

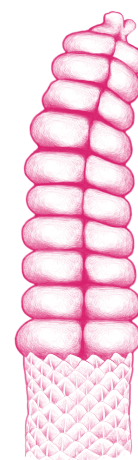
# Capítulo 1

## Serpientes de importancia médica en Colombia: Una mirada retrospectiva a su conocimiento, avances y perspectivas futuras

**Teddy Angarita-Sierra, Carlos A. Bravo-Vega, Andrés C. Montes-Correa**

**Resumen:** El conocimiento sobre las serpientes colombianas ha sido pobremente explorado a lo largo de la historia, enfocándose principalmente en las especies de importancia médica debido al miedo y aversión de las personas a los efectos graves y potencialmente mortales de sus venenosas mordeduras. No obstante, muchos aspectos esenciales de su historia natural, ecología, comportamiento, sistemática, taxonomía, distribución, ofidismo, usos etnobiológicos y percepciones sociales siguen siendo poco comprendidos. Desde los años 2000, una explosión de estudios ha reducido las brechas históricas en su conocimiento, lo que ha llevado a avances significativos en la comprensión de las serpientes colombianas. En este capítulo realizamos una revisión detallada que resume la información disponible sobre las especies de importancia médica presentes en Colombia, integrándola con información sobre su riqueza, endemidad, distribuciones, taxonomía y estado de conservación. Proporcionamos una breve reseña histórica sobre la riqueza de serpientes venenosas en Colombia, así como una lista revisada de las especies de importancia médica. Nuestro objetivo no es resolver todos los problemas taxonómicos actuales de las serpientes colombianas, sino ofrecer un tratamiento taxonómico y criterios para asignar las especies de serpientes problemáticas a entidades taxonómicas con base en la evidencia disponible actualmente. Además, revisamos el estado de conservación de las especies venenosas colombianas y proponemos un nuevo marco conceptual para abordar sus amenazas y desafíos para su conservación, el cual, a su vez, propende por la reducción de los accidentes ofídicos como una enfermedad tropical desatendida.

**Palabras clave:** Ofidiofauna; distribución geográfica; endemidad; riqueza de especies; taxonomía; conservación.



Citación: Angarita-Sierra, T.; Bravo-Vega, CA.; Montes-Correa, AC. Capítulo 1: Serpientes de importancia médica en Colombia: Una mirada retrospectiva a su conocimiento, avances y perspectivas futuras. En el libro: *Mordeduras, venenos y serpientes venenosas de Colombia*; Angarita-Sierra, T., Ruiz-Gómez, FJ, Eds.; Instituto Nacional de Salud: Bogotá D.C., Colombia, 2024; pp. 31–90. doi:10.33610/167266agfaqh



Copyright: © 2024 por los autores. Publicación de acceso abierto bajo los términos y condiciones de licenciamiento Creative Commons Atribución (CC BY-NC-ND 4.0) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Ilustraciones por:  
Oscar A. Ramírez Ruiz

## 1. Breve reseña histórica de la riqueza de especies de serpientes en Colombia

Históricamente, la mayoría de las serpientes de Colombia han sido pobremente estudiadas, lo que ha provocado importantes vacíos de conocimiento sobre aspectos esenciales de su historia natural, ecología, comportamiento, sistemática, taxonomía, distribuciones, ofidismo, usos etnobiológicos y percepciones sociales. Actualmente, algunos de estos temas siguen siendo poco comprendidos [1–3]. Sin embargo, desde finales del siglo XX y la primera década del siglo XXI, ha surgido una explosión de estudios que han reducido la deuda histórica en la comprensión de la riqueza de serpientes que habitan en uno de los países más megadiversos del mundo [1].

El conocimiento sobre las serpientes de Colombia está limitado por múltiples razones, tales como: baja financiación para realizar trabajo de campo; bajo porcentaje de holotipos (espécimen en el que se basa la descripción de una especie) alojados en colecciones biológicas colombianas; baja representatividad de las especies de serpientes de importancia médica en las colecciones biológicas colombianas, lo que a su vez redundante en una limitada representatividad geográfica (ver detalle más adelante); escasez de expertos y personal capacitado en las universidades e instituciones de investigación capaces de describir, delimitar especies y enseñar sobre biología de serpientes; submuestreo o ausencia de muestreo en vastas áreas del país, así como en la mayoría de las localidades tipo (localidad donde se recolectó el holotipo de una especie); acceso limitado a múltiples regiones del país debido al conflicto armado interno, haciendo que muchas localidades hayan sido históricamente inaccesibles o altamente peligrosas para los científicos [4–6].

Como consecuencia, grandes regiones de Colombia aún carecen de muestreos intensivos, haciendo que la mayoría de la ofidiofauna colombiana no haya sido objeto de estudios biológicos exhaustivos. A pesar de la posición geográfica de Colombia como una región clave en el intercambio histórico de faunas entre América del Norte y América del Sur [7], así como de ser uno de los países con la tasa anual más alta de mordeduras de serpiente reportada en América (ver Capítulo 9), Colombia es un «agujero negro» debido a los profundos vacíos de conocimiento biológico esencial para la mayoría de serpientes de importancia médica.

Como miembro de la Real Expedición Botánica, y líder del componente zoológico, Jorge Tadeo Lozano [8,9], fue el primer investigador colombiano que realizó estudios sobre anfibios y reptiles en el país, con énfasis particular en la historia natural de las serpientes y las prácticas no médicas utilizadas para tratar las mordeduras de serpiente durante el final del periodo del Nuevo Reino de Granada (1538-1819) y el comienzo del periodo de la Gran Colombia (1819-1831). Así, Jorge Tadeo Lozano, se convirtió oficialmente en el primer herpetólogo colombiano [9] (ver Capítulo 7). Particularmente, Lozano en su estudio titulado «*Memorias sobre serpientes*» estableció las directrices futuras para la investigación y comprensión del ofidismo y su contexto ecoepidemiológico en Colombia (ver Capítulo 9), recomendando [10]:

1. Estudiar la anatomía de las serpientes buscando un mayor entendimiento para clasificar las venenosas de las no venenosas, evaluando con mucho cuidado las estructuras bucales para asegurar la existencia de «bolsas acumuladoras de veneno (=glándulas venenosas)» y colmillos huecos (=dentadura de solenoglifa).
2. Experimentar sobre la actividad y efecto de sus venenos, utilizando animales de diferentes tamaños y tipos, anotando escrupulosamente todos los fenómenos que surjan.
3. Una vez conocidos los efectos de cada veneno, probar si pueden introducirse en la medicina como tratamiento de enfermedades, o para combatir los venenos de otras especies.
4. Evaluar el efecto de retirar el aparato venenoso de las serpientes.
5. Examinar la cantidad e intensidad de los venenos de las serpientes, dependiendo de su edad, sexo, tamaño, épocas del año y otras circunstancias.
6. Realizar un análisis químico del «licor del veneno», reconociendo su naturaleza, composición y diferencias entre especies.
7. Reconocer los «antivenenos» que se emplean, y comprobar su eficacia en los animales mordidos, o mezclándolos con venenos, y observar si los descomponen, desorganizan o privan de su virtud deletérea.
8. Hacer todos los experimentos posibles para evaluar la planta de guaco (= *Mikania guaco*), el «antiveneno» más empleado.
9. Investigar cuánto veneno es necesario para matar a un animal de cada orden.
10. Hacer un estudio detallado de las serpientes venenosas para distinguirlas de las inofensivas, valiéndose de características en número, disposición y figuras que forman sus escamas.
11. Averiguar si la naturaleza dio a las serpientes el veneno únicamente para su defensa y para matar a sus enemigos, o si, como sospecho, es un suplemento para ayudar a digerir los alimentos en lugar de masticalos, lo que no pueden hacer debido a la estructura de sus dientes que se lo impiden.

Las directrices de Lozano fueron visionarias porque la mayoría de sus recomendaciones y conjeturas son las líneas de investigación más importantes y priorizadas en la actualidad en el estudio de las serpientes venenosas y el ofidismo [11–13] (ver Capítulo 3, 5, 6, 7, 9, y 10). Después de las directrices visionarias de Lozano, investigadores nacionales y extranjeros han intentado describir la historia natural y documentar la capacidad de envenenamiento de las serpientes que habitaban en el vasto territorio que dio origen al país que hoy conocemos como Colombia. Para la mayoría de ellos, la principal motivación para el estudio de las serpientes venenosas fue generar conocimiento y terapias para enfrentar el ofidismo, así como en comprender las terapias tradicionales utilizadas como prácticas médicas.

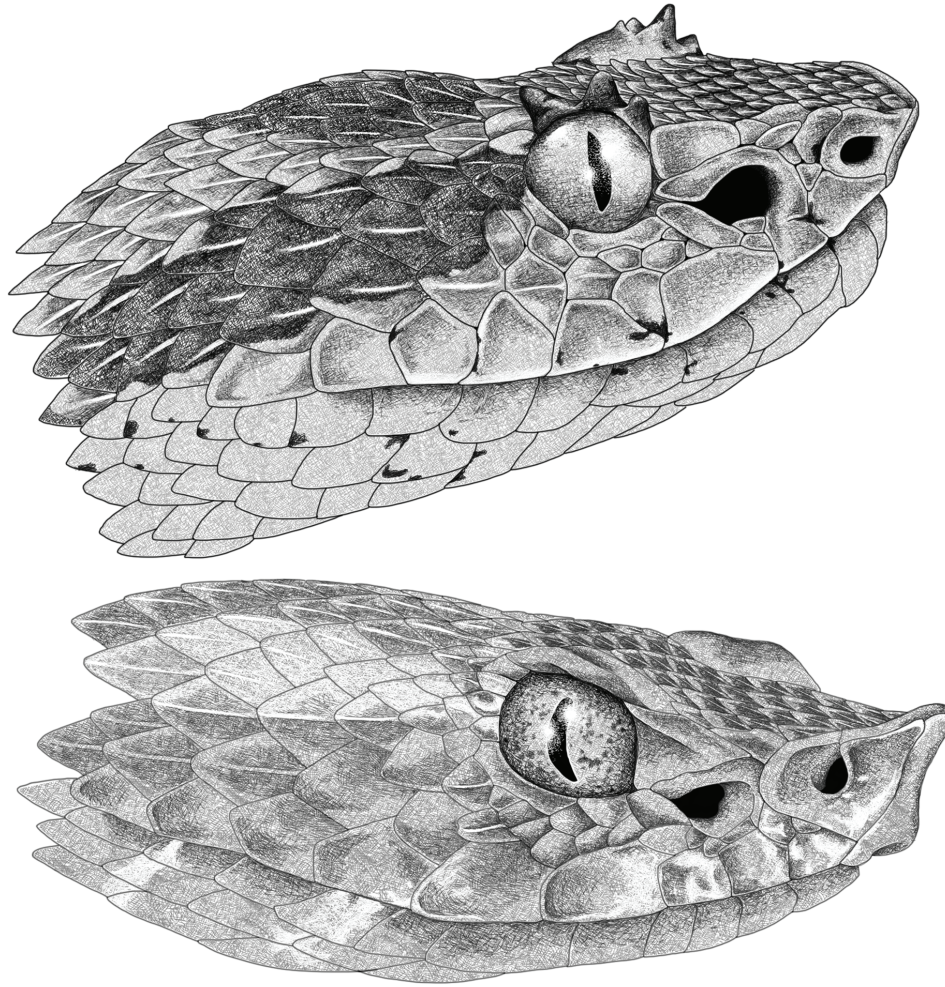
En 1870, el ingeniero y médico homeópata Silvestre B. Higgins, originario de la ciudad de Barranquilla (departamento de Atlántico), publicó el libro «*Culebras i reptiles venenosos: sus hábitos características i particularidades*». Este libro se centró en las prácticas no médicas utilizadas como terapias frente a las serpientes por los curanderos colombianos. Además,

describió las generalidades sobre los rasgos de la historia natural de algunas especies venenosas y su contexto ecoepidemiológico. Recopiló las creencias, cuentos, mitos y eventos mágicos más sorprendentes sobre las serpientes colombianas, explicando sus nombres comunes e imaginarios sociales que aún prevalecen en muchas comunidades rurales.

Curiosamente, Higgins proporcionó una lista anotada de especies de serpientes venenosas de cada uno de los nueve estados colombianos (Higgins vivió durante un período histórico en el que Colombia era un grupo de estados federales denominados Estados Unidos de Colombia 1863-1886). Sin embargo, Higgins no proporcionó una base científica sólida en su libro, por lo que las especies de serpientes venenosas y no venenosas se listaron según los nombres comunes en lugar de los científicos. Por lo tanto, con base en la lista de especies de Higgins, es difícil asignar de manera confiable un nombre científico para la mayoría de los taxones de serpientes descritos. Sin embargo, al descartar los sinónimos en los nombres comunes, las especies que no son serpientes (p. ej., anfisbénidos) y las especies no venenosas (p. ej., *Pseudoboa neuwiedii*) de la lista de especies de Higgins, se puede estimar que el número de serpientes de importancia médica estaba alrededor de las 12 especies: *Bothrops asper*, *B. atrox*, *B. bilineatus*, *B. punctatus*, *Bothrocophias* spp., *Bothriechis schlegelii*, *Crotalus durissus*, *Micrurus dumerillii*, *M. mipartitus*, *Lachesis acrochorda*, *L. muta*, y *Porthidium lansbergii*.

En 1889, el médico Andrés Posada Arango publicó el artículo «*Note Sur Quelques Solenoglyphes de Colombie*» en el que describe, según su interpretación, cuatro nuevas especies de serpientes venenosas del antiguo género *Thanatophis* (*Thanatophis patoquilla*, *T. sutus*, *T. montanus* y *T. torvus*). Sin embargo, estas especies fueron débilmente descritas y posteriormente sinonimizadas en tres géneros y tres especies, o complejos de especies diferentes (*T. patoquilla* y *T. sutus* fueron sinonimizadas como *Porthidium lansbergii* [14]; *T. montanus* fue sinónimo como *Bothrops punctatus* [15], y *T. torvus* fue asignado al género *Bothriechis* como *B. torvus* [16]).

En 1896 el médico Evaristo García Piedrahita proporcionó una lista de especies de serpientes de importancia médica del departamento del Cauca (actualmente departamentos de Cauca, Valle del Cauca y Putumayo). El Dr. García-Piedrahita en su libro «*Serpientes venenosas del Cauca*» [17], proporciona un estudio detallado de la clasificación de las serpientes venenosas, caracteriza, describe y diagnostica el aparato venenoso, los efectos de los venenos y los síntomas de envenenamiento causados por mordeduras de serpientes. Adicionalmente, realiza un análisis y reflexión sobre los métodos empíricos utilizados contra las mordeduras de serpientes, los métodos para neutralizar el veneno y el tratamiento de los síntomas de mordeduras de serpientes [1]. García-Piedrahita proporcionó una lista y descripción de 19 especies de serpientes de importancia médica. Sin embargo, descontando los nombres comunes, sinonimias y especies que no son serpientes venenosas de la lista, este autor reportó un total de 11 especies (*Bothriechis schlegelii*, *Bothrops asper*, *B. rhombeatus*, *B. punctatus*, *Crotalus durissus*, *Lachesis acrochorda*, *L. muta*, *Porthidium lansbergii*, *Micrurus mipartitus* y *M. hemprichii*).



**Figura 1.** Ilustraciones de la nueva especie propuesta por Andrés Posada-Arango. (Arriba) Cabeza en vista lateral del complejo de especies *Bothriechis schlegelii* de Manizales, Caldas (INSV-SR-00138). (Abajo) Cabeza en vista lateral de *Porthidium lansbergii* (INSV-SR-89) de Yondó, Antioquia, Colombia. Ilustraciones por Oscar A. Ramírez Ruiz.

Dos décadas después, Afranio do Amaral [18,19] amplió el conocimiento sobre las serpientes colombianas proporcionando listas regionales, reportando cinco especies venenosas de la región de Santa Marta (*Micrurus dumerillii*, *M. mipartitus*, *Bothrops asper*, *Crotalus durissus*, *Porthidium lansbergii*,) y seis de la cuenca baja del río San Juan para el departamento del Chocó (*Micrurus ancoralis*, *M. mipartitus*, *Bothrops asper*, *B. punctatus*, *Bothriechis schlegelii*, *Porthidium nasutum*). No obstante, hasta la década de 1940, Nicéforo María [20] fue el primer investigador que intentó consolidar una lista completa de especies de serpientes colombianas. Reportó aproximadamente 180 especies de serpientes. Sin embargo, descontando las subespecies de la lista de especies de Nicéforo, el número de especies de serpientes alcanza 174 (comunicación personal, J.D. Lynch, 2017), Nicéforo María reporta un total de 26 serpientes venenosas, de las cuales 15 eran elápidos (incluyendo la descripción de *Micrurus sangilensis* como una nueva especie) y 11 eran vipéridos.

En 1968, Federico Medem (Friedrich Johann Graf von Medem) [21], proporcionó una revisión exhaustiva del desarrollo histórico de la herpetología en Colombia, enumerando todas las especies conocidas de anfibios y

reptiles del país, abarcando registros de exploradores desde el siglo XVIII hasta los tiempos modernos. Reportó un total de 231 especies de serpientes que habitan en Colombia, de las cuales, descontando las subespecies, 10 eran vipéridos y 13 elápidos. Medem ofreció descripciones detalladas de sus distribuciones geográficas, hábitats, características de historia natural, datos etnozoológicos y creencias sociales.

Dos años después, Peters y Orejas-Miranda [15] proporcionaron un catálogo detallado de las serpientes neotropicales, incluyendo claves taxonómicas para géneros, especies y subespecies. Elucidaron los nombres científicos y las distribuciones, ayudando a resolver especies crípticas o indefinidas. Descontando las subespecies, estos autores reportaron 182 especies de serpientes que habitan en Colombia, de las cuales 16 eran vipéridos y 17 elápidos. Las claves taxonómicas para géneros, especies y subespecies siguen siendo válidas para muchos taxones, y continúan utilizándose en varias academias de biología en América Latina como una aproximación introductoria para comprender la riqueza taxonómica de las serpientes neotropicales.

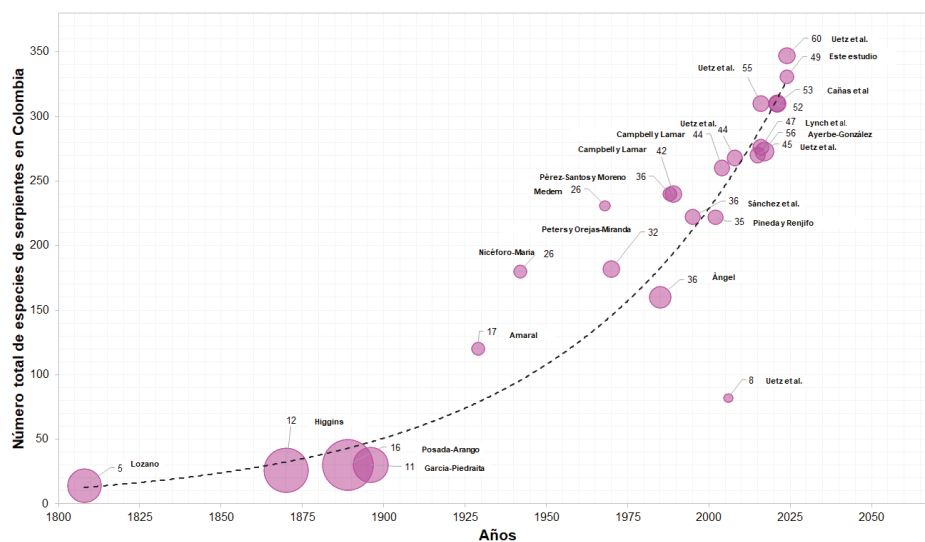
En 1985, se realizó un nuevo intento de compilar el conocimiento sobre las serpientes venenosas de Colombia por parte del médico y profesor de la Universidad de Antioquia, Rodrigo Ángel [22] al publicar la monografía «*Serpientes de Colombia: guía práctica para la clasificación y tratamiento del envenenamiento causado por sus mordeduras*». Ángel reportó 160 especies de serpientes que habitan en Colombia, de las cuales 13 eran vipéridos y 31 elápidos. Sin embargo, descontando las subespecies de la lista de especies de Ángel, el número de serpientes venenosas en Colombia alcanza 36 especies (Figura 2). Este libro fue una de las principales referencias para la mayoría del personal médico que enfrentó mordeduras de serpientes en Colombia a finales del siglo XX.

En 1988, Pérez-Santos y Moreno publicaron la primera monografía moderna que compiló exhaustivamente la riqueza de especies que habitan en Colombia, proporcionando claves para su identificación, descripción de caracteres diagnósticos y mapas de distribución. Estos autores reportaron 240 especies de serpientes en Colombia, descontando las subespecies, reportando un total de 36 especies venenosas (20 elápidos y 16 vipéridos). No obstante, esta monografía presenta deficiencias significativas en la calidad de los registros de especies, principalmente porque la mayoría de los registros de distribución y la información de historia natural están documentados de manera inadecuada, presentando identificaciones y distribuciones cuestionables, sin referencias cruzadas de los especímenes, o los números de colección de museos que sustentan la información para cada especie [23]. A pesar de esto, el libro proporcionó listas de verificación de especies y caracteres diagnósticos útiles. No obstante, dado que los datos utilizados carecen de una evaluación rigurosa, la riqueza de especies en el país resultó subestimada y creó confusión en el conocimiento de los rangos de distribuciones de las serpientes dentro del territorio nacional [1,23].

En 1989, Campbell y Lamar ofrecieron un recuento completo y bien fundamentado sobre las especies de serpientes venenosas en toda América Latina, incluyendo Colombia. Su trabajo abordó varios errores generados por estudios previos y corrigieron los datos de estudios anteriores que a menudo carecían de referencias cruzadas de especímenes por especie y números de colecciones de museos, o bien omitían referencias de datos publicados, lo que resultaba en rangos de distribución geográfica confusos.

Hacia finales del siglo XX, Sánchez et al. [24] proporcionaron una revisión de las especies de reptiles en Colombia. Sin embargo, en esta publicación no se evaluó la calidad de los registros utilizados. Este descuido llevó a una subestimación de la riqueza de especies en el país y confusión en sus distribuciones dentro del territorio nacional [1]. Como resultado, estos autores subestimaron la riqueza de especies en el país (Figura 2).

Desde el inicio del siglo XXI, un número creciente de estudios se han generado buscando reducir el déficit histórico en la comprensión de la riqueza de serpientes, incrementando rápidamente el número de especies a través de revisiones taxonómicas exhaustivas, así como con la descripción de nuevas especies, pasando de 240 a aproximadamente 331 especies de serpientes (Figura 2). En 2002, Pineda y Renjifo presentaron una lista actualizada de accidentes por mordeduras de serpientes en Colombia; enfocándose en reportes clínicos que describían los efectos de los venenos y los síntomas de envenenamiento causados por mordeduras de serpiente en Colombia, proporcionando una visión completa de las manifestaciones clínicas, información epidemiológica y cómo manejar el accidente ofídico y su tratamiento, actualizando lo previamente presentado por Ángel en 1985. Además, estos autores reportaron 35 especies de serpientes venenosas. Sin embargo, citaron incorrectamente la lista de serpientes venenosas previamente proporcionada por Campbell y Lamar [25], omitiendo algunas especies de *Micrurus* (Figura 2).



**Figura 2.** Recuento histórico que ilustra el crecimiento exponencial del conocimiento sobre la riqueza de serpientes en Colombia. El tamaño de las burbujas corresponde a la proporción de serpientes venenosas con respecto al total de especies de serpientes, según los datos reportados por el autor. Las notas indican el número de serpientes venenosas.

En 2004, Campbell y Lamar [26], en su libro «*The venomous reptiles of the western hemisphere*» realizaron avances notables en la comprensión de los reptiles venenosos del hemisferio occidental del planeta. Este compendio clásico estableció la base moderna para entender los enigmas taxonómicos de las serpientes venenosas de Colombia, actualizando su propuesta de 1989. Sus decisiones taxonómicas siguen siendo válidas para muchas especies de serpientes venenosas distribuidas en Colombia.

