEZ, Z.; DÍAZ-MARTÍN, D.; LAMEDA CAMACARO, I.; MARÍÑEZ, F. 71 p. Disponible en: https://www.academia.edu/22812875/Situaci%C3%B3n_Ambiental_de_Venezuela_2015_Balance_Anual. Consultado: 15 sept. 2024.

WAKE, David B.; KOO, Michelle S. Amphibians. **Current Biology**, v. 28, n. 21, p. R1237-R1241, nov 2018.

WELLS, K. D. **The ecology and behavior of amphibians**. Chicago: University of Chicago Press, 2007.

WHILES, Matt R. et al. The effects of amphibian population declines on the structure and function of Neotropical stream ecosystems. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 4, n. 1, p. 27-34, 2006.

YAN, Yujuan, et al. Nature reserves and reforestation expend the potential habitats for endangered plants: A model study in Cangshan, China. **Journal for Nature Conservation**, v. 77, p. 126533, 2024.

APÉNDICES

Apéndice A - Lista de especies de *Amphibian Species of the World* para Venezuela (FROST, 2024). Total 349 especies, utilizadas en los análisis.

Nombre	Familia	Categoría
<i>Phyllomedusa venusta</i>	Phyllomedusidae	LC
<i>Stefania breweri</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Pristimantis longicarpus</i>	Strabomantidae	CR
<i>Pristimantis incertus</i>	Strabomantidae	LC
<i>Pristimantis fasciatus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Scinax boesemani</i>	Hylidae	LC
<i>Oreophrynella quelchii</i>	Bufoidea	VU
<i>Rhinella nattereri</i>	Bufoidea	LC
<i>Pseudis paradoxa</i>	Hylidae	LC
<i>Agalychnis medinae</i>	Phyllomedusidae	EN
<i>Aromobates ericksonae</i>	Aromobatidae	EN
<i>Rhaebo glaberrimus</i>	Bufoidea	LC
<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Hylidae	LC
<i>Scinax baumgardneri</i>	Hylidae	DD
<i>Pristimantis pruinatus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis marahuaka</i>	Strabomantidae	NT
<i>Boana punctata</i>	Hylidae	LC
<i>Allobates marchesianus</i>	Aromobatidae	LC
<i>Ceratophrys cornuta</i>	Ceratophryidae	LC
<i>Lithodytes lineatus</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Allobates femoralis</i>	Aromobatidae	LC
<i>Pristimantis jabonensis</i>	Strabomantidae	VU
<i>Adenomera andreae</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Pristimantis melanoproctus</i>	Strabomantidae	DD
<i>Hyloscirtus jahni</i>	Hylidae	VU
<i>Tachiramantis lassoalcalai</i>	Strabomantidae	VU

<i>Mannophryne herminae</i>	Aromobatidae	NT
<i>Hyalinobatrachium orocostale</i>	Centrolenidae	EN
<i>Pristimantis abakapa</i>	Strabomantidae	NT
<i>Pristimantis pariagnomus</i>	Strabomantidae	EN
<i>Mannophryne yustizi</i>	Aromobatidae	EN
<i>Anomaloglossus moffetti</i>	Aromobatidae	NT
<i>Boana benitezi</i>	Hylidae	LC
<i>Chiasmocleis hudsoni</i>	Microhylidae	LC
<i>Dendropsophus luteoocellatus</i>	Hylidae	LC
<i>Pipa pipa</i>	Pipidae	LC
<i>Leptodactylus lithonaetes</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Atelopus vogli</i>	Bufoidea	EX
<i>Anomaloglossus tepuyensis</i>	Aromobatidae	DD
<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	LC
<i>Mannophryne obliterata</i>	Aromobatidae	NT
<i>Physalaemus fischeri</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Hylidae	LC
<i>Flectonotus fitzgeraldi</i>	Hemiphractidae	LC
<i>Tachiramantis lentiginosus</i>	Strabomantidae	EN
<i>Anomaloglossus praderioi</i>	Aromobatidae	EN
<i>Allobates bromelicola</i>	Aromobatidae	VU
<i>Leptodactylus longirostris</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Dischidodactylus colonnelloi</i>	Craugastoridae	NT
<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	Phyllomedusidae	LC
<i>Leptodactylus turimiquensis</i>	Leptodactylidae	NT
<i>Oreophrynella vasquezii</i>	Bufoidea	VU
<i>Stefania marahuaquensis</i>	Hemiphractidae	NT
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	Phyllomedusidae	LC
<i>Caligophryne doylei</i>	Caligophrynidae	NO CONSTA
<i>Osteocephalus leprieurii</i>	Hylidae	LC
<i>Prostherapis dunni</i>	Aromobatidae	CR

