

Posibles efectos del Cambio Climático en los anfibios de la Amazonía Ecuatoriana

Belén Flores Andrade ¹  Miguel Verdezoto Carvajal ¹  Jefferson Simbaña Punina ¹ 

Isabel Domínguez-Gaibor ^{1,2}  

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, El Coca EC220001, Ecuador;

² Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo – GIADE, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

 Correspondencia: norma.dominguez@esPOCH.edu.ec  + 593 99 905 7885

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj51006>

Resumen: El cambio climático es una de las principales amenazas para la biodiversidad a nivel global, la región amazónica a pesar de ser uno de los reguladores más importantes del clima, se encuentra altamente amenazada. El objetivo de esta investigación fue analizar los posibles impactos del cambio climático sobre los anfibios en la Amazonía ecuatoriana, a través de la recopilación y análisis de bibliografía científica especializada. Además, se describió la biodiversidad, características biológicas, estado de conservación; y principales amenazas del cambio climático a este grupo. Dentro de los resultados obtenidos se ha evidenciado un alto grado de vulnerabilidad y respuesta de los anfibios frente a esta amenaza, provocando en algunos casos la declinación y extinción de especies, debido a que interfiere y altera sus ciclos reproductivos y microhábitats. Finalmente, se presentan estrategias que permitan mitigar estos efectos del cambio climático y se concluye con la necesidad de establecer políticas, definir áreas y hábitats propicios para su conservación, de tal manera que faciliten la resiliencia de estas especies frente al cambio climático.

Palabras claves: Biodiversidad; región amazónica; amenazas; calentamiento global; resiliencia.

Possible effects of climate change on amphibians amphibians of the Ecuadorian Amazon

Abstract: Climate change is one of the main threats to biodiversity globally, the Amazon region despite being one of the most important climate regulators, is highly threatened. The objective of this research was to analyze the possible impacts of climate change on amphibians in the Ecuadorian Amazon, through the compilation and analysis of specialized scientific literature. In addition, the biodiversity, biological characteristics, conservation status, and main threats of climate change to

this group were described. Among the results obtained, a high degree of vulnerability and response of amphibians to this threat has been evidenced, causing in some cases the decline and extinction of species, because it interferes and alters their reproductive cycles and microhabitats. Finally, we present strategies to mitigate the effects of climate change and



Cita: Flores Andrade, B., Verdezoto Carvajal, M., Simbaña Punina, J., & Domínguez-Gaibor, I. (2022). No Title. Green World Journal, 5(1), 006.
<https://doi.org/10.53313/gwj51006>

Received: 02/January/2022
Accepted: 10/February/2022
Published: 15/February /2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

conclude with the need to establish policies, define areas and habitats conducive to their conservation, in order to facilitate the resilience of these species in the face of climate change.

Keywords: Biodiversity; Amazon region; threats; global warming; resilience.

1. Introducción

El planeta Tierra está en permanente cambio de manera natural desde sus orígenes, esto se evidencia en todos los períodos, eras geológicas y evolución de las especies [1]. Sin embargo, existen amenazas que aceleran estos procesos de manera drástica, afectando a los recursos naturales y modificando diversos ecosistemas, que han ido desapareciendo con el paso del tiempo, lo cual se atribuye en gran medida al Cambio Climático (CC) [2,3]. El CC, altera la temperatura global y se manifiesta en los patrones de precipitación, el alza continua del nivel del mar, la reducción de la criósfera y la acentuación de los patrones de fenómenos climáticos [2,3]. En este sentido, el CC, se define como un cambio y alteración del clima, donde su principal causa son las actividades humanas que generan emisiones de gases de efecto invernadero y causan un impacto negativo para el planeta [4].

El CC tiene desenlaces importantes en varias esferas biológicas, especialmente a nivel de especies, provocando modificaciones en las características fisiológicas, distribución geográfica, abundancia, eventos periódicos, padecimiento de enfermedades, tasas de supervivencia, mortalidad de un organismo y pérdida de especies [5]. Adicional, la variación de temperatura sobre los patrones de precipitación provocan la aparición temprana de insectos, alterando su composición [6]. De la misma manera incide en los reptiles, que son sensibles a las temperaturas ambientales, tal es el caso de las tortugas, que durante la incubación de los huevos, afecta a la proporción de sexos al nacer [7]. Así también, incide en el deterioro de los ecosistemas y la alteración de la dinámica de poblaciones, principalmente en algunos tipos de peces, moluscos y mamíferos acuáticos [8,9]. A nivel biogeográfico, poblaciones de los trópicos como las aves migratorias también se ven afectadas, debido a las variaciones de temperatura, ya que se modifica el período de migración hacia las zonas templadas [10].

Otro grupo fundamental y mayormente amenazado por el CC, son los anfibios, ya que son especies ectotermos, aptos a cambios en el medio externo, por lo que la temperatura ambiental influye directamente sobre sus diversos procesos fisiológicos [11]. Estos cuentan con ciclos de vida en los que son indispensables entornos con mayor o menor disponibilidad de agua, por lo que se les considera un excelente indicador de calidad ambiental, participando en muchos papeles funcionales, tanto en los ecosistemas acuáticos como en los terrestres, inclusive brindan un valor cultural y económico significativo a la sociedad humana [12–14]. Con lo descrito anteriormente, se puede mencionar que muchas poblaciones de anfibios han disminuido paulatinamente y sufrido varias limitaciones en su distribución [15]. Por ejemplo, la influencia del hongo quitrido que parasita a ciertas especies de anfibios como la rana dorada, la rana toro y la rana arlequín [16]. De la misma forma, la destrucción del hábitat y la incorporación de especies ajenas consideradas invasoras en ciertas zonas conforman una amenaza, especialmente en áreas protegidas [17]. En consecuencia, la disminución de anfibios es considerada como una emergencia ecológica progresiva, creyendo que más de una docena de especies de anfibios se han extinguido recientemente, desencadenando una particular preocupación por esta especie [18].

Esta problemática mundial se ve reflejada también en América Latina, que es el hogar de una gran variedad de aves, anfibios, mamíferos, reptiles, peces y plantas, ya que alberga a tres de los cinco principales países con mayor cantidad de biodiversidad [19]. Sin embargo, la destrucción de hábitats y la degradación de suelos es cada vez más crítica en esta región, donde se registra una reducción de especies en un 94% en los últimos 46 años [20]. Dentro de este marco, ranas, sapos

y salamandras sufren más la pérdida y fragmentación del hábitat que otros animales más grandes incluidas las aves, a esto se suma las enfermedades, contaminación y el CC, haciéndolos más vulnerables [21]. De las 6.425 especies de anfibios cuyo riesgo de extinción ha sido evaluado en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 1.961, es decir el 30% de ellas están en riesgo de extinguirse [22]. Así por ejemplo, entre las especies ya extintas se encuentran el sapo de Monteverde (*Incilius periglenes*) propio del bosque de Monteverde en Costa Rica, la *Rhinella Rostrata* que habitaba a 2470 m de altitud en Mesopotamia, Colombia y la espléndida rana venenosa (*Oophaga speciosa*), endémica del oeste de Panamá [23–25].

En Ecuador no es la excepción, a pesar de ser uno de los países privilegiados debido a que alberga a la tercera anfibiofauna más numerosa a nivel mundial con un total de 653 especies, cuenta con la abundancia más alta por unidad de área (~2590 especies por cada millón de km²), lo cual lo convierte en la región del planeta con la concentración más variada de ranas y sapos [26]. No obstante, es uno de los países más afectados por las declinaciones y extinciones poblacionales, ocupando el tercer lugar a nivel mundial, casi un tercio de los anfibios ecuatorianos están en peligro de extinción [27]. Al mismo tiempo, son amenazados por presiones antrópicas ejercidas sobre los ecosistemas, tal es el caso de los bosques tropicales y valles interandinos, que albergan una importante diversidad y endemismo de este grupo [28].

Dentro de este contexto, la Amazonía Ecuatoriana cuenta con un área aproximada de 120.000 Km² y se distingue por un clima tropical muy húmedo durante todo el año, debido a la retención de humedad por los grandes bosques amazónicos, con una temperatura promedio de 24–25 °C, se caracteriza por ser uno de los principales hábitats de este grupo, con un total de 384 especies [29,30]. En este contexto, el Ecuador cuenta con 268 especies de anfibios endémicos, de los cuales 157 habitan en la región Amazónica [30]. Sin embargo, a pesar de que la Amazonía es un territorio extenso y con abundante riqueza biótica y abiótica, que les permite a los anfibios tener un desarrollo óptimo, no se escapa de la intervención del ser humano, por lo que enfrentan la pérdida del hábitat, debido al uso irracional de los recursos que se encuentran en esta región [31]. Además, la presencia de incendios forestales y la contaminación del agua a través de la explotación minera, contribuyen al CC, lo que representa un punto débil para mantener este equilibrio ecológico [31]. Es así que la amenaza más visible es el CC, puesto que el nivel de la tala de árboles aumenta significativamente, por lo que se estima que la destrucción de hábitats tendrá efectos irreversibles y desastrosos para las especies con rango pequeño de distribución y baja tolerancia al deterioro de su entorno [32].

El objetivo de la presente investigación fue analizar los posibles impactos del CC sobre los anfibios de la Amazonía ecuatoriana, así también se evaluaron las principales especies de anfibios que son mayormente afectadas por el CC. Finalmente, se reúnen elementos necesarios para establecer recomendaciones y estrategias que permitirán mitigar el impacto del CC sobre las especies de anfibios en la Amazonía Ecuatoriana. Esta investigación

se llevó a cabo sobre la base de una revisión bibliográfica de documentos (libros, artículos científicos, tesis, manuales e informes oficiales), que se analizaron en tres niveles: (Figura 1): 1) Biodiversidad, biología y estado de conservación de los anfibios en la Amazonía Ecuatoriana; 2) Posibles impactos del CC sobre los anfibios; 3) Estrategias de mitigación de los posibles efectos del CC en las especies de anfibios.