En 2016 Cañas et al. [27] en su Libro «*Serpientes venenosas: lecciones aprendidas desde Colombia*» realizan una interesante revisión del conocimiento acumulado hasta el Siglo XX e inicios del siglo XXI sobre la riqueza, biología general, caracteres de identificación de las serpientes de importancia médica en Colombia; describen los caracteres que permiten diferenciar las serpientes venenosas de las no venenosas; y brinda una visión clínica de las manifestaciones del ofidismo. Son los primeros autores en compilar los avances toxinológicos relacionados con la venómica, bioquímica y actividades biológicas de los venenos de las serpientes de importancia médica en el país. Además, presentan información epidemiológica y lineamientos para el manejo del accidente ofídico y tratamiento de las intoxicaciones, con énfasis en las serpientes distribuidas en las cuatro zonas de vida del departamento del Valle del Cauca. Estos autores indican que en Colombia habitan 310 especies de serpientes de las cuales 53 especies (21 vipéridos y 32 elápidos) son de importancia médica, y de estas 14 especies se distribuyen en el departamento del Valle del Cauca. No obstante, su listado de especies carece de referencias cruzadas con ejemplares de colecciones o literatura publicada. Por lo tanto, no es posible rastrear la fuente de los datos utilizados para su construcción.

En 2021 Ayerbe [28], en su libro «*Serpientes: accidentes y soluciones*» provee una detallada descripción de los síntomas y signos del envenenamiento causado por serpientes colombianas, sus manifestaciones clínicas y complicaciones en su tratamiento, presentando abordajes terapéuticos para hacer frente al accidente ofídico. Dentro de las generalidades de la biología de las serpientes de importancia médica en Colombia, Ayerbe [28] indica que en el país habitan 310 especies de serpientes de las cuales 56 son de importancia médica. No obstante, de forma similar que Cañas et al. [27], no proporciona referencias cruzadas con ejemplares de colecciones o literatura publicada que permita sustentar sus listados. Además, considera varias subespecies de corales como especies sin indicar el criterio taxonómico usado (p. ej., *Micrurus hemprichii* versus *Micrurus ortonii*; ver la explicación en las siguientes secciones de este capítulo).

Desde Campbell y Lamar [26], la mayoría de los estudios del siglo XXI han corregido las deficiencias del pasado, proporcionando registros basados en literatura revisada por pares, especímenes de colecciones y museos, repositorios o bases de datos biológicos curadas [1]. El proyecto en curso de Uetz, Hallermann, Hosek y colaboradores, Reptile database (<http://www.reptile-database.org>), ha acelerado y consolidado los esfuerzos históricos realizados por varios autores, proporcionando un método

moderno para actualizar anualmente las listas de especies de reptiles no aviares en todo el mundo.

Actualmente, este sitio web es la opción inicial para cualquier investigador o entusiasta de los reptiles que busca una comprensión básica de la riqueza taxonómica, distribuciones geográficas, literatura especializada, descripciones originales, imágenes y otros datos biológicos relevantes. Reptile database representa el «consenso moderno» entre los herpetólogos de todo el mundo sobre los nombres científicos, decisiones taxonómicas y distribuciones. Sin duda, Uetz, Hallermann, Hosek y sus colaboradores han realizado un avance enorme en la compilación de una cantidad colosal de conocimientos sobre las especies de reptiles no aviares [29].

No obstante, Reptile database no ofrece una evaluación taxonómica, sino una lista de especies con los aporte de algunos autores que proponen nuevas especies o cambios taxonómicos; y además, estas listas de especies se basan en información de diversas fuentes [30]. Por lo tanto, la controversia sobre las decisiones taxonómicas y distribuciones de varios taxones, especialmente de serpientes, persiste. La taxonomía es un campo científico dinámico, en el cual la controversia siempre impulsa su avance. Por tal razón, el número total de especies de serpientes podría cambiar entre autores o incluso dentro de las propuestas de un mismo autor a lo largo del tiempo, debido al cambio de los criterios empleados por ellos, generando una constante expansión y contracción de la lista de especies de serpientes como resultado de sumar, restar, omitir especies o listar especies redundantes.

Por ejemplo, en este libro consideramos que actualmente están presentes en Colombia un total de 331 especies de serpientes, de las cuales 49 taxa son especies venenosas (Viperidae y Elapidae; ver <https://ofidismo.ins.gov.co>). Nuestros conteo de especies varían con respecto a lo reportado por Uetz et al. [29] en un 4,6% con respecto al total de especies de serpientes presentes en el país, y en 18% en el caso de especies venenosas (Figura 2, Tabla 1). Los criterios empleados que explican estas diferencias se definen en la siguiente sección de este capítulo. A pesar de la variabilidad en las listas de especies de serpientes entre autores, en el siglo XXI, Colombia ha logrado un avance exponencial en la comprensión de su ofidiofauna, indicando que el país ha comenzado a salir del «agujero negro» al adquirir conocimientos biológicos esenciales sobre sus serpientes. Con el tiempo, la proporción serpientes venenosas en los listados especies disminuyó con respecto al total de especies reportadas, indicando que la visión médica de las serpientes que predominó en el siglo XX ha cambiado gradualmente hacia una visión biológica más amplia, que incluye en los listados de especies todas las serpientes, tanto venenosas como no venenosas.

Además, desde el siglo XXI, la riqueza proporcional de especies venenosas promedio reportado en cada estudio es de 16,3% (9,8-20,1%), lo que indica que las especies de serpientes de importancia médica en Colombia representan menos del 20% de la ofidiofauna total del país. Esperamos



que, en un futuro cercano, esta tendencia continúe, reduciendo las incertidumbres taxonómicas de las serpientes colombianas. Sin embargo, esta tendencia histórica también señala que nuestra comprensión de las serpientes colombianas está lejos de estar completa, lo que nos motiva a seguir invirtiendo esfuerzos significativos para dilucidar su naturaleza críptica, y reducir la escasez de información que las rodea. Esperamos que este desafío sea abordado por jóvenes herpetólogos nacionales y extranjeros.

## **2. Un caos megadiverso: El enigma taxonómico de las especies de serpientes de importancia médica en Colombia**

Una de las etapas clave cuando una persona común o un médico enfrenta un accidente ofídico es la identificación precisa de la serpiente. Según la identificación taxonómica de la serpiente, el médico puede determinar el tipo de envenenamiento, establecer el tratamiento y antiofídico adecuado, así como anticipar las posibles complicaciones clínicas [31]. Por esta razón, la mayoría de las guías médicas, manuales, guías de campo y protocolos destinados a tratar o manejar accidentes ofídicos incluyen la identificación taxonómica de la serpiente como una etapa primordial en su proceso paso a paso (algoritmo) [27,28,31–34] (ver Capítulo 9).

A pesar que esta tarea parece clara y sencilla, en países tropicales y megadiversos como Colombia puede volverse complicada, aún más cuando varias especies de serpientes tienen un estado taxonómico confuso debido a la escasa investigación científica y su alta crípticidad [1]. Además, las distribuciones de varias especies de serpientes venenosas pueden superponerse ampliamente (especies simpátricas), lo que hace que la identificación de especies mediante el método de eliminación geográfica sea inadecuado en la mayoría de los casos.

Recientemente, varios investigadores han realizado importantes esfuerzos para desentrañar el enigma taxonómico de algunas serpientes de importancia médica distribuidas en Colombia [35–38]. Sin embargo, la mayoría de la diversidad de serpientes del país sigue teniendo un estado taxonómico confuso, manteniendo como referencia taxonómica las revisiones clásicas y exhaustivas realizadas a finales del siglo XX y principios del siglo XXI [15,23,39–44].

La mayoría de estos trabajos científicos concluyen que las poblaciones de serpientes venenosas colombianas requieren una revisión taxonómica detallada [15,26,39,45–47]. A pesar de esto, varios investigadores han utilizado sinónimos y epítetos subespecíficos como nombres a nivel de especies, sin realizar una revisión taxonómica, o sin contar con evidencia sólida para su uso, creación o resurrección [28,48]. Esta práctica ha causado inestabilidad taxonómica, profundizando la dificultad para determinar la identidad taxonómica de las serpientes de importancia médica en Colombia, la cual va más allá del simple cambio del nombre científico de las especies [49].

Este fenómeno no solo ha ocurrido con las serpientes colombianas, a nivel mundial, surgen problemas cuando los datos utilizados para tomar decisiones taxonómicas se presentan de manera deficiente, derivan de investigaciones espurias o carecen de evidencia [50]. Así, su aplicación posterior en una amplia gama de campos, como la conservación o la atención de enfermedades tropicales desatendidas (p. ej., ofidismo), se ve socavada por la falta de coherencia. Además, la explosión de la información electrónica y la revolución de las redes sociales en las primeras dos décadas del siglo XXI [3], ha conllevado a una rápida dispersión y fusión de información taxonómica científica y no científica, lo que dificulta la toma de decisiones taxonómicas adecuadas para los profesionales médicos, o público no especializado en herpetología.

Según la propuesta de Kaiser et al. [50], una decisión taxonómica científica debe seguir tres pasos principales: (1) generar hipótesis de pertinencia a un grupo (p. ej., una especie, un taxón) o linaje evolutivo (p. ej., taxa hermanos) basadas en fuentes primarias disponibles (p. ej., registro fósil, especímenes de colecciones existentes, nuevos de especímenes colectados en campo, tejidos, análisis cuantitativos, secuencias de ADN, etc.) y la literatura disponible; (2) probar estas hipótesis mediante análisis adecuados, rigurosos y honestos empleando datos relevantes y utilizando el método científico; y (3) someter las decisiones taxonómicas propuestas (p. ej., reorganizaciones taxonómicas, descripciones de nuevas especies, elevación de subespecies a rango de especie) a revistas revisadas por pares en forma de manuscritos que presenten los datos y proporcionen una justificación racional para las decisiones propuestas.

Desafortunadamente, es común que numerosas investigaciones de alto impacto no sigan el enfoque de Kaiser et al. [50], sino que basan sus decisiones taxonómicas en evidencias carentes de solidez, presentadas de manera deficiente o, peor aún, cometiendo vandalismo taxonómico [52,53], es decir, estableciendo de forma deliberada nombres científicos (=hipótesis) sin llevar a cabo el proceso científico descrito anteriormente [49,50]. Además de estos inconvenientes, algunas decisiones taxonómicas se han publicado en revistas predatorias/falsas o en revistas de publicación rápida, donde, a cambio de un pago, los autores obtienen una publicación rápida y una amplia audiencia, a costa de la calidad científica, la legitimidad de las decisiones taxonómicas, la robustez del proceso de revisión por pares, y el valor científico.

La confusión sobre los nombres de especies o géneros de serpientes venenosas podría causar serias limitaciones en la implementación de esquemas de salud pública, así como en el tratamiento de accidentes ofídicos. Por ejemplo, esto puede aumentar el subregistro de los casos de ofidismo al clasificarlos bajo un nombre de especie que no está basado en la ciencia. Además, enmascara la variabilidad de los síntomas clínicos del envenenamiento de especies de amplia distribución [54–57].

Particularmente en Colombia, una de las principales dificultades durante el diagnóstico y tratamiento del accidente ofídico es la correcta

identificación de la especie o género de la serpiente [1]. Esto surge como uno de los principales obstáculos que limitan el proceso de toma de decisiones rápidas por parte del médico sobre la terapia y antiofídico adecuado, la dosificación del antiofídico, así como la prevención de complicaciones clínicas durante el tratamiento [58].

El concepto de especie sigue siendo controversial debido a que un único concepto no es suficiente para incluir simultáneamente todas las formas y combinaciones en las que evoluciona la vida [59]. Sin embargo, todos los conceptos de especie tienen algo en común: todos consideran las especies como una hipótesis. Por lo tanto, un taxon pueden tratarse como «un supuesto educado fundamentado en el método científico, la lógica y la observación» [60]. Por lo tanto, todas las especies pueden ser objeto de prueba. Tratar las especies como hipótesis permite emplear múltiples líneas de evidencia como criterios operativos (sensu Mayden [61]), para realizar pruebas empíricas y diagnósticos a las especies como unidades evolutivas en la naturaleza [61–63].

De acuerdo con esta perspectiva, en esta sección presentamos una lista revisada de especies venenosas basada en la información actualmente disponible sobre el estado taxonómico de las especies de serpientes de importancia médica en Colombia, abarcando colúbridos (aglifos y opistoglifos), vipéridos (solenoglifos) y elápidos (proteroglifos). Realizamos una revisión detallada basada en la literatura disponible para tomar la «mejor» decisión taxonómica siguiendo la propuesta científica de Kaiser et al. [50], así como considerando todas las publicaciones que contaban con múltiples líneas de evidencia para la delimitación de especies.

Nuestro objetivo no es resolver todos los problemas taxonómicos actuales en torno a las serpientes colombianas, sino proporcionar un tratamiento taxonómico y criterios que ayuden a asignar las especies de serpientes problemáticas a una entidad taxonómica basada en la evidencia disponible. Esto ayudará a los médicos a asignar una entidad taxonómica a las serpientes involucradas en accidentes ofídicos en el país, reduciendo los errores en su identificación, así como la tasa de subregistro de las mordeduras de serpientes [56,64] (ver Capítulo 9).

Esperamos que, en un futuro cercano, los taxónomos, mediante una revisión exhaustiva basada en el método científico (con enfoque de taxonomía integradora) y la publicación en revistas de alta calidad revisadas por pares, puedan desentrañar los enigmas de las serpientes colombianas señaladas aquí. Todos los criterios definidos en este capítulo establecerán el tratamiento taxonómico de las especies a lo largo de todos los capítulos de este libro.

## **2.1 Serpientes de importancia médica: Abordaje ante las incertidumbres taxonómicas**

Durante las últimas dos décadas, con la explosión de técnicas y análisis moleculares, el uso masivo de análisis cuantitativos, bioinformática,

tomografías computarizadas de alta resolución (HRCT), análisis por software libre de código abierto disponible (p. ej., R, Python, Past, etc.), y la popularización de las técnicas de eversión hemipenial entre los investigadores [65], se han propuesto nuevas especies, resurrección de géneros, revalidación o elevación de especies a partir de subespecies y sinonimias de especies [35,36,66–71]. Estos esfuerzos, la mayoría de ellos incluyendo múltiples líneas de evidencia (taxonomía integrativa), han permitido resolver varios problemas taxonómicos de las serpientes venenosas de Suramérica previamente señalados por Campbell y Lamar [26], proporcionando un avance notable en nuestra comprensión.

Sin embargo, en comparación con estos esfuerzos, se han hecho pocos intentos taxonómicos que utilicen múltiples líneas de evidencia para resolver algunas especies de serpientes venenosas colombianas que resultan desconcertantes [35,37,72]. En la mayoría de las especies colombianas, Campbell y Lamar [26] sigue siendo la guía primordial para las decisiones taxonómicas porque no se cuenta con nueva evidencia para abordar las especies problemáticas (p. ej., *Micrurus dumerilii*, *M. mipartitus*, *Bothrops venezuelensis*), o la nueva evidencia proporcionada se ha presentado de manera deficiente, causando más confusión que claridad (p. ej., *Bothrops ayerbei* and *Bothrops rhombeatus*; ver Capítulo 3).

Los problemas taxonómicos tienen causas multifactoriales. Sin embargo, aquí las resumimos en dos categorías principales de la siguiente manera:

*Cripticidad.*— Los investigadores pueden observar indicios que sugieren que las poblaciones de una especie en particular podrían representar diferentes linajes evolutivos, pero en el estado actual del conocimiento, no pueden distinguirse o delimitarse fácilmente debido a su incertidumbre en torno a sus caracteres diagnósticos (p. ej., caracteres morfológicos poco definidos y/o propiedades ecológicas, falta de datos de ADN o análisis cuantitativos disponibles) [63,73,74]. Por lo tanto, este taxón se considera un complejo de especies que podría agrupar dos o más especies, pero que requiere nuevas líneas de evidencia para un diagnóstico y delimitación adecuada [74].

*Datos insuficientes.*— Esta categoría agrupa especies que: (1) además del espécimen holotipo empleado en su descripción original y la serie tipo (el grupo de especímenes diferentes al tipo empleados en la descripción original de una especie), no se conocen nuevos especímenes o poblaciones; (2) carecen de espécimen tipo o este se ha perdido; (3) especies descritas a partir de un único espécimen conocido; (4) especies que su nombre taxonómico no puede asignarse con certeza a ningún grupo taxonómico porque la descripción es insuficiente para su identificación y/o el espécimen original se ha perdido o ya no existe (*nomen dubium*) [75]; (5) a pesar de que se han realizado revisiones taxonómicas objetivas a lo largo de su distribución conocida (empleando un enfoque taxonómico integrador o una única línea de evidencia), las poblaciones colombianas de esta especie no han sido incluidas en estas evaluaciones; y (6) la delimitación y diagnóstico de la especie presentan grandes deficiencias e incongruen-

cias desde su descripción original. Por lo tanto, las conclusiones sobre su estatus taxonómico no pueden asumirse de manera directa para las poblaciones colombianas.

Utilizando una visión taxonómica conservadora, proponemos una lista de especies de serpientes de importancia médica para Colombia (Tabla 1), con base en la revisión exhaustiva de las líneas de evidencia disponibles para la delimitación de especies (ver Apéndice A), como se detalla en la siguiente sección.

## 2.2 Registros de las serpientes de importancia médica en Colombia

Recuperamos y curamos aproximadamente 5.488 registros de especies de serpientes de importancia médica geolocalizadas en Colombia a partir de 50 fuentes. Estas referencias incluyen especímenes alojados en colecciones biológicas, registros de literatura herpetológica especializada (artículos, libros), datos no publicados de cuadernos de campo de varios herpetólogos colombianos y extranjeros, y registros clínicos de serpentarios colombianos dedicados a la investigación y producción de antiofídicos (ver <https://ofidismo.ins.gov.co>).

Colombia alberga un total de 59 especies de serpientes de importancia médica, de las cuales 10 especies son colúbridos, 20 son vipéridos y 29 son elápidos. Alrededor del 13,6% de estas especies muerden con frecuencia y están asociadas con envenenamientos graves y potencialmente mortales, mientras que el resto de las especies de serpientes rara vez causan envenenamientos graves y potencialmente mortales, o no tienen casos reportados (Tabla 1).

**Tabla 1.** Especies de serpientes de importancia médica en Colombia. m: Metros sobre el nivel del mar.

Especies	Endémica	Localidad tipo en Colombia	Distribución por departamento	Rango Altitudinal (m)
<b>Serpientes que muerden frecuentemente y están asociadas con envenenamientos graves y potencialmente mortales</b>				
<i>Bothriechis schlegelii</i> *	No	Si	Ant, Boy, Cal, Cau, Ch, Cor, Cu, Hui, Nar, Qui, Ris, San, Tol, Val	2—2946; $\bar{x}$ = 1832
<i>Bothrops asper</i> *	No	No	Ant, Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Ces, Cho, Cór, Cun, LaG, Mag, NSa, Qui, Ris, San, Suc, Tol, Val	2—2200; $\bar{x}$ = 547
<i>Bothrops atrox</i> *	No	No	Ama, Arau, Boy, Caq, Cas, Cun, Gua, Guav, Met, NSa, Put, Vau, Vic	57—1923; $\bar{x}$ = 308

<i>Crotalus durissus</i>	No	No	Ant, Ara, Atl, Bol, Boy, Ces, Cun, Hui, LaG, Mag, Met, Tol, Vic	7—1717, $\bar{x}$ = 235
<i>Porthidium lansbergii*</i>	No	Si	Ant, Atla, Bol, Boy, Cas, Ces, Cho, Cór, Hui, LaG, Mag, NSa, San, Suc, Tol	0—1243, $\bar{x}$ = 782
<i>Porthidium nasutum</i>	No	No	Ant, Cho, Val	12—1011, $\bar{x}$ = 307
<i>Micrurus dumerilii*</i>	No	Si	Ant, Atl, Bol, Boy, Cal, Cau, Cesar, Cho, Cór, Cun, Hui, LaG, Mag, Met, Nar, NSa, Ris, San, Suc, Tol, Val,	2—2278, $\bar{x}$ = 815
<i>Micrurus mipartitus*</i>	No	Si	Ant, Boy, Cal, Cau, Ces, Cho, Cór, Cun, Hui, Mag, Met, Nar, NSa, Ris, San, Suc, Tol, Val,	11—2606, $\bar{x}$ = 1204

**Serpientes que muerden frecuentemente, pero rara vez causan envenenamientos graves o potencialmente mortales**

<i>Dryophylax gambotensis</i>	Si	Si	Atl, Bol, Ces, Cór, LaG, Mag, Suc	1—161, $\bar{x}$ = 34
<i>Helicops angulatus</i>	No	No	Ama, Caq, Cun, Gua, Guav, Met, Put, Vau, Vic	52—570, $\bar{x}$ = 237
<i>Leptodeira annulata*</i>	No	No	Ama, Ant, Atla, Bol, Boy, Cal, Caq, Cas, Cau, Ces, Cho, Cór, Cun, Hui, LaG, Mag, Met, San, NSa, Suc, Tol, Val, Vic	3—2130, $\bar{x}$ = 646
<i>Oxybelis fulgidus</i>	No	No	Ama, Bol, Cat, Mag, Met, Suc, Vau	3—484, $\bar{x}$ = 220
<i>Erythrolamprus bizona*</i>	No	Si	Ant, Boy, Cal, Cas, Cau, Ces, Cun, Hui, Mag, Met, NSa, San, Tol, Val	14—2566, $\bar{x}$ = 900
<i>Thamnodynastes pallidus</i>	No	No	Ama, Cas, Met, Put, Vic	75—437, $\bar{x}$ = 162
<i>Xenodon rabdocephalus</i>	No	No	Ant, Cal, Cau, Cho, LaG, San, Tol, Val	3—1778, $\bar{x}$ = 483

**Serpientes que muerden rara vez, pero que pueden causar envenenamientos graves y potencialmente mortales**

<i>Bothrocophias myersi</i>	Si	Si	Cau, Cho, Val	12—1275, $\bar{x}$ = 224
-----------------------------	----	----	---------------	--------------------------

<i>Bothrocophias myrringae</i>	Si	Si	Cun, Met	1757—2761, $\bar{x}$ = 2137
<i>Bothrocophias tulitoi</i>	Si	Si	Boy, Cas, Cun	1685—2694, $\bar{x}$ = 1969
<i>Bothrops punctatus</i>	No	Si	Ant, Cal Cau, Cho, Nar, Ris, Val	4—1578, $\bar{x}$ = 569
<i>Hydrophis platurus</i>	No	No	Cau, Cho, Nar	-50—0, $\bar{x}$ = -5
<i>Lachesis acrochorda</i>	No	Si	Ant, Boy, Cau, Cho, Nar, San, Val	2—1775, $\bar{x}$ = 655
<i>Lachesis muta</i>	No	No	Ama, Caq, Met, Put, Vau	24—1809, $\bar{x}$ = 352
<i>Micrurus helleri</i>	No	No	Ara, Caq, Cas, Cun, Met, Put, Vau	87—1338, $\bar{x}$ = 393
<i>Micrurus hemprichii*</i>	No	Si	Ama, Boy, Caq, Cas, Met, Vic	67—770, $\bar{x}$ = 311
<i>Micrurus lemniscatus*</i>	No	No	Ama, Gua	79—125, $\bar{x}$ = 84
<i>Micrurus obscurus</i>	No	No	Ama, Caq, Gua, Guav, Met, Put, Vau, Vic	79—616, $\bar{x}$ = 243
<i>Micrurus surinamensis</i>	No	No	Ama, Caq, Cun, Guav, Met, Vau, Vic	52—537, $\bar{x}$ = 292
<b>Serpientes que muerden rara vez y que no han causado envenenamientos significativos ni mordeduras documentadas</b>				
<i>Bothrocophias campbelli</i>	No	No	Cho, Nar, Val	32—1650, $\bar{x}$ = 428
<i>Bothrocophias colombianus</i>	Si	Si	Cho, Cau, Ris	211—2506, $\bar{x}$ = 1530
<i>Bothrocophias hyoprora</i>	No	No	Ama, Caq, Guav, Nar, Put, Vau	64—1202, $\bar{x}$ = 234
<i>Bothrops bilineatus</i>	No	No	Ama, Caq, Vau,	80—265, $\bar{x}$ = 105
<i>Bothrops oligobalius</i>	No	No	Ama, Caq, Guav, Vau	81—274, $\bar{x}$ = 151
<i>Bothrops pulcher</i>	No	No	Caq, Put	274—1725, $\bar{x}$ = 872
<i>Bothrops taeniatus</i>	No	No	Ama, Cun, Gua, Met, Vau, Vic	78—533, $\bar{x}$ = 155
<i>Bothrops venezuelensis</i>	No	No	Boy, Cas	151—1785, $\bar{x}$ = 1052

