

# REVISTA NICARAGUENSE DE BIODIVERSIDAD

N° 122

Abril 2025

Adición de una ranita de cristal del género  
*Hyalinobatrachium* (Anura: Centrolenidae) a la  
herpetofauna de Nicaragua.

Josué Ramos Galdámez y Milton Salazar-Saavedra



PUBLICACIÓN DEL MUSEO ENTOMOLÓGICO  
LEÓN - - - NICARAGUA

*La Revista Nicaragüense de Biodiversidad* (ISSN 2413-337X) es una publicación que pretende apoyar a la divulgación de los trabajos realizados en Nicaragua en este tema. Todos los artículos que en ella se publican son sometidos a un sistema de doble arbitraje por especialistas en el tema.

*The Revista Nicaragüense de Biodiversidad* (ISSN 2413-337X) is a journal created to help a better divulgation of the research in this field in Nicaragua. Two independent specialists referee all published papers.

### Consejo Editorial

**Jean Michel Maes**  
Editor General  
Museo Entomológico  
Nicaragua

**Milton Salazar**  
Herpetonica, Nicaragua  
Editor para Herpetología.  
herpingnicaragua@gmail.com

**Eric P. van den Berghe**  
ZAMORANO, Honduras  
Editor para Peces.

**Liliana Chavarría**  
ALAS, El Jaguar  
Editor para Aves.

**José G. Martínez-Fonseca**  
Nicaragua  
Editor para Mamíferos.

**Oliver Komar**  
ZAMORANO, Honduras  
Editor para Ecología.

**Estela Yamileth Aguilar  
Álvarez**  
ZAMORANO, Honduras  
Editor para Biotecnología.

**Indiana Coronado**  
Missouri Botanical Garden/  
Herbario HULE-UNAN León  
Editor para Botánica.

**URL DE LA REVISTA:** <http://www.bio-nica.info/revistanicarague/index.html>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 4.0 Internacional

**Foto de portada:** Ejemplar de *Hyalinobatrachium colymbiphyllum* encontrado en El Rama, Nicaragua (foto © Josue Ramos-Galdamez).

## Adición de una ranita de cristal del género *Hyalinobatrachium* (Anura: Centrolenidae) a la herpetofauna de Nicaragua.

Josué Ramos Galdámez<sup>1</sup>  y Milton Salazar-Saavedra<sup>2</sup> 

### Resumen

Los Centrolenidos representan un componente considerable en áreas riparias a lo largo de corrientes de agua en los bosques lluviosos de tierras bajas del país, de las cuales *Hyalinobatrachium* Ruiz-Carranza y Lynch, es uno de los más conspicuos. Durante diferentes fechas del 2023 y 2024 encontramos varios especímenes de una rana pertenecientes a dicho género, pero diferente a la única registrada anteriormente (*Hyalinobatrachium fleischmanni*), morfológicamente concluimos que se trata de *Hyalinobatrachium colymbiphyllum*, lo que representa un componente nuevo para la diversidad conocida para Nicaragua, y un eslabón más para el entendimiento de la enigmática distribución de esta especie en el norte de Centroamérica.

**Palabras claves:** *Hyalinobatrachium*, Centrolenidae, Nicaragua, distribución.

DOI: 10.5281/zenodo.15192714

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH). Grupo de Investigación de Reptiles y Anfibios de Honduras (GIRAH). josueramos002@gmail.com ORCID 0009-0001-2858-180X

<sup>2</sup>Grupo Herpetólogos de Nicaragua (HerpetoNica) herpingnicaragua@gmail.com ORCID 0009-0000-2530-6370

## Abstract

The Centrolenids represent a significant component in riparian areas along watercourses in the lowland rainforests of the country, among which *Hyalinobatrachium* Ruiz-Carranza and Lynch is one of the most conspicuous. During various dates in 2023 and 2024, we found several specimens of a frog belonging to this genus, but different from the only one previously recorded (*Hyalinobatrachium fleischmanni*). Morphologically, we concluded that it is *Hyalinobatrachium colymbiphylum*, which represents a new addition to the known diversity of Nicaragua, and another link in the understanding of the enigmatic distribution of this species in northern Central America.