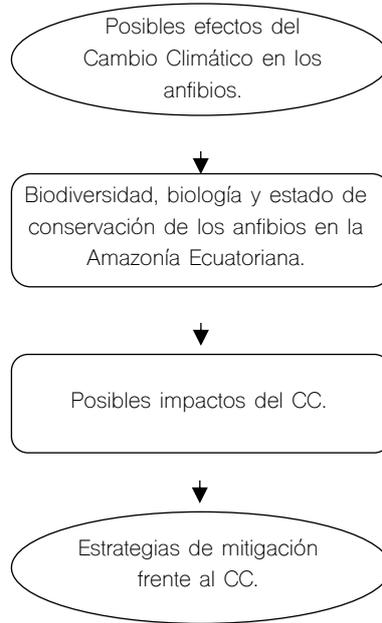


Figura 1. Flujo de procedimientos y opciones metodológicas para este

2. Área de estudio

La Amazonía ecuatoriana es una región que comprende un área aproximada de 120.000 km² (Figura 2), conformada por las provincias de Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora [33]. Así también, la parte occidental limita con la Cordillera de los Andes, mientras que el límite meridional y oriental con Perú y Colombia, respectivamente, a su vez, se extiende sobre un área de exuberante vegetación, propia de los bosques húmedo-tropicales, el cual representa el 43% del territorio ecuatoriano [29].

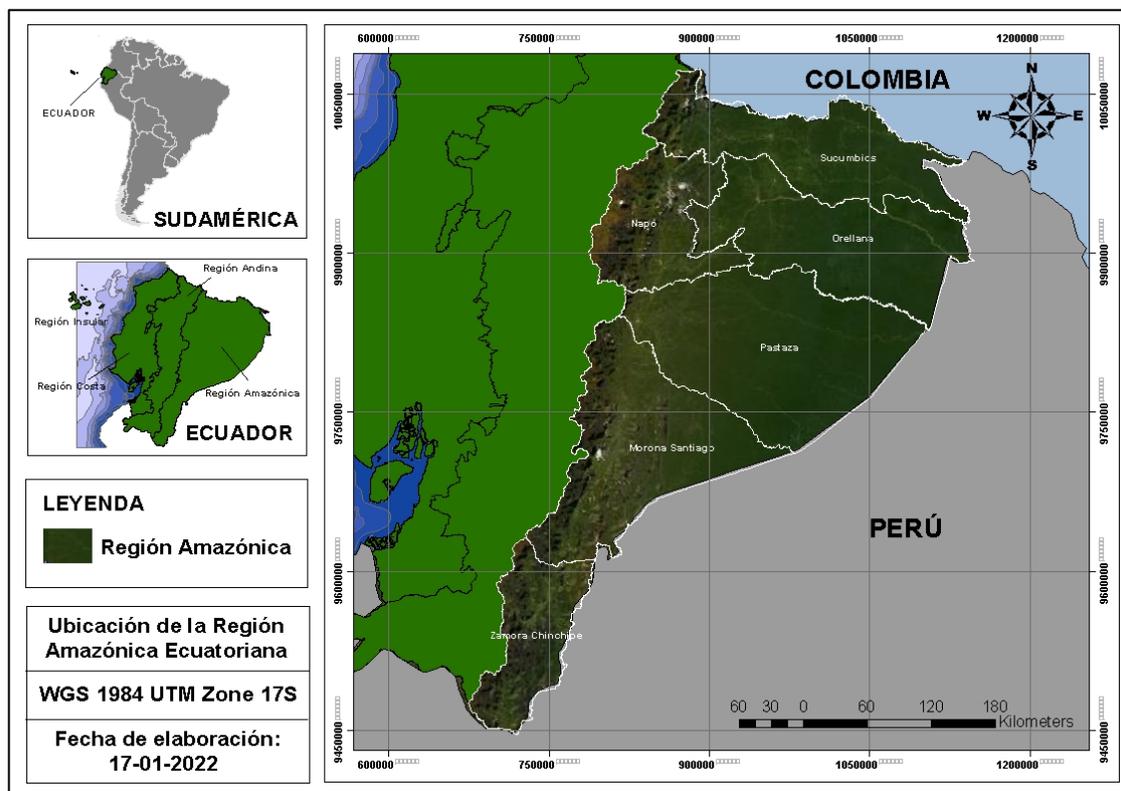


Figura 2. Área de estudio

3. Resultados

3.1. Biodiversidad, biología y estado de conservación de los anfibios en la Amazonía ecuatoriana

3.1.1. Anfibios en el Ecuador

Ecuador es el cuarto país a nivel mundial que posee la mayor diversidad de anfibios, con 653 especies, debido a su diversidad genómica, proteómica, morfológica, etológica, ecológica, de formas de vida, de usos biomédicos potenciales, de belleza estética, de conocimientos ancestrales, de valores económicos, entre otros razones, evidenciando que esta riqueza anfibia es considerada como patrimonio natural de la humanidad, siendo prioritario su investigación y conservación [26,34]. Dentro de su clasificación taxonómica, se registran 74 géneros de 19 familias, 268 especies del país son endémicas y 188 especies se ubican en alguna categoría de amenaza en la Lista Roja de la IUCN [35]. A pesar de ser uno de los grupos más representativos en nuestro país, lamentablemente, son desconocidos por la mayor parte de la población, ya que son especies relativamente pequeñas, de hábitos nocturnos y viven en zonas que son catalogadas de difícil acceso [26].

3.1.2. Anfibios en la Amazonía ecuatoriana

La Amazonía es una de las cuatro regiones del Ecuador, siendo la región natural más extensa, conformada por bosques húmedo-tropicales, considerada un área que, en comparación con otros hábitats, promete protección a las especies, por ello habita una gran variedad de anfibios, los cuales se diferencian en tamaño, coloración y la peculiaridad de que ciertas especies ponen sus huevos directamente en la vegetación o el suelo, envés de fuentes de agua, debido a que la selva es bastante húmeda y evita que éstos se disequen [36]. Además, este grupo de vertebrados contribuyen a mantener el equilibrio en el ecosistema amazónico ya que, al ser consumidores y presas, son parte de la cadena alimenticia [37]. Es así que, en esta región se registran 3 órdenes, distribuidas en 20 familias, conformando un de total de 384 especies (Tabla 1), entre las que se destacan: la Rana venenosa ecuatoriana (*Ameerega bilinguis*), la Rana arbórea de Alfaro (*Boana alfaroii*) y la Rana de casco del Napo (*Osteocephalus fuscifacies*) [30].

Tabla 1. Anfibios de la Amazonía ecuatoriana [38].

Orden	Familia	Nombre Científico
		<i>Allobates femoralis</i>
		<i>Allobates fratisenescus</i>
		<i>Allobates insperatus</i>
		<i>Allobates kingsburyi</i>
		<i>Allobates trilineatus</i>
		<i>Allobates zaparo</i>
		<i>Amazophrynella siona</i>
		<i>Atelopus boulengeri</i>
		<i>Atelopus halihelos</i>
		<i>Atelopus ignescens</i>
		<i>Atelopus nepiozomus</i>
		<i>Atelopus orcesi</i>
		<i>Atelopus pachydermus</i>
		<i>Atelopus palmatus</i>
		<i>Atelopus petersi</i>
		<i>Atelopus planispina</i>
		<i>Atelopus podocarpus</i>
		<i>Atelopus spumarius</i>
		<i>Osornophryne artisana</i>

	<i>Osornophryne bufoniformis</i>
	<i>Osornophryne cofanorum</i>
	<i>Osornophryne guacamayo</i>
	<i>Osornophryne simpsoni</i>
	<i>Osornophryne sumacoensis</i>
	<i>Rhaebo ceratophrys</i>
	<i>Rhaebo ecuadorensis</i>
	<i>Rhaebo guttatus</i>
Anura	<i>Rhinella dapsilis</i>
	<i>Rhinella festae</i>
	<i>Rhinella margaritifera</i>
	<i>Rhinella marina</i>
	<i>Rhinella poeppigii</i>
	<i>Rhinella proboscidea</i>
	<i>Rhinella roqueana</i>
	<i>Centrolene buckleyi</i>
	<i>Centrolene charapita</i>
	<i>Centrolene condor</i>
	<i>Centrolene huilense</i>
	<i>Centrolene medemi</i>
	<i>Centrolene pipilatum</i>
	<i>Centrolene sanchezi</i>
	<i>Chimerella mariaelenae</i>
Centrolenidae	<i>Cochranella resplendens</i>
	<i>Espadarana audax</i>
	<i>Espadarana durrellorum</i>
	<i>Hyalinobatrachium iaspidiense</i>
	<i>Hyalinobatrachium munozorum</i>
	<i>Hyalinobatrachium pellucidum</i>
	<i>Hyalinobatrachium yaku</i>
	<i>Nymphargus anomalus</i>
	<i>Nymphargus cariticommatus</i>
	<i>Nymphargus cochranae</i>
	<i>Nymphargus colomai</i>
	<i>Nymphargus garciae</i>
	<i>Nymphargus humboldti</i>
	<i>Nymphargus laurae</i>
	<i>Nymphargus lindae</i>
	<i>Nymphargus mariae</i>
	<i>Nymphargus megacheirus</i>
	<i>Nymphargus posadae</i>
Centrolenidae	<i>Nymphargus siren</i>
	<i>Nymphargus sucre</i>
	<i>Nymphargus wileyi</i>
	<i>Rulyrana flavopunctata</i>
	<i>Rulyrana mcdiarmidi</i>
	<i>Teratohyla ameliae</i>
	<i>Teratohyla midas</i>
	<i>Vitreorana ritae</i>
	<i>Ceratophrys cornuta</i>
Ceratophryidae	<i>Ceratophrys testudo</i>
	<i>Ameerega bilinguis</i>
	<i>Ameerega hahneli</i>
	<i>Ameerega parvula</i>
	<i>Andinobates abditus</i>