<i>Micrurus ancoralis</i>	No	Si	Ant, Cal, Cho, Ris, Tol, Val,	21—707, $\bar{x}$ = 98
<i>Micrurus camilae</i>	Si	Si	Ant, Cór, San, Suc,	30—1381, $\bar{x}$ = 178
<i>Micrurus clarki</i>	No	No	Cau, Cho, Val	2—865, $\bar{x}$ = 257
<i>Micrurus dissoleucus</i>	No	No	Atl, Bol, Ces, Cór, LaG, Mag, NSa, Suc,	5—1297, $\bar{x}$ = 124
<i>Micrurus filiformis</i>	No	No	Ama, Caq, Cas, Gua, Guav, Met, Vau, Vic	68—438, $\bar{x}$ = 205
<i>Micrurus isozonus</i>	No	No	Ara, Cas, Met, Vic	4—429, $\bar{x}$ = 276
<i>Micrurus langsdorffi</i>	No	No	Ama, Caq, Gua, Guav, Met, Put, Vau,	81—637, $\bar{x}$ = 179
<i>Micrurus medemi</i>	Si	Si	Cun, Met	229—1599, $\bar{x}$ = 490
<i>Micrurus multiscutatus</i>	No	Si	Cau, Cho, Ris, Val	67—2506, $\bar{x}$ = 425
<i>Micrurus narduccii</i>	No	No	Ama, Caq, Gua, Put, Vau	75—283, $\bar{x}$ = 140
<i>Micrurus nattereri</i>	No	No	Gua, Vau	85—229, $\bar{x}$ = 166
<i>Micrurus nigrocinctus</i>	No	No	Ant	6—32, $\bar{x}$ = 18
<i>Micrurus oligoanellatus</i>	Si	Si	Cau	1442
<i>Micrurus ornatissimus</i>	No	No	Ama, Vau	82—115, $\bar{x}$ = 93
<i>Micrurus psyches</i>	No	No	Ara, Met	156—452, $\bar{x}$ = 299
<i>Micrurus remotus</i>	No	No	Gua, Vau	83—233, $\bar{x}$ = 128
<i>Micrurus renjifo</i>	Si	Si	Vic	115
<i>Micrurus sangilensis</i>	Si	Si	Boy, Cas, San	993—2420, $\bar{x}$ = 1660
<i>Micrurus scutiventris</i>	No	No	Ama	79—126, $\bar{x}$ = 114
<i>Micrurus spurrelli</i>	Si	Si	Cho	41—71, $\bar{x}$ = 51

<i>Micrurus tikuna</i>	No	No	Ama	78—81, $\bar{x}$ = 79
<b>Otras serpientes potencialmente importantes desde el punto de vista médico que no han causado mordeduras documentadas</b>				
<i>Erythrolamprus aesculapii</i>	No	No	Ama, Caq, Guav, Put, Vau	88—327, $\bar{x}$ = 169
<i>Leptophis ahaetulla*</i>	No	No	Ant, Cas, Ces Cun, Hui, Met, San, Tol,	42—2171, $\bar{x}$ = 746

Departamentos de Colombia. Ama: Amazonas. Ant: Antioquia. Arc: Archipiélago de San Andrés, Providencia and Santa Catalina. Arau: Arauca. Bol: Bolívar. Boy: Boyacá. Cal: Caldas. Caq: Caquetá. Cas: Casanare. Cau: Cauca. Ces: Cesar. Cho: Chocó. Cór: Córdoba. Cun: Cundinamarca. Gua: Guainía. Guav: Guaviare. Hui: Huila. LaG: La Guajira. Mag: Magdalena. Met: Meta. Nar: Nariño. NSa: Norte de Santander. Put: Putumayo. Qui: Quindío. Ris: Risaralda. San: Santander. Suc: Sucre. Tol: Tolima. Val: Valle del Cauca. Vau: Vaupés. Vic: Vichada. Complejos de especies. \* = complejo de especies.

Los diez departamentos de Colombia con mayor riqueza de serpientes de importancia médica son Amazonas, Vichada, Vaupés, Chocó, Cauca, Caquetá, Antioquia, Cundinamarca y Valle del Cauca, presentando entre 15 a 22 especies (Figura 3A). Todos estos departamentos abarcan las ecoregiones más diversas, así como las áreas topográficas más complejas de Colombia y del norte de Suramérica. Sin embargo, la mayoría de los registros se concentran en departamentos como Antioquia, Meta y Santander, ya que son las divisiones político-administrativas de Colombia que históricamente han recibido mayores esfuerzos de muestreo [1].

Cuando se analizó la riqueza de serpientes dividiendo entre especies de elápidos y vipéridos, la tendencia general observada fue constante, la mayor riqueza de especies venenosas se agrupa en áreas topográficamente complejas y regiones ecológicamente diversas. Sin embargo, la mayor riqueza de especies de vipéridos se encuentra la región transandina de Colombia (Chocó, Valle del Cauca, Boyacá, Antioquia), mientras que, para los elápidos, su riqueza concentró principalmente en la región cisandina (Meta, Amazonas, Vichada, Vaupés, Caquetá; Figura 3B). Esto sugiere patrones biogeográficos complejos de expansión y diversificación en los linajes de estas serpientes venenosas (ver Capítulos 2 y 3). Antioquia, Arauca y Meta son los departamentos que agrupan la mayoría de los registros geográficos conocidos de vipéridos, mientras que para las especies de elápidos, Santander, Cundinamarca y Valle del Cauca son los departamentos que albergan la mayoría de los registros geográficos conocidos (Figura 3C).

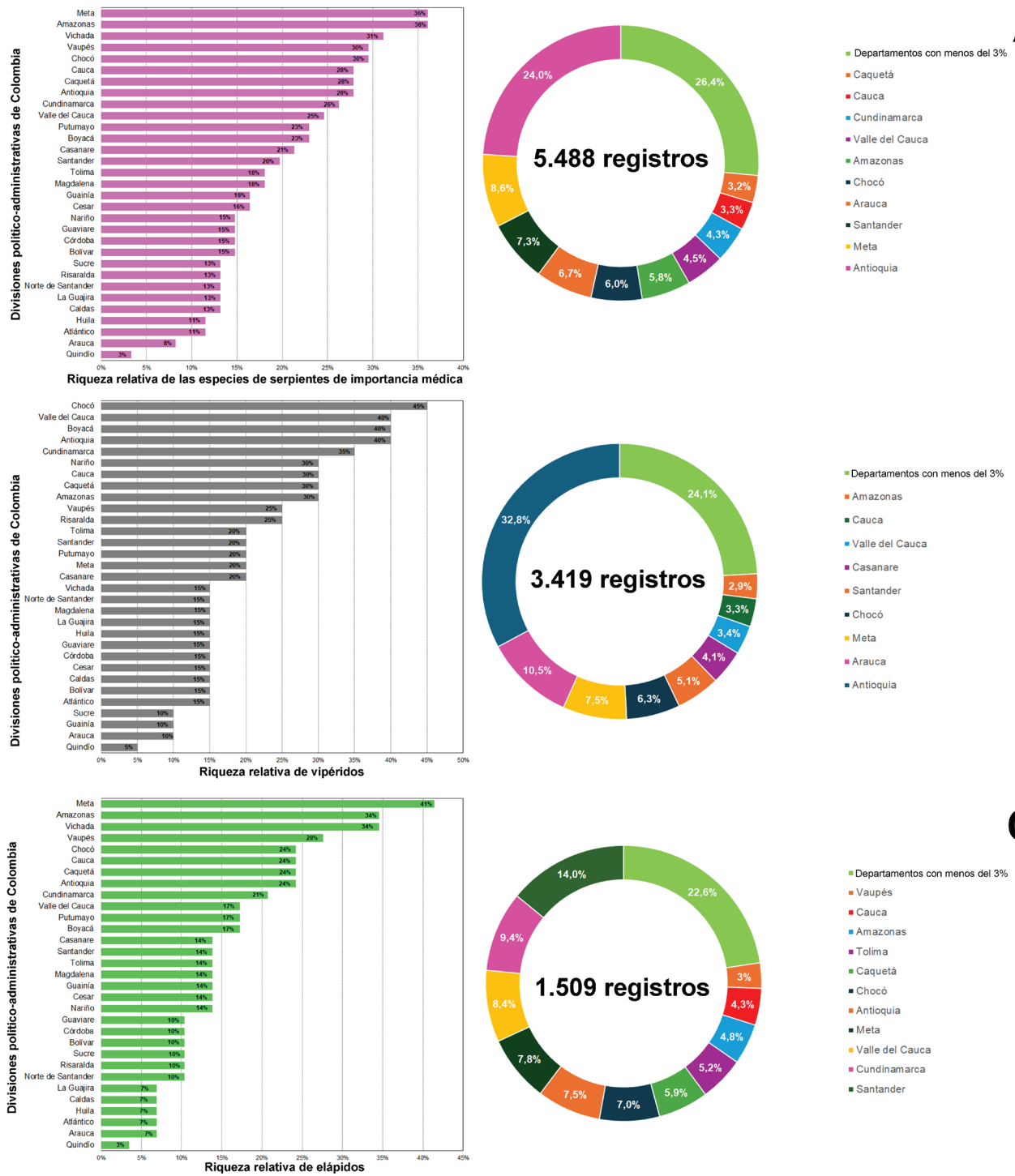


Figura 3. Riqueza y registros de especies de serpientes de importancia médica en Colombia.

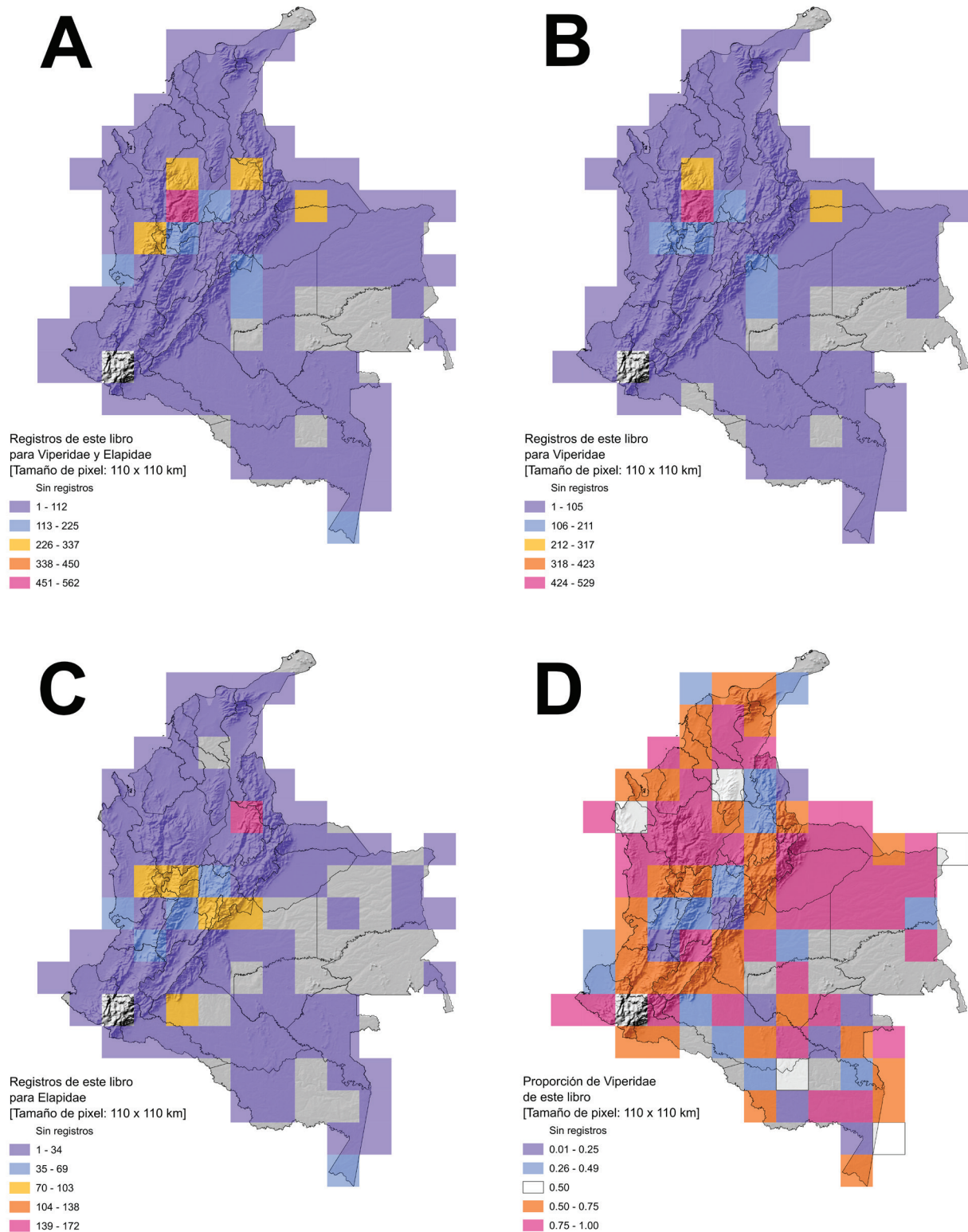
Dado que las divisiones político-administrativas no restringen la distribución biológica de las especies, ni tampoco son un enfoque adecuado para estimar la representatividad geográfica de las especies de serpientes de importancia médica, dividimos el país en cuadrículas/píxeles de 1,0 grados geográficos (110 x 110 km; sistema WGS84) para analizar la distribución. Este enfoque permite realizar comparaciones con estudios previos, como el de Lynch et al. [1], así como con futuras investigaciones (Figura 4).

Independientemente del grupo taxonómico (vipéridos o elápidos), la mayoría de los registros disponibles provienen de la región transandina de Colombia, resaltando la notable disparidad histórica en el esfuerzo de muestreo para comprender y documentar las especies de serpientes de importancia médica en el país (Figura 4A-C). Además, esta disparidad se exagera cuando se comparan entre la proporción de registros de vipéridos y elápidos, lo que demuestra que los elápidos han sido históricamente submuestreados (Figura 4D).

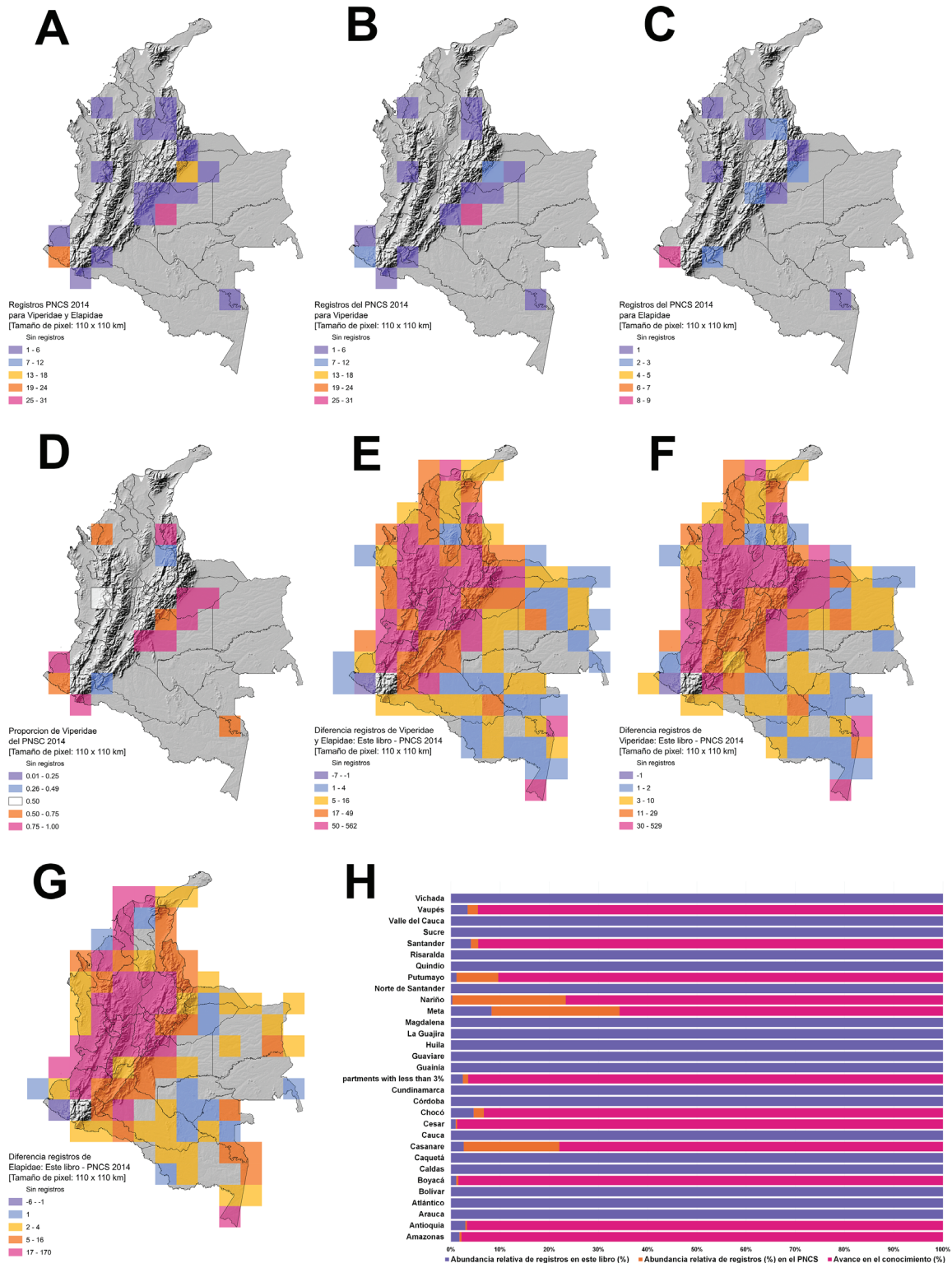
El mayor número de registros históricos de serpientes venenosas de las familias Viperidae y Elapidae se concentra en el departamento de Antioquia. Este departamento también muestra el promedio anual más alto de reportes de mordeduras de serpientes para el período 2010-2020 (ver Capítulo 9), lo que indica que es el único departamento que cuenta con la información más robusta sobre dos de las variables más importantes para entender el ofidismo como un evento epidemiológico [65]. En contraste, el resto del territorio nacional exhibe un notable submuestreo, con menos de 112 registros de serpientes de importancia médica por píxel (110 km x 110 km; ver Figura 4A). Esto representa un problema crítico para comprender la diversidad total de serpientes de importancia médica involucradas en el conflicto entre humanos y serpientes, así como su incidencia en eventos de mordeduras de serpientes.

Este vacío de conocimiento profundiza las limitaciones para comprender las causas de los encuentros negativos entre humanos y serpientes, así como para identificar las especies involucradas y formular e implementar estrategias para prevenir el envenenamiento y conservar las serpientes del país. Por esta razón, recomendamos intensificar el muestreo de serpientes de importancia médica en el corto y mediano plazo, enfocándose en regiones como el sur de los Andes colombianos, las regiones del Pacífico, Caribe (especialmente en la Alta Guajira), Orinoquia y Amazonia. Sin embargo, diez años después de la primera evaluación de Lynch et al. [1] quienes estimaron la representatividad geográfica de las especies de serpientes de importancia médica en el país (Figura 5A-C), los investigadores e instituciones que abogan por la investigación y conservación de serpientes mostraron avances significativos en el conocimiento de las distribuciones de las especies venenosas colombianas (Figura 5E-G). En promedio, se han incrementado 91 nuevos registros geográficos por departamento, proporcionando los primeros registros oficiales para 19 de los 32 departamentos de Colombia, logrando una cobertura significativa del 87% del territorio nacional con al menos un registro de distribución (Figura 5D-H). Para obtener información más precisa y complementaria, consulte: <https://ofidismo.ins.gov.co>.





**Figura 4.** Esfuerzo de muestreo por píxel de 1,0 grado geográfico (110 x 110 km; WGS84) en Colombia durante el periodo 2010-2024. (A) Representatividad de las especies de vipéridos y elápidos. (B) Representatividad de las vipéridos. (C) Representatividad de los elápidos. (D) Proporción de vipéridos/vipéridos+elápidos por píxel.



**Figura 5.** Comparaciones entre los registros reportados en este libro y los de Lynch et al.[1]. (A-C) Esfuerzo de muestreo por pixel de 1,0 grado geográfico (110 x 110 km; WGS84) reportado por Lynch et al. [1] para especies de serpientes venenosas, vipéridos y elápidos, respectivamente. (D) Proporción de vipéridos/vipéridos+elápidos por pixel según Lynch et al. [1]. (E-G) Avance en el conocimiento por pixel para especies de serpientes venenosas, vipéridos y elápidos, respectivamente. (H) Comparaciones por unidad política entre los registros reportados en este libro y los de Lynch et al. [1], mostrando el avance en el conocimiento de la distribución geográfica de las serpientes venenosas de Colombia.

## 2.3 Especies venenosas fuera de la lista

### **Especies dudosas y problemáticas**

*Bothriechis schlegelii*.— Arteaga et al. [16] recientemente publicaron la revisión de complejo de especies *B. schlegelii* (p. ej., *B. schlegelii* and *B. supraciliaris*), dividiéndolo en 10 especies, de las cuales cinco especies fueron descritas como nuevas para la ciencia. A pesar de nuestro reconocimiento de que *B. schlegelii* es un complejo de especies, en este trabajo nos abstenemos de utilizar su taxonomía debido a múltiples inconsistencias en la delimitación y el diagnóstico de las especies. Uno de los problemas más significativos en la propuesta de estos autores, es que ninguno de los linajes que ellos reconocieron como especies tiene un fuerte respaldo estadístico en su árbol filogenético (valores de probabilidad posterior: nodo colombiano <75%-94%; intranodo colombiano <50% pp). Además, las distancias genéticas entre algunos de los linajes estrechamente relacionados propuestos como nuevas especies tienen distancias genéticas por debajo del límite del 4%, umbral que estos mismos autores propusieron como criterio de delimitación de especies.

En su publicación, los límites morfológicos entre linajes estrechamente relacionados, así como sus distribuciones no son claros, los caracteres morfológicos son ambiguos, siendo débiles para distinguir entre las nuevas especies y *B. schlegelii sensu stricto* (ver Tabla 2 en Arteaga et al. [16] incluyendo caracteres diagnósticos como los siguientes: interoculolabiales, condición de la escama cantal, condición de la escama gular, loreal en contacto con preocular). Aunque Arteaga et al. [16] (ver material suplementario 1 en Arteaga et al. [16]) examinaron 45 caracteres con base en 400 especímenes, casi el 40% de su matriz morfológica corresponde a datos faltantes (es decir que, su tamaño de muestra real es ~160 especímenes, por lo tanto, una porción considerable de estos caracteres no se examinó para todos los especímenes). Los caracteres morfométricos y merísticos fueron pobremente descritos, ya que solo se presentaron rangos, sin especificar las medidas de tendencia central y la presencia de valores atípicos. Asimismo, la mayoría de estos caracteres requieren un análisis morfométrico para determinar adecuadamente el tamaño y las proporciones relativas entre las escamas de la cabeza y su capacidad diagnóstica. Además, el uso de caracteres diagnósticos que dependen del tamaño de la muestra (p. ej., loreal en contacto con preocular) provoca sesgos significativos en la delimitación de las especies, así como dudas sobre sus distribuciones geográficas (p. ej., entre *B. khwargi* y *B. klebbai*).