**Keywords:** *Hyalinobatrachium*, glassfrog, distribution, Nicaragua, Centrolenidae.

## Introducción

Las ranas de cristal o ranas de vidrio (Familia Centrolenidae) son pequeñas y carismáticas ranas arborícolas endémicas del neotrópico, cuyo patrón de distribución de especies tiene mayor número de clados centrado en Los Andes (entre Venezuela y Bolivia) (Cisneros-Heredia y McDiamird, 2006). Existen alrededor de 150 especies descritas en este grupo de anuros, cuya característica distintiva es un vientre transparente (parcial o completamente) (Köhler, 2012; Castroviejo *et al.*, 2013). Su distribución se extiende desde el sur de México, a través de Mesoamérica hasta el norte de Argentina y Bolivia en América del Sur (Kubicki, 2007). Las especies de esta familia se agrupan en nueve géneros, cinco de los cuales están presentes en Nicaragua: *Cochranella* (una especie), *Espadarana* (una especie), *Hyalinobatrachium* (una especie), *Sachatamia* (dos especies) y *Teratohyla* (dos especies) (Herpetonica, 2015; Sunyer y Martínez-Fonseca, 2024).

Al igual que en la mayoría de los países Centroamericanos, los centrolénidos representan un componente considerable y conspicuo en áreas riparias a lo largo de corrientes de agua en los bosques lluviosos de tierras bajas de Nicaragua, la mayoría de las especies documentadas han sido encontradas en departamentos ubicados en las regiones del sur, centro y norte (Jinotega, Matagalpa, Boaco, Chontales and Río San Juan), muy poca información referente a la presencia y composición sobre estas especies en los departamentos de Atlántico Norte y Atlántico Sur (Köhler, 2001) siendo el género *Hyalinobatrachium* el que presenta mayor distribución geográfica conocida a través de colectas en el país (Köhler, 2012; Köhler, 2001).

*Hyalinobatrachium* Ruiz-Carranza y Lynch, 1991, es un género de la sub familia Hyalinobatrachinae (*sensu* Guayasamin *et al.*, 2009) que contiene 34 especies de pequeño tamaño, distribuidas desde el sur de México, a través de centroamérica y la región tropical de Los Andes, incluyendo la región costera de la cordillera en Venezuela, Tobago, parte de la Amazonía y Guiana (Mendoza-Henao *et al.*, 2020), fue definido y utilizado por primera vez en 1991, y su etimología hace referencia al aspecto semitraslúcido y delicado del que presentan los especímenes que se encuentran dentro del género (*Hyalos* = cristal y *batrachion* = ranita) (Ruiz-Carranza y Lynch, 1991); bajo este se agrupan todos aquellos centrolénidos que tienen hígado bulboso revestido de peritoneo blanco, peritoneo parietal completamente transparente y la ausencia de espinas humerales (Guayasamin *et al.*, 2009).

Resulta relativamente desafiante la identificación y delimitación de las especies de este género, lo que ha ocasionado identificaciones erróneas y descripciones de especies inexistentes (ej. *Hyalinobatrachium cardiacalyptum* y *H. crybetes* (Cisneros-Heredia y McDiamird, 2007; McCranie, 2015:358)). En Nicaragua, históricamente *H. fleischmanni* es la única especie de este género que se ha registrado, y mucho de lo que se conoce sobre la biología de esta especie fue gracias a estudios realizados en Nicaragua por parte de Jaime Villa en los 80s. *H. fleischmanni* es la especie más ampliamente distribuida entre los centrolénidos del país (Köhler, 2001; Herpetonica, 2015), localmente se encuentra en elevaciones que van desde los 600 hasta los 1200 m. y puede llegar a ser muy común, en algunos sitios de Nicaragua puede representar el 90% de los individuos anfibios arbóreos (Villa, 1984).

El estatus de las poblaciones consideradas dentro del género *Hyalinobatrachium* ha sido objeto de múltiples revisiones a causa de su amplio ámbito de distribución y la alta variabilidad encontrada en las características morfológicas diagnósticas utilizadas comúnmente dentro del grupo (Starrett y Savage, 1973; Villa, 1984). En el presente manuscrito, presentamos los resultados obtenidos de la revisión de unos especímenes encontrados en tres sitios de regiones poco exploradas de Nicaragua, lo que representa una adición más dentro de este género para el país, documentando entonces una ampliación del ámbito de distribución de la especie, y aportando significativamente sobre el conocimiento que se necesita para comprender la biogeografía de una especie que ha sido objeto de debate con respecto a su estatus taxonómico en Honduras.