		<i>Excidobates captivus</i>
		<i>Excidobates condor</i>
		<i>Hyloxalus anthracinus</i>
		<i>Hyloxalus bocagei</i>
		<i>Hyloxalus cevallosi</i>
		<i>Hyloxalus exasperatus</i>
		<i>Hyloxalus fuliginosus</i>
		<i>Hyloxalus italoii</i>
		<i>Hyloxalus maculosus</i>
		<i>Hyloxalus mystax</i>
		<i>Hyloxalus nexipus</i>
		<i>Hyloxalus peculiaris</i>
		<i>Hyloxalus pulchellus</i>
		<i>Hyloxalus sauli</i>
		<i>Hyloxalus shuar</i>
		<i>Hyloxalus vertebralis</i>
		<i>Hyloxalus yasuni</i>
		<i>Leucostethus fugax</i>
		<i>Ranitomeya reticulata</i>
		<i>Ranitomeya variabilis</i>
		<i>Ranitomeya ventrimaculata</i>
	Eleutherodactylidae	<i>Adelophryne adiasola</i>
		<i>Gastrotheca andaquiensis</i>
		<i>Gastrotheca lojana</i>
		<i>Gastrotheca longipes</i>
		<i>Gastrotheca orophylax</i>
	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>
		<i>Gastrotheca psychrophila</i>
		<i>Gastrotheca testudinea</i>
		<i>Gastrotheca turnerorum</i>
		<i>Gastrotheca weinlandii</i>
		<i>Hemiphractus bubalus</i>
		<i>Hemiphractus helioi</i>
	Hemiphractidae	<i>Hemiphractus proboscideus</i>
		<i>Hemiphractus scutatus</i>
		<i>Agalychnis buckleyi</i>
		<i>Agalychnis hulli</i>
		<i>Boana alfaroi</i>
		<i>Boana almendarizae</i>
		<i>Boana appendiculata</i>
		<i>Boana boans</i>
		<i>Boana calcarata</i>
		<i>Boana cinerascens</i>
		<i>Boana fasciata</i>
		<i>Boana geographica</i>
		<i>Boana lanciformis</i>
		<i>Boana maculateralis</i>
		<i>Boana nigra</i>
		<i>Boana nympa</i>
		<i>Boana punctata</i>
		<i>Boana tetete</i>
		<i>Boana ventrimaculata</i>
		<i>Cruziohyla craspedopus</i>
		<i>Dendropsophus bifurcus</i>
		<i>Dendropsophus bokermanni</i>

		<i>Dendropsophus brevifrons</i>
		<i>Dendropsophus marmoratus</i>
		<i>Dendropsophus minutus</i>
		<i>Dendropsophus miyatai</i>
Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus parviceps</i>
		<i>Dendropsophus reticulatus</i>
		<i>Dendropsophus rhodopeplus</i>
		<i>Dendropsophus riveroi</i>
		<i>Dendropsophus sarayacuensis</i>
		<i>Dendropsophus shiwiarum</i>
		<i>Dendropsophus triangulum</i>
		<i>Hyloscirtus albopunctulatus</i>
		<i>Hyloscirtus condor</i>
		<i>Hyloscirtus hillisi</i>
		<i>Hyloscirtus lindae</i>
		<i>Hyloscirtus pacha</i>
		<i>Hyloscirtus pantostictus</i>
		<i>Hyloscirtus phyllognathus</i>
		<i>Hyloscirtus psarolaimus</i>
		<i>Hyloscirtus staufferorum</i>
		<i>Hyloscirtus tapichalaca</i>
		<i>Hyloscirtus tigrinus</i>
		<i>Hyloscirtus torrenticola</i>
		<i>Nyctimantis rugiceps</i>
		<i>Osteocephalus alboguttatus</i>
		<i>Osteocephalus buckleyi</i>
		<i>Osteocephalus cabrerai</i>
		<i>Osteocephalus cannatellai</i>
		<i>Osteocephalus deridens</i>
		<i>Osteocephalus duellmani</i>
		<i>Osteocephalus festae</i>
		<i>Osteocephalus fuscifacies</i>
		<i>Osteocephalus mutabor</i>
		<i>Osteocephalus planiceps</i>
		<i>Osteocephalus sangay</i>
		<i>Osteocephalus taurinus</i>
		<i>Osteocephalus verruciger</i>
		<i>Osteocephalus vilmae</i>
		<i>Osteocephalus yasuni</i>
		<i>Phyllomedusa coelestis</i>
		<i>Phyllomedusa ecuatoriana</i>
		<i>Phyllomedusa palliata</i>
		<i>Phyllomedusa perinesos</i>
		<i>Phyllomedusa tarsius</i>
		<i>Phyllomedusa tomopterna</i>
		<i>Phyllomedusa vaillantii</i>
		<i>Scinax cruentomma</i>
		<i>Scinax funereus</i>
		<i>Scinax garbei</i>
		<i>Scinax ruber</i>
		<i>Sphaenorhynchus carneus</i>
		<i>Sphaenorhynchus dorisae</i>
		<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>
Anura		<i>Tepuihyla tuberculosa</i>
		<i>Trachycephalus coriaceus</i>

		<i>Trachycephalus cunauaru</i>
		<i>Trachycephalus macrotis</i>
		<i>Adenomera andreae</i>
		<i>Adenomera hylaedactyla</i>
		<i>Edalorhina perezii</i>
		<i>Engystomops petersi</i>
		<i>Leptodactylus discodactylus</i>
		<i>Leptodactylus knudseni</i>
		<i>Leptodactylus leptodactyloides</i>
		<i>Leptodactylus mystaceus</i>
		<i>Leptodactylus pentadactylus</i>
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus petersii</i>
		<i>Leptodactylus rhodomystax</i>
		<i>Leptodactylus stenodema</i>
		<i>Leptodactylus wagneri</i>
		<i>Lithodytes lineatus</i>
		<i>Chiasmocleis anatis</i>
		<i>Chiasmocleis antenori</i>
		<i>Chiasmocleis bassleri</i>
		<i>Chiasmocleis parkeri</i>
		<i>Chiasmocleis tridactyla</i>
	Microhylidae	<i>Chiasmocleis ventrimaculata</i>
		<i>Ctenophryne geayi</i>
		<i>Hamptophryne boliviana</i>
		<i>Synapturanus rabus</i>
	Pipidae	<i>Pipa pipa</i>
	Ranidae	<i>Rana palmipes</i>
	Craugastoridae	<i>Pristimantis aquilonaris</i>
		<i>Lynchius flavomaculatus</i>
		<i>Lynchius megacephalus</i>
		<i>Lynchius simmonsii</i>
		<i>Niceforonia dolops</i>
		<i>Niceforonia elassodisca</i>
		<i>Niceforonia nigrovittata</i>
		<i>Niceforonia peraccii</i>
		<i>Noblella lochites</i>
		<i>Noblella myrmecoides</i>
		<i>Noblella personina</i>
		<i>Oreobates quixensis</i>
		<i>Pristimantis acerus</i>
		<i>Pristimantis acuminatus</i>
		<i>Pristimantis albuja</i>
		<i>Pristimantis almendariz</i>
		<i>Pristimantis altamazonicus</i>
		<i>Pristimantis altamnis</i>
		<i>Pristimantis amaguanae</i>
		<i>Pristimantis andinognomus</i>
		<i>Pristimantis atillo</i>
		<i>Pristimantis atratus</i>
		<i>Pristimantis aureolineatus</i>
		<i>Pristimantis balionotus</i>
		<i>Pristimantis barrigai</i>
		<i>Pristimantis baryecuu</i>
Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis bellae</i>
		<i>Pristimantis bicantus</i>

Pristimantis brevicrus
Pristimantis bromeliaceus
Pristimantis buckleyi
Pristimantis caeruleonotus
Pristimantis cajamarcensis
Pristimantis carvalhoi
Pristimantis chloronotus
Pristimantis chomskyi
Pristimantis churuwiai
Pristimantis citriogaster
Pristimantis colodactylus
Pristimantis colonensis
Pristimantis condor
Pristimantis conspicillatus
Pristimantis cremnobates
Pristimantis croceinguinis
Pristimantis cryophilus
Pristimantis cryptomelas
Pristimantis curtipes
Pristimantis delius
Pristimantis devillei
Pristimantis diadematus
Pristimantis enigmaticus
Pristimantis eriphus
Pristimantis ernesti
Pristimantis exoristus
Pristimantis festae
Pristimantis gagliardoi
Pristimantis galdi
Pristimantis ganonotus
Pristimantis gladiator
Pristimantis glandulosus
Pristimantis gloria
Pristimantis gualacenio
Pristimantis huicundo
Pristimantis ignicolor
Pristimantis incanus
Pristimantis incomptus
Pristimantis inusitatus
Pristimantis katoptroides
Pristimantis kichwarum
Pristimantis kirklandi
Pristimantis lacrimosus
Pristimantis lanthanites
Pristimantis latericius
Pristimantis ledzeppelin
Pristimantis leoni
Pristimantis leucopus
Pristimantis librarius
Pristimantis limoncochensis
Pristimantis lividus
Pristimantis llanganati
Pristimantis luscombei
Pristimantis lymani
Pristimantis malkini