El patrón de color no es adecuado como carácter diagnóstico en el complejo de especies *B. schlegelii*, ya que es ampliamente conocido que tiene varios sesgos y limitaciones, como los cambios ontogenéticos [26], y la variabilidad intrapoblacional policromática [25,26,39]. De hecho, Arteaga et al. [16] son conscientes de ello porque en la mayoría de sus figuras y descripciones de las poblaciones colombianas de *B. schlegelii* mostraron claramente su variabilidad ontogenética y policromática. A pesar de ello, insistieron en el uso de estos patrones de color como caracteres diagnósticos, aun cuando su capacidad diagnóstica es baja o nula.

Para Colombia, Arteaga et al. [16] reconocen seis especies: *B. khwargi*, *B. klebbai*, *B. rahimi*, *B. rasikusumorum*, *B. schlegelii* and *B. torvus*. Recientemente, Reyes-Velasco [149] criticó estos cambios taxonómicos realizados por Arteaga et al. [16], indicando que la evidencia genética y morfológica no respaldan la distinción entre estas especies. Reyes-Velasco argumenta que la división excesiva de especies realizada por Arteaga et al. con base en variación genética dentro del complejo de especies *B. schlegelii* conllevó a una inflación taxonómica, ya que esta variación refleja diferencias clinales en lugar de límites entre especies.

Reyes-Velasco [149] concluye que las nuevas especies propuestas por Arteaga et al. [16] dentro del complejo *B. schlegelii* pueden representar variantes geográficas o subespecies en lugar de especies distintas. Como se ha mostrado anteriormente, la evaluación de Reyes-Velasco apoya nuestras conclusiones y respalda la decisión de reconocer solo tres especies válidas dentro del complejo *B. schlegelii*: *B. nigroadspersus*, *B. schlegelii* y *B. supraciliaris*. Los taxones restantes propuestos por Arteaga et al. [16], como *B. khwargi*, *B. klebbai*, *B. rahimi*, *B. rasikusumorum* y *B. torvus*, no resistieron un análisis más riguroso, por lo cual deben ser sinonimizados con *B. schlegelii*. Este resultado tiene importantes implicaciones para los esfuerzos de conservación en Colombia y subraya la necesidad de tener cautela al realizar cambios taxonómicos basados únicamente en el ADN mitocondrial. Además, generar cambios taxonómicos inestables en una especie de importancia médica como *B. schlegelii*, debido a su importante incidencia en los accidentes ofídicos en Colombia (ver Capítulos 5 y 9), pueden ocasionar serias confusiones en la literatura que emplea la nomenclatura taxonómica como sustento para el desarrollo de sus paradigmas (p. ej., médicas y bioquímicas).

Por lo tanto, recomendamos que las futuras publicaciones que traten sobre el complejo *B. schlegelii* se refieran a él como sugerimos (*B. schlegelii*), y que describan con rigor el origen geográfico de los especímenes reportados (p. ej., ubicación exacta, coordenadas). De esta manera, cuando los linajes dentro de este complejo de especies estén debidamente delimitados, los datos ya publicados podrían vincularse con los linajes o especies correspondientes.

*Bothrops ayerbei* y *B. rombeatus*.— Folleco-Fernández [76] intentó dar claridad taxonómica al complejo de especies *Bothrops asper* de las laderas occidentales de la Cordillera Occidental de Colombia, proponiendo a *Bothrops ayerbei* y *B. rombeatus* como nuevos miembros de este complejo. Sin embargo, las descripciones carecieron del rigor necesario para aclarar los límites entre estas especies propuestas, así como entre los especímenes de la localidad tipo (Obispo, Darién, Panamá). Las descripciones de los rasgos morfológicos de los especímenes fueron vagas, el análisis morfológico se realizó de manera incorrecta y no se realizó ningún análisis filogenético. Por lo tanto, la delimitación para cualquiera de las especies es difícil de sostener, y las decisiones taxonómicas tomadas por este autor carecen de un soporte robusto.

Además, no hubo designación de un espécimen tipo ni una descripción formal del nuevo taxón por García-Piedrahita [17]. Como le señala Ramírez y Solari [77], *B. rhombeatus* constituye un *nomen dubium* debido a la falta de material tipo, también por su problemática historia que dificulta su correcta asignación taxonómica debido a la falta de datos cruciales sobre su distribución geográficas, lo que a su vez impide comprender si existe un posible hibridación entre *Bothrops ayerbeii* y *B. rombeatus*. Adicionalmente, de acuerdo con Ramírez y Solari [77] *Bothrops ayerbeii* constituye un nombre no disponible siguiendo las reglas del actual Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, ya que el código no acepta la publicación de nuevos taxones en revistas electrónicas antes de 2011.

Folleco-Fernández [76] no expuso de forma robusta y adecuada los caracteres diagnósticos que permiten distinguir sin lugar a dudas entre estos taxones como especies válidas. A pesar de esto, algunos investigadores tomando estas especies como válidas, han utilizado marcadores moleculares de poblaciones asignadas como *B. ayerbeii* y *B. rhombeatus* para estudiar la variación en la composición de sus venenos, así como para retar la capacidad neutralizante de los antiofídicos disponibles en el país; todo esto, sin antes realizar una delimitación taxonómica adecuada o una revisión de los especímenes considerado en sus estudios [36,78,79]. Por otro lado, las secuencias de estos marcadores moleculares no están disponibles en las bases de datos genéticos de libre consulta (p. ej., GenBank, EMBL). De hecho, la única investigación que ha analizado las relaciones entre las tres especies colombianas del complejo *B. asper* encontró una relación parafilética entre estas poblaciones [80]. Por lo tanto, sugerimos que, en investigaciones futuras, se incluya una metodología de muestreo más amplia y exhaustiva, considerando un mayor número de individuos de diversos hábitats y empleando un enfoque taxonómico integrador que conjugue más una línea de evidencia que permitan una clara delimitación de estas especies.

Complejo de especies *Micrurus hemprichii*.— Históricamente, *Micrurus hemprichii*, al igual que muchas de las corales suramericanas, ha sufrido varios cambios nomenclaturales desde su descripción original. Bernarde et al. [81] proporcionan un resumen histórico completo de los actos nomenclaturales relacionados con *M. hemprichii*. Peters y Orejas-Miranda [15] indican que existen dos subespecies válidas, *M. h. hemprichii* and *M. h. ortonii* Schmidt [82], ambas distribuidas en Colombia. *Micrurus h. hemprichii* se extiende desde las sabanas colombo-venezolanas de la región de la Orinoquia hasta las selvas tropicales de Guayana, mientras que *M. h. ortonii* se distribuye a través de las laderas amazónicas de Colombia, Ecuador, Perú y Pará en Brasil. Feitosa et al. [83] en una presentación de conferencia que no fue revisada por pares, propuso elevar ambas de subespecies a especies. Valencia et al. [84] siguieron esta propuesta y, basándose en la afinidad morfológica, afirman que las poblaciones ecuatorianas pueden asignarse a la definición de *M. ortonii*, no obstante, no realizaron una evaluación taxonómica sobre la cual sustenten su decisión.

Actualmente, no se cuenta con una evaluación taxonómica completa que distinga claramente las subespecies de *Micrurus hemprichii* o las po-

blaciones a lo largo de toda su distribución geográfica conocida. Además, las propuestas anteriores no han incluido poblaciones colombianas, a pesar de que el espécimen tipo de *M. h. hemprichii* proviene de una localidad desconocida de la región de la Orinoquia; tampoco se han incluido especímenes de la localidad tipo de *M. h. ortonii* de la vertiente oriental de los Andes en Pebas, Loreto, Perú. Por lo tanto, recomendamos que en futuras publicaciones que aborden el complejo *Micrurus hemprichii* se refieran a él como sugerimos (*Micrurus hemprichii*), a la espera de un estudio riguroso que ayude a dilucidar este complejo de especies.

No obstante, Ayerbe-González et al. [85], sin realizar una adecuada delimitación taxonómica o revisión de los especímenes involucrados, reportaron el primer caso de envenenamiento por mordedura *M. ortonii* (= *Micrurus hemprichii*) en Colombia. Los casos se presentaron en dos localidades de la región cisandina del país. El primer caso ocurrió en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental en el área urbana del municipio de Pajarito, Boyacá. El segundo caso se presentó en el área urbana del municipio de Cartagena del Chairá, Caquetá, en una vereda ubicada en la llanura inundable del río Caguán. Ambos pacientes fueron mujeres con mordidas en los pies, presentando síntomas como dolor intenso en la extremidad afectada, que irradió a la zona lumbar en el primer caso. En el segundo caso, el dolor se irradió a la rodilla durante la primera hora del envenenamiento, llegando a la zona lumbar después de tres horas. Después de 24 horas de ocurrido el envenenamiento, el paciente del primer caso presentaba claros síntomas de envenenamiento neurotóxicos: leve facies de Rosenfeld, ptosis palpebral (caída del párpado superior), bradilalia (lentitud en el habla) y dolor intenso persistente con hiperalgesia (sensibilidad aumentada al dolor) e hiperestesia (sensibilidad aumentada a los estímulos sensoriales). En cambio, en el segundo caso, la paciente no presentó síntomas neurotóxicos y fue dada de alta tras unas horas de observación, recetándosele paracetamol y cefalexina.

Complejo de especies *Leptodeira annulata*.— Las especies del género *Leptodeira* presentan amplia distribución en América. Este género está compuesto por 16 especies nominales que habitan principalmente en los bosques secos de tierras bajas, bosques premontanos y bosques de galería en la mayoría de los hábitats naturales y perturbados de las tierras bajas tropicales, distribuidos desde el sur de América del Norte hasta el norte de Argentina [29,86–88]. La gran similitud en el patrón de color y los comportamientos antipredatorios (p. ej., postura corporal en forma de S, cabeza expandida posterolateralmente simulando una forma triangular) de las especies de *Leptodeira* hace que estas serpientes sean comúnmente confundidas con especies del género *Bothrops* en las regiones tropicales. Todas las especies son nocturnas, con hábitos semiarbóreos, frecuentemente observadas cerca de arroyos de movimiento lento o agua estancada. Estas serpientes tienen hábitos alimentarios generalistas, consumen principalmente ranas y lagartijas pequeñas, con frecuencia huevos y renacuajos de anuros, serpientes, y ocasionalmente, consumen pájaros pequeños y peces [89–92].

A lo largo de toda la distribución de las especies de *Leptodeira*, históricamente el estatus taxonómico de sus poblaciones ha sido controversial, y las poblaciones colombianas no son la excepción. Según Duellman [86] en Colombia existen dos especies representantes del género *Leptodeira*: *Leptodeira annulata* con tres subespecies *L. a. annulata*, *L. a. ashmeadi*, *L. a. ashmeadi+rhombifera*; y *L. septentrionalis* con única subespecie *L. s. ornata*. Los caracteres diagnósticos que permiten la identificación de estas dos especies de *Leptodeira* se encuentran en su morfología hemipenial, y las diferencias entre subespecies se basan en el patrón de color y algunos conteos de escamas (p. ej., reducciones de escamas dorsales). Duellman [86] indica que estas especies exhiben distribuciones alopátricas en las que las poblaciones de *Leptodeira annulata* habitan las tierras bajas de los ecosistemas cisandinos, mientras que *L. septentrionalis* se encuentra en las tierras bajas de los ecosistemas transandinos en Colombia.

Daza et al. [93] puso a prueba la hipótesis propuesta por Duellman [83] usando evidencia molecular, encontrado parafilia entre *L. annulata* y *L. septentrionalis*, y evidenció que las distancia genéticas no funcionan como un criterio de delimitación entre estas especies. Sin embargo, estos autores no proporcionaron una evaluación integral de las poblaciones colombianas de *Leptodeira* porque enfocaron su muestreo solo en unas pocas localidades andinas (Antioquia, Caldas, Meta [piedemonte]). Posteriormente, Barrio-Amorós [94] proporcionó una reevaluación taxonómica integral, en la que realizó cambios nomenclaturales. Este autor afirmó que las poblaciones distribuidas en Colombia deben ser elevadas al nivel de especies, como *L. annulata*, *L. ornata*, y *L. ashmeadi*. Sin embargo, su propuesta careció de rigor y precisión; además, describió de forma desprolija cuáles fueron los métodos y conjuntos de datos utilizados. La propuesta de Barrio-Amorós [94] creó inestabilidad taxonómica debido a que las decisiones taxonómicas que realizó fueron infundadas y basadas en descripciones superficiales. Por lo tanto, la mayoría de sus conclusiones y decisiones deben revisarse cuidadosamente y usarse de manera conservadora.

Torres-Carvajal et al. [88] aportaron estabilidad taxonómica después de la propuesta de Barrio-Amorós [94], al realizar una revisión exhaustiva y bien sustentada de las poblaciones de serpientes *Leptodeira* del oeste de Ecuador a partir de evidencia molecular y morfológica. Además, incluyeron los datos moleculares de las poblaciones colombianas utilizadas previamente por Daza et al. [93], pero no realizaron evaluaciones morfológicas o hemipeniales de estas últimas. Estos autores presentaron un árbol de máxima verosimilitud que recuperó con fuerte apoyo estadístico el complejo *L. annulata/septentrionalis* reportado por Daza et al. [93], para las poblaciones colombianas.

Además, dentro de los nodos más profundos de su topología, recuperaron algunos linajes con soporte estadístico fuerte y moderado. Entre estos linajes, Torres-Carvajal et al. [88] tomaron las siguientes decisiones taxonómicas: (1) con base en evidencia molecular y morfológica describieron una nueva especie (*Leptodeira misinawui*) de una población previamente considerada como *Leptodeira s. larcorum* [86], ubicada entre alti-

tudes altas y moderadas (950–2.734 msnm) en los Andes suroccidentales ecuatorianos; (2) con base únicamente en evidencia molecular de poblaciones ecuatorianas, elevaron a *Leptodeira s. ornata* al nivel de especie (*Leptodeira ornata*) indicando que esta especie se distribuye desde oeste del Ecuador, a través del suroccidente de Colombia hasta el centro y este de Panamá, así como la vertiente montañosa del Darién; (3) con base únicamente en evidencia molecular de las mismas poblaciones previamente consideradas por Daza et al. [93] estos autores elevaron a *Leptodeira a. ashmeadii* al nivel de especie (*Leptodeira ashmeadii*).

Costa et al. [95] reevaluaron la sistemática de *Leptodeira* ampliando y mejorando el muestreo molecular y morfológico, proporcionando una nueva propuesta para el complejo polifilético de especies de *Leptodeira* para varias regiones de Suramérica. Estos autores propusieron cuatro especies distribuidas en Colombia: *Leptodeira annulata*, *L. approximans*, *L. ashmeadii* y *L. ornata*, coincidiendo parcialmente con los actos taxonómicos de Torres-Carvajal et al. [88] que reconocen a *Leptodeira larcorum* y *Leptodeira ornata* como especies, esta última distribuida desde el oeste de Ecuador, a través de la ecorregión del Pacífico colombiano hasta el este de Panamá.

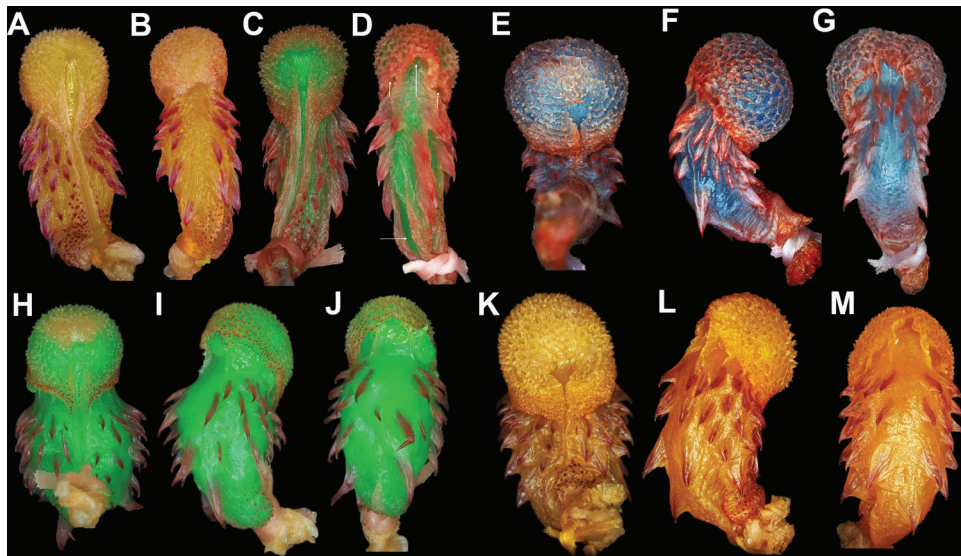
No obstante, Costa et al. [95] indican que de acuerdo a los resultados de su topología *L. ornata* está compuesta por tres linajes diferentes (*L. ornata* 1 distribuida en Colombia, sur de Panamá [la localidad tipo de *L. ornata* es el Istmo del Darién]; *L. ornata* 2 distribuida en Costa Rica y norte de Panamá; y *L. ornata* 3 distribuida en Ecuador y Perú).

Costa et al. [95] concluyen que las poblaciones descritas morfológicamente por Duellman [86] se distribuyen en la región del Darién en Panamá (incluida la localidad tipo de *L. ornata*) la región del Chocó, valles interandinos del Magdalena y Cauca en Colombia. Sin embargo, estos autores no contrastaron con evidencia molecular o morfológica entre las poblaciones de *L. ornata* de los valles interandinos de Colombia y la región del Chocó; por lo tanto, restringieron la distribución de *L. ornata* a la ecorregión del Pacífico de Colombia y el sur de Panamá. A pesar de esto, Costa et al. [95] en su redefinición de *L. ornata* (ver apéndice S2 en Costa et al. [95]) describen la distribución más antigua propuesta por Duellman [86] para *L. s. ornata* que abarca la mayor parte de la región transandina a pesar que varios caracteres diagnósticos empleados para distinguir entre *L. ornata* y *L. ashmeadii* se superponen fuertemente entre estas poblaciones (p. ej., patrón de color de la superficie dorsal de la cabeza, recuentos de escamas dorsales, número de escamas supralabiales). Por lo tanto, la distinción morfológica de estas dos poblaciones sigue siendo incierta y aguarda más estudios.

De manera similar, Costa et al. [95] propusieron un arreglo taxonómico para el grupo de especies *Leptodeira annulata ashmeadii/bakeri*, apoyando los resultados previos de Daza et al. [93]. La redefinición de Costa et al. [94] de *L. ashmeadii* ubica a esta especie tanto en la costa caribe colombo-venezolana como en la región cisandina de Colombia.

Sin embargo, la distinción morfológica dentro de la población colombiana sigue siendo incierta y requiere estudios adicionales. En particular, porque la morfología hemipenial de las especies del género *Leptodeira* propuesta por Costa et al. [95] tanto para las poblaciones trans como cisandina no presenta diferencias significativas entre sí (Figura 4; ver también el apéndice S2 en Costa et al. [95]). Además, varios caracteres diagnósticos empleados por estos autores para distinguir entre *L. ornata* y *L. ashmeadii* se superponen fuertemente.

Un estudio exhaustivo en curso de la morfología hemipenial del género *Leptodeira*, con especial interés en las poblaciones colombianas (Angarita-Sierra, datos no publicados), muestra que la arquitectura hemipenial de *Leptodeira ashmeadii* exhibe diferencias morfológicas conspicuas que no coinciden la propuesta de Costa et al. [95] (Figura 6 A-D versus H-I), mientras que otras poblaciones aparentemente sí encajan en lo descrito por estos autores (Figura 6 A-B versus C-D). De manera similar, la morfología hemipenial de las poblaciones colombianas transandinas (incluyendo el occidente de Colombia) no coincide con la arquitectura hemipenial de *L. septentrionalis* (*sensu stricto*) descrita por Duellman [86], y tampoco con la descrita para *Leptodeira ornata* por Torres-Carvajal et al. [88]. Además, la arquitectura hemipenial de las poblaciones colombianas transandinas de *Leptodeira ornata* propuesta por Costa et al. [95] mostró una marcada variabilidad entre linajes hermanos, así como dentro de las poblaciones de este linaje distribuidas en Colombia (Figura 6E-G versus K-M).



**Figura 6.** Morfología hemipenial de algunas poblaciones del complejo de especies *Leptodeira annulata* de las regiones cis y transandinas de Colombia. *Sensu* Costa et al. [95]. (A-B): *L. ashmeadii* (TAS 689) Finca El porvenir, Vereda La Colombina, Paz de Ariporo, Casanare. (C-D): *L. ashmeadii* (JDL 30721) Finca El Vogal, Vereda Las Flores de Jaime Botero, El Retén, Magdalena. (E-G): *L. ornata* (JDL 29306) Tumaco, Nariño. (H-J): *L. ashmeadii* (JDL 30754) hacienda La María, El Retén, Magdalena. (K-M): *L. ornata* (JDL 29872) Vereda Santa Paola, San Martín, Cesar.

A pesar de los enormes esfuerzos por desentrañar la taxonomía y las relaciones de filogenéticas del género *Leptodeira*, así como los significativos avances realizados por varios investigadores (incluyendo los linajes fuertemente sustentados que encontraron), aún persisten varios problemas taxonómicos por resolver, haciendo que la controversia en la delimitación y distribución de las especies del género *Leptodeira* persista. Particularmente, esta controversia continua a una escala geográfica fina, en

la cual los límites entre especies son difusos. Se requieren más estudios con un muestreo molecular más amplio, así como una revisión detallada de la morfología hemipenial dentro de las poblaciones colombianas. Por lo tanto, considerando las dificultades para determinar los límites en la distribución, así como la intrincada delimitación taxonómica entre las especies propuestas para Colombia, y el limitado conocimiento sobre la variación del veneno y la frecuencia de los accidentes ofídicos causadas por estas serpientes, para los propósitos de esta publicación, hemos decidido tratar a todos los miembros del género *Leptodeira* en Colombia bajo una sola entidad, *Leptodeira annulata*. Esperamos que la evidencia proporcionada en futuros estudios ayude a aclarar el estado de las poblaciones colombianas de este género.

Complejo de especies *Leptophis ahaetulla*.— El género neotropical *Leptophis* comprende un total de 19 especies de serpientes distribuidas desde América Central hasta el noreste de Uruguay y Argentina, de las cuales cuatro especies habitan en Colombia [29]. Las especies de este género son generalmente diurnas y arbóreas, comúnmente vistas en pequeños arbustos y árboles, caracterizándose por su apariencia colorida [96]. Se alimentan principalmente de ranas, lagartijas y aves jóvenes [97]. Cuando estas serpientes se ven amenazadas, muestran un comportamiento histriónico y agresivo abriendo la boca tanto como pueden, y siguiendo los movimientos del objeto que las amenaza [97].

Actualmente, entre las nueve especies de *Leptophis* reconocidas para Colombia, tres no presentan conflictos taxonómicos, están bien delimitadas y soportadas por evidencia morfológica y molecular que permite distinguirlas entre sí (*L. cupreus*, *L. depressirostris*, y *L. riveti*). Sin embargo, dentro del complejo de especies *Leptophis ahaetulla* se han detectado diferencias significativas en sus poblaciones a lo largo de su amplia distribución desde Centroamérica hasta el noreste de Uruguay. Actualmente el complejo de especies *Leptophis ahaetulla* incluye 11 especies, seis de las cuales fueron reconocidas formalmente en territorio colombiano (*L. ahaetulla sensu stricto*, *L. bocourti*, *L. coeruleodorsus*, *L. nigromarginatus*, *L. occidentalis*, y *L. uroscopicus*) [15,42, 101,102,150].