<i>Leptodactylus sabanensis</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Pristimantis turik</i>	Strabomantidae	DD
<i>Hyalinobatrachium guairarepanense</i>	Centrolenidae	EN
<i>Synapturanus salseri</i>	Microhylidae	LC
<i>Cochranella duidaeana</i>	Centrolenidae	VU
<i>Leptodactylus magistris</i>	Leptodactylidae	CR
<i>Pristimantis nicefori</i>	Strabomantidae	LC
<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	Hylidae	LC
<i>Hyalinobatrachium durantii</i>	Centrolenidae	EN
<i>Pipa arrabali</i>	Pipidae	LC
<i>Allobates mandelorum</i>	Aromobatidae	EN
<i>Hyalinobatrachium mondolfii</i>	Centrolenidae	LC
<i>Hyalinobatrachium iaspidiense</i>	Centrolenidae	LC
<i>Stefania goini</i>	Hemiphractidae	NT
<i>Scarthyla vigilans</i>	Hylidae	LC
<i>Pristimantis thyellus</i>	Strabomantidae	CR
<i>Pristimantis vilarsi</i>	Strabomantidae	LC
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Aromobates zippeli</i>	Aromobatidae	CR
<i>Aromobates saltuensis</i>	Aromobatidae	EN
<i>Pristimantis pleurostriatus</i>	Strabomantidae	DD
<i>Mannophryne collaris</i>	Aromobatidae	EN
<i>Leptodactylus colombiensis</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Allobates humilis</i>	Aromobatidae	EN
<i>Leptodactylus petersii</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Hamptophryne boliviana</i>	Microhylidae	LC
<i>Ceuthomantis aracamuni</i>	Ceuthomantidae	VU
<i>Rhinella sternosignata</i>	Bufoidea	LC
<i>Boana rhythmica</i>	Hylidae	NT
<i>Centrolene altitudinalis</i>	Centrolenidae	EN
<i>Pristimantis cantitans</i>	Strabomantidae	NT

<i>Boana jimenezi</i>	Hylidae	LC
<i>Leptodactylus knudseni</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Stefania riveroi</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Trachycephalus vermiculatus</i>	Hylidae	LC
<i>Pithecopus hypochondrialis</i>	Phyllomedusidae	LC
<i>Atelopus sorianoi</i>	Bufoidea	CR
<i>Boana roraima</i>	Hylidae	LC
<i>Hyloscirtus platydactylus</i>	Hylidae	VU
<i>Oreophrynella macconnelli</i>	Bufoidea	VU
<i>Boana hobbsi</i>	Hylidae	LC
<i>Tachiramantis prolixodiscus</i>	Strabomantidae	LC
<i>Pristimantis yustizi</i>	Strabomantidae	VU
<i>Trachycephalus venezolanus</i>	Hylidae	LC
<i>Stefania oculosa</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Anomaloglossus murisipanensis</i>	Aromobatidae	VU
<i>Anomaloglossus breweri</i>	Aromobatidae	NT
<i>Tepuihyla luteolabris</i>	Hylidae	VU
<i>Centrolene daidalea</i>	Centrolenidae	LC
<i>Callimedusa tomopterna</i>	Phyllomedusidae	LC
<i>Atelopus mucubajensis</i>	Bufoidea	CR
<i>Hyalinobatrachium cappellei</i>	Centrolenidae	LC
<i>Mannophryne caquetio</i>	Aromobatidae	EN
<i>Pristimantis mondolfii</i>	Strabomantidae	DD
<i>Stefania percristata</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Boana xerophylla</i>	Hylidae	LC
<i>Pristimantis muchimuk</i>	Strabomantidae	VU
<i>Aromobates meridensis</i>	Aromobatidae	CR
<i>Pristimantis paramerus</i>	Strabomantidae	EN
<i>Pristimantis pedimontanus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Aromobates ornatissimus</i>	Aromobatidae	EN
<i>Dendropsophus marmoratus</i>	Hylidae	LC

<i>Atelopus chrysocorallus</i>	Bufoidea	CR
<i>Metaphryniscus sosai</i>	Bufoidea	NT
<i>Stefania scalae</i>	Hemiphractidae	LC
<i>Pristimantis stenodiscus</i>	Strabomantidae	CR
<i>Dendropsophus meridensis</i>	Hylidae	EN
<i>Rhaebo guttatus</i>	Bufoidea	LC
<i>Pseudopaludicola llanera</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Stefania lathropae</i>	Hemiphractidae	NO CONSTA
<i>Atelopus oxyrhynchus</i>	Bufoidea	CR
<i>Leptodactylus insularum</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Pristimantis telefericus</i>	Strabomantidae	CR
<i>Dischidodactylus duidensis</i>	Craugastoridae	NT
<i>Pristimantis reticulatus</i>	Strabomantidae	DD
<i>Hyalinobatrachium pallidum</i>	Centrolenidae	NT
<i>Scinax nebulosus</i>	Hylidae	LC
<i>Adelophryne gutturosa</i>	Eleutherodactylidae	LC
<i>Pseudopaludicola pusilla</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Rhinella sclerocephala</i>	Bufoidea	VU
<i>Pristimantis rozei</i>	Strabomantidae	DD
<i>Aromobates capurinensis</i>	Aromobatidae	DD
<i>Anomaloglossus verbeeksnyderorum</i>	Aromobatidae	LC
<i>Anomaloglossus shrevei</i>	Aromobatidae	NT
<i>Mannophryne riveroi</i>	Aromobatidae	EN
<i>Allobates algorei</i>	Aromobatidae	NT
<i>Boana tepuiana</i>	Hylidae	LC
<i>Aromobates walterarpi</i>	Aromobatidae	CR
<i>Dendropsophus yaracuyanensis</i>	Hylidae	EN
<i>Anomaloglossus wothuja</i>	Aromobatidae	LC
<i>Scinax ruber</i>	Hylidae	LC
<i>Pristimantis auricarens</i>	Strabomantidae	NT
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Leptodactylidae	LC