## Metodología

**Localidades:** El 29 de octubre del 2023 JRG realizo un viaje de campo en búsqueda de herpetofauna en la localidad de El Rama, en el departamento de Region Autonoma Caribe Sur (12.1646N, -84.3438E; 36m), a tres kilometros de la comunidad El Recreo, en el este de Nicaragua. El muestreo fue realizado a orillas del río Mico (figura 1C), un individuo fue localizado mientras emitio vocalizaciones durante una noche lluviosa, posteriormente, en el 2024 MSS obtuvo algunas muestras adicionales de la misma especie, en dos localidades diferentes ubicadas las al norte, la primera de ellas fue visitada el 22 de enero, en un rancho conocido como El Dorado (13.7785N, - 84.7587E; 313m), en el departamento Atlántico Norte, posteriormente, el 3 de marzo, estuvo en una gira de campo en la la region de la Mosquitia Nicaragüense, en un sitio llamado Finca el Manantial, Waspán (14.6705N, -84.0054E, 76m), sitio donde obtuvo varias muestras adicionales.

**In situ:** Todos los registros fueron resultado del desarrollo de muestreos nocturnos en busca del registro de diversidad de anfibios y reptiles a travez de transectos preestablecidos a conveniencia para una Evaluacion Ecológica Rápida siguiendo a Vonesh *et al.* (2010). Se utilizaron criterios de presencia microhábitats ideales versus la dificultad de avanzar a travez de cuerpos de agua con muchos meandros, en ocaciones profundos y sin una orilla por la cual caminar. Las caminatas se realizaron desde las 19:00 hasta las 2:00 de la noche. Los especímenes se obtuvieron mediante observación directa utilizando lamparas para iluminar las superficies de los microhábitats revisados, o tambien mediante la localización de vocalizaciones.

Cada especimen localizado fue fotografiado utilizando cámaras fotográficas reflex en el sitio directo de encuentro, en dicho momento tambien se tomo nota de las coordenadas en datum WGS 84 por medio de aplicaciones como Timestap Camera y por medio de GPS garmin. Los especímenes fueron colocados en recipientes para proceder a tomar datos morfológicos en el campamento y laboratorio. Algunas anotaciones descriptivas sobre cada encuentro fueron tomadas para enriquecer en lo máximo posible la informacion sobre la ocurrencia de la especie en Nicaragua (descritas mas adelante) entre las que estan: hora de encuentro, condiciones temporales climaticas, superficie sobre la que se encontro, comportamiento y especies de otros grupos en el sitio (diversidad). Adicionalmente se grabo la vocalización de un macho utilizando una grabadora Sony IC Recorder, en formato Wav a una distancia de 70 cm.

**En laboratorio:** Algunos especímenes fueron colectados, siguiendo un procedimiento que consiste en: eutanasia, fijacion y preservacion de los especímenes (siguiendo a Savage, 2002) para realizar un analisis morfológico y la obtencion de especímenes que sirvan como vouchers en la colecta cientifica del museo MUHL de Nicaragua.