Recientemente, se han realizado dos grandes esfuerzos para comprender las relaciones filogenéticas y ordenar la taxonomía del complejo de especies *L. ahaetulla*. El primero, es el estudio filogenético de Torres-Carvajal y Terán [101] en cual incluyeron seis de las 12 especies del complejo. Sin embargo, se debe considerar que las hipótesis de las relaciones dentro del grupo de especies de *L. ahaetulla* propuesta por Torres-Carvajal y Terán [101] se evaluaron con un muestreo taxonómico y geográfico limitado (este estudio no incorporó ningún espécimen colombiano) y tienen muchos nodos poco sustentados dentro de su topología (incluido el nodo que abarca todo el grupo de especies). Por lo tanto, es muy probable que en análisis futuros las relaciones entre especies cambien cuando se amplíe el muestreo incorporando más especies o regiones genómicas. Aun así, este estudio arrojó resultados interesantes como la polifilia de al menos tres especies (*L. ahaetulla*, *L. nigromarginatus* and *L. occidentalis*),

sugiriendo que es necesario invertir mayores esfuerzos para esclarecer las relaciones filogenéticas y el estatus taxonómico del grupo.

La segunda iniciativa importante para consolidar la taxonomía actual del complejo de especies *L. ahaetulla* fue la revisión realizada por Albuquerque y Fernandes [150], quienes exploraron la morfología externa y hemipenial. Esta investigación establece seis especies como integrantes del complejo *L. ahaetulla* en Colombia. Esta investigación analizó 71 especímenes colombianos de cuatro especies (*L. ahaetulla*, *L. nigromarginatus*, *L. occidentalis*, y *L. urostictus*). Así mismo, el reconocimiento de *L. bocourti* en territorio colombiano se basó en la sinonimización de la subespecie *Leptophis occidentalis insularis* presente en la isla Gorgona (departamento del Cauca) con *L. bocourti* descrita por Oliver [150]. No obstante, debe resaltarse que los especímenes tipo de *L. o insularis* no fueron examinados por Albuquerque y Fernandes [150]. El reconocimiento de *L. coeruleodorsus* se realiza con base en un espécimen recolectado por William W. Lamar e ilustrado en Campbell y Lamar [26] obtenido en Villavicencio, Meta [150].

Aunque la revisión de Albuquerque y Fernandes [150] fue crucial para establecer la nomenclatura actual del complejo de especies *L. ahaetulla*, aún quedan muchos problemas por resolver, entre ellos, la adecuada descripción de los límites de la distribución entre las especies a escala nacional. Otros ejemplos son la incertidumbre en torno al patrón de distribución de *L. occidentalis*, el cual presenta un vacío entre el bosque seco tropical de Guayaquil (Ecuador) y la región norte del Pacífico colombiano; y la ausencia de indicios sobre la existencia de poblaciones continentales de *L. bocourti*. Considerando estos problemas biogeográficos, así como los intereses epidemiológicos de este libro, preferimos tratar a todas las especies del complejo como *L. ahaetulla*.

*Oxybelis aeneus* y *O. fulgidus*.— El género *Oxybelis* está compuesto por diez especies opistoglifas (colmillos en la parte posterior de la maxila) originarias de las regiones subtropicales y tropicales de América, a menudo asociadas con comportamientos defensivos y agresivos. Actualmente en Colombia se reconocen tres especies [29]. En este trabajo, nos centramos únicamente en los grupos de especies *Oxybelis aeneus* y *O. fulgidus* que se consideran importantes desde el punto de vista médico porque tienen reportes de accidentes ofídicos (en socioecosistemas brasileños) o tienen el potencial de causar envenenamientos debido a su comportamiento.

*Oxybelis aeneus* es una serpiente estrictamente diurna con hábitos arbóreos y una estrategia de alimentación de emboscada. Se alimenta principalmente de lagartijas (del género *Anolis* sp.) y ocasionalmente de ranas. Sin embargo, también se han reportado aves, pequeños mamíferos, insectos y peces como parte de su dieta [104,105]. De manera similar, *Oxybelis fulgidus* es estrictamente diurna y pasa la mayor parte del tiempo en árboles o arbustos [106]. Esta especie está asociada a bosques y vegetación secundaria, a veces, se la puede encontrar alimentándose en el suelo [105]. Su dieta parece ser más variada en comparación con *O. aeneus*, compuesta principalmente de lagartijas y aves en proporciones similares [107–111].

Históricamente, *Oxybelis aeneus* ha sido considerada como una única especie en su amplio rango de distribución, extendiéndose desde el sur de Arizona (EE.UU) pasando por Centro y Suramérica hasta el sureste de Brasil. Sin embargo, estudios recientes han aclarado la compleja taxonomía de esta serpiente conocida comúnmente como bejuquilla [112,113]. Según el análisis filogenético molecular realizado por Jadin et al. [113,114] dentro del complejo *O. aeneus*, existen cuatro linajes claramente diferenciados en Norte y Centroamérica. Además, las poblaciones de *O. aeneus* del norte de Suramérica podrían representar más de un linaje, así como varias especies no descritas. Por ejemplo, *Oxybelis vittatus* ha sido resucitada recientemente, y se espera que su distribución sea confirmada para la región Pacífica colombiana [29,113]. Sin embargo, las poblaciones colombianas no han sido incluidas en los análisis moleculares y carecen de estudios morfológicos exhaustivos. Por lo tanto, estas poblaciones no han podido ser asignadas con claridad en alguno de los taxones recientemente descritos o resucitados. Debido a la falta de nueva evidencia que pueda ayudar a comprender el complejo de especies de *O. aeneus* que habita en Colombia, consideramos todas las poblaciones colombianas bajo el nombre de *Oxybelis aeneus*.

Las poblaciones colombianas de *Oxybelis fulgidus* presentan problemas taxonómicos similares a los del complejo de especies *O. aeneus* [112], y carecen de nuevas líneas de evidencia que nos permitan realizar análisis de delimitación de especies para develar su carácter críptico. Por lo tanto, consideramos todas las poblaciones colombianas bajo el nombre *Oxybelis fulgidus*.

### **Localidades incorrectas o problemáticas, y determinaciones taxonómicas dudosas**

Debido a la compleja topografía colombiana, así como a la carencia de conocimiento preciso sobre las distribuciones geográficas a escala fina de las serpientes venenosas del país, históricamente se han reportado numerosos registros de distribución con una alta incertidumbre. Con el tiempo, estos registros se han considerado como distribuciones «válidas» o probables, sin que ningún investigador haya suministrado evidencia que sustente su validez. De manera similar, los límites geográficos entre ecoregiones, en las que puede haber o no zonas de hibridación entre especies ampliamente distribuidas (p. ej., *Bothrops asper* y *B. atrox*) representan zonas con registros de distribución dudosos y desconcertantes, ya en que en su mayoría los registros son el resultado de determinaciones taxonómicas dudosas.

Anteriormente, Campbell y Lamar [26] señalaron algunas de estas áreas en Colombia, indicando que debían realizarse más estudios para dilucidar la distribución adecuada de las especies venenosas que allí habitan. Nuestra revisión detectó nuevas localidades problemáticas y con determinaciones dudosas para varias especies venenosas del país (ver <https://ofidismo.ins.gov.co>). Asimismo, confirmamos que la mayoría de las áreas señaladas por Campbell y Lamar [26] con registros controversiales, continúan a la espera de una revisión apropiada. Desde las observaciones



de Campbell y Lamar [26] pocos estudios han abordado estas incertidumbres [35]. En consecuencia, sugerimos que, debido a la falta de una revisión adecuada de estos registros, se los debe utilizar con cuidado en futuros estudios que busquen modelar la distribución de especies, sus nichos ecológicos, o establecer los rasgos ecológicos para luego ser empleados como caracteres diagnósticos en la delimitación de especies, o en modelos que estimen el riesgo de ocurrencia de un accidente ofídico. A continuación, proporcionamos una breve descripción de las principales localidades problemáticas o equivocadas de varias especies venenosas en Colombia.

Complejo de especies *Bothrops asper-atrox*.— Campbell y Lamar [26] indican que la confusión en torno a las distribuciones de *Bothrops asper* y *B. atrox* surgió desde que Garman en 1883 [115] reconoció a *B. asper* y *B. atrox* como especies, confundiendo estas especies entre sí, así como con otros congéneres. En Colombia, el área de controversia abarca las estribaciones y tierras altas de las vertientes central y norte oriental de la Cordillera Oriental en los municipios de Choachí, Fómeque, Ubalá, Quetame, Guayabetal, San Antonio del Tequendama, Tena (Cundinamarca), Paya, Pajarito, San Luis de Garagoa (Boyacá), Catatumbo, Pamplona, Sardinata y Toledo (Norte de Santander). De igual forma, existen varias localidades problemáticas con relación a sus rangos altitudinales. Tanto *B. asper* como *B. atrox*, se distribuyen principalmente en las tierras bajas dentro de sus rangos distribución conocidos (<1.000 m sobre el nivel del mar [en adelante msnm]).

Sin embargo, tanto *B. asper* como *B. atrox* tienen registros que exceden su rango altitudinal máximo conocido (Tabla 1). Se pueden encontrar registros problemáticos de *Bothrops asper* sobre los 2.200 msnm en municipios como Santa Rosa de Osos, San Roque, Yarumal (Antioquia), San Lorenzo (Magdalena) y Calima (Valle del Cauca). Se han reportado registros altitudinales dudosos de *Bothrops atrox* en Quetame (Cundinamarca) y Pamplona (Norte de Santander). Estos registros podrían ser el resultado de una identificación errónea, debido a la confusión con especies similares (p. ej., especies de *Bothrocophias*), o ser especies no descritas. Recientemente, algunos estudios han proporcionado evidencia que indican que poblaciones colombianas tanto *B. asper* como *B. atrox* son polifiléticas y ocultan linajes de especies no descritas (ver Capítulo 3). No obstante, deben realizarse esfuerzos adicionales para desenredar estos problemas taxonómicos y así poder establecer los límites de sus distribuciones con precisión.

*Bothrocophias colombianus*.— Las enigmáticas víboras de foseta del género *Bothrocophias*, conocidas comúnmente como cabeza de sapo u hoja podrida, son unos de los vipéridos suramericanos de importancia médica menos conocidos. Estas serpientes habitan ecosistemas aislados y de difícil acceso en Suramérica y están poco representadas en las colecciones biológicas [116]. En particular, la distribución geográfica conocida de *B. colombianus* está restringida a la selva tropical hiperhúmeda del Chocó en los departamentos de Chocó, Cauca y Risaralda. Sin embargo,

existe una localidad problemática en Yarumal, departamento de Antioquia. Es probable que se trate de un caso de identificación errónea de la especie, ya que este registro está demasiado lejos de la distribución geográfica históricamente conocida. El espécimen que sustenta este registro no fue revisado; se encuentra en la colección de reptiles del Museo de La Salle (Bogotá) bajo el número de catálogo MLS 1832. El registro geográfico se recuperó del «Sistema de Información Biológica Colombiano» (SiB Colombia).

*Crotalus durissus*.— La serpiente de cascabel suramericana, a lo largo de su rango de distribución geográfica conocido, ocupa principalmente tierras bajas <1.000 msnm (Tabla 1). No obstante, en algunas localidades como, San Lorenzo, ubicada sobre vertiente occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, departamento de Magdalena, existen registros confirmados que amplían de forma notable su distribución altitudinal, alcanzando los 1.700 msnm. Por otro lado, existen dos registros de tierras altas que están fuera del rango histórico de distribución conocido para esta especie. Uno en la vereda El Centro, Villa de Leyva, departamento de Boyacá (IAvH 4849); el segundo en Fusagasugá, departamento de Cundinamarca (1.729 msnm; colección CRODUR00021 INSZ). Sin embargo, ambos registros probablemente sean resultado de actividades humanas que causaron una translocación desde el área de distribución original a la localidad reportada.

*Hydrophis platurus*.— La serpiente marina de vientre amarillo es la única serpiente marina presente en Colombia, y probablemente en todo el hemisferio occidental. Hernández-Camacho et al. [117] afirman que hay poblaciones colombianas de *H. platurus* presentes en cuatro localidades de la costa Caribe [Ciénaga de la Virgen (Bolívar); entre Punta San Bernardo y el archipiélago de San Bernardo (Sucre); sureste de la isla Fuerte (Córdoba); y cerca de la desembocadura del Canal del Dique en la Bahía de Cartagena (Bolívar)]. Sin embargo, estos autores no proporcionaron números de colección de los especímenes, números de colectores o vouchers que respalden sus hallazgos, ni proporcionaron fotografías o ninguna evidencia documental de los nuevos registros. De hecho, no proporcionaron ninguna información sobre el origen de los registros o cómo los obtuvieron. En contraste, estos autores ofrecen un análisis especulativo de tres posibles hipótesis explicativas sobre la expansión de la distribución de *H. platurus* en el mar Caribe. No obstante, este análisis no está respaldado por evidencia que vincule directamente estas explicaciones con la expansión en la distribución de *H. platurus*.

Actualmente, la controversia sobre la expansión de la distribución de *H. platurus* en el mar Caribe continúa, ya que comunicaciones informales de pescadores y biólogos marinos indican que *H. platurus* podría estar presente en algunas localidades de la costa caribeña colombiana, pero aún no se ha proporcionado evidencia que sustente estos reportes. Por lo tanto, se debe realizar una revisión exhaustiva de los especímenes albergados en colecciones biológicas y muestreos de campo para determinar si la distribución de esta especie ha alcanzado el mar Caribe.

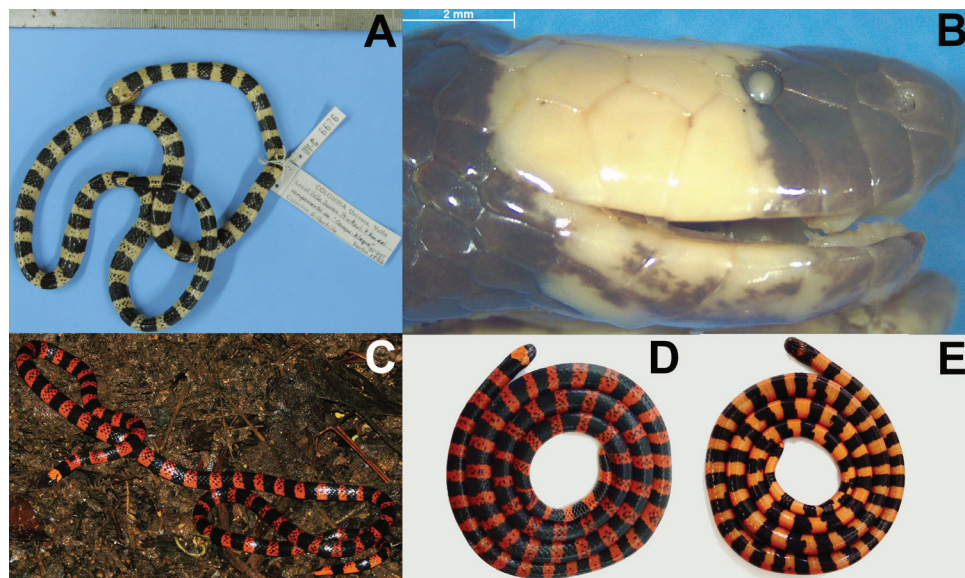
La ruta más probable de translocación es a través del agua de lastre de los barcos. El agua de lastre es una de las principales vías para la introducción de especies marinas no autóctonas [117,118]. Debido al continuo tráfico marítimo entre el mar Caribe y el océano Pacífico a través del Canal de Panamá, es posible que *H. platurus* haya ampliado su rango de distribución hacia algunas localidades de la costa caribeña colombiana utilizando el agua de lastre; siendo esta una posible explicación para los casos ofidismo reportados informalmente en esta región. No obstante, se requieren estudios rigurosos que aporten información confiable sobre el patrón epidemiológico de este evento de mordedura de serpiente, así como para probar la hipótesis del agua de lastre de los barcos como posible medio de translocación (ver Capítulo 9).

*Micrurus dumerilii*.— Esta serpiente coral está restringida a la región transandina de Colombia. Sin embargo, existen dos registros fuera de su rango de distribución histórico conocido. Uno es de la isla de San Andrés (Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina), ubicada a unos 230 kilómetros al este del continente de América Central y 750 kilómetros al norte del continente colombiano. El segundo es en El Encanto, departamento de Amazonas. Sin embargo, ambos registros probablemente son resultado de una determinación taxonómica dudosa, debido a la confusión con congéneres similares (p. ej., *Micrurus tikuna* para el registro amazónico).

*Micrurus isozonus*.— Esta especie está ampliamente distribuida en las tierras bajas cisandinas del norte de Sudamérica, en el Escudo Guayanés y cuenca del Orinoco, así como en la región más septentrional de la cuenca del río Amazonas [117]. Recientemente, se documentó un registro controvertido de *M. isozonus* en la región del Caribe colombiano. Tavares-Feitosa et al. [119] reportaron un espécimen albergado en el Museo de Historia Natural de París, el cual fue recolectado en Cartagena, Bolívar, tierras bajas del Caribe. Este inesperado registro se encuentra aproximadamente a 700 km en línea recta del registro más cercano, en el noroeste de Venezuela. Sin embargo, no hay más registros de esta especie en el Caribe colombiano, una de las regiones mejor inventariadas del país. Al revisar el catálogo en línea del museo, la información disponible indica que el espécimen es de procedencia desconocida. Considerando que no hay evidencia de que este espécimen provenga de Cartagena, este registro no será incluido en este libro.

*Micrurus multifasciatus*.— Esta serpiente coral bicolor se encuentra en la parte baja de Centroamérica, desde Nicaragua hasta Panamá, habitando bosques húmedos y lluviosos de tierras bajas, bosques húmedos subtropicales y bosques húmedos montanos bajos [26]. Castro-Herrera y Vargas-Salinas [120] reportaron a *Micrurus multifasciatus* para el occidente de Colombia, en el Valle del Darién, Río Azul, a 7 km del campamento «Campo Alegre» (UVC 6676), extendiendo su rango de distribución geográfica en aproximadamente 419 km (en línea recta) desde su localidad más austral conocida en Panamá (Centroamérica). Tras revisar este espécimen, notamos que corresponde a un ejemplar de *M. multiscutatus*, una especie de serpiente endémica de Colombia y restringida a la región del Pacífico,

muy similar en coloración y morfología con *M. multifasciatus*, por cual es fácil de confundirlas (Figura 7). Por lo tanto, aunque se espera que *M. multifasciatus* se distribuya en Colombia en la ecorregión del Chocó, aún no existen registros confirmados de esta especie.



**Figura 7.** *M. multiscutatus*. (A-B). Ejemplar de *M. multiscutatus* del occidente de Colombia en el Valle del Darién, Río Azul, a 7 km del campamento «Campo Alegre» (UVC 6676). Fotos por: Carlos Andrés Linares. (C) *M. multiscutatus* en vida, y (D-E) recién eutanasiado de la localidad tipo: El Tambo, Cauca, Colombia. Fotos por: Luis Vera-Páez.

*Micrurus nigrocinctus*.— Esta especie ampliamente distribuida se encuentra desde el suroeste de México hasta el noroeste de Colombia, para la cual ya se ha demostrado una diversidad profundamente críptica [121]. Un registro controversial de *M. nigrocinctus* en la isla de Providencia, en el Caribe colombiano, se basó en un espécimen recolectado por C.H. Townsend en 1884, pero se perdió en 1921 durante un envío del Museo Nacional de los Estados Unidos (Washington, EE.UU.) al Museo de Zoología Comparada (Cambridge, EE.UU.) [122–124]. La serpiente no ha sido registrada en la isla de Providencia desde finales del siglo XIX, por lo que existe cierta duda sobre si la localidad del espécimen perdido era correcta. En el peor de los casos, si la serpiente existió en Providencia, ahora está extinta.

*Micrurus putumayensis*.— Actualmente, existen algunas listas de especies de serpientes que incluyen a *Micrurus putumayensis* entre las serpientes coral de Colombia (i.e., Reptile database [29]), pero parece que esto se debió a un efecto de «teléfono roto» en la interpretación de la información a lo largo del tiempo. Campbell y Lamar [26] reportan por primera vez a *M. putumayensis* en Colombia basándose en la lista de serpientes colombianas reportada por Medem [21]. Sin embargo, Medem [21] indica que no hay registros de *M. putumayensis* en Colombia, pero sugiere que es probable que algunos especímenes y localidades de serpientes similares a *M. steindachneri* (= *Elaps fassli* Werner 1927) podrían haber sido confundidos con *M. putumayensis* por Werner [125]. La localidad tipo de *M. putumayensis* es Puerto Socorro (¿Perú?) a 270 km al noreste de Iquitos. No obstante, tras buscar esta localidad en gaceteros geográficos digitales (Geonames, Google Earth), así como en los mapas oficiales de Colombia y

Perú, esta localidad es desconocida. Por lo tanto, a partir de la evidencia disponible, concluimos que la distribución de la especie *M. putumayensis* está fuera de Colombia, y posiblemente, restringida a Brasil y Perú.

*Porthidium lansbergii-nasutum* complex.— En Colombia, *P. nasutum* y *P. lansbergii* son especies estrechamente relacionadas, caracterizadas por rasgos morfológicos crípticos, como los es su rostro protognato u «hocico de cerdo». *Porthidium nasutum* se distribuye a lo largo de la ecorregión biogeográfica del Chocó hasta la ecorregión del Chocó-Darién, mientras que *P. lansbergii* también se distribuye en los bosques secos del Pacífico, Istmo de Panamá y el Caribe colombiano, así como en la región del Chocó-Darién, extendiéndose hacia los bosques húmedos de Urabá y los bosques siempre verdes y xerofíticos del Valle del Magdalena (ver Capítulo 3). *Porthidium nasutum* y *P. lansbergii* son simpátricas en la región del Chocó-Darién, por lo que, en localidades como Apartadó, Carepa, Urrao, Segovia (Antioquia), la identificación errónea debido a la confusión entre estas especies es común.

Tanto *P. nasutum* como *P. lansbergii* tienen registros que exceden su rango altitudinal máximo conocido (Tabla 1). Se pueden encontrar registros problemáticos de *P. nasutum* por encima de los 1.500 msnm en municipios como Urrao (Antioquia), y de *P. lansbergii* en localidades como Amalfi, Guatapé (Antioquia), Cimitarra, Betulia (Santander) y Ocaña (Norte de Santander), con un rango altitudinal entre 1.674-1.823 msnm. Todos estos registros requieren una revisión detallada que permita determinar si corresponden a especies de *Porthidium* o son identificaciones erróneas.

Históricamente, la presencia de *P. lansbergii* en la ecorregión de la Orinoquía se ha basado en reportes anecdóticos e informales que no cuentan con evidencia que los sustente; por lo tanto, se han considerado como especulativos o espurios. En este libro (ver Capítulo 3), confirmamos el primer registro de *P. lansbergii* en la ecorregión de la Orinoquía. Una hembra adulta (INSV-SR-00288) de Yopal (Casanare) fue encontrada por el departamento de bomberos durante actividades de rescate en las estribaciones de la zona periurbana de la ciudad de Yopal el 24 de julio de 2021; el ejemplar fue entregado a la Colección de Animales Venenosos Vivos del Instituto Nacional de Salud (INSV). Los análisis realizados con base en marcadores moleculares, así como la reconstrucción filogenética, anidan este espécimen dentro del linaje del Caribe, mostrando una baja distancia genética frente a los especímenes de las poblaciones provenientes de la Costa Caribe colombiana (ver Capítulo 3).