<i>Otophryne steyermarki</i>	Microhylidae	LC
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Scinax garbei</i>	Hylidae	LC
<i>Pristimantis avius</i>	Strabomantidae	DD
<i>Rhaebo nasicus</i>	Bufoidea	LC
<i>Ceuthomantis cavernibardus</i>	Ceuthomantidae	LC
<i>Mannophryne venezuelensis</i>	Aromobatidae	NT
<i>Pristimantis kareliae</i>	Strabomantidae	CR
<i>Rhinella marina</i>	Bufoidea	LC
<i>Myersiophyla neblinaria</i>	Hylidae	LC
<i>Pleurodema brachyops</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Gastrotheca williamsoni</i>	Hemiphractidae	DD
<i>Pristimantis memorans</i>	Strabomantidae	DD
<i>Mannophryne trujillensis</i>	Aromobatidae	EN
<i>Aromobates haydeeeae</i>	Aromobatidae	CR
<i>Mannophryne lamarcai</i>	Aromobatidae	EN
<i>Mannophryne urticans</i>	Aromobatidae	NT
<i>Scinax rostratus</i>	Hylidae	LC
<i>Pristimantis jamescameroni</i>	Strabomantidae	CR
<i>Aromobates nocturnus</i>	Aromobatidae	CR
<i>Leptodactylus rugosus</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Rhinella merianae</i>	Bufoidea	LC
<i>Pristimantis riveroi</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis rhizophilus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Atelopus tamaense</i>	Bufoidea	CR
<i>Vitreorana gorzulae</i>	Centrolenidae	LC
<i>Hyloscirtus lascinius</i>	Hylidae	LC
<i>Hyalinobatrachium tatayoi</i>	Centrolenidae	LC
<i>Elachistocleis pearsei</i>	Microhylidae	LC
<i>Gastrotheca nicefori</i>	Hemiphractidae	LC
<i>Mannophryne phylidros</i>	Aromobatidae	NO CONSTA

<i>Phyllomedusa trinitatis</i>	Phyllomedusidae	LC
<i>Anomaloglossus triunfo</i>	Aromobatidae	DD
<i>Pristimantis briceni</i>	Strabomantidae	EN
<i>Mannophryne neblina</i>	Aromobatidae	CR
<i>Dendropsophus amicornum</i>	Hylidae	CR
<i>Physalaemus cuvieri</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Atelopus cruciger</i>	Bufoidea	CR
<i>Allophryne ruthveni</i>	Allophrynidae	LC
<i>Atelopus pinangoi</i>	Bufoidea	CR
<i>Aromobates leopardalis</i>	Aromobatidae	CR
<i>Oreophrynella nigra</i>	Bufoidea	VU
<i>Pristimantis boconoensis</i>	Strabomantidae	VU
<i>Cryptobatrachus pedroruizi</i>	Hemiphractidae	EN
<i>Boana wavrini</i>	Hylidae	LC
<i>Leptodactylus guianensis</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Aromobates mayorgai</i>	Aromobatidae	EN
<i>Pristimantis guaiquinimensis</i>	Strabomantidae	NT
<i>Boana multifasciata</i>	Hylidae	LC
<i>Mannophryne larandina</i>	Aromobatidae	DD
<i>Pristimantis rivasi</i>	Strabomantidae	VU
<i>Stefania tamacuarina</i>	Hemiphractidae	DD
<i>Boana cinerascens</i>	Hylidae	LC
<i>Flectonotus pygmaeus</i>	Hemiphractidae	LC
<i>Boana pugnax</i>	Hylidae	LC
<i>Stefania ginesi</i>	Hemiphractidae	NT
<i>Mannophryne vulcano</i>	Aromobatidae	NT
<i>Gastrotheca helenae</i>	Hemiphractidae	EN
<i>Vitreorana helenae</i>	Centrolenidae	VU
<i>Allobates caribe</i>	Aromobatidae	CR
<i>Hyalinobatrachium ibama</i>	Centrolenidae	LC
<i>Scinax danae</i>	Hylidae	DD