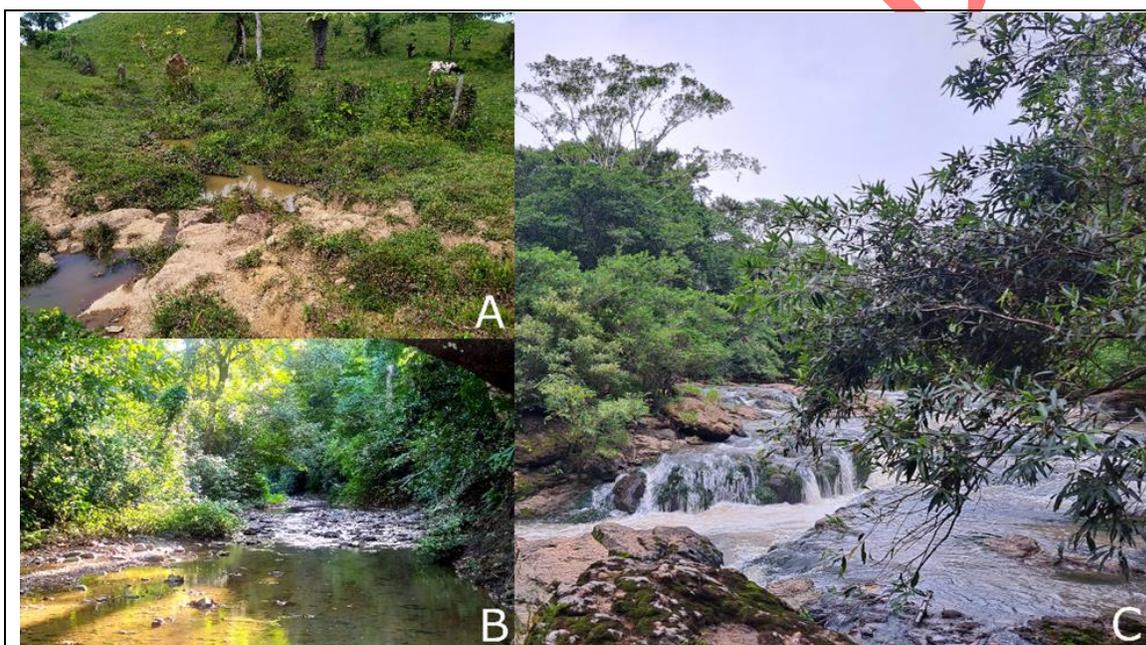
Previamente se tomaron algunas fotografías adicionales de los especímenes, sobre todo en busca de capturar varias características diagnósticas que cambian de condición ante el agente conservante: tomas ventrales a través de un cristal, tomas en primer plano de perfil lateral y dorsal de la cabeza, tomas de las extremidades con énfasis en la membrana interdigital. Seguidamente se realizó el proceso de fijación del espécimen en formol al 10% y se preservó en alcohol al 70%. A cada muestra se le colocó una etiqueta con un código de campo para hacer referencia a la información anotada. Los códigos de coloración utilizados para la descripción fueron basados en Sherwin-Williams Colorsnap (2018)

La identificación de los especímenes fue posible siguiendo a: Köhler (2012), Savage (2002), Kubicki (2007) y Cisneros-Heredia & McDiamird (2007), Starrett & Savage (1973) and Taylor (1949). Los términos morfológicos utilizados en el presente documento son los utilizados por Cisneros-Heredia y McDiamird (2007) y Köhler (2012). Se utilizó un calibrador de vernier para obtener las medidas y proporciones seleccionadas; las métricas morfológicas utilizadas fueron las propuestas por Duellman (2001:21) y McCranie y Wilson (2002: 8-9) para poder realizar una comparación con los especímenes hondureños; la fórmula para la descripción de la membrana interdigital usada fue la propuesta por Savage y Heyer (1967, 1997). La descripción del ecosistema se realizó siguiendo a Holdridge (1967). Las coordenadas obtenidas se utilizaron para desarrollar un mapa (figura 3) de distribución, para ello se utilizó un software de uso libre: Quantum Gis 3.28.0. Los análisis acústicos, así como la elaboración de sonograma se hicieron utilizando el software Raven Lite2.0.5 de Cornell Lab. La distribución histórica de la especie se obtuvo por medio del grupo de especialistas de la IUCN (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2020).

**Área de estudio:** todas las localidades se encuentran dentro de la región autónoma del Atlántico (dos en el norte y una en el sur), también consideradas fisiográficamente como tierras bajas del Caribe, con precipitaciones anuales promedio que oscilan entre 1800-2000 mm en las localidades de El Dorado y Waspán, y 3000-3500 mm en la localidad de El Rama, siendo junio y julio los meses más lluviosos. En estos sitios ocurre una temperatura promedio anual que oscila entre 24-26 °C. El sitio de El Rama está altamente intervenido, la mayor parte de las tierras están dedicadas al cultivo de palma africana, las tierras planas y los numerosos cuerpos de agua drenan en el Río Escondido. Waspán son territorios en los cuales la deforestación ha dejado paso a tierras dedicadas a la ganadería.

La mayor parte de la vegetación encontrada en los sitios en los que se localizó la ranita de cristal se trata de bosques riparios o de galería latifoliados de pequeña extensión, con poca variación desde el margen del río hasta el margen de cultivos, con numerosos troncos secos y basura (producto del arrastre y las crecidas de los cuerpos de agua).