Anura

Strabomantidae

		<i>Pristimantis ujujami</i>
		<i>Pristimantis unistrigatus</i>
		<i>Pristimantis variabilis</i>
		<i>Pristimantis ventrimarmoratus</i>
		<i>Pristimantis versicolor</i>
		<i>Pristimantis vidua</i>
		<i>Pristimantis w-nigrum</i>
		<i>Pristimantis waoranii</i>
		<i>Pristimantis yanezi</i>
		<i>Pristimantis yantzaza</i>
		<i>Strabomantis cornutus</i>
		<i>Strabomantis sulcatus</i>
		<i>Telmatobius cirrhacelis</i>
		<i>Telmatobius niger</i>
		<i>Telmatobius vellardi</i>
	Telmatobiidae	
		<i>Bolitoglossa altamazonica</i>
		<i>Bolitoglossa equatoriana</i>
		<i>Bolitoglossa palmata</i>
		<i>Bolitoglossa peruviana</i>
Caudata	Plethodontidae	
		<i>Caecilia abitaguae</i>
		<i>Caecilia albiventris</i>
		<i>Caecilia attenuata</i>
		<i>Caecilia bokermanni</i>
		<i>Caecilia crassisquama</i>
		<i>Caecilia disossea</i>
		<i>Caecilia dunnii</i>
		<i>Caecilia orientalis</i>
		<i>Caecilia tentaculata</i>
		<i>Oscaecilia bassleri</i>
		<i>Amazops amazops</i>
		<i>Epicrionops petersi</i>
		<i>Microcaecilia albiceps</i>
		<i>Siphonops annulatus</i>
		<i>Chthonerpeton onorei</i>
		<i>Potomotyphlus kaupii</i>
Gymnophiona	Rhinatremitidae	
	Siphonopidae	
	Typhlonectidae	

3.1.3. Particularidades de la forma de vida

3.1.3.1. Relación con la temperatura

Los anfibios son animales vertebrados ectotermos, por lo cual van a depender de las condiciones de temperatura en su entorno, indispensable para llevar a cabo sus procesos biológicos, debido a que no poseen mecanismos fisiológicos que produzcan calor significativo, por ende, han desarrollado y aplicado la termorregulación y la termoconformidad [39,40]. Por esta razón, gran parte de anfibios se termorregulan a través de la elección de los microhábitats durante el día y la noche [41]. Por otra parte, el aumento o disminución radical de temperatura evidentemente traerá consecuencias severas, como son alteraciones en su fisiología, fenología reproductiva y sistema inmune, lo que los hace propensos a infecciones [42]. Es así que, bajo condiciones estresantes, como altas temperaturas y/o baja humedad, éstos tienden a buscar protección y disminuir su actividad normal, lo que implica mayor limitación para su dispersión, migración u otras tendencias [43].

3.1.3.2. Baja capacidad de desplazamiento

La capacidad de desplazamiento de los anfibios es baja, a esto se suma su alta filopatría, que es la fidelidad al sitio de reproducción, por lo que los convierte en especies vulnerables a la perturbación de sus hábitats y los cambios ambientales [44]. Por tal razón, los rangos de distribución de varias especies son cada vez más restringidos, teniendo en cuenta su condición de vida terrestre y acuática, generando un problema doble al momento de encontrar nuevos hábitats [45].

3.1.3.3. Piel con pocas restricciones para el intercambio de agua

La piel de los anfibios permite que fácilmente estén propensos a perder agua corporal en el caso de no encontrarse en sitios que tengan alta humedad o si su entorno resulta seco o con mucho viento, además, en la mayoría de las especies generalmente acuáticas, la respiración es a través de la piel húmeda, que también permite el intercambio gaseoso y el balance osmótico que va a ser afectado si la temperatura del agua aumenta [46]. Por otro lado, su piel posee una alta permeabilidad, la cual los hace sensibles a contaminantes como fertilizantes, herbicidas o fungicidas, ya sea por contacto directo o indirecto, en consecuencia pueden sufrir graves efectos, como alteraciones en el desarrollo, pigmentación, deformaciones e incluso la muerte [45].

3.1.3.4. Dependencia del agua

Los anfibios tienen una vida que se asocia al agua, siendo indispensable en su reproducción, por lo cual, varias especies han llegado a adaptarse a condiciones que sean de mayor o menor exigencia de fuentes hídricas, permitiéndoles habitar en diversos entornos [47]. En efecto, la mayoría de los anfibios se desarrollan en el agua, especialmente cuando son larvas que, en dependencia de la especie, ésta puede durar semanas o incluso un par de años, siendo altamente susceptibles al deterioro del medio acuático en este ciclo reproductivo. De hecho, los efectos de las alteraciones en la temperatura y precipitación que se dan en los cuerpos de agua pueden determinar el cese del desarrollo larval [48].

3.1.3.5. Fragilidad de sus huevos

Los huevos de los anfibios no poseen capa protectora como generalmente tienen los huevos de otros grupos de vertebrados, por lo cual, son vulnerables a factores ambientales, como en el caso de contaminantes en el agua, lo que provoca efectos negativos durante el desarrollo embrionario [45]. A su vez, estos huevos son altamente sensibles a la radiación ultravioleta, lo que implica mutaciones, disminución de las tasas de eclosión y muerte celular [49].

3.1.3.6. Bioindicadores

Los anfibios son excelentes bioindicadores ambientales, dado que pueden indicar las condiciones en las que se encuentran los ecosistemas, tanto terrestres como acuáticos [50]. En este sentido, este grupo de vertebrados revelan las consecuencias ante la exposición a determinados elementos, mezclas o sustancias ajenas a su entorno, lo que se constata en cambios individuales en su nivel químico, fisiológico y de comportamiento, a su vez compromete su supervivencia [51]. A razón de esto, se evidencian problemas en el desarrollo embrionario, como deformidades y mutaciones en su estructura, al ser individuos altamente sensibles a la contaminación y cambios ambientales [42]. De la misma manera, la presencia de hidrocarburos, provoca en los anfibios alteraciones en la respiración cutánea y procesos de transpiración, siendo uno de las principales trastornos que sufre esta especie, esto debido a que la región Amazónica es una zona altamente propensa a los derrames de petróleo [52,53].

3.1.4. Conservación de anfibios

3.1.4.1. Conservación *ex situ*

La conservación *ex situ* son técnicas aplicadas fuera del hábitat natural de la especie, se enfoca en la cría en cautividad además del muestreo, transferencia y almacenamiento de especies, con la finalidad de dar protección, conservación, uso sostenible y supervivencia [54]. Sin embargo, las especies deben ser susceptibles a la extinción para aplicar esta estrategia de conservación [55]. En el Ecuador existen proyectos de conservación *ex situ* como: “Balsa de los Sapos”, dentro de este proyecto se alberga alrededor de 1500 individuos de 5^o especies, que incluye la búsqueda y monitoreo de especies silvestres; “La Balsa de los Sapos”, fue creada con fines de investigación, conservación y reproducción en cautiverio [56,57]. Es importante mencionar que este tipo de conservación sirve como herramienta de complemento a la conservación *in situ*, que a su vez genera conciencia pública sobre las especies [58].

3.1.4.2. Conservación *in situ*

La conservación *in situ* son técnicas que consisten en proteger, gestionar y vigilar el hábitat natural de las especies [59]. No obstante, las estrategias de este tipo de conservación prometen mejores opciones a largo plazo para la conservación de la biodiversidad, la supervivencia de especies va a depender de las estrategias de conservación *ex situ*, tal es el caso de especies amenazadas que pueden tener un hábitat que está suficientemente seguro, sin embargo, la supervivencia está en peligro por otros factores, como el cambio climático, especies invasoras o la sobreexplotación [60]. En este sentido, en el Ecuador se contempla el “Proyecto Conservación de Anfibios del Ecuador y Uso Sostenible de sus Recursos Genéticos (PARG)”, que promueve la investigación y el desarrollo de tecnologías innovadoras para el beneficio de los recursos genéticos de los anfibios [61]. Además, el Centro de Conservación de Anfibios, es una institución dedicada al monitoreo y manejo *in situ* y *ex situ* de anfibios, debido a que involucra la investigación científica como la gestión de procesos con relación a las especies amenazadas en estado crítico [62].

3.1.4.3. Bioprospección

La bioprospección es una búsqueda sistemática, que va de la mano con la investigación científica, con fines comerciales para obtener fuentes de compuestos químicos, proteínas, genes, microorganismos, entre otros productos con valor económico y que se encuentran en la biodiversidad, como en el caso de la bioprospección de pieles de anfibios como: *Agalychnis spurrelli*, *Cruziohyala calcarifer*, *Boana picturata* y *Atelopus nanay*, que se realiza a través de la Universidad Regional Amazónica IKIAM [63].

3.1.5. Amenazas

Los anfibios son el grupo de animales más afectados por declinaciones y extinciones poblacionales, debido a que al menos una de cada tres de sus más de 6600 especies están propensas a desaparecer [64]. En este contexto, la fauna de anfibios del Ecuador es considerada altamente amenazada, con 138 especies clasificadas en las categorías de riesgo de extinción en la Amazonía según la IUCN [65].

3.1.5.1. Pérdida de hábitat

La deforestación contribuye a la pérdida de hábitat de los anfibios, sus áreas de reproducción, refugio y alimento. Además, la agricultura y el urbanismo son otros factores que favorecen al descenso claro de sus especies, dejando pocas de ellas que puedan soportar estos cambios radicales [66].