<i>Hyalinobatrachium taylori</i>	Centrolenidae	LC
<i>Pristimantis sarisarinama</i>	Strabomantidae	NT
<i>Myersiophyla inparquesi</i>	Hylidae	NT
<i>Tepuihyla aecii</i>	Hylidae	NT
<i>Pristimantis flabellidiscus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis pulvinatus</i>	Strabomantidae	LC
<i>Hyalinobatrachium orientale</i>	Centrolenidae	VU
<i>Mannophryne orellana</i>	Aromobatidae	EN
<i>Pseudopaludicola boliviana</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Synapturanus mesomorphus</i>	Microhylidae	NO CONSTA
<i>Dendropsophus sarayacuensis</i>	Hylidae	LC
<i>Allobates pittieri</i>	Aromobatidae	LC
<i>Pristimantis aureoventris</i>	Strabomantidae	EN
<i>Tepuihyla rodriguezi</i>	Hylidae	NT
<i>Dendropsophus mathiassoni</i>	Hylidae	LC
<i>Boana gracilis</i>	Hylidae	NO CONSTA
<i>Espadarana andina</i>	Centrolenidae	LC
<i>Pristimantis culatensis</i>	Strabomantidae	EN
<i>Cochranella riveroi</i>	Centrolenidae	VU
<i>Celsiella vozmedianoii</i>	Centrolenidae	EN
<i>Phyllomedusa tarsius</i>	Phyllomedusidae	LC
<i>Allobates undulatus</i>	Aromobatidae	VU
<i>Boana boans</i>	Hylidae	LC
<i>Boana ornatissima</i>	Hylidae	LC
<i>Dendrobates leucomelas</i>	Dendrobatidae	LC
<i>Pristimantis anotis</i>	Strabomantidae	CR
<i>Celsiella revocata</i>	Centrolenidae	VU
<i>Otophryne robusta</i>	Microhylidae	LC
<i>Boana lemai</i>	Hylidae	LC
<i>Elachistocleis nigrogularis</i>	Microhylidae	LC
<i>Osteocephalus taurinus</i>	Hylidae	LC

<i>Pristimantis colostichos</i>	Strabomantidae	EN
<i>Scinax exiguus</i>	Hylidae	LC
<i>Rhinella horribilis</i>	Bufoidea	LC
<i>Pristimantis yaviensis</i>	Strabomantidae	NT
<i>Pristimantis lancinii</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis turumiquirensis</i>	Strabomantidae	CR
<i>Centrolene notosticta</i>	Centrolenidae	LC
<i>Hyalinobatrachium mesai</i>	Centrolenidae	DD
<i>Pristimantis hoogmoedi</i>	Strabomantidae	CR
<i>Dendropsophus parviceps</i>	Hylidae	LC
<i>Pristimantis yukpa</i>	Strabomantidae	LC
<i>Engystomops pustulosus</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Vitreorana castroviejo</i>	Centrolenidae	EN
<i>Mannophryne molinai</i>	Aromobatidae	EN
<i>Anomaloglossus tamacuarensis</i>	Aromobatidae	LC
<i>Scinax kennedyi</i>	Hylidae	LC
<i>Aromobates orostoma</i>	Aromobatidae	CR
<i>Oreophrynella huberi</i>	Bufoidea	VU
<i>Mannophryne cordilleriana</i>	Aromobatidae	VU
<i>Aromobates serranus</i>	Aromobatidae	CR
<i>Lithobates palmipes</i>	Ranidae	LC
<i>Phytotriades auratus</i>	Hylidae	EN
<i>Scinax manriquei</i>	Hylidae	NT
<i>Dendropsophus minutus</i>	Hylidae	LC
<i>Pristimantis ginesi</i>	Strabomantidae	VU
<i>Ameerega trivittata</i>	Dendrobatidae	LC
<i>Tepuihyla exophthalma</i>	Hylidae	LC
<i>Scinax wandae</i>	Hylidae	LC
<i>Elachistocleis surinamensis</i>	Microhylidae	LC
<i>Pristimantis ameliae</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis marmoratus</i>	Strabomantidae	LC