Según Holdridge (1967) los sitios están ubicados en una zona de bosques húmedos de tierras bajas, la vegetación arbustiva es muy densa y en ocasiones dominada por hiervas altas, con algunos árboles de gran tamaño dispersos. En El dorado hay mosaicos de bosque secundario latifoliado y pastizales, a través de los cuales drenan numerosos caños y quebradas de pequeño caudal. En la finca El Manantial, Waspán, hay fragmentos de bosque latifoliado a las márgenes de las quebradas y tributarios que drenan en el río Segovia, a escasos kilómetros de la frontera entre Nicaragua y Honduras.



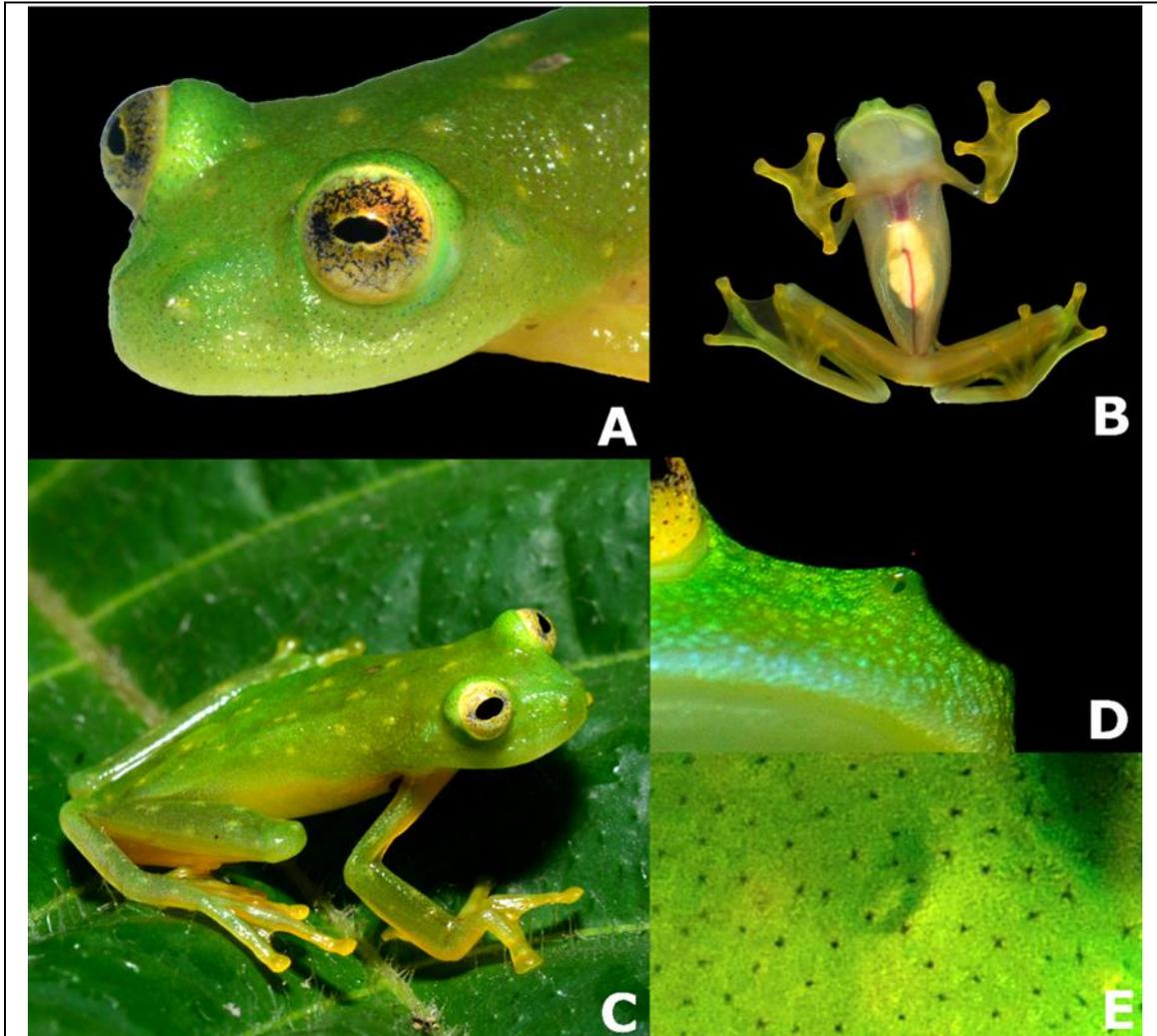
**Figura 1.** Sitios en los que se realizaron los monitoreos de herpetofauna en distintas localidades de las regiones autónomas de Nicaragua: A) Finca El Dorado, sitio altamente intervenido, los pequeños cuerpos de agua drenan a través de potreros y tierras de cultivo, B) Finca El Manantial, este sitio contiene algunos parches de bosque ripario con vegetación latifoliada, sitio en el que se encontró varios especímenes, y C) Río el Mico, en el momento del muestreo presentó un caudal grande a causa de las lluvias, en este sitio hay una franja de bosque de galería a las márgenes del río, el cual drena a través de tierras destinadas al cultivo de palma africana.