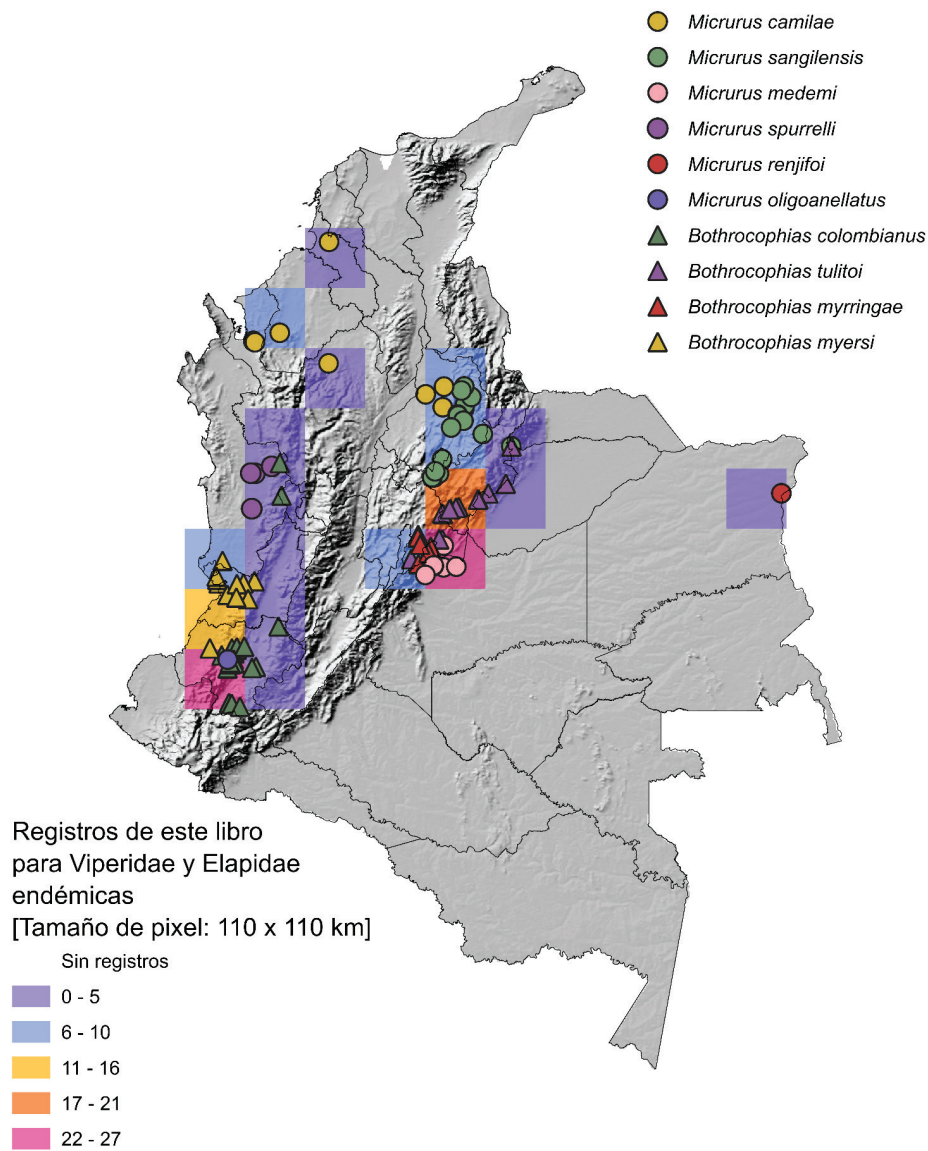
### **3. Endemismo y especies de serpientes venenosas poco conocidas en Colombia**

La mayoría de las serpientes venenosas de Colombia son por naturaleza crípticas, raramente vistas en la naturaleza, y aparentemente con bajas densidades poblacionales. Por lo tanto, su endemismo o rangos de distribución acotados pueden ser un artefacto de nuestro entendimiento fragmentado, o podría reflejar su verdadera naturaleza. Sin embargo, a pesar

de los grandes esfuerzos de numerosos investigadores que han realizado trabajo de campo en sus hábitats de difícil acceso o detección, así como búsquedas exhaustivas de especímenes no catalogados o perdidos en el tiempo entre los gabinetes de las colecciones biológicas, varias especies de serpientes venenosas colombianas siguen estando pobremente documentadas y cuentan con muy pocos especímenes en las colecciones del país y el mundo. Estas circunstancias limitan fuertemente nuestra comprensión sobre los aspectos esenciales de su biología, así como sobre su interacción con las comunidades humanas. Sumado a esto, su carácter críptico las ha convertido en seres enigmáticos, casi al punto de volverse legendarias entre los herpetólogos, quienes se jactan de poder haber visto una de estas serpientes en sus vidas.



Del total de las 49 especies de serpientes venenosas presentes en Colombia, 16 especies tienen diez o menos registros o localidades conocidas (Figura 8), lo que representa entre 0,2-0,02% del total de registros disponibles para las serpientes venenosas del país (~5.488 registros, ver <https://ofidismo.ins.gov.co>), Eso las convierte en las serpientes venenosas más enigmáticas de Colombia (Tabla 2). Algunas de estas especies se destacan. Por ejemplo, *Micrurus oligoanellatus* y *M. renjifo* son conocidas por sus localidades tipo y están representadas solo por los ejemplares de sus series tipo; de hecho, no se conoce ningún dato sobre su historia natural. *Micrurus spurrelli* es conocida por cinco registros, incluido el espécimen tipo; no hay fotos en vida de esta especie y no se conoce ningún dato esencial de su historia natural. Desde su descripción por Boulenger en 1914, su distribución conocida se restringe a cuatro localidades de la selva chocoana en Colombia [25]. *Micrurus psyches* tiene una distribución controversial. Campbell y Lamar [26] indican que esta especie está ausente en Colombia, sugiriendo que los registros de *M. psyches* en la región de la Orinoquía son cuestionables y que estos especímenes podrían representar potencialmente una especie no descrita de coral bicolor que ha sido confundida con *M. psyches*. Sin embargo, algunos especímenes alojados en la colección de reptiles del INS coinciden con los caracteres diagnósticos descritos por Roze [126]. No obstante, debido al pequeño tamaño de la muestra, la evidencia que proporcionan es insuficiente para probar cualquiera de las hipótesis anteriormente propuestas. Por lo tanto, para este trabajo, hemos decidido tratarlos como *M. psyches*, esperando que futuras evidencias ayuden a aclarar el estatus de las poblaciones colombianas.



**Figura 8.** Distribución de especies de serpientes venenosas endémicas en Colombia.

**Tabla 2.** Especies de serpientes venenosas poco conocidas, con registros únicos o restringidos geográficamente.

<b>Criterio</b>	<b>Especies</b>	<b>Distribución geográfica</b>
Especies con un único registro o localidad	<i>Micrurus oligoanellatus</i>	Cauca: El Tambo (Localidad tipo).
	<i>Micrurus renjifo</i>	Vichada: Puerto Carreño, río Tomo cerca de la unión con el río Orinoco (Localidad tipo).
	<i>Micrurus nattereri</i>	Guainía: Caño Raya. Vaupés: Yavaraté Monfort, Pamopetá, Canoti.
	<i>Bothrops pulcher</i>	Caquetá: Florencia; San Vicente del Caguán, PNN Cordillera de los Picachos.
	<i>Micrurus psyches</i>	Arauca: Arauquita. Meta: Villavicencio, Parte superior del Caño El Buque.
	<i>Micrurus remotus</i>	Guainía: río Negro. Meta: La Macarena, Piñalito, Cabaña Paujiles. Vaupés: Mitú.
	<i>Micrurus multiscutatus</i>	Cauca: El Tambo (Localidad tipo). Valle del Cauca: Valle de Darién, Río Azul, 7 km del campamento «Campo Alegre».
Especies con entre dos a cinco registros o localidades	<i>Micrurus spurrelli</i>	Chocó: Condoto, Peña Lisa (Localidad tipo); El Carmen de Atrato; Quibdó, Pacurita.
	<i>Micrurus tikuna</i>	Amazonas: Leticia, vía Leticia-Tarapacá km 7.
	<i>Bothrocophias campbelli</i>	Chocó: Istmina, Andagoyá. Nariño: Barbacoas, Ñambí, Reserva Natural Río Ñambí, Vereda el Barro, corregimiento de Altaquer. Valle del Cauca: Buenaventura, Bajo Calima.
	<i>Micrurus clarki</i>	Cauca: Guapi. Chocó: Condoto; Istmina, Andagoya, alto río San Juan; Riosucio, PNN Los Katíos. Valle del Cauca: Dagua, La Elsa, vía Cali-Buenaventura.
	<i>Bothrocophias myrringae</i>	Cundinamarca: Choachí, Palo Alto; Fómeque, Vereda de Coasavistá; El Calvario; La Calera, Vereda Mundo Nuevo (Localidad tipo); Guayabetal.
	<i>Micrurus nigrocinctus</i>	Antioquia: Carepa; Necoclí; Turbo, río Currulao.
	<i>Hydrophis platurus</i>	Cauca: Guapi, PNN Isla de Gorgona. Chocó: Bajo Baudó, Cabo corrientes; Juradó, Cabo Marzo; Nuquí, Morros de Jurubida. Nariño: Tumaco.
Especie con entre seis a diez registros o localidades	<i>Micrurus scutiventris</i>	Amazonas: Leticia, Leticia; La Chorrera.
	<i>Bothrops taeniatus</i>	Amazonas: Leticia, PNN Amacayacu, Río Amacayacu; Puerto Rastrojo, río Mirití-Paraná. Cundinamarca: Medina. Guainía: Puerto Colombia, Macanal, Garagon. Vaupés: Pacoa; Taraira, Estación biológica Caparú. Vichada: Cumaribo.

Las especies de serpientes venenosas con distribución restringida a Colombia, también conocidas como especies endémicas, representan el 4,9% (10 especies) del total de especies de serpientes de importancia médica en el país (Figura 8). Excepto por *Micrurus medemi*, *M. sangilensis*, *Bothrocophias myrringae* y *B. tulitoi*, todas las especies endémicas tienen en común que habitan en hábitats aislados y de difícil acceso, o en áreas peligrosas para los investigadores debido al conflicto armado colombiano. Por lo tanto, cualquier dato o información recopilada sobre estas especies, ya sea de una fuente robusta o anecdótica, representa un avance muy importante en su conocimiento.

Actualmente, plataformas de redes sociales como Facebook, YouTube, Instagram, Twitter, iNaturalist, blogs y wikis han contribuido a obtener información y conocimiento sobre estas enigmáticas serpientes venenosas de manera rentable y rápida, en comparación con el alto costo y esfuerzo invertido en expediciones tradicionales que exploran hábitats no visitados, crípticos o de difícil acceso [3]. Las iniciativas de ciencia ciudadana basadas en observadores de las comunidades locales pueden contribuir significativamente a la comprensión de especies de serpientes venenosas poco conocidas (p. ej., la expansión del rango geográfico de *Micrurus ancoralis*) [3,125,126]. Sin embargo, es necesario tener en cuenta los sesgos asociados con la precipitación, la densidad de la población de los observadores locales, y la penetración de internet cuando se utilizan este tipo de datos [3].

Además, aunque los registros de serpientes obtenidos de redes sociales pueden ser útiles para determinar ubicaciones geográficas, la identificación taxonómica de las especies podría presentar varias deficiencias. La identificación se vuelve complicada cuando no se observan los caracteres diagnósticos. Por ejemplo, las publicaciones en redes sociales a menudo solo muestran rasgos externos llamativos, en lugar de caracteres diagnósticos detallados o internos, como la escutelación o la morfología hemipenial [3]. Por lo tanto, recomendamos ser cautelosos y conservadores al utilizar registros de redes sociales basados en observaciones humanas como el indicador principal para establecer distribuciones geográficas o evaluar nichos ecológicos.

#### **4. Estado de conservación de las especies de serpientes de importancia médica en Colombia**

Como se mencionó anteriormente, mayoritariamente los estudios previos sobre serpientes se han centrado en temas de salud pública, evaluaciones taxonómicas, listas de especies y descripciones. Solo hasta el 2007 surgió en Colombia la primera iniciativa que propuso a las serpientes como objeto de conservación relevante para el país. Esta iniciativa de conservación fue liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MADS o Minambiente), el Instituto Nacional de Salud de Colombia (INS), la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA) y el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN). Esta iniciativa generó un taller llamado «Primer simposio nacional de investigación sobre biología y con-

*servación de serpientes*», el cual reunió a la mayoría de los académicos, actores interesados, entidades gubernamentales relacionadas con la vida silvestre y el patrimonio ambiental, y neófitos interesados por la conservación de las serpientes.

En 2008, se organizó un primer borrador (no revisado por pares) del programa de conservación de serpientes de Colombia como un informe que resumía los principales hallazgos y conclusiones de este taller [129]. Este informe fue el insumo inicial para las investigaciones futuras, iniciativas y planes de conservación en redes sociales enfocadas en la conservación de serpientes en Colombia. En 2012, Lynch [6] proporcionó la primera evaluación general de las amenazas potenciales que enfrentan las poblaciones de serpientes en Colombia, indicando que la pérdida de hábitat, la matanza deliberada por humanos, la mortalidad por atropello, el tráfico ilegal y la investigación científica son los motores de cambio que potencialmente amenazan a las serpientes presente en el país.

Con base en este trabajo, así como en el informe previo de conservación de serpientes en Colombia, y gracias a un proyecto de investigación apoyado por un convenio de cooperación entre Minambiente, INS e ICN, Lynch et al. [1] en 2014 presentaron y actualizaron del programa nacional para la conservación de serpientes presentes en Colombia, (en adelante PNCS), el cual contó con la revisión por pares. En 2016, el PNCS fue adoptado por Minambiente como la directriz de política nacional para la conservación de serpientes en Colombia. Esta política pública señaló que, actualmente, las tres principales amenazas para la conservación de serpientes en Colombia son: la pérdida de hábitat, la matanza deliberada por humanos y la mortalidad por atropellamiento vial.

En 2015, se llevó a cabo la primera evaluación del estado de conservación de las especies de serpientes en Colombia. Esta evaluación fue liderada por el grupo de especialistas en reptiles de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) [130]. Esta evaluación se llevó a cabo con base en el conocimiento y juicio de expertos (~20 expertos nacionales en reptiles), así como siguiendo los criterios y lineamientos de la UICN para evaluar si un taxón pertenece a alguna de las categorías de la lista Roja de especies amenazadas [131]. Como resultado, se categorizó diez especies de serpientes colombianas, tres de ellas venenosas, asignadas a dos categorías de amenaza: *Micrurus medemi* (En Peligro), *M. sangilensis* (Vulnerable) y *Bothrocophias campbelli* (Vulnerable). Esta evaluación ha sido el principal insumo para las resoluciones de políticas públicas que indican y regulan el estado de conservación de las especies de serpientes en el país [132].

Para las serpientes colombianas, además del conocimiento y juicio de los expertos, el principal criterio empleado para determinar si una especie se clasifica en una categoría de amenaza de la UICN fue el rango geográfico [31]. Esto, debido principalmente a la escasez de información sobre criterios como la reducción del tamaño poblacional, el tamaño poblacio-

nal pequeño y su declive, y análisis cuantitativos sobre la probabilidad de extinción en la naturaleza. El criterio de rango geográfico considera dos métricas principales: la extensión de presencia (EOO) y el área de ocupación (AOO), que deben estar vinculadas al menos a dos de tres condiciones: (1) distribución severamente fragmentada o número de localidades; (2) disminución continua del EOO o AOO (observada, estimada, inferida o proyectada), y fluctuaciones extremas en el EOO, AOO, o en el número de localidades o subpoblaciones, y número de individuos adultos [131].

Por lo tanto, *Micrurus medemi* fue categorizado como En Peligro [133] debido a la fragmentación severa de sus localidades y un EOO <5.000 km<sup>2</sup> en continuo declive, así como su AOO; mientras que *Micrurus sangilensis* y *Bothrocophias campbelli* fueron categorizadas como Vulnerables debido a la fragmentación severa de sus hábitats y un EOO <20.000 km<sup>2</sup> con pérdida continua de la calidad de su hábitat.

Siguiendo este criterio, la lista de especies venenosas amenazadas de Colombia debe ampliarse para incluir al menos cinco de las 16 especies venenosas poco conocidas mencionadas en la Tabla 2, así como tres especies endémicas (Figura 8). Por ejemplo, especies como *Micrurus oligoanellatus*, *M. renjifo* y *M. spurrelli* cumplen con los criterios de En Peligro Crítico al tener un EOO <100 km<sup>2</sup> en declive continuo y pérdida en la calidad sus hábitats; *Bothrocophias colombianus*, *B. myrringae* y *Micrurus camilae* cumplen con los criterios de la categoría En Peligro al tener un EOO <5.000 km<sup>2</sup> con pérdida continua de la calidad de sus hábitats. Además, *B. tulitoi* cumple con los criterios de la categoría Vulnerable debido a la fragmentación severa de sus localidades y un EOO <20.000 km<sup>2</sup> en declive continuo con pérdida de calidad de sus hábitats. Por lo tanto, también debe incluirse.

Es urgente una evaluación actualizada de las especies venenosas amenazadas de Colombia, ya que algunas de las especies de serpientes venenosas con amplia distribución en el país están enfrentando amenazas significativas. Este es el caso de *Crotalus durissus*, que además de enfrentar las principales amenazas como la pérdida de hábitat y la matanza deliberada por humanos, está sujeta a un fuerte tráfico ilegal en Colombia. Esta especie se utiliza en todo el país en prácticas mágico-religiosas, así como en la medicina tradicional para tratar el cáncer, la disfunción eréctil y como potenciador sexual.

Por lo tanto, las poblaciones de *C. durissus* están bajo una presión constante y significativa debido al tráfico descontrolado. No obstante, esta especie carece de una evaluación de conservación integral que ayude a abordar acciones y estrategias para revertir, mitigar o detener sus amenazas. Actualmente, *C. durissus* está incluida en el apéndice III de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), lo que le otorga protección legal para el comercio o tráfico cuando los especímenes o sus partes se exportan desde Colombia. Sin embargo, dentro del territorio colombiano, no existen leyes o normativas específicas que protejan a sus poblaciones más allá de las

normativas ambientales que establece los requisitos para las licencias de uso comercial de la vida silvestre (Ley 84 de 1989; Ley 611 de 2000; decreto 4688 de 2005; decreto 1076 de 2015; decreto 1272 de 2016; resolución 1263 de 2006; resolución 1909 de 2017).

Diez años después de la publicación del PNCS, el país sigue lejos de lograr la misión, objetivos y el alcance propuestos en esta política pública de conservación. Esto demuestra que los esfuerzos invertidos no fueron suficientes y debemos reforzarlos. A pesar de que las serpientes cuentan con el mayor número de estudios herpetológicos sobre la diversidad de reptiles no aviares en Colombia [134], hay pocos estudios que aborden sus principales amenazas [135–141]. Sin embargo, el mayor avance en la implementación del PNCS se logró en la estrategia I: *Aumento del nivel de conocimiento sobre las serpientes presentes en Colombia*; y en la estrategia IV: *Implementar y desarrollar actividades de biomedicina y bioprospección con venenos de serpientes colombianas*. Actualmente, el país ha obtenido un gran conocimiento sobre las serpientes colombianas, tanto en su biología general como aplicada, lo que ha proporcionado el mérito y la motivación suficiente para escribir y editar un libro como el que estás leyendo ahora.

No obstante, las estrategias del PNCS enfocadas en la educación ambiental y conservación (estrategia II), así como la recuperación y restauración de los hábitats naturales de las serpientes (estrategia III), han sido implementadas de manera deficiente o no se han implementado. De manera similar, las líneas de acción que abogan por el fortalecimiento legal, administrativo y financiero para la investigación biológica sobre la conservación de serpientes nunca se implementaron. Así, las prioridades de conservación propuestas hace diez años siguen vigentes y sin implementarse adecuadamente, por lo que la pérdida de hábitat, la matanza deliberada de serpientes por humanos, los atropellos viales y el tráfico ilegal continúan siendo las principales amenazas para las poblaciones de serpientes en Colombia.

A pesar de la falta de implementación del PNCS, la publicación de esta política pública de conservación a lo largo de los años ha contribuido a aumentar el número de grupos de académicos, investigadores, cuidadores de zoológicos y el público en general a participar en la investigación y conservación de serpientes. También ha motivado el desarrollo de iniciativas sólidas orientadas a cambiar las percepciones negativas de los colombianos hacia las serpientes. Por ejemplo, una creciente comunidad en Facebook enfocada en la investigación y defensa de la conservación de serpientes ha dado lugar espontáneamente a una robusta red (> 1,5 millones de miembros) que aporta información importante sobre la distribución geográfica de las serpientes, apreciables observaciones de historia natural de varias especies de serpientes, conocimiento sobre las condiciones de los encuentros entre serpientes y humanos en áreas rurales y periurbanas, promoviendo la educación y comprensión sobre la biología de las serpientes venenosas y no venenosas de Colombia [51].

Para abordar las principales amenazas para las poblaciones de serpientes en Colombia, recomendamos promover la implementación de las líneas de acción del PNCS, así como iniciativas que se centren en estudios etnozoológicos, sociales y psicológicos sobre las actitudes humanas hacia las serpientes, junto con acciones educativas enfocadas a atender los encuentros entre serpientes y humanos en áreas silvestres o rurales. Comprender los factores que provocan las experiencias negativas durante estos encuentros, ayudará a desarrollar estrategias que promuevan la conservación de serpientes, así como la reducción de la incidencia de accidentes ofídicos.

#### 4.1 Dos caras de la misma moneda: Conservación y ofidismo

La biología de la conservación y el ofidismo (como enfermedad tropical desatendida) tienen fuertes convergencias en la forma en que estas disciplinas abordan sus propios paradigmas. Por ejemplo, ambas disciplinas comparten al menos ocho factores o metas: amenazas, vulnerabilidad, riesgo, comportamiento, actitud, prevención, mitigación y localización (Figura 9). Además, ambas disciplinas abordan sus preguntas de investigación y planes de acción de manera similar. Por lo tanto, proponemos que las acciones basadas en un enfoque interdisciplinario que integre el conocimiento, los valores y las técnicas utilizadas por ambas disciplinas podrían reducir los principales problemas para la conservación de las serpientes, así como reducción significativa en la incidencia de los accidentes ofídicos. La unión de estas disciplinas ayudará a construir estrategias explícitas, comunicables, evaluables y con una fuerte aplicabilidad.



**Figura 9.** Los ocho factores o metas comunes que se evalúan y valoran en la investigación sobre conservación y ofidismo.

Esta conjunción entre la biología de la conservación y el estudio del ofidismo puede enmarcarse en dos enfoques integrales de las ciencias de la salud, conocidos como OneHealth y EcoHealth [143,144]. Estas propuestas plantean un marco conceptual que podría catalizar la biología de la conservación y el estudio del ofidismo como un enfoque interdisciplinario. El enfoque OneHealth se centra en la interfaz entre los humanos y los animales domésticos en contextos sociales y ecológicos específicos, pero puede extenderse a los animales silvestres que comparten hábitats rurales y periurbanas, como lo hacen las serpientes. Por otro lado, el enfoque EcoHealth [143,144] considera los vínculos estrechos entre los ecosistemas, la sociedad y la salud, incorporando múltiples tipos de conocimientos de las ciencias naturales, sociales y humanistas, con la participación de actores a muchos niveles dentro de un marco de investigación participativa [144]. EcoHealth tiene un alcance más amplio en comparación con OneHealth, que se enfoca específicamente en la interfaz de salud entre humanos y animales. El enfoque de EcoHealth busca lograr una comprensión integral de la salud y el bienestar que abarque tanto las humanidades como las ciencias naturales, sociales y de la salud [145].

Debido a las causas multifactoriales tanto del declive de las poblaciones de serpientes como de la incidencia de los accidentes ofídicos, perspectivas holísticas como las aquí mencionadas podrían permitir una mejor comprensión y ayudar a construir líneas de acción más robustas. Actualmente en Colombia, no existen iniciativas para la conservación de serpientes o la prevención de los accidentes ofídicos que hayan utilizado los enfoques de OneHealth o EcoHealth, pero el interés en estos enfoques está creciendo. A pesar del amplio alcance del PNCS, que incluye un enfoque interdisciplinario, su baja implementación en las líneas de acción, ha limitado los logros y perspectivas para abordar la conservación de serpientes y el ofidismo. Por lo tanto, se espera que en un futuro próximo la integración de la biología de la conservación y el estudio del ofidismo pueda ocurrir bajo estos marcos conceptuales.

## **5. Perspectivas futuras**

Colombia ocupa un lugar especial en el mundo debido a su ubicación geopolítica, su importancia ecológica e histórica como país tropical y, su papel evolutivo como vía de intercambio para los elementos biológicos de América del Sur y del Norte, lo que facilitó la gran inmigración y emigración de linajes de serpientes. Además, la convergencia de tres de las ecorregiones terrestres más diversas del planeta—los Andes, el Chocó y la Amazonía—ha promovido la evolución de una asombrosa riqueza de especies, con múltiples patrones de diversificación y linajes observados en un área relativamente limitada (ver Capítulos 2 y 3). Como resultado, Colombia es uno de los 25 puntos críticos de biodiversidad más importantes a nivel mundial [146], por lo cual ha sido clasificado como un país megadiverso.