<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Boana lanciformis</i>	Hylidae	LC
<i>Oreophrynella cryptica</i>	Bufoidea	NT
<i>Rhinella beebei</i>	Bufoidea	LC
<i>Aromobates cannatellai</i>	Aromobatidae	CR
<i>Leptodactylus bolivianus</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Boana sibleszi</i>	Hylidae	LC
<i>Pristimantis yuruaniensis</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis geminus</i>	Strabomantidae	EN
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Stefania satelles</i>	Hemiphractidae	NT
<i>Strabomantis biporcatus</i>	Strabomantidae	LC
<i>Stefania riae</i>	Hemiphractidae	NT
<i>Otophryne pyburni</i>	Microhylidae	LC
<i>Gastrotheca ovifera</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Anomaloglossus roraima</i>	Aromobatidae	EN
<i>Gastrotheca walkeri</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Atelopus carbonerensis</i>	Bufoidea	CR
<i>Scinax x-signatus</i>	Hylidae	LC
<i>Myersiohyla loveridgei</i>	Hylidae	NT
<i>Pipa parva</i>	Pipidae	LC
<i>Pristimantis bicumulus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis vanadise</i>	Strabomantidae	EN
<i>Ameerega hahneli</i>	Dendrobatidae	LC
<i>Minyobates steyermarki</i>	Dendrobatidae	CR
<i>Myersiohyla chamaeleo</i>	Hylidae	NT
<i>Boana platanera</i>	Hylidae	LC
<i>Aromobates durantii</i>	Aromobatidae	CR
<i>Myersiohyla aromatica</i>	Hylidae	VU
<i>Leptodactylus diedrus</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Pristimantis gryllus</i>	Strabomantidae	NT

<i>Tepuihyla obscura</i>	Hylidae	EN
<i>Osteocephalus vilarsi</i>	Hylidae	LC
<i>Mannophryne speeri</i>	Aromobatidae	CR
<i>Adelastes hylonomos</i>	Microhylidae	LC
<i>Anomaloglossus parkerae</i>	Aromobatidae	DD
<i>Leptodactylus poecilochilus</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Hyalinobatrachium fragile</i>	Centrolenidae	NT
<i>Amazophrynella minuta</i>	Bufoidea	LC
<i>Ceuthomantis duellmani</i>	Ceuthomantidae	NT
<i>Ameerega picta</i>	Dendrobatidae	LC
<i>Vitreorana antisthenesi</i>	Centrolenidae	VU
<i>Phyllomedusa neildi</i>	Phyllomedusidae	DD
<i>Aromobates alboguttatus</i>	Aromobatidae	CR
<i>Anomaloglossus rufulus</i>	Aromobatidae	NT
<i>Dendropsophus battersbyi</i>	Hylidae	DD
<i>Leptodactylus fragilis</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Boana alemani</i>	Hylidae	DD
<i>Leptodactylus riveroi</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Aromobates tokuko</i>	Aromobatidae	VU
<i>Hyloscirtus japreria</i>	Hylidae	EN
<i>Leptodactylus validus</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	Leptodactylidae	LC
<i>Rhaebo ceratophrys</i>	Bufoidea	LC
<i>Dendropsophus pelidnus</i>	Hylidae	NT
<i>Anomaloglossus parimae</i>	Aromobatidae	DD
<i>Pristimantis tubernasus</i>	Strabomantidae	DD
<i>Aromobates molinari</i>	Aromobatidae	CR
<i>Anomaloglossus ayarzaguenai</i>	Aromobatidae	VU
<i>Pristimantis nubisilva</i>	Strabomantidae	EN
<i>Rhaebo haematiticus</i>	Bufoidea	LC
<i>Boana calcarata</i>	Hylidae	LC

<i>Anomaloglossus guanayensis</i>	Aromobatidae	NT
<i>Tepuihyla edelcae</i>	Hylidae	LC
<i>Rhinella acutirostris</i>	Bufoidea	LC
<i>Ctenophryne geayi</i>	Microhylidae	LC
<i>Pristimantis imthurni</i>	Strabomantidae	CR
<i>Mannophryne leonardo</i>	Aromobatidae	NT
<i>Stefania schuberti</i>	Hemiphraetidae	NT
<i>Allobates sanmartini</i>	Aromobatidae	DD
<i>Pristimantis conservatio</i>	Strabomantidae	DD
<i>Osteocephalus helenae</i>	Hylidae	LC
<i>Dendropsophus minusculus</i>	Hylidae	LC
<i>Centrolene venezuelense</i>	Centrolenidae	LC
<i>Ceratophrys calcarata</i>	Ceratophryidae	LC

Apéndice B - Lista de especies introducidas o con presencia controversial en Venezuela (FROST, 2024).

Número	Especies	Categoría
1	<i>Eleutherodactylus johnstonei</i>	Introducida
2	<i>Aquarana catesbeiana</i>	Introducida
3	<i>Pipa parva</i>	Introducida
4	<i>Tachiramantis douglasi</i>	Presencia Controversial
5	<i>Strabomantis ingeri</i>	Presencia Controversial
6	<i>Rhinella martyi</i>	Presencia Controversial
7	<i>Vitreorana ritae</i>	Presencia Controversial
8	<i>Hyloxalus fuliginosus</i>	Presencia Controversial
9	<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	Presencia Controversial
10	<i>Osteocephalus oophagus</i>	Presencia Controversial
11	<i>Scinax lindsayi</i>	Presencia Controversial
12	<i>Trachycephalus cunauaru</i>	Presencia Controversial
13	<i>Trachycephalus resinifictrix</i>	Presencia Controversial
14	<i>Physalaemus ephippifer</i>	Presencia Controversial
15	<i>Adenomera simonstuarti</i>	Presencia Controversial
16	<i>Pipa snethlageae</i>	Presencia Controversial

Apéndice C - Lista de especies amenazadas para Venezuela según la IUCN, 2024. Total de 122 especies.