## Resultados

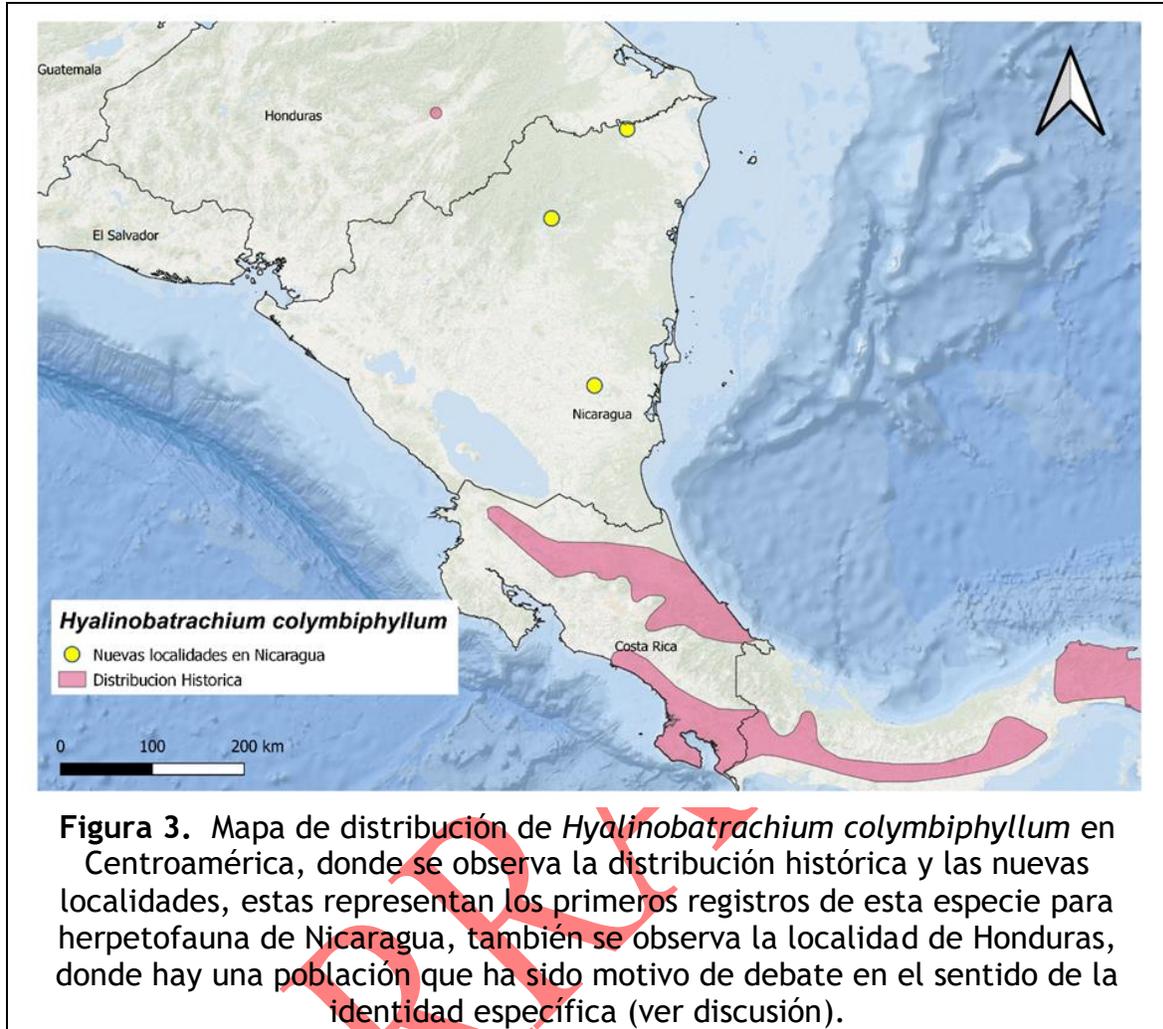
***Hyalinobatrachium colymbiphyllum* (Taylor, 1949):** Los especímenes colectados se diagnosticaron morfológicamente como adultos de la rana de cristal *Hyalinobatrachium colymbiphyllum* (Taylor, 1949), siendo esta la confirmación de un Centrolenido más en los bosques de tierras bajas del Caribe nicaragüense. La presencia de esta nueva especie para el país se confirma para tres localidades en condiciones similares entre sí, que están distantes considerablemente de la distribución anteriormente registrada para dicha especie: la localidad de El Rama, en el Sureste de Nicaragua está a aproximadamente 167 km lineales de la localidad más cercana en el norte de Costa Rica; y la localidad de Finca El Manantial, está a 215.4 km lineales de la población más cercana en Honduras (ver discusión) en el límite septentrional de la especie. Las muestras colectadas fueron distinguidas de *H. fleischmanni* (la especie local más parecida morfológicamente; en trabajos anteriores ha existido confusión entre estas especies; ver discusión) y las demás especies de Centrolénidos de Nicaragua gracias a la confirmación y combinación del conjunto de características que a continuación se describen.