3.1.5.2. Introducción de especies exóticas

La introducción de especies exóticas ha generado polémica, a causa de las diferentes formas que pueden afectar a los anfibios. Por un lado, la introducción de peces como trucha (*Salmo trutta*) o tilapia (*Oreochromis nicoticus*) ponen en riesgo a los anfibios, debido a que se alimentan de los huevos o renacuajos. Por otro lado, la introducción de ranas exóticas, como la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) que perjudican directa o indirectamente, compitiendo por alimento o trasportando enfermedades infecciosas [67].

3.1.5.3. Sobreexplotación y comercio

La exportación ilegal principalmente al extranjero de especies nativas, provoca una severa reducción en sus poblaciones, ya que varias especies presentan colores atractivos para comercializarlos como mascotas, así también, sus muslos son apreciados a nivel gastronómico, provocando la sobreexplotación de muchas especies [66].

3.1.5.4. Cambio climático

El cambio climático empieza a convertirse en una de las mayores amenazas hacia los anfibios, de esta manera, las variaciones climáticas como la temperatura y la precipitación que se generan, alteran los ciclos reproductivos, los microhábitats e intensifican la sensibilidad de las especies a patógenos y enfermedades como la quitridiomycosis [68–70].

3.1.5.5. Contaminantes

Los herbicidas, pesticidas, fungicidas, entre otros químicos, se esparcen hasta los lugares que ocupan los anfibios para reproducirse, teniendo consecuencias letales, como la interrupción del desarrollo metamórfico de los huevos y las larvas, ocasionándoles muertes prematuras. Adicional, en los anfibios adultos, su piel sirve como absorbente de los químicos que se encuentran en el agua o el ambiente, haciéndolos aún más vulnerables, lo que puede provocarles la muerte, deformidades, alteraciones reproductivas, entre otras alteraciones fisiológicas [67].

3.1.5.6. Zonas mineras y campos petroleros

Tanto en las zonas mineras como en los campos petroleros se dan varios grados de afectación latente, debido a que deforestan las áreas en donde se van a realizar estas actividades y la construcción de carreteras para su ingreso, contaminando el agua en ríos y riachuelos con los residuos que generan, lo que afecta directamente a la dinámica poblacional, no sólo a los anfibios sino a toda la biodiversidad en esas zonas [71].

3.1.6. Especies de anfibios mayormente amenazadas en la Amazonía ecuatoriana

En la Amazonía se describen las siguientes Categorías de la IUCN con el número de especies, donde se detallan, 12 especies en Peligro Crítico, 12 en Peligro, 11 en Vulnerable, 2 en Casi Amenazadas y 101 en Preocupación Menor (Tabla 2) [38].

Tabla 2. Especies de anfibios de la Amazonía del Ecuador en estado de amenaza según las Categorías de la IUCN [38].

Categoría	Especie	Endémicas	N °
Peligro Crítico	<i>Atelopus Boulengeri</i>	Si	1
	<i>Atelopus halihelos</i>	Si	2
	<i>Atelopus nepiozomus</i>	Si	3
	<i>Atelopus orcesi</i>	Si	4
	<i>Atelopus petersi</i>	Si	5
	<i>Atelopus planispina</i>	Si	6

	<i>Atelopus podocarpus</i>	No	7	
	<i>Andinobates abditus</i>	Si	8	
	<i>Hyloxalus anthracinus</i>	Si	9	
	<i>Telmatobius cirrhacelis</i>	Si	10	
	<i>Telmatobius niger</i>	Si	11	
	<i>Telmatobius vellardi</i>	Si	12	
En Peligro	<i>Osornophryne antisana</i>	Si	1	
	<i>Hyloscirtus pantostictus</i>	No	2	
	<i>Phyllomedusa ecuatoriana</i>	Si	3	
	<i>Pristimantis acerus</i>	Si	4	
	<i>Pristimantis balionotus</i>	Si	5	
	<i>Pristimantis baryecuus</i>	Si	6	
	<i>Pristimantis cremnobates</i>	Si	7	
	<i>Pristimantis ignicolor</i>	Si	8	
	<i>Pristimantis incanus</i>	Si	9	
	<i>Pristimantis ocreatus</i>	Si	10	
	<i>Pristimantis pycnodermis</i>	Si	11	
	<i>Pristimantis vidua</i>	Si	12	
	Vulnerable	<i>Atelopus spumarius</i>	No	1
		<i>Hyloxalus pulchellus</i>	No	2
<i>Lynchius flavomaculatus</i>		Si	3	
<i>Lynchius simmonsii</i>		Si	4	
<i>Pristimantis colodactylus</i>		No	5	
<i>Pristimantis inusitatus</i>		Si	6	
<i>Pristimantis pataikos</i>		No	7	
<i>Pristimantis petersi</i>		Si	8	
<i>Pristimantis schultei</i>		No	9	
<i>Pristimantis serendipitus</i>		No	10	
<i>Pristimantis versicolor</i>		Si	11	
Casi Amenazadas	<i>Hemiphractus bubalus</i>	No	1	
	<i>Pristimantis riveti</i>	Si	2	
Preocupación Menor	<i>Allobates femoralis</i>	No	1	
	<i>Allobates insperatus</i>	Si	2	
	<i>Allobates zaparo</i>	No	3	
	<i>Rhaebo guttatus</i>	No	4	
	<i>Rhinella margaritifera</i>	No	5	
	<i>Rhinella marina</i>	No	6	
	<i>Rhinella roqueana</i>	No	7	
	<i>Hyalinobatrachium munozorum</i>	No	8	
	<i>Teratohyla midas</i>	No	9	
	<i>Ceratophrys cornuta</i>	No	10	
	<i>Ameerega bilinguis</i>	Si	11	
	<i>Ameerega hahneli</i>	No	12	
	<i>Ameerega parvula</i>	No	13	
	<i>Ranitomeya ventrimaculata</i>	No	14	
	<i>Adelophryne adiastrata</i>	No	15	
	<i>Hemiphractus scutatus</i>	No	16	
	<i>Agalychnis hulli</i>	No	17	
	<i>Boana boans</i>	No	18	
	<i>Boana calcarata</i>	No	19	
	<i>Boana cinerascens</i>	No	20	
	<i>Boana geographica</i>	No	21	
	<i>Boana lanciformis</i>	No	22	
	<i>Boana nympha</i>	No	23	
	<i>Boana punctata</i>	No	24	

	<i>Cruziophyla craspedopus</i>	No	25
	<i>Dendropsophus bifurcus</i>	No	26
	<i>Dendropsophus bokermanni</i>	No	27
	<i>Dendropsophus brevifrons</i>	No	28
	<i>Dendropsophus marmoratus</i>	No	29
	<i>Dendropsophus minutus</i>	No	30
	<i>Dendropsophus parviceps</i>	No	31
	<i>Dendropsophus rhodopeplus</i>	No	32
	<i>Dendropsophus sarayacuensis</i>	No	33
	<i>Dendropsophus triangulum</i>	No	34
	<i>Nyctimantis rugiceps</i>	No	35
	<i>Osteocephalus alboguttatus</i>	Si	36
	<i>Osteocephalus buckleyi</i>	No	37
	<i>Osteocephalus cabrerai</i>	No	38
	<i>Osteocephalus deridens</i>	No	39
	<i>Osteocephalus fuscifacies</i>	Si	40
	<i>Osteocephalus planiceps</i>	No	41
Preocupación Menor	<i>Osteocephalus taurinus</i>	No	42
	<i>Osteocephalus yasuni</i>	No	43
	<i>Phyllomedusa tarsius</i>	No	44
	<i>Phyllomedusa tomopterna</i>	No	45
	<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	No	46
	<i>Scinax cruentomma</i>	No	47
	<i>Scinax funereus</i>	No	48
	<i>Scinax garbei</i>	No	49
	<i>Scinax ruber</i>	No	50
	<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	No	51
	<i>Tepuihyla tuberculosa</i>	No	52
	<i>Trachycephalus coriaceus</i>	No	53
	<i>Trachycephalus cunauaru</i>	No	54
	<i>Adenomera andreae</i>	No	55
	<i>Adenomera hylaedactyla</i>	No	56
	<i>Edalorhina perezii</i>	No	57
	<i>Engystomops petersi</i>	No	58
	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	No	59
	<i>Leptodactylus knudseni</i>	No	60
	<i>Leptodactylus leptodactyloides</i>	No	61
	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	No	62
	<i>Leptodactylus petersii</i>	No	63
	<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	No	64
	<i>Leptodactylus wagneri</i>	No	65
	<i>Lithodytes lineatus</i>	No	66
	<i>Chiasmocleis antenori</i>	No	67
	<i>Chiasmocleis bassleri</i>	No	68
	<i>Chiasmocleis ventrimaculata</i>	No	69
	<i>Hamptophryne boliviana</i>	No	70
	<i>Synapturanus rabus</i>	No	71
	<i>Pipa pipa</i>	No	72
	<i>Rana palmipes</i>	No	73
	<i>Niceforonia nigrovittata</i>	No	74
	<i>Oreobates quixensis</i>	No	75
	<i>Pristimantis acuminatus</i>	No	76
	<i>Pristimantis altamazonicus</i>	No	77
	<i>Pristimantis altamnis</i>	Si	78
	<i>Pristimantis aureolineatus</i>	No	79