Nombre	Familia	Categoría
<i>Aromobates ericksonae</i>	Aromobatidae	EN
<i>Mannophryne yustizi</i>	Aromobatidae	EN
<i>Anomaloglossus praderioi</i>	Aromobatidae	EN
<i>Allobates bromelicola</i>	Aromobatidae	VU
<i>Prostherapis dunni</i>	Aromobatidae	CR
<i>Allobates mandelorum</i>	Aromobatidae	EN
<i>Aromobates zippeli</i>	Aromobatidae	CR
<i>Aromobates saltuensis</i>	Aromobatidae	EN
<i>Mannophryne collaris</i>	Aromobatidae	EN
<i>Allobates humilis</i>	Aromobatidae	EN
<i>Anomaloglossus murisipanensis</i>	Aromobatidae	VU
<i>Mannophryne caquetio</i>	Aromobatidae	EN
<i>Aromobates meridensis</i>	Aromobatidae	CR
<i>Aromobates ornatissimus</i>	Aromobatidae	EN
<i>Mannophryne riveroi</i>	Aromobatidae	EN
<i>Aromobates waltherarpi</i>	Aromobatidae	CR
<i>Mannophryne trujillensis</i>	Aromobatidae	EN
<i>Aromobates haydeeeae</i>	Aromobatidae	CR
<i>Mannophryne lamarcai</i>	Aromobatidae	EN
<i>Aromobates nocturnus</i>	Aromobatidae	CR
<i>Mannophryne neblina</i>	Aromobatidae	CR
<i>Aromobates leopardalis</i>	Aromobatidae	CR
<i>Aromobates mayorgai</i>	Aromobatidae	EN
<i>Allobates caribe</i>	Aromobatidae	CR
<i>Mannophryne orellana</i>	Aromobatidae	EN
<i>Allobates undulatus</i>	Aromobatidae	VU
<i>Mannophryne molinai</i>	Aromobatidae	EN
<i>Aromobates orostoma</i>	Aromobatidae	CR
<i>Mannophryne cordilleriana</i>	Aromobatidae	VU
<i>Aromobates serranus</i>	Aromobatidae	CR

<i>Aromobates cannatellai</i>	Aromobatidae	CR
<i>Anomaloglossus roraima</i>	Aromobatidae	EN
<i>Aromobates durantei</i>	Aromobatidae	CR
<i>Mannophryne speeri</i>	Aromobatidae	CR
<i>Aromobates alboguttatus</i>	Aromobatidae	CR
<i>Aromobates tokuko</i>	Aromobatidae	VU
<i>Aromobates molinarii</i>	Aromobatidae	CR
<i>Anomaloglossus ayarzaguenai</i>	Aromobatidae	VU
<i>Oreophrynella quelchii</i>	Bufoidea	VU
<i>Atelopus vogli</i>	Bufoidea	EX
<i>Oreophrynella vasquezii</i>	Bufoidea	VU
<i>Atelopus sorianoi</i>	Bufoidea	CR
<i>Oreophrynella macconnelli</i>	Bufoidea	VU
<i>Atelopus mucubajensis</i>	Bufoidea	CR
<i>Atelopus chrysocorallus</i>	Bufoidea	CR
<i>Atelopus oxyrhynchus</i>	Bufoidea	CR
<i>Rhinella sclerocephala</i>	Bufoidea	VU
<i>Atelopus tamaense</i>	Bufoidea	CR
<i>Atelopus cruciger</i>	Bufoidea	CR
<i>Atelopus pinangoi</i>	Bufoidea	CR
<i>Oreophrynella nigra</i>	Bufoidea	VU
<i>Oreophrynella huberi</i>	Bufoidea	VU
<i>Atelopus carbonerensis</i>	Bufoidea	CR
<i>Hyalinobatrachium orcostale</i>	Centrolenidae	EN
<i>Hyalinobatrachium guairarepanense</i>	Centrolenidae	EN
<i>Cochranella duidaeana</i>	Centrolenidae	VU
<i>Hyalinobatrachium durantei</i>	Centrolenidae	EN
<i>Centrolene altitudinalis</i>	Centrolenidae	EN
<i>Vitreorana helenae</i>	Centrolenidae	VU
<i>Hyalinobatrachium orientale</i>	Centrolenidae	VU
<i>Cochranella riveroi</i>	Centrolenidae	VU
<i>Celsiella vozmedianoii</i>	Centrolenidae	EN