En consecuencia, el país presenta desafíos significativos para la investigación sobre serpientes y la reducción de los accidentes ofídicos.

En particular, Colombia enfrenta fuertes limitaciones relacionadas con la pobreza, la inseguridad alimentaria, el acceso limitado a la asistencia médica en áreas rurales, el conflicto armado, la escasa implementación de políticas ambientales, la baja inversión estatal y privada en investigación científica y tecnológica que aborde las necesidades no satisfechas de la población general.

Por lo tanto, para lograr una alta cobertura en el muestreo de los ensamblajes de serpientes colombianas, y así obtener la comprensión necesaria para abordar el ofidismo como una enfermedad tropical desatendida, se requiere un enfoque interdisciplinario que permita abordar los ocho factores descritos anteriormente, lo cuales subyacen a la relación entre los humanos y serpientes (Figura 9).

Este enfoque interdisciplinario debe abordar el cómo podemos transformar nuestra relación con la naturaleza y nuestras prácticas de producción y consumo, con base en acciones colectivas con la participación de todos los miembros de la sociedad colombiana. Las directrices para llevar a cabo esta tarea se acuñaron hace diez años en la misión, los objetivos y el alcance propuestos en el PNCS. En particular, es urgente reforzar la educación ambiental y de conservación (estrategia II), así como la recuperación y restauración de los hábitats naturales de las serpientes (estrategia III) para reducir las amenazas a las poblaciones de serpientes en Colombia, así como para mitigar y atender adecuadamente los accidentes ofídicos en el país (ver Capítulo 9).

En particular, la investigación presentada en este capítulo destaca la necesidad urgente de establecer un programa de subvenciones para la investigación que apoye el trabajo de campo y estudios en diversas disciplinas, con el objetivo de mejorar nuestro conocimiento sobre las especies de serpientes de importancia médica. Asimismo, es imperativo formar más investigadores que aborden los desafíos asociados a ganar conocimiento en torno a las especies de serpientes venenosas y no venenosas. Los estudios taxonómicos y las descripciones de especies en un país megadiverso como Colombia desempeñan un papel fundamental en la conservación de nuestro patrimonio natural, contribuyendo al creciente énfasis de cuidar los ecosistemas que nos sostienen. Fomentar estas actividades también nos permitirá explorar y ampliar nuestra comprensión de cómo las serpientes pueden contribuir al desarrollo de nuevos medicamentos y mercados basados en sus venenos, así como en comprender los servicios ecosistémicos que proporcionan a nuestra sociedad (ver Capítulos 6 y 10).

## Apéndice A: Materiales y métodos

### *Revisión de las líneas de evidencia disponibles*

Para lograr el objetivo de proporcionar un tratamiento taxonómico y criterios que ayuden a asignar las especies de serpientes problemáticas a una entidad taxonómica basada en la evidencia disponible, empleamos tres enfoques. En primer lugar, seguimos la metodología PRISMA [147] para recuperar de Google académico y Web of Science artículos sobre revisiones taxonómicas o sistemáticas, así como descripciones de especies de las serpientes venenosas distribuidas en Colombia según el sitio web Reptile database [29]. En segundo lugar, consultamos, en la medida de lo posible, las referencias relacionadas con taxones incluidas en el sitio web Reptile database [29]. En tercer lugar, en los casos en los que teníamos conocimiento de que algún investigador estaba trabajando actualmente en revisiones taxonómicas o sistemáticas de serpientes de importancia médica en Colombia, indagamos sobre su opinión como experto para incorporarla al tratamiento taxonómico propuesto [148].

### *Métodos de búsqueda para la identificación de estudios: Búsquedas electrónicas*

Realizamos búsquedas mensuales desde abril de 2021 hasta junio de 2024 en los siguientes repositorios electrónicos y motores de búsqueda web: MEDLINE, Scielo, Scopus, Google Scholar y Pubmed. Las estrategias de búsqueda contenían las siguientes palabras clave que fueron combinados de diferentes maneras utilizando los conectores booleanos AND y OR: venenos de serpientes, *Bothrops*, *Crotalus*, *Bothriechis*, *Porthidium*, *Lachesis*, *Micrurus*, *Xenodon*, *Leptophis*, *Erythrolamprus*, *Oxybelis*, *Helicops*, *Bothrocophias*, *Thamnodynastes*, *Leptodeira*, *Philodryas*, taxonomía, distribución, neotrópicos, morfología, delimitación de especies, taxonomía integrativa.

### *Búsqueda de otros recursos*

Revisamos los estudios citados relevantes al revisar los informes identificados por las búsquedas electrónicas, así como las listas de referencias de cualquier revisión directamente relevante identificada. No aplicamos restricciones de idioma o fecha e incluimos estudios independientemente del tipo de publicación (p. ej., resumen de conferencia, entrada en registros de ensayos, artículo de revista, libro).

### *Contraste entre líneas de evidencia y propuestas taxonómicas previas*

Identificamos 2.234 publicaciones con potencial de inclusión. De estas, identificamos un total de 320 artículos que fueron objeto de revisión de títulos y resúmenes, de estos, 36 estudios fueron duplicados y 40 no cumplían con los criterios de la búsqueda, por cual todos estos fueron excluidos. En total 244 artículos fueron incluidos.

Tomamos como línea base el tratamiento taxonómico propuesto por Campbell y Lamar [26] para las serpientes de importancia médica en Colombia. Luego, contrastamos las nuevas evidencias disponibles en revisiones taxonómicas o sistemáticas (posteriores a 2004), que fueron recuperada de las búsquedas mencionadas anteriormente, y lo comparamos frente a lo propuesto por Campbell y Lamar; y finalmente, tomamos una decisión taxonómica.

## References

1. Lynch, J.D.; Angarita-Sierra, T.; Ruiz, F.J. *Programa nacional para la conservación de las serpientes presentes en Colombia*; Universidad Nacional de Colombia, Instituto Nacional de Salud, Ministerio de Medio ambiente y Desarrollo: Bogotá, **2014**; ISBN 9789588901183.
2. Bravo-Vega, C.; Renjifo-Ibañez, C.; Santos-Vega, M.; Nuñez, L.J.L.; Angarita-Sierra, T.; Cordovez, J.M. Estimating real snakebite incidence in Colombia by using mathematical modelling and statistical inference. *bioRxiv* **2021**, 2021.12.09.472006, doi:10.1101/2021.12.09.472006.
3. Angarita-Sierra, T.; Montañón-Londoño, L.F.; Bravo-Vega, C.A. ID please: Evaluating the utility of Facebook as a source of data for snake research and conservation. *An. Acad. Bras. Cienc.* **2022**, *94*, doi:10.1590/0001-3765202220211043.
4. Ospina-Sarria, J.J.; Angarita-Sierra, T. A New Species of *Pristimantis* (Anura: Strabomantidae) from the Eastern Slope of the Cordillera Oriental, Arauca, Colombia. *Herpetologica* **2020**, *76*, 83–92.
5. Angarita-Sierra, T.; Cubides-Cubillos, S.D.; Hurtado-Gómez, J.P. Hidden in the highs: Two new species of the enigmatic toadheaded pitvipers of the genus *Bothrocophias*. *Vertebr. Zool.* **2022**, *72*, doi:10.3897/vz.72.e87313.
6. Lynch, J.D. El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Rev. la Acad. Colomb. Ciencias Exactas, Físicas y Nat.* **2012**, *36*, 435–449.
7. Pinto-Sánchez, N.R.; Calderón-Espinosa, M.L.; Miralles, A.; Crawford, A.J.; Ramírez-Pinilla, M.P. Molecular phylogenetics and biogeography of the Neotropical skink genus *Mabuya* Fitzinger (Squamata: Scincidae) with emphasis on Colombian populations. *Mol. Phylogenet. Evol.* **2015**, *93*, 188–211, doi:10.1016/j.ympev.2015.07.016.
8. Lozano, J.T. Sobre las serpientes. *Sem. del Nuevo Reino Granada* **1808**, 117–182.
9. Universidad Jorge Tadeo Lozano *Jorge Tadeo Lozano: Estudios científicos*; **2021**.
10. Cañas-Dávila, C.A. Capítulo 12. Aspectos históricos de la ofidiología Colombiana. In *Serpientes venenosas: lecciones aprendidas desde Colombia*; Cañas-Dávila, C.A., Castro-Herrera, F., Castaño-Valencia, R., Eds.; Fundación Valle de Lili: Santiago de Cali, **2016**; pp. 213–240 ISBN 9789585721722.
11. Calvete, J.J. Snake venomomics at the crossroads between ecological and clinical toxinology. *Biochem. (Lond)*. **2019**, *41*, 28–33, doi:10.1042/bio04106028.
12. Bektimirov, T.; Furesz, J.; Hardegree, M.C.; Hollan, S.R.; Mirchamsy, H.; Netter, R.; Oya, A.; Reichert, L.E.; Sjodin, L.; Pang-chu, T. *WHO expert committee on biological standardization*; **1987**; ISBN 9789241210133.
13. Bhaumik, S.; Jagadesh, S.; Lassi, Z. Quality of WHO guidelines on snakebite: the neglect continues. *BMJ Glob. Heal.* **2018**, *3*, doi:10.1136/bmjgh-2018-000783.
14. McDiarmid, R.; Campbell, J.A.; Touré, T. *Snake Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference, Volume 1*; Herpetologists' League: Washington, **1999**.

15. Peters, J.; Orejas-Miranda, B. Catalogue of the neotropical Squamata Snakes. *United States Natl. Museum Bull.* **1970**, 297, 1–347.
16. Arteaga, A.; Pyron, R.A.; Batista, A.; Vieira, J.; Pelayo, E.M.; Smith, E.N.; Barrio, C.L.; Koch, C.; Agne, S.; Valencia, J.H.; et al. Systematic revision of the Eyelash Palm-Pitviper *Bothriechis schlegelii* (Serpentes, Viperidae), with the description of five new species and revalidation of three. *Evol. Syst.* **2024**, 8, 15–64, doi:10.3897/evolsyst.8.114527.
17. Garcia Piedrahita, E. *Ofidios venenosos del Cauca: Métodos emperico y racionales empleados contra los accidentes producidos por la mordedura de esos reptiles*; Librería e Imprenta de la Vda. de Ch. Bouret.: Cali, **1896**.
18. Amaral, A. Studies of Neotropical Ophidia. VII An interesting collection of snakes from west Colombia. *Mem. Inst. Butantan* **1927**, 1, 44–47.
19. Amaral, A. Studies of neotropical Ophidia. XI Snakes from The Santa Marta Region, Colombia. *Mem. Inst. Butantan* **1928**, 2, 7–8.
20. Nicéforo-María Los ofidios de Colombia. *Rev. la Acad. Colomb. Ciencias Exactas Físicas y Nat.* **1942**, 89–101.
21. Medem, F. El desarrollo de la herpetología en Colombia. *Rev. la Acad. Colomb. Ciencias Exactas Fis. y Nat.* **1968**, 13, 149–200.
22. Ángel, R. *Serpientes de Colombia*; **1982**; Vol. 36; ISBN 64001000072288.
23. Cadle, J. On Colombian Snakes. *Herpetologica* **1992**, 48, 134–143.
24. Sánchez, C.H.; Castaño-Moreno, O.; Cárdenas, G. Diversidad de reptiles de Colombia. In *Diversidad Biótica I, Clima, Centros de concentración de especies, Fauna, Reptiles Arácnidos, Himenópteros*; Rangel-Ch, O.J., Ed.; Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia: Bogotá D.C, **1995**; pp. 227–325.
25. Campbell, J.A.; Lamar, W.W. *The Venomous Reptiles of Latin America*; Campbell, J.A., Lamar, W.W., Eds.; Comstock Pub. Associates, **1989**; ISBN 9780801420597.
26. Campbell, J.A.; Lamar, W.W. *The venomous reptiles of the western hemisphere (Vol. 1)*; Comstock Publishing: New York, **2004**; ISBN 978-0801441417.
27. Cañas-Dávila, C.A.; Castro-Herrera, F.; Castaño-Valencia, R. *Serpientes venenosas: lecciones aprendidas desde Colombia*; Fundación Valle de Lili: Santiago de Cali, **2016**; ISBN 9789585721722.
28. Ayerbe González, S.A. *SERPIENTES | Accidentes & Soluciones*; Ayerbe doc serpientes: Popayán, **2021**; ISBN 9789584924872.
29. Uetz, P.; Freed, P.; Hošek, J. The Reptile Database Available online: <https://reptile-database.reptarium.cz/> (accessed on Jan 23, **2021**).
30. da Silva-Jr, N.J.; Buononato, M.A.; Godoy-Pires, M.; Tavares-Feitosa, D. Chapter 4 New world coral snakes: an overview. In *Advances in Coralsnake Biology: with Emphasis on South America*; da Silva-Jr, N.J., Porras, L.W., Aird, S.D., da Costa Prudente, A., Eds.; Eagle Mountain Publishing: Eagle Mountain, **2021**; pp. 115–140 ISBN 9780972015462.
31. WHO Management of snakebites (WHO 2nd Ed) 2016. **2016**.
32. Pineda, D. *Accidentes por animales venenosos*; Pineda, D., Hernández, C.A., Eds.; Instituto Nacional de Salud: Bogotá, **2002**; ISBN 9581301305.
33. Otero-Patiño, R. Snake bites in Colombia. In *Clinical Toxinology in Australia, Europe, and Americas*; Gopalakrishnakone, P., V, C.-W.,

- AS, S., VT, D., Eds.; Springer Science: Adelaide, **2018**; pp. 3–50 ISBN 9789401774383.
34. Naomi, S.-I. Proposal of an integrated framework of biological taxonomy: a phylogenetic taxonomy, with the method of using names with standard endings in clade nomenclature. *Bionomina* **2014**, *7*, 1–44, doi:10.11646/bionomina.7.1.1.
  35. Hurtado-Gómez, J.P.; Vargas-Ramírez, M.; Ruiz Gómez, F.J.; Fouquet, A.; Fritz, U. Multilocus phylogeny clarifies relationships and diversity within the *Micrurus lemniscatus*. *Salamandra* **2021**, *57*, 229–239.
  36. Mora-Obando, D.; Salazar-Valenzuela, D.; Pla, D.; Lomonte, B.; Guerrero-Vargas, J.A.; Ayerbe, S.; Gibbs, H.L.; Calvete, J.J. Venom variation in *Bothrops asper* lineages from North-Western South America. *J. Proteomics* **2020**, *229*, 103945, doi:10.1016/j.jprot.2020.103945.
  37. Passos, P.; Fernandes, D.S. Variation and taxonomic status of the aquatic coral snake *Micrurus surinamensis* (Cuvier, 1817) (Serpentes: Elapidae). *Zootaxa* **2005**, *1–14*, doi:10.11646/zootaxa.953.1.1.
  38. Feitosa, D.T.; Da Silva, N.J.; Pires, M.G.; Zaher, H.; Prudente, A.L.D.C. A new species of monadal coral snake of the genus *Micrurus* (Serpentes, Elapidae) from Western Amazon. *Zootaxa* **2015**, *3974*, 538–554, doi:10.11646/zootaxa.3974.4.5.
  39. Köhler *Reptiles of Central America*; Köhler, E., Ed.; Herpeton, Verlag: Offenbach, **2003**; ISBN 3-936180-02-4.
  40. Cadle, J.E.; Myers, C.W. Systematics of Snakes referred to *Dipsas variegata* in Panama and Western South America, with revalidation of Two species and Notes on defensive behaviors in the Dipsadini (Colubridae). *Am. Museum Novit.* **2003**, *3409*, 1–47, doi:10.1206/0003-0082(2003)409<0001:sosrtd>2.0.co;2.
  41. Myers, C.W.; McDowell, S.B. New taxa and cryptic species of Neotropical snakes (Xenodontinae), with commentary on Hemipnes as generic and specific characters. *Am. Museum Novit.* **2014**, 1–112.
  42. De Albuquerque, N.R.; Passos, P.; Gotte, S.W. *Leptophis santamartensis* (Serpentes, Colubridae), a junior synonym of *Leptophis ahaetulla* occidentalis. *J. Herpetol.* **2012**, *46*, 248–252, doi:10.1670/10-263.
  43. Passos, P.; Lynch, J.D. Revision of *Atractus* (Serpentes: Dipsadidae) from middle and upper Magdalena drainage of Colombia. *Herpetol. Monogr.* **2010**, *24*, 149–173, doi:10.1655/09-041.1.
  44. Auerbach, P.S. The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere. *Wilderness Environ. Med.* **2005**, *16*, e13–e13, doi:10.1580/1080-6032(2005)16[e13a:br]2.0.co;2.
  45. Roze, J. *Coral Snakes of the Americas: Biology, identification, and Venoms*; Krieger Publishing Company, **1996**; ISBN 0894648470.
  46. Bailey, J.R.; Thomas, R.A.; Silva-Jr, N.J. da A revision of the South American snake genus *Thamnodynastes* Wagler, 1830 (Serpentes, Colubridae, Tachymenini). I. Two new species of *Thamnodynastes* from Central Brazil and adjacent areas, with a redefinition of and neotype designation for *Thamnodynastes pallidus* p. *Phyllomedusa J. Herpetol.* **2005**, *4*, 83–101.
  47. Silva, J.J. Los *Micrurus* de la Amazonia Colombiana . Biología y toxicología experimental de sus venenos. *Colomb. Amaz.* **2016**, *7*, 1–77.
  48. Nogueira, C.C.; Argôlo, A.J.S.; Arzamendia, V.; Azevedo, J.A.; Barbo, F.E.; Bérnils, R.S.; Bolochio, B.E.; Borges-Martins, M.; Brasil-Godinho,

- M.; Braz, H.; et al. Atlas of Brazilian Snakes: Verified Point-Localities Maps to Mitigate the Wallacean Shortfall in a Megadiverse Snake Fauna. *South Am. J. Herpetol.* **2020**, *14*, 1, doi:10.2994/sajh-d-19-00120.1.
49. Wüster, W.; Thomson, S.A.; O'Shea, M.; Kaiser, H. Confronting taxonomic vandalism in biology: Conscientious community self-organization can preserve nomenclatural stability. *Biol. J. Linn. Soc.* **2021**, *133*, 645–670, doi:10.1093/biolinnean/blab009.
  50. Kaiser, H.; Crother, B.I.; Kelly, C.M.R.; Luiselli, L.; Marko'shea; Hidetoshiota; Passos, P.; Schleip, W.D.; Wüster, W. Best practices: In the 21st century, taxonomic decisions in herpetology are acceptable only when supported by a body of evidence and published via peer review. *Herpetol. Rev.* **2013**, *44*, 8–23.
  51. Angarita-Sierra, T.; Montaña-Londoño, L.F.; Bravo-Vega, C.A. ID please: Evaluating the utility of Facebook as a source of data for snake research and conservation. *An. Acad. Bras. Cienc.* **2022**, *94*, 1–25, doi:10.1590/0001-3765202220211043.
  52. Hoser, R. A review of the South American snake genera *Leptodeira* and *Imantodes* including three new genera and two new subgenera (Serpentes: Dipsadidae: Imantodini). *Australas. J. Herpetol.* **2012**, 40–47.
  53. Hoser, R. A new genus of pitviper (Serpentes: Viperidae) from South America. *Australas. J. Herpetol. Joura* **2012**, 25–27.
  54. Habib, A.G.; Kuznik, A.; Hamza, M.; Abdullahi, M.I.; Chedi, B.A.; Chippaux, J.-P.; Warrell, D.A. Snakebite is Under Appreciated: Appraisal of Burden from West Africa. *PLoS Negl. Trop. Dis.* **2015**, *9*, 1–8, doi:10.1371/journal.pntd.0004088.
  55. Chippaux, J.P.; Williams, V.; White, J. Snake venom variability: methods of study, results and interpretation. *Toxicon* **1991**, *29*, 1279–1303, doi:10.1016/0041-0101(91)90116-9.
  56. Bravo-Vega, C.A.; Cordovez, J.M.; Renjifo-Ibáñez, C.; Santos-Vega, M.; Sasa, M. Estimating snakebite incidence from mathematical models: A test in Costa Rica. *PLoS Negl. Trop. Dis.* **2019**, *13*, e0007914, doi:10.1371/journal.pntd.0007914.
  57. Tan, K.Y.; Tan, C.H.; Chanhom, L.; Tan, N.H. Comparative venom gland transcriptomics of *Naja kaouthia* (monocled cobra) from Malaysia and Thailand: Elucidating geographical venom variation and insights into sequence novelty. *PeerJ* **2017**, *2017*, doi:10.7717/peerj.3142.
  58. Sevilla-Sánchez, M.J.; Mora-Obando, D.; Calderón, J.J.; Guerrero-Vargas, J.A.; Ayerbe-González, S. Accidente ofídico en el departamento de Nariño, Colombia: análisis retrospectivo, 2008-2017. *Biomedica* **2019**, *39*, 715–736, doi:10.7705/biomedica.4830.
  59. De Queiroz, K. Toward an integrated system of clade names. *Syst. Biol.* **2007**, *56*, 956–974, doi:10.1080/10635150701656378.
  60. Wolff, J.; Krebs, C.J. Hypothesis testing and scientific method revised. *Acta Zool. Sin.* **2008**, *54*, 383–386.
  61. Mayden, R. A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem. In *Species: The Units of Diversity*; Claridge, M., Dawah, H. Wilson, M., Eds.; Chapman and Hall: London, **1997**; pp. 381–423.
  62. Naomi, S.I. On the integrated frameworks of species concepts: Mayden's hierarchy of species concepts and de Queiroz's unified concept

- of species. *J. Zool. Syst. Evol. Res.* **2011**, *49*, 177–184, doi:10.1111/j.1439-0469.2011.00618.x.
63. Sites Jr, J.; Myers, E.; Ruane, S. Species delimitation and integrative taxonomy: Challenges and opportunities in snake systematics. In *Advances in Coralsnake Biology: with Emphasis on South America*; da Silva Jr, N., Porras, L., Aird, S., da Costa Prudente, A.L., Eds.; PUC Goiás, Eagle Mountain Publishing: Goiás, **2021**; pp. 1–36 ISBN 9780972015462.
  64. Bravo-Vega, C.I.; Santos-Vega, M.I.; Manuel Cordovez, J.I. Disentangling snakebite dynamics in Colombia: How does rainfall and temperature drive snakebite temporal patterns? *PLoS Negl. Trop. Dis.* **2022**, *16*, e0010270, doi:10.1371/JOURNAL.PNTD.0010270.
  65. Pesantes, O. A Method for Preparing the Hemipenis of Preserved Snakes. *J. Herpetol.* **1994**, *28*, 93–95.
  66. Carrasco, P.A.; Mattoni, C.I.; Leynaud, G.C.; Scrocchi, G.J. Morphology, phylogeny and taxonomy of South American bothropoid pitvipers (Serpentes, Viperidae). *Zool. Scr.* **2012**, *41*, 109–124, doi:10.1111/j.1463-6409.2011.00511.x.
  67. Porto, M.; de Oliveira, M.A.; Pissinatti, L.; Rodrigues, R.L.; Rojas-Moscoso, J.A.; Cogo, J.C.; Metzke, K.; Antunes, E.; Nahoum, C.; Mónica, F.Z.; et al. The Evolutionary Implications of Hemipenial Morphology of Rattlesnake *Crotalus durissus terrificus* (Laurent, 1768) (Serpentes: Viperidae: Crotalinae). *PLoS One* **2013**, *8*, doi:10.1371/journal.pone.0066903.
  68. Fenwick, A.M.; Gutberlet, R.L.; Evans, J.A.; Parkinson, C.L. Morphological and molecular evidence for phylogeny and classification of South American pitvipers, genera *Bothrops*, *Bothriopsis*, and *Bothrocophias* (serpentes: Viperidae). *Zool. J. Linn. Soc.* **2009**, *156*, 617–640, doi:10.1111/j.1096-3642.2008.00495.x.
  69. Barbo, F.E.; Gasparini, J.L.; Almeida, A.P.; Zaher, H.; Grazziotin, F.G.; Gusmão, R.B.; Ferrarini, J.M.G.; Sawaya, R.J. Another new and threatened species of lancehead genus *Bothrops* (Serpentes, Viperidae) from Ilha dos Franceses, Southeastern Brazil. *Zootaxa* **2016**, *4097*, 511–529, doi:10.11646/zootaxa.4105.5.7.
  70. Timms, J.; Chaparro, J.C.; Venegas, P.J.; Salazar-Valenzuela, D.; Scrocchi, G.; Cuevas, J.; Leynaud, G.; Carrasco, P.A. A new species of pitviper of the genus *Bothrops* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae) from the Central Andes of South America. *Zootaxa* **2019**, *4656*, 99–120, doi:10.11646/zootaxa.4656.1.4.
  71. Carrasco, P.A.; Grazziotin, F.G.; Cruz Farfán, R.S.; Koch, C.; Antonio Ochoa, J.; Scrocchi, G.J.; Leynaud, G.C.; Chaparro, J.C. A new species of *Bothrops* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae) from Pampas del Heath, southeastern Peru, with comments on the systematics of the *Bothrops neuwiedi* species group. *Zootaxa* **2019**, *4565*, 301–344, doi:10.11646/zootaxa.4565.3.1.
  72. Dal Vechio, F.; Prates, I.; Grazziotin, F.G.; Graboski, R.; Rodrigues, M.T. Molecular and phenotypic data reveal a new Amazonian species of pitvipers (Serpentes: Viperidae: *Bothrops*). *J. Nat. Hist.* **2020**, *54*, 2415–2437, doi:10.1080/00222933.2020.1845835.
  73. Fujita, M.K.; Leaché, A.D.; Burbrink, F.T.; McGuire, J.A.; Moritz, C. Coalescent-based species delimitation in an integrative taxonomy. *Trends Ecol. Evol.* **2012**, *27*, 480–488, doi:10.1016/j.tree.2012.04.012.