Preocupación Menor	<i>Pristimantis buckleyi</i>	No	80
	<i>Pristimantis carvalhoi</i>	No	81
	<i>Pristimantis conspicillatus</i>	No	82
	<i>Pristimantis croceinguinis</i>	Si	83
	<i>Pristimantis diadematus</i>	No	84
	<i>Pristimantis kichwarum</i>	No	85
	<i>Pristimantis lacrimosus</i>	No	86
	<i>Pristimantis lanthanites</i>	No	87
	<i>Pristimantis lymani</i>	No	88
	<i>Pristimantis malkini</i>	No	89
	<i>Pristimantis martiae</i>	No	90
	<i>Pristimantis peruvianus</i>	No	91
	<i>Pristimantis quaquaversus</i>	No	92
	<i>Pristimantis skydmainos</i>	No	93
	<i>Pristimantis unistrigatus</i>	No	94
	<i>Pristimantis variabilis</i>	No	95
	<i>Strabomantis sulcatus</i>	No	96
	<i>Bolitoglossa equatoriana</i>	Si	97
	<i>Bolitoglossa peruviana</i>	No	98
	<i>Caecilia disossea</i>	No	99
	<i>Caecilia tentaculata</i>	No	100
<i>Siphonops annulatus</i>	No	101	

3.2. Posibles impactos del CC sobre las especies de anfibios

3.2.1. Efecto invernadero

El efecto invernadero es el causante del calentamiento global, se genera por el aumento de gases contaminantes presentes en la atmósfera, evitando que se disipe el calor del sol en el espacio, lo que eleva la temperatura del planeta [72]. Es así que, en los anfibios, los días soleados son cada vez más calientes y las jornadas de lluvia son más extremas, una manifestación visible de este cambio son desastres como sequías e inundaciones, que se han visto incrementados, resultando ser situaciones que alteran sus hábitats y relación con los mismos, debido a que poseen características muy particulares que los convierte en especies vulnerables frente a estos cambios [45].

3.2.2. Aumento de la temperatura

El incremento en la temperatura afecta directamente a los anfibios, ya que son especies ectodermos, por lo cual indican sensibilidad a los patrones de estacionalidad en temperatura por las fluctuaciones poblacionales en períodos cortos de tiempo [68]. Además, estas altas temperaturas originan entornos adecuados y propicios para el surgimiento del hongo quitridio, microorganismo que ataca a los anfibios [66]. Por otro lado, las bajas temperaturas también actúan negativamente sobre la habilidad de su sistema inmunológico, dejándolos incapaces de reaccionar frente a otros agentes infecciosos, como el *Aeromonas hydrophila*, habitante en intestinos de anfibios en temperaturas bajas [73].

3.2.3. Cambios en los ciclos hídricos

Los cambios en los ciclos hídricos son cada vez más evidentes, debido a la contaminación y el calentamiento global, incrementando las precipitaciones, trayendo consigo eventos lluviosos frecuentes e intensos que se alternan por largas épocas secas [74]. Estos cambios drásticos en los ciclos en la Amazonía, ponen en riesgo la supervivencia de las especies de anfibios, por dos razones: una de ellas, es por el incremento o disminución en el caudal de las masas de agua; y la

otra, es por el aumento de la temperatura en dichas masas de agua, ya que comprometen la reproducción entre ellos y el desarrollo correcto de los renacuajos, esto por la reducción de la cantidad de oxígeno disuelto y aumento de la eutrofización [75].

3.2.4. Disminución de nubosidad y aumento de la insolación y por tanto de la exposición a radiación UV

La destrucción de la capa de ozono por la generación de gases de efecto invernadero y emisión de compuestos fluorocarbonados hacia la atmósfera, trae como consecuencia la exposición directa a las radiaciones UV, este fenómeno destruye la piel permeable de los anfibios, atacando sus células y generando lesiones que en conjunto los hace susceptibles a pH bajos y enfermedades [76]. Esto ligado a la disminución de nubosidad y aumento de la insolación, componen uno de los factores más perjudiciales que contribuye a la disminución de poblaciones de anfibios en regiones tropicales como la Amazonía, en especial aquellos que ponen sus huevos en aguas abiertas y superficiales [77].

3.2.5. Alteración del nicho ecológico y pérdida de hábitat

El nicho ecológico hace referencia a todas las relaciones interespecíficas entre las especies y sus ecosistemas, de esta manera, el nicho de los anfibios puede estar definido por varios componentes: abióticos, dados por la temperatura, humedad, precipitación y luminosidad; y bióticos, que incluye a las comunidades vegetales como los bosques húmedo tropical, a las que se han adaptado fisiológicamente [75]. Por otra parte, el desplazamiento de otras especies y comunidades vegetales, así como de áreas agrícolas y asentamientos humanos, provocarán la pérdida de hábitats y, por ende, la reducción de muchas especies endémicas. Adicional, los anfibios se encuentran en el intermedio de las cadenas tróficas, es así que se alimentan de una gran diversidad de invertebrados, cuyas poblaciones estarán afectadas por la reducción de hábitats, lo que a su vez impacta la calidad de suelo y agua [74].

3.2.6. Desplazamiento o cambio en el rango de distribución

Generalmente, los anfibios poseen menor capacidad de dispersión que otras especies como las aves o mamíferos, posiblemente pocas especies podrían expandir sus áreas de dispersión y ocupar nichos ecológicos disponibles, desplazando a otras, optando por desplazarse hacia rangos altitudinales mayores que los existentes en la Amazonía, esto se evidencia en los modelos de cambio climático, los cuales proyectan una tendencia marcada al desplazamiento vertical antes mencionado [78].

3.2.7. Enfermedades infecciosas

El surgimiento de enfermedades infecciosas se relaciona directamente con muertes masivas de anfibios alrededor del mundo, debido a que el cambio climático es un factor que beneficia la propagación de agentes infecciosos en anfibios, debilitando su sistema inmune y alterando su fisiología [79]. A continuación, se describen las principales enfermedades infecciosas y los efectos que causan (Tabla 3).

Tabla 3. Enfermedades infecciosas en anfibios [67,73,80]

Enfermedad	Agente infeccioso	Efectos
Quitridiomycosis	<i>Batrachochytrium dendrobatidis</i>	Ataca la piel altamente permeable, dañando la capa de queratina, lo que altera el flujo de electrolitos en la sangre, causando insuficiencia cardíaca.

Ranavirus	<i>Ranavirus</i>	Produce una necrosis multisistémica y un síndrome hemorrágico.
Pata roja	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Lesiones con hemorragias en el abdomen y patas traseras, desarrollando septicemia y alta mortalidad en larvas y adultos.

3.2.8. Extinción

Las declinaciones severas de poblaciones próximas a la extinción, como las 12 especies en la Categoría Peligro Crítico de la IUCN mencionadas en la Tabla 2, se puede dar por el surgimiento de epidemias de patógenos, favorecido por el cambio climático y la reducción de hábitat [74]. Las bajas densidades poblacionales y poca ocupación del hábitat hacen que la población sea menos resistente a cualquier alteración, por lo cual, los procesos de adaptación evolutiva a los cambios no ocurren lo suficientemente rápido para prevenir la extinción [81].

3.3. Estrategias de mitigación frente al CC

3.3.1. Educación ambiental

La educación ambiental es una forma de pensamiento y acción de alcance internacional que busca promover la sensibilidad ambiental, la construcción de conocimientos, actitudes, aptitudes y comportamientos que sean favorables hacia la conservación, incluyendo la ciencia ciudadana y el voluntariado, como herramientas de comunicación entre las personas y la comunidad científica [82]. Los programas de educación ambiental sobre anfibios han manifestado ser efectivos, tanto para aumentar el conocimiento sobre los anfibios como para aumentar las poblaciones, ya que a través de ellos se conoce la importancia de esta especie, su apreciación y la necesidad de su conservación [66].

3.3.2. Protección de tierras

La protección de tierras es una acción a pequeña y mediana escala que permite solventar el problema de cambio de uso de suelo y su fragmentación, es así que, el proteger zonas de amortiguamiento de las áreas reproductivas, favorece parcialmente al aumento de las poblaciones de anfibios [66].

3.3.3. Creación de hábitats sustentables

La creación de hábitats sustentables, su manejo adecuado y regulación, demuestran que pueden aumentar o mantener las poblaciones de anfibios, debido a que permiten la restauración de la conectividad del hábitat [11]. En este sentido, los parques nacionales tienen un rol elemental en la protección de especies, pues poseen estrategias válidas con intenciones de mejora y conservación, es así que, de los 11 parques nacionales, 2 se encuentran en la Amazonía, el Parque Nacional Yasuní y el Parque Nacional Sumaco Napo - Galeras [83].

3.3.4. Restauración de hábitats acuáticos para reproducción

Los hábitats acuáticos son indispensables para la conservación de los anfibios, por lo que una alternativa, es la creación de pozas artificiales o semiartificiales y la profundización de estanques ya existentes para mejorar todos los escenarios en torno a la reproducción y aumentar las poblaciones con éxito, siendo una acción vital frente a las fuertes variaciones de lluvias que ocurren en la actualidad [79].

3.3.5. Remoción directa de las especies invasoras

Las especies invasoras son un problema ecológico de gran relevancia, ya que son capaces de transmitir enfermedades y compiten por alimento o espacio, alterando y destruyendo su hábitat, e incluso reproducirse con ellas, dando como resultado especies híbridas [45]. Por lo que la implementación de ciertas acciones con relación a la liberación de especies, debe ser evitada y prohibida para disminuir la invasión de éstas y sus efectos colaterales, ya que sólo así, la remoción directa de la especie invasora, puede aumentar las poblaciones de anfibios nativos [84].