<i>Celsiella revocata</i>	Centrolenidae	VU
<i>Vitreorana castroviejo</i>	Centrolenidae	EN
<i>Vitreorana antisthenesi</i>	Centrolenidae	VU
<i>Ceuthomantis aracamuni</i>	Ceuthomantidae	VU
<i>Minyobates steyermarki</i>	Dendrobatidae	CR
<i>Stefania breweri</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Stefania riveroi</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Stefania oculosa</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Stefania percristata</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Cryptobatrachus pedroruizi</i>	Hemiphractidae	EN
<i>Gastrotheca helenae</i>	Hemiphractidae	EN
<i>Gastrotheca ovifera</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Gastrotheca walkeri</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Hyloscirtus jahni</i>	Hylidae	VU
<i>Hyloscirtus platydactylus</i>	Hylidae	VU
<i>Tepuihyla luteolabris</i>	Hylidae	VU
<i>Dendropsophus meridensis</i>	Hylidae	EN
<i>Dendropsophus yaracuyan</i>	Hylidae	EN
<i>Dendropsophus amicornum</i>	Hylidae	CR
<i>Phytotriades auratus</i>	Hylidae	EN
<i>Myersiohyla aromatica</i>	Hylidae	VU
<i>Tepuihyla obscura</i>	Hylidae	EN
<i>Hyloscirtus japreria</i>	Hylidae	EN
<i>Leptodactylus magistris</i>	Leptodactylidae	CR
<i>Agalychnis medinae</i>	Phyllomedusidae	EN
<i>Pristimantis longicarpus</i>	Strabomantidae	CR
<i>Pristimantis fasciatus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis pruinus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis jaboronensis</i>	Strabomantidae	VU
<i>Tachiramantis lassoalcalai</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis pariagnomus</i>	Strabomantidae	EN
<i>Tachiramantis lentiginosus</i>	Strabomantidae	EN

<i>Pristimantis thyellus</i>	Strabomantidae	CR
<i>Pristimantis yustizi</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis muchimuk</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis paramerus</i>	Strabomantidae	EN
<i>Pristimantis pedimontanus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis stenodiscus</i>	Strabomantidae	CR
<i>Pristimantis telefericus</i>	Strabomantidae	CR
<i>Pristimantis kareliae</i>	Strabomantidae	CR
<i>Pristimantis jamescameroni</i>	Strabomantidae	CR
<i>Pristimantis rhigophilus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis briceni</i>	Strabomantidae	EN
<i>Pristimantis boconoensis</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis rivasi</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis flabellidiscus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis aureoventris</i>	Strabomantidae	EN
<i>Pristimantis culatensis</i>	Strabomantidae	EN
<i>Pristimantis anotis</i>	Strabomantidae	CR
<i>Pristimantis colostichos</i>	Strabomantidae	EN
<i>Pristimantis lancinii</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis turumiquirensis</i>	Strabomantidae	CR
<i>Pristimantis hoogmoedi</i>	Strabomantidae	CR
<i>Pristimantis ginesi</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis yuruaniensis</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis geminus</i>	Strabomantidae	EN
<i>Pristimantis bicumulus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Pristimantis vanadise</i>	Strabomantidae	EN
<i>Pristimantis nubisilva</i>	Strabomantidae	EN
<i>Pristimantis imthurni</i>	Strabomantidae	CR

Apéndice D - Lista de especies con datos deficientes (DD) para Venezuela según la IUCN, 2024. Total de 27 especies.

Nombre	Familia	Categoría
<i>Anomaloglossus tepuyensis</i>	Aromobatidae	DD
<i>Aromobates capurinensis</i>	Aromobatidae	DD
<i>Anomaloglossus triunfo</i>	Aromobatidae	DD
<i>Mannophryne larandina</i>	Aromobatidae	DD
<i>Anomaloglossus parkerae</i>	Aromobatidae	DD
<i>Anomaloglossus parimae</i>	Aromobatidae	DD
<i>Allobates sanmartini</i>	Aromobatidae	DD
<i>Hyalinobatrachium mesai</i>	Centrolenidae	DD
<i>Gastrotheca williamsoni</i>	Hemiphractidae	DD
<i>Stefania tamacuarina</i>	Hemiphractidae	DD
<i>Scinax baumgardneri</i>	Hylidae	DD
<i>Scinax danae</i>	Hylidae	DD
<i>Dendropsophus battersbyi</i>	Hylidae	DD
<i>Boana alemani</i>	Hylidae	DD
<i>Phyllomedusa neildi</i>	Phyllomedusidae	DD
<i>Pristimantis melanoproctus</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis turik</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis pleurostriatus</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis mondolfii</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis reticulatus</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis rozei</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis avius</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis memorans</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis riveroi</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis ameliae</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis tubernus</i>	Strabomantidae	DD
<i>Pristimantis conservatio</i>	Strabomantidae	DD

Apéndice E - Especies con áreas de distribución creadas, no disponibles en la IUCN.