74. Struck, T.H.; Feder, J.L.; Bendiksbj, M.; Birkeland, S.; Cerca, J.; Gusev, V.I.; Kistenich, S.; Larsson, K.H.; Liow, L.H.; Nowak, M.D.; et al. Finding Evolutionary Processes Hidden in Cryptic Species. *Trends Ecol. Evol.* **2018**, *33*, 153–163, doi:10.1016/j.tree.2017.11.007.
75. Mones, A. Nomen dubium vs. nomen vanum. *J. Vertebr. Paleontol.* **1989**, *9*, 232–234, doi:10.1080/02724634.1989.10011757.
76. Folleco-Fernández, A.J. Taxonomía del complejo *Bothrops asper* (Serpentes: Viperidæ) en el sudoeste de Colombia. Revalidación de la especie *Bothrops rhombeatus* (García 1896) y descripción de una nueva especie. *Revisita Noved. Colombiana* **2010**, *10*, 33–70.
77. Ramírez-Chaves, H.E.; Solari, S. *Bothrops ayerbei* folleco-fernández, 2010 y *Bothrops rhomboatus* García, 1896 (serpentes: Viperidae) son un nombre no disponible y un Nomen Dubium, respectivamente. *Bol. Cient. del Cent. Museos* **2014**, *18*, 138–141.
78. Mora-Obandoid, D.; Plaid, D.; Lomonteid, B.; Guerrero-Vargasid, J.A.; Ayerbe, S.; Calveteid, J.J. Antivenomics and in vivo preclinical efficacy of six Latin American antivenoms towards south-western Colombian *Bothrops asper* lineage venoms. *PLoS Negl. Trop. Dis.* **2021**, *15*, e0009073, doi:10.1371/JOURNAL.PNTD.0009073.
79. Mora-Obando, D.; Guerrero-Vargas, J.A.; Prieto-Sánchez, R.; Beltrán, J.; Rucavado, A.; Sasa, M.; Gutiérrez, J.M.; Ayerbe, S.; Lomonte, B. Proteomic and functional profiling of the venom of *Bothrops ayerbei* from Cauca, Colombia, reveals striking interspecific variation with *Bothrops asper* venom. *J. Proteomics* **2014**, *96*, 159–172, doi:10.1016/j.jprot.2013.11.005.
80. Salazar-Valenzuela, D.; Kuch, U.; Torres-Carvajal, O.; Valencia, J.H.; Gibbs, H.L. Divergence of tropical pitvipers promoted by independent colonization events of dry montane Andean habitats. *J. Biogeogr.* **2019**, *46*, 1826–1840, doi:10.1111/jbi.13661.
81. Bernarde, P.S.; Turci, L.C.B.; Abegg, A.D.; Franco, F.L. A remarkable new species of coral snake of the *Micrurus hemprichii* species group from the Brazilian amazon. *Salamandra* **2018**, *54*, 249–258.
82. Schmidt, K.P. Hemprich's Coral snake, *Micrurus hemprichii*. *Fieldiana Zool.* **1953**, *34*, 165–170.
83. Feitosa, D.; Prudente, A.L.D.C.; da Silva-Jr, N.J.; Pires, M.G. Análise taxonômica do complexo *Micrurus hemprichii* (Jan, 1858) (Serpentes, Elapidae). In Proceedings of the IX Congresso Latinoamericano de herpetologia, Curitiba, 2011; p. 23.
84. Valencia, J.; Garzón-Tello, K.; Barragán-Paladines, M. *Serpientes Venenosas del Ecuador*; Fundación Herpetológica Gustavo Orcés: Quito, **2016**; ISBN 9789942216632.
85. Ayerbe-González, S.; Condiza-Benavides, G.E.; Sevilla-Sánchez, M.J. Primer registro de accidentes ofídicos por mordedura de *Micrurus ortoni* y *Micrurus hemprichii* (Serpentes: Elapidae) en Colombia y Perú. *Biomédica* **2021**, *41*, 631–642.
86. Duellman, W.E. A monographic study of the colubrid snake genus *Leptodeira*. Bulletin of american museum natural history. *Bull. Am. museum Nat. Hist.* **1958**, *114*, 1–152.
87. Daza, J.M.; Smith, E.N.; Paez, V.P.; Parkinson, C.L. The origin and diversification of the widespread genus *Leptodeira* (Serpentes:Colubri-

- dae). *Molecular Phylogenetics Evol.* **2009**, 53, 653–667, doi:<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.07.022>.
88. Torres-Carvajal, O.; Sánchez-Nivicela, J.C.; Posse, V.; Celi, E.; Koch, C. A new species of cat-eyed snake (Serpentes: Dipsadinae: Leptodeirini) from the Andes of southern Ecuador. *Zootaxa* **2020**, 4895, 357–380, doi:[10.11646/zootaxa.4895.3.3](https://doi.org/10.11646/zootaxa.4895.3.3).
  89. Mendoza, I. Defensive behavior in *Leptodeira annulata ashmeadii* (Hallowell, 1845). *Herpetotropicos* **2008**, 5, 67.
  90. Lopes, D.; Nomura, F. *Leptodeira annulata* ( Banded Cat-eyed snake ). Diet. *Herpetol. Rev.* **2014**, 45, 145.
  91. Costa, W.P.; de Andrade, F.S. Predation behaviour of *Leptodeira annulata* Linnaeus, 1758 (Serpentes: Dipsadidae) on *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826 (Anura, Leptodactylidae). *Herpetol. Notes* **2020**, 13, 457–459.
  92. Yáñez, G.; Chuquimarca, E. Dieta de *Leptodeira* (Colubridae: Serpentes) (Fitzinger 1843) en Ecuador y notas ecológicas de una población de *L. septentrionalis larcorum* (Kennicott 1859) en Zapotillo-Loja, Ecuador, Universidad Central Del Ecuador, **2020**.
  93. Daza, J.M.; Smith, E.N.; Páez, V.P.; Parkinson, C.L. Complex evolution in the Neotropics: The origin and diversification of the widespread genus *Leptodeira* (Serpentes: Colubridae). *Mol. Phylogenet. Evol.* **2009**, 53, 653–667, doi:[10.1016/j.ympev.2009.07.022](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.07.022).
  94. Barrio-Amorós, C.L. On the taxonomy of snakes in the genus *Leptodeira*, with an emphasis on Costa Rican species. *Reptil. Amphib.* **2019**, 26, 1–15, doi:[10.17161/RANDA.V26I1.14321](https://doi.org/10.17161/RANDA.V26I1.14321).
  95. Costa, J.C.L.; Graboski, R.; Graziotin, F.G.; Zaher, H.; Rodrigues, M.T.; Prudente, A.L. da C. Reassessing the systematics of *Leptodeira* (Serpentes, Dipsadidae) with emphasis in the South American species. *Zool. Scr.* **2022**, 51, 415–433, doi:<https://doi.org/10.1111/zsc.12534>.
  96. de Albuquerque, N.R.; Galatti, U.; Di-Bernardo, M. Diet and feeding behaviour of the Neotropical parrot snake (*Leptophis ahaetulla*) in northern Brazil. <https://doi.org/10.1080/00222930701400954> **2010**, 41, 1237–1243, doi:[10.1080/00222930701400954](https://doi.org/10.1080/00222930701400954).
  97. Clegg, J.R. *Leptophis ahaetulla marginatus* (Southern green parrot snake): Behaviour. *Herpetol. Bull.* **2015**, 26–27.
  98. Sánchez, M.N.; Teibler, G.P.; López, C.A.; Mackessy, S.P.; Peichoto, M.E. Assessment of the potential toxicological hazard of the Green Parrot Snake (*Leptophis ahaetulla marginatus*): Characterization of its venom and venom-delivery system. *Toxicon* **2018**, 148, 202–212, doi:[10.1016/j.toxicon.2018.04.027](https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2018.04.027).
  99. de Albuquerque, N.R. New records of *Leptophis ahaetulla ahaetulla* (Serpentes, Colubridae) for Venezuela, Colombia and the placement of *L. a. copei* into the synonymy of *L. a. ahaetulla*. *Biota Neotrop.* **2009**, 9, 293–296, doi:[10.1590/s1676-06032009000400035](https://doi.org/10.1590/s1676-06032009000400035).
  100. Albuquerque, N.R. De Revisão Taxonômica das subespécies de *Leptophis ahaetulla* (Linnaeus, 1758) (Serpentes, Colubridae), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, **2008**.
  101. Torres-Carvajal, O.; Terán, C. Molecular phylogeny of Neotropical Parrot Snakes (Serpentes: Colubrinae: *Leptophis*) supports underestimated species richness. *Mol. Phylogenet. Evol.* **2021**, 164, 107267, doi:[10.1016/j.ympev.2021.107267](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2021.107267).

102. Oliver, J.A. A check list of the snakes of the genus *Leptophis*, with descriptions of new forms. *Occas. Pap. Museum Zool. Univ. Michigan* **1942**, 1942, 1–19.
103. Ottley, J.R.; Packheiser, J.N.; Yang, C.M.; Henderson, R.W.; Mountains, R.; Beardsley, E. Reproduction and Feeding in *Eridiphas slevini* (Serpentes: Colubridae). *Herpetol. Rev.* **1982**, *13*, 8–9.
104. Mesquita, P.C.M.D.; Borges-Nojosa, D.M.; Passos, D.C.; Bezerra, C.H. Activity patterns of the Brown Vine snake *Oxybelis aeneus* (Wagler, 1824) (Serpentes, Colubridae) in the Brazilian semiarid. *Anim. Biol.* **2012**, *62*, 289–299, doi:10.1163/157075611X618228.
105. Goldberg, S.R. *Oxybelis aeneus* (Brown vine snake). Reproduction. *Oxybelis aeneus* (Bejuquilla café). Reproducción. *Herpetol. Rev.* **2005**, *36*, 70.
106. Almeida, L. de S.; da Silva, A.W.O.; Trevine, V.C. Two new records of predation by *Oxybelis fulgidus* (Squamata: Colubridae) in the northern region of Brazil. *Herpetol. Notes* **2020**, *13*, 283–289.
107. Toro-orozco, W. Del; Montanarin, A.; Ramalho, E.E.; Kaefer, I.L. Predation by the green vinesnake *Oxybelis fulgidus* on the diving lizard *Uranoscodon superciliosus*. *Herpetol. Notes* **2021**, *14*, 591–592.
108. Ramalho, W.P.; Batista, V.G.; Lozi, L.R.P. Anfíbios e répteis do médio rio Aporé, estados de Mato Grosso do Sul e Goiás, Brasil. *Neotrop. Biol. Conserv.* **2014**, *9*, 147–160, doi:10.4013/nbc.2014.93.04.
109. Pinheiro Miranda, J.; Lopes Costa, J.C.; Micheletto Scarpa, F.; Rocha, C.F.D. Predation on *Columbina squammata* (Aves: Columbidae) by the Green Vine Snake *Oxybelis fulgidus* (Serpentes: Colubridae) at the Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão, Brazil. *Herpetol. Notes* **2013**, *6*, 187–188.
110. Norris, J.L.; Burt, E.H. *Oxybelis fulgidus* (Green Vine Snake or Bejuquillo). Feeding. *Herpetol. Rev.* **1998**, *29*, 243.
111. Roveri Scartozzoni, R.; Da Graça Salomão, M.; De Almeida-Santos, S.M. Natural History of the Vine Snake *Oxybelis fulgidus* (Serpentes, Colubridae) From Brazil. *South Am. J. Herpetol.* **2009**, *4*, 81–89, doi:10.2994/057.004.0111.
112. Jadin, R.C.; Jowers, M.J.; Orlofske, S.A.; Duellman, W.E.; Blair, C.; Murphy, J.C. A new vine snake (Reptilia, Colubridae, *Oxybelis*) from Peru and redescription of *O. acuminatus*. *Evol. Syst.* **2021**, *5*, 1–12, doi:10.3897/evolsyst.5.60626.
113. Jadin, R.C.; Blair, C.; Orlofske, S.A.; Jowers, M.J.; Rivas, G.A.; Vitt, L.J.; Ray, J.M.; Smith, E.N.; Murphy, J.C. Not withering on the evolutionary vine: systematic revision of the Brown Vine Snake (Reptilia: Squamata: *Oxybelis*) from its northern distribution. *Org. Divers. Evol.* **2020**, *20*, 723–746, doi:10.1007/s13127-020-00461-0.
114. Jadin, R.C.; Blair, C.; Jowers, M.J.; Carmona, A.; Murphy, J.C. Hiding in the lianas of the tree of life: Molecular phylogenetics and species delimitation reveal considerable cryptic diversity of New World Vine Snakes. *Mol. Phylogenet. Evol.* **2019**, *134*, 61–65, doi:10.1016/j.ympev.2019.01.022.
115. Garman, S. The reptiles and batrachians of North America. *Mem. Museum Comp. Zoölogy* **1883**, *8*, 184.
116. Angarita-Sierra, T.; Cubides-Cubillos, S.D.; Hurtado-Gómez, J.P. Hidden in the highs: Two new species of the enigmatic toadheaded pi-

- tvipers of the genus *Bothrocophias*. *Vertebr. Zool.* **2022**, 72, 971–996, doi:10.3897/vz.72.e87313.
117. Hernández-Camacho, J.I.; Alvarez-León, R.; Renjifo-Rey, J.M. Pelagic sea snake *Pelamis Platurus* (Linnaeus, 1766) (Reptilia: Serpentes: Hydrophidae) is found on the Caribbean Coast of Colombia. *Mem. la Fund. La Salle Ciencias Nat.* **2006**, 164, 7–16.
  118. Briski, E.; Gollasch, S.; David, M.; Linley, R.D.; Casas-Monroy, O.; Rajakaruna, H.; Bailey, S.A. Combining Ballast Water Exchange and Treatment to maximize prevention of species introductions to freshwater Ecosystems. *Environ. Sci. Technol.* **2015**, 49, 9566–9573, doi:10.1021/ACS.EST.5B01795/SUPPL\_FILE/ES5B01795\_SI\_001.PDF.
  119. Tavares Feitosa, D.; Godoy-Pires, M.; da Costa Prudente, A.; da Silva Jr., N. Distribution extension in Colombia and new records for Brazil of *Micrurus isozonus* (Cope, 1860) (Squamata, Serpentes, Elapidae). *Check List* **2013**, 9, 1108–1112.
  120. Castro-Herrera, F.; Vargas-Salinas, F. Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colomb.* **2008**, 9, 251–277.
  121. Jowers, M.J.; Smart, U.; Sánchez-Ramírez, S.; Murphy, J.C.; Gómez, A.; Bosque, R.J.; Sarker, G.C.; Noonan, B.P.; Faria, J.F.; Harris, D.J.; et al. Unveiling underestimated species diversity within the Central American Coralsnake, a medically important complex of venomous taxa. *Sci. Rep.* **2023**, 13, 1–12, doi:10.1038/s41598-023-37734-5.
  122. Dunn, E. The amphibians and reptiles of the Caribbean islands of San Andres and Providencia. *Caldasia* **1945**, 3, 363–365.
  123. Dunn, E.; Saxe, H. Results of the Catherwood-Chaplin West Indies Expedition. Part V. Amphibians and Reptiles of San Andrés and Providencia. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* **1948**, 141–165.
  124. McNish, T. *La fauna del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Colombia, Sudamérica*; M&B Producciones y Servicios Ltda: Bogotá, **2011**; ISBN 978-958-99518-1-1.
  125. Werner, F. Ueber Reptilien und Batrachier aus Ecuador und Neu-Guinea. *Verhandlungen der Kais. Zool. Gesellschaft Wien* **1901**, 51, 593–614.
  126. Roze, J. Notes on taxonomy of venomous coral snakes (Elapidae) of South America. *Bull. Maryl. Herpetol. Soc.* **1994**, 30, 177–1985.
  127. Maritz, R.A.; Maritz, B. Sharing for science: High-resolution trophic interactions revealed rapidly by social media. *PeerJ* **2020**, 2020, doi:10.7717/peerj.9485.
  128. Barrera-ocampo, F.; Renjifo, J.M. Occurrence of Anchor Coralsnake, *Micrurus ancoralis* (Jan, 1872) (Squamata: Elapidae) confirmed in the Magdalena River Valley of Colombia, with novel citizen science distribution records. *Anartia* **2024**, 38, 11–22.
  129. CORANTIOQUIA *Programa nacional para la conservación de serpientes en Colombia*; **2008**.
  130. Morales-Betancourt, M.; Lasso, C.A.; Paez, V.P.; Bock, B.C. *Libro rojo de reptiles de Colombia*; Morales-Betancourt, M., Lasso, C.A., Paez, V.P., Bock, B.C., Eds.; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad de Antioquia: Bogotá, **2015**; ISBN 9789588889795.
  131. IUCN *Summary of the five criteria use to evaluate if a taxon in an IUCN red list threatened category*; **2012**.

132. MADS [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible] *Resolución No. 0126 de 2024*; Colombia, **2024**; p. 69.
133. Caicedo-Portilla, J.R.; Lynch, J.D. *Micrurus medemi*. In *Libro rojo de reptiles de Colombia (2015)*.; Orales-Betancourt, M.A., Lasso, C.A., Páez, V.P., Bock, B.C., Eds.; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia: Bogotá, **2015**; pp. 98–100 ISBN 978-958-888-979-5.
134. Urbina-Cardona, N.; Acosta, L.S.; Camacho-Rozo, C.P.; Peña, A.R.A.; Arenas-Rodríguez, A.; Albarracín-Caro, J.F.; Moreno-Cabal, A.M.; Novoa-Salamanca, N.M.; Camacho-Durán, M.J.; Echeverry, N.G.; et al. Scientific production on herpetology in Colombia: perspectives from research topics towards biological conservation. *Caldasia* **2023**, *45*, 1–20, doi:10.15446/caldasia.v45n1.97216.
135. Angarita-Sierra, T. Demographic analysis of snake killing as a conservation threat: study case for a population of *Ninia atrata*, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, **2017**.
136. Rincón-Aranguri, M.; Toro-Cardona, F.A.; Galeano, S.P.; Roa-Fuentes, L.; Urbina-Cardona, N. Functional diversity of snakes is explained by the landscape composition at multiple areas of influence. *Ecol. Evol.* **2023**, *13*, e10352, doi:10.1002/ece3.10352.
137. López-Herrera, D.F.; León-Yusti, M.; Guevara-Molina, S.C.; Vargas-Salinas, F. Reptiles in biological corridors and roadkills in Barbas-Bremen, Quindío, Colombia. *Rev. la Acad. Colomb. Ciencias Exactas, Fis. y Nat.* **2016**, *40*, 484–493, doi:10.18257/raccefyn.334.
138. Vera-Pérez, L.E.; Zúñiga-Baos, J.A.; Ayerbe-González, S. *Reptiles del Parque Nacional Natural Munchique, Colombia*; 2018;
139. Zúñiga-Baos, J.A.; Vera-Pérez, L.E. Mortalidad de serpientes en la vía El valle de Toledo-Toledo, Antioquia –Colombia. *Rev. Colomb. Cienc. Anim. - RECIA* **2020**, *12*, 745, doi:10.24188/recia.v12.n1.2020.745.
140. Zúñiga-Baos, J.A. Mortalidad de serpientes en el área urbana del municipio Neira, Caldas, Colombia. *Rev. Colomb. Cienc. Anim. - RECIA* **2023**, *15*, e968, doi:10.24188/recia.v15.n1.2023.968.
141. Muñoz-Avila, J.A.; Bedoya-Cañon, M.A.; Díaz-Pérez, C.N.; Vargas-Salinas, F. Roadkills give us information about the reproductive biology of the snake *Boa constrictor* (Linnaeus 1758). *Herpetol. Notes* **2014**, *7*, 761–762.
142. Zinsstag, J.; Waltner-Toews, D.; Tanner, M. Theoretical issues of one health. In *One Health. The Theory and Practice of Integrated Health Approaches*; Zinsstag, J., Schelling, E., Waltner-Toews, D., Whitaker, M., Tanner, M., Eds.; CABI: Croydon, **2015**; pp. 16–25 ISBN 9781780643410.
143. Machalaba, C.C.; Daszak, P.; Karesh, W.B.; Shrivastava, P. Future Earth and EcoHealth: A New Paradigm Toward Global Sustainability and Health. *Ecohealth* **2015**, *12*, 553–554, doi:10.1007/s10393-015-1076-6.
144. Gutiérrez, J.M. Snakebite envenoming from an Ecohealth perspective. *Toxicon X* **2020**, *7*, doi:10.1016/j.toxcx.2020.100043.
145. Harrison, S.; Kivuti-Bitok, L.; Macmillan, A.; Priest, P. EcoHealth and One Health: A theory-focused review in response to calls for convergence. *Environ. Int.* **2019**, *132*, 105058, doi:10.1016/j.envint.2019.105058.
146. Martínez-López, O. La taxonomía integral y su importancia para la conservación. *Cienc. Conserv.* **2015**, *6*, 54–65.

147. Page, M.J.; McKenzie, J.E.; Bossuyt, P.M.; Boutron, I.; Hoffmann, T.C.; Mulrow, C.D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J.M.; Akl, E.A.; Brennan, S.E.; et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* **2021**, *372*, 1–9, doi:10.1136/bmj.n71.
148. Rowe, G.; Wright, G. Expert opinions in forecasting: The role of the Delphi Technique. In *Principles of Forecasting*; Armstrong, J., Ed.; Kluwer Academic: Boston, **2001**; pp. 125–144.
149. Reyes-Velasco, J. A revision of recent taxonomic changes to the eyelash palm pitviper (Serpentes, Viperidae, *Bothriechis schlegelii*). *Herpetozoa* **2024**, *37*, 1–14, doi:10.3897/herpetozoa
150. de Albuquerque N.R.; Fernandes D.S. Taxonomic revision of the parrot snake *Leptophis ahaetulla* (Serpentes, Colubridae). *Zootaxa*. **2022**, *5153*(1):1-69. doi: 10.11646/zootaxa.5153.1.1.