3.3.6. Investigación en curas de enfermedades

Indudablemente la investigación en la cura de enfermedades en anfibios es muy importante, ya que no se tienen datos suficientes sobre la extensión de las infecciones que los atacan, por lo que mantener registros de los alcances de éstas, sirven para planear estrategias de manejo de la parasitosis a corto, mediano y largo plazo [45]. Además, se plantea que, el uso de antifúngicos en ambientes totalmente controlados, pueden ser efectivos para limpiar infecciones provocadas por agentes patógenos, como los mencionados en la Tabla 3, sin embargo, esta técnica no ha mostrado efectividad en especies de vida silvestre, ya que los resultados en laboratorio aún son discordantes [85].

3. Conclusiones

Los anfibios aportan considerablemente a que el Ecuador sea considerado un país megadiverso, debido a que habitan 268 especies endémicas, de las cuales 157 están en la región Amazónica, entre las que se destacan la Rana venenosa ecuatoriana (*Ameerega bilinguis*), la Rana arbórea de Alfaro (*Boana alfaro*) y la Rana de casco del Napo (*Osteocephalus fuscifacies*). Estos vertebrados poseen particulares formas de vida, relacionándose directamente con la temperatura, pues son animales ectotermos, su baja capacidad de desplazamiento, la dependencia total de agua, en conjunto con su piel altamente permeable y la fragilidad de sus huevos que no poseen capa protectora los convierten en una especie altamente vulnerable.

Las diferentes amenazas a las que se encuentran sometidos son: la introducción de especies exóticas, la sobreexplotación, el comercio ilegal, los contaminantes que son mal manipulados por las personas, las zonas mineras y campos petroleros que contaminan el agua de los ríos y riachuelos. Además, la pérdida de hábitat junto con el cambio climático son las principales amenazas que enfrenta la especie, debido al gran crecimiento poblacional, la agricultura y la deforestación, las variaciones en la temperatura y precipitación, respectivamente, los mismos que alteran los ciclos reproductivos y los microhábitats, siendo altamente sensibles a enfermedades, tal es el caso de la especie Jambato de Morona Santiago (*Atelopus halihelos*), el Jambato de Peters (*Atelopus petersi*) y la Rana venenosa de Azuela (*Andinobates abditus*) que se encuentran en la Categoría Peligro Crítico de la Lista Roja de IUCN. Por otra parte, se han detallado los posibles impactos que el cambio climático genera en los anfibios, por ejemplo, el efecto invernadero, al ser el principal causante del calentamiento global y la destrucción de la capa de ozono, provoca que su piel este propensa a degradarse por la exposición directa a las radiaciones UV y al aumento de la temperatura. De igual forma, los cambios en los ciclos hídricos que, debido a la contaminación, incrementa las precipitaciones provocando fuertes e intensas lluvias, destruyendo sus medios de reproducción. A esto se suma, las enfermedades infecciosas, como la quitridiomycosis, que provoca muertes masivas en los anfibios dejándolos propensos a la extinción.

Finalmente, entre las estrategias para mitigar los impactos negativos del cambio climático que amenaza a los anfibios, se encontró a la educación ambiental que, tiene como finalidad dar a conocer a la población sobre la importancia de esta especie y la necesidad de su conservación.

Así mismo, la remoción de especies invasoras que transmiten enfermedades y compiten por alimento o espacio, evitando la liberación de éstas en los ecosistemas a los que no pertenecen. Adicional, la investigación en curas de enfermedades, la misma que busca plantear estrategias de manejo de patógenos que las provocan con el uso o aplicación de antifúngicos. Por lo último y la más viable estrategia de conservación, es la protección y creación de hábitats sustentables que logren aumentar y/o mantener las poblaciones de anfibios, sin dejar de lado a los hábitats acuáticos que son indispensables para su reproducción y supervivencia.

Contribución de autores: Idea, revisión, investigación, metodología, software, redacción (M.V-C); tabulación, investigación, redacción, revisión (J. S-P); redacción, edición, investigación, revisión (B. F-A); metodología, redacción, edición, revisión (I. D-G).

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos: Un agradecimiento profundo a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Sede Orellana. Este documento es resultado de un trabajo investigativo de aula en la Cátedra de Biodiversidad, Carrera Ingeniería Ambiental, Sede Orellana.

Referencias

- Rodríguez, M.; Mance, H. *Cambio Climático: lo que está en juego*; Valderrama, J., Ed.; Primera.; Foro Nacional Ambiental: Bogotá, 2007;
- Bárcena, A.; Samaniego, J.; Perez, W.; Alatorre, J. *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe*; CEPAL: Santiago, 2019;
- Díaz, G. 2012. Santo Domingo 2012, p. 15.
- González, M.; Jurado, E.; González, S.; Aguirre, Ó.; Jiménez, J.; Navar, J. 2011. Nuevo León March 2011, p. 383.
- Barquero, M. 2016. Limón, Costa Rica March 2015, p. 71.
- Valtonen, A.; Molleman, F.; Chapman, C.; Carey, J.; Ayres, M.; Roininen, H. *Tfenología ropical: ritmos bianuales y enteranual variación en un conjunto de mariposas atrotropicales*; Ecosfera, 2013;
- Herrera, B.; Paaby, P.; Muñoz, C. *IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CON ÉNFASIS EN ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS: SÍNTESIS DEL ESTADO DEL ARTE 2009-2011*; Costa Rica, 2013;
- IPCC *Cambio Climático 2007 Informe de Síntesis*; Ginebra, Suiza, 2007;
- Uribe, E. *EL cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*; CEPAL: Santiago, 2015;
- Algodón, P. 2003. Plymouth, Reino Unido November 2003,.
- Wells, K. *The Ecology and Behavior of Amphibians*; The University of Chicago: Chicago, USA, 2007;
- Blaustein, A.; Wake, D. *Declining amphibian populations: a global phenomenon in conservation biology*; Científic America, 1990;
- AMBIENTALES, E.E. El cambio climático y sus impactos sobre los anfibios Available online: <https://www.emberizamedioambiente.es/noticia-medio-ambiente/el-cambio-climatico-y-sus-impactos-sobre-los-anfibios>.
- Stebbins, R.; Cohen, N. *A natural history of amphibians*; Pinceton University Press: New Jersey, USA, 1995;
- Blaustein, A.; Wake, D. *The puzzle of declining amphibian populations*; Scientific American, 1995;
- Hanselmann, R.; Rodríguez, A.; Lampo, M.; Ramos, L.; Aguirre, A.; Kilpatrick, M.; Daszak, P. *Biological Conservation*. Venezuela February 2004, pp. 115–119.
- Pounds, J.; Crump, L. *Amphibian declines and climate disturbance; the case of the golden toad and the harlequin frog*; Conservation Biology, 1994;
- Lips, K.; Reaser, J. *El Monitoreo de Anfibios en América Latina*; 1999;
- Carey, J. La biodiversidad de América Latina es crítica Available online: <https://www.nrdc.org/es/experts/jessica-carey-webb/biodiversidad-america-latina-es-critica-objetivos-climaticos-mundiales>.
- Alarcón, I. La biodiversidad de América Latina está en declive Available online: <https://www.elcomercio.com/tendencias/biodiversidad-america-latina-ambiente-planeta.html>.

21. Viano, L. 2015. November 2015,.
22. Angulo, A.; Rueda, J.; Rodríguez, J.; La Marca, E. *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina*; Rodríguez, J., Rueda, J., González, A., Eds.; Conservación Internacional: Bogotá, Colombia, 2006;
23. Pounds, A.; Savage, J.; Bolaños, F. «*Incilius periglenes*». Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2013.
24. Ito, S. *Rhinella Rostrata*.
25. UICN, G. de especialistas en anfibios de la C. de la Esplendida rana venenosa Available online: <https://www.iucnredlist.org/species/55201/54344718> (accessed on Nov 11, 2021).
26. Ron, S.; Merino-Viteri, A.; Ortiz, D. Anfibios del Ecuador. Version 2021 Available online: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb> (accessed on Nov 11, 2021).
27. Coloma, L. *Ecuador sapo diverso*; Quito, Ecuador, 2014;
28. Mora, G.; Armijos, D. Composición de la comunidad de anfibios y ocupación de hábitat en la reserva El Madrigal de la ciudad de Loja. *VinvestigaUTPL* **2017**, 68–72.
29. Varela, L.; Ron, S. Geografía y clima del Ecuador Available online: <https://bioweb.bio/geografiaClima.html/> (accessed on Nov 11, 2021).
30. Ron, S. Diversidad y Biogeografía Available online: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/DiversidadBiogeografia> (accessed on Nov 11, 2021).
31. Castellanos, A. Anfibios del Amazonas, diversidad y reporte de nuevas especies Available online: <https://anfibios.paradais-sphynx.com/informacion/anfibios-de-amazonas.htm> (accessed on Nov 11, 2021).
32. Ecuador, M. de A. del Línea base de deforestación del Ecuador continental Available online: <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto mapa-parte1.pdf> (accessed on Nov 11, 2021).
33. GADPO *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana 2015–2019*; Orellana, Ecuador, 2015;
34. Jambatu, C. Anfibios de Ecuador. Available online: <http://www.anfibiosecuador.ec/index.php?aw,2> (accessed on Dec 11, 2021).
35. Coloma L, Hoogmoed M, Q.-U. *Osornophryne antisana*. *Fund. Jambatu* 2012.
36. Bartlett, R.D.; Bartlett, P.P. *Reptiles and Amphibians of the Amazon; An Ecotourist's Guide*. Gainesville: Florida–USA, 2003;
37. Gallardo, G. *CRÍA DE UNA RANA NATIVA DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA Rusu Mama – Ranapalmipes*; Quito, Ecuador, 2004; ISBN 9978223940.
38. Bioweb Búsqueda de especies Available online: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/BusquedaEspecies> (accessed on Dec 14, 2021).
39. Begon, M.; J.L, H.; Townsend, C.R. Ecología, Individuos, Poblaciones y Comunidades. In *Ecología, Individuos, Poblaciones y Comunidades*; 1997; pp. 44–46.
40. Peters, J.A. *Dictionary of herpetology: a brief and meaningful definition of words and terms used in herpetology*; New York–USA, 1964;
41. Brattstrom, B. A preliminary review of thermal requirements of Amphibians. In *A preliminary review of thermal requirements of Amphibians*; Ecology, 1963; pp. 238–255.
42. Sanabria, E.; Quiroga, L.; Martino, A. Variation in the Thermal Parameters of *Odontophrynus occidentalis* in the Monte Desert, Argentina: Response to the Environmental Constraints. *J. Exp. Zool.* **2012**, 1–9.
43. Walguarney, J.; Goodman, R.; Echtenacht, A. Thermal Biology and Temperature Selection in Juvenile Lizards of Co-occurring Native and Introduced *Anolis* Species. *J. Herpetol.* **2012**, 620–624.
44. Segura, J.; Jiménez, J.; García-Cardenete, L. *Anfibios y Reptiles de la Gran Senda de Málaga y provincia*; abril de 2.; Málaga–España, 2020;
45. Lobos, G.; Vidal, M.; Correa, C.; Labra, A.; Díaz-Páez, H.; Charrier, A.; Rabanal, F.; Díaz, S.; Tala, C. *Anfibios de Chile, un desafío para la conservación*; 2013; ISBN 9789567204465.
46. Heyer, R. *Medición y monitoreo de la diversidad biológica: métodos estandarizados para anfibios*; Editorial Universitaria de la Patagonia: Washington–USA, 1994;
47. Wake, D. *Declining amphibian populations*; 1991;
48. Zaldívar, C. Los anfibios de la Rioja. *Inf. Ambient.* **2004**, 16, 5.
49. Belamendia, G. ESTUDIO DE LA COMUNIDAD DE ANFIBIOS Y REPTILES EN LA CUENCA DE BOLINTXU: PROPUESTA PARA EL CONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA, DETECCIÓN DE ESPECIES DE INTERÉS Y PROPUESTAS DE GESTIÓN, 2010.
50. Cooke, A.. Tadpoles as indicators of harmful levels of pollution in the field. *Environ. Pollut. Ser. A, Ecol. Biol.* **1981**, 25, 123–133.
51. Newman, M.; Clements, W. *Ecotoxicology A Comprehensive Treatment*, 1st ed.; CRC Press: Gloucester