Nombre	Familia	Categoría
<i>Anomaloglossus parimae</i>	Aromobatidae	DD
<i>Boana gracilis</i>	Hylidae	NO CONSTA
<i>Boana multifasciata</i>	Hylidae	LC
<i>Boana raniceps</i>	Hylidae	LC
<i>Caligophryne doylei</i>	Caligophrynidae	NO CONSTA
<i>Dendropsophus mathiassoni</i>	Hylidae	LC
<i>Mannophryne phylidros</i>	Aromobatidae	NO CONSTA
<i>Pristimantis incertus</i>	Strabomantidae	LC
<i>Stefania lathropae</i>	Hemiphractidae	NO CONSTA
<i>Synapturanus mesomorphus</i>	Microhylidae	NO CONSTA

Apéndice F - Especies con área de distribución ausente en ABRAE. Total: 5 especies.

Nombre	Familia	Categoría
<i>Stefania riveroi</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Aromobates capurinensis</i>	Aromobatidae	DD
<i>Aromobates cannatellai</i>	Aromobatidae	CR
<i>Pristimantis yuruaniensis</i>	Strabomantidae	VU
<i>Mannophryne speeri</i>	Aromobatidae	CR

Apéndice G - Especies fuera de áreas de protección categoría II y III. Total: 19 especies.

Nombre	Familia	Categoría
<i>Phyllomedusa venusta</i>	Phyllomedusidae	LC
<i>Allobates femoralis</i>	Aromobatidae	LC
<i>Pristimantis turik</i>	Strabomantidae	DD
<i>Leptodactylus magistris</i>	Leptodactylidae	CR
<i>Allobates mandelorum</i>	Aromobatidae	EN
<i>Stefania riveroi</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Scinax nebulosus</i>	Hylidae	LC

<i>Aromobates capurinensis</i>	Aromobatidae	DD
<i>Mannophryne trujillensis</i>	Aromobatidae	EN
<i>Mannophryne lamarcai</i>	Aromobatidae	EN
<i>Anomaloglossus triunfo</i>	Aromobatidae	DD
<i>Dendropsophus amicornum</i>	Hylidae	CR
<i>Pristimantis turumiquirensis</i>	Strabomantidae	CR
<i>Ameerega trivittata</i>	Dendrobatidae	LC
<i>Aromobates cannatellai</i>	Aromobatidae	CR
<i>Pristimantis yuruaniensis</i>	Strabomantidae	VU
<i>Mannophryne speeri</i>	Aromobatidae	CR
<i>Ameerega picta</i>	Dendrobatidae	LC
<i>Osteocephalus helenae</i>	Hylidae	LC

Apéndice H - Especies fuera de áreas de protección categoría II. Total: 30 especies.

Nombre	Familia	Categoría
<i>Phyllomedusa venusta</i>	Phyllomedusidae	LC
<i>Stefania breweri</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Pristimantis pruinatus</i>	Strabomantidae	VU
<i>Allobates femoralis</i>	Aromobatidae	LC
<i>Hyalinobatrachium orcostale</i>	Centrolenidae	EN
<i>Oreophrynella vasquezii</i>	Bufonidae	VU
<i>Pristimantis turik</i>	Strabomantidae	DD
<i>Leptodactylus magistris</i>	Leptodactylidae	CR
<i>Allobates mandelorum</i>	Aromobatidae	EN
<i>Pristimantis cantitans</i>	Strabomantidae	NT
<i>Stefania riveroi</i>	Hemiphractidae	VU
<i>Scinax nebulosus</i>	Hylidae	LC
<i>Aromobates capurinensis</i>	Aromobatidae	DD
<i>Anomaloglossus verbeeksnyderorum</i>	Aromobatidae	LC
<i>Anomaloglossus wothuja</i>	Aromobatidae	LC

<i>Mannophryne trujillensis</i>	Aromobatidae	EN
<i>Mannophryne lamarcai</i>	Aromobatidae	EN
<i>Anomaloglossus triunfo</i>	Aromobatidae	DD
<i>Dendropsophus amicum</i>	Hylidae	CR
<i>Allobates undulatus</i>	Aromobatidae	VU
<i>Pristimantis yaviensis</i>	Strabomantidae	NT
<i>Pristimantis turumiquirensis</i>	Strabomantidae	CR
<i>Ameerega trivittata</i>	Dendrobatidae	LC
<i>Aromobates cannatellai</i>	Aromobatidae	CR
<i>Pristimantis yuruaniensis</i>	Strabomantidae	VU
<i>Mannophryne speeri</i>	Aromobatidae	CR
<i>Ameerega picta</i>	Dendrobatidae	LC
<i>Anomaloglossus guanayensis</i>	Aromobatidae	NT
<i>Pristimantis conservatio</i>	Strabomantidae	DD
<i>Osteocephalus helenae</i>	Hylidae	LC

Apéndice I - Mapa de regiones con mayor riqueza de anuros.