- Point, VA, USA, 2007; ISBN 9780849333576.
52. Paz, A. 6/04/2018. April 2018,.
 53. Morán, S. En Ecuador, cada semana hay dos derrames petroleros. 5/07/2021 2021.
 54. Ambiente, M. del *Código Orgánico del Ambiente*; Quito, Ecuador, 2017;
 55. Meza, M.. *Ecología y Biodiversidad del Ecuador*, Texas, USA, 2002;
 56. Orozco, J. La “Balsa de los Sapos” Available online:
<https://bioweb.puce.edu.ec/QCAZ/contenido/BalsaSaposNuestrosInicios> (accessed on Jan 31, 2022).
 57. Acosta, N. Museo del Banco de Vida “Arca de los Sapos” Available online:
<http://www.anfibiosecuador.ec/index.php?as,15> (accessed on Jan 31, 2022).
 58. Gillespie, J. Protected Areas and Legal Ecology. 2020 2020, 107–113.
 59. Visconti, P. *Objetivos de áreas protegidas después de 2020*; 2019;
 60. Balmford, A.; Beresford, J.; Green, J.; Naidoo, R.; Walpole, M.; Manica, A. Una perspectiva global sobre las tendencias en el turismo basado en la naturaleza. 2009 2009.
 61. Ministerio del Ambiente, A. y T.E. Proyecto Anfibios Ecuador Available online:
<https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-el-pais-mas-diverso-en-anfibios/#> (accessed on Jan 31, 2022).
 62. Siavichay, F.; Maldonado, G.; Mejía, D.; Webster, J.F.; Torres, N.; Costa, K. *Plan de Manejo para la Conservación de los Anfibios Urbanos de Cuenca. Municipalidad de Cuenca.*; Cuenca, Ecuador, 2016;
 63. Ambiente, M. del Sistematización del I Simposio Internacional sobre Conservación de Anfibios. 2019.
 64. IUCN The IUCN Red List of Threatened Species. Available online: <http://www.iucnredlist.org>.
 65. Coloma, L.; Guayasamin, J.; Menéndez-Guerrero, P. Lista Roja de Anfibios de Ecuador Available online:
<http://www.anfibiosecuador.ec/index.php?lr,10>.
 66. Abarca, J. Anfibios en peligro: amenazas y estrategias efectivas de conservación. *Rev. Ecucación Ambient.* 2021, 13.
 67. Blaustein, A.; Kiesecker, J. *Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations*; 2002;
 68. MA, A.; JK, E. *Climate variability in regions of amphibian declines*; 2001;
 69. Carey, C.; Heyer, R.; Wilkinson, J.; Alford, R.; Amzen, J.; Halliday, T.; Hungerford, L.; Lips, K.; Middlenton, E.; Orchard, S.; et al. *Amphibian declines and environmental change: use of remote-sensing data to identify environmental correlates*; Conservation Biology, 2001;
 70. Pounds, A. *Climate and amphibian declines*; Nature, 2001;
 71. Paz, A. Más de 350 anfibios de Ecuador están en riesgo de extinción Available online:
<https://es.mongabay.com/2021/05/anfibios-de-ecuador-en-riesgo-de-extincion/> (accessed on Dec 14, 2021).
 72. Aguilar, J. *El Efecto Invernadero, el Cambio Climático, la Crisis Medioambiental y el Futuro de la Tierra*; Instituto de España: Madrid, España, 2003;
 73. Carey, C. Hypothesis concerning the causas of the disappearance of boreal toads from the mountains of Colorado. *Conserv. Biol.* 1993, 7, 355–362.
 74. Albán, F. Impactos potenciales del Cambio Climático en la biodiversidad de ecosistemas de alta montaña o páramo de Ecuador, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR, 2015.
 75. Anderson, E.; Marengo, J.; Villalba, R.; Halloy, S.; Young, B.; Cordero, D.; Gst, F.; Jaimes, E.; Ruiz, D. *Consecuencias del Cambio Climático en los Ecosistemas y Servicios Ecosistémicos de los Andes Tropicales*; Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global, San José dos Campos, y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente: Paris, Francia, 2012;
 76. Rueda, L. *PLAN DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS ANFIBIOS AMENAZADOS DEL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA, COLOMBIA*; Guajira, Colombia;
 77. Kiesecker, J.; Blaustein, A. *Synergism between UV-B radiation and pathogen magnifies amphibian embryo mortality in nature.*; Proc. Natl. Acad. Aci: USA, 1995;
 78. Cuesta, F.; Bustamante, M.; Becerra, M.; Postigo, J.; Peralvo, M. *Panorama andino de cambio climático: Vulnerabilidad y adaptación en los Andes Tropicales*; CONDESANGSCAN: Lima, Perú, 2012;
 79. Wren, S.; Angulo, A.; Meredith, H.; Kielgast, J.; Dos Santos, M.; Bishop, P. *Amphibian Conservation Action Plan*; Amphibian Specialist Group., 2015;
 80. Daszak, P.; Berge, L.; Cunningham, A.; Hyatt, A.; Green, D.; Speare, R. *Emerging infectious diseases & amphibian population declines.*; Emerging Infectious Diseases, 1999;
 81. Parmesan, C. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2006, 37, 637–639.
 82. Hernández, L. Modelo de Educación ambiental para la conservación de recursos naturales: Una propuesta para el Parque Nacional Volcán Poas, Costa Rica. *Rev. Biocenosis* 2012, 26, 1–2.

83. Ambiente, M. del Áreas Protegidas Región Amazónica Available online: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/todas-areas-protegidas-por-region?t=A> (accessed on Dec 17, 2021).
84. Sanguinetti, J.; Buria, L.; Malmierza, L.; Valenzuela, A.; Núñez, C.; Pastore, H.; Chauchard, L.; Ferreyra, N.; Massaccesi, G.; Gallo, E.; et al. Manejo de especies exóticas invasoras en Patagonia, Argentina: Priorización, logros y desafíos de integración entre ciencia y gestión identificados desde la Administración de Parques Nacionales. *Asoc. Argentina Ecol.* **2014**, *24*, 183–192.
85. Santos, G. ENFERMEDADES INFECCIOSAS EN POBLACIONES DE ANFIBIOS. *Biodiversitas* **2004**, *56*, 5.

Reseña de autores:



María Belén Flores, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Su área de interés es el medio ambiente y sus ecosistemas. Miembro del proyecto de vinculación Huertos Urbanos, en el área de compostaje.



Miguel Angel Verdezoto, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Se inclina a la investigación en las ciencias ambientales e impactos hacia la biodiversidad. Se considera una persona organizada y con gran motivación, capaz de fomentar valores éticos y siempre dar lo mejor.



Jefferson Alexis Simbaña, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Su interés personal se inclina hacia la biodiversidad y el medio ambiente. Miembro del proyecto de vinculación Huertos Urbanos, en el área de compostaje.



Isabel Domínguez-Gaibor. Docente investigadora Epoch-Sede Orellana. Doctorando de la Universidad de Transilvania. Las áreas de interés e investigación, se enfocan en el manejo de recursos naturales, biodiversidad, servicios ambientales, economía circular e innovación empresarial. Conferencista a nivel nacional e internacional, cuenta con publicaciones científicas a nivel regional y de alto impacto.