**Identificación:** (1) los especímenes encontrados carecen de peritoneo parietal, lo que deja visibles los órganos internos, adicionalmente, carecen de iridóforos (no hay pigmentación blanca) en el pericardio, por lo cual este es visible (coloración roja) (figura 2B), el peritoneo parietal está presente en los demás órganos internos viscerales. (2) tímpano visible (distinguible) (figura 2A), (3) las aberturas nasales se encuentran sobre pequeñas crestas carnosas (figura 2D). Estas características difieren de *H. fleischmanni* ya que esta última tiene pericardio parietal con iridóforos (tejido pericardial blanco), tímpano cubierto por piel (indistinguible) y las aberturas nasales no están sobre ninguna protuberancia o cresta. Ninguna otra especie en el país tiene dicha combinación de características morfológicas.

**Descripción morfológica:** cabeza redondeada vista desde perfil dorsal, truncada desde perfil lateral, más ancha que larga, canto rostral bien marcado, ojos protuberantes, iris color oro, con reticulaciones oscuras que se hacen más notorias cuando la pupila se contrae; nostrilos levemente elevados, tímpano visible, mayormente marcado lateralmente; longitud total (LHC)=21-23 mm en machos, 24 mm en la única hembra encontrada (tabla 1). Coloración dorsal verde (Electric lime SW 6921), con puntos amarillos (lemon twist SW 6909) medianos dispersos en las superficies de la cabeza, cuerpo y extremidades, diminutas manchas de coloración oscuras dispersas en todo el cuerpo, estas visibles solo con equipo con lentes de aumento o lupas (como descritas en Kubicki, 2007: 185); dedo I de mayor tamaño que el II, discos de los dedos de las manos expandidos levemente con margen distal truncado; membrana interdigital entre los dedos de las extremidades anteriores I y II vestigial, reducido a levemente desarrollado entre los demás dedos.



**Figura 2.** A) detalle de la cabeza desde un plano dorsolateral, donde se puede observar en detalle las reticulaciones del ojo, así como las protuberancias carnosas sobre la cual están las aperturas nasales, B) Vista ventral del individuo encontrado en El Rama, donde se observa el corazón de coloración rojo, a consecuencia de pericardio sin iridóforos, C) fotografía de cuerpo completo de macho adulto observado en El Rama, región caribeña de Nicaragua, D) detalle de aperturas nasales vistas desde perfil latero ventral donde se puede ver la parte distal de las protuberancias carnosas sobre las cuales están los nostrilos, E) Detalle de la piel, donde se puede observar las diminutas manchas negras que solo son visibles al observar con aumentos (fotografías A-C: Josué Ramos, D-E: Milton Salazar).



**Figura 3.** Mapa de distribución de *Hyalinobatrachium colymbiphylum* en Centroamérica, donde se observa la distribución histórica y las nuevas localidades, estas representan los primeros registros de esta especie para herpetofauna de Nicaragua, también se observa la localidad de Honduras, donde hay una población que ha sido motivo de debate en el sentido de la identidad específica (ver discusión).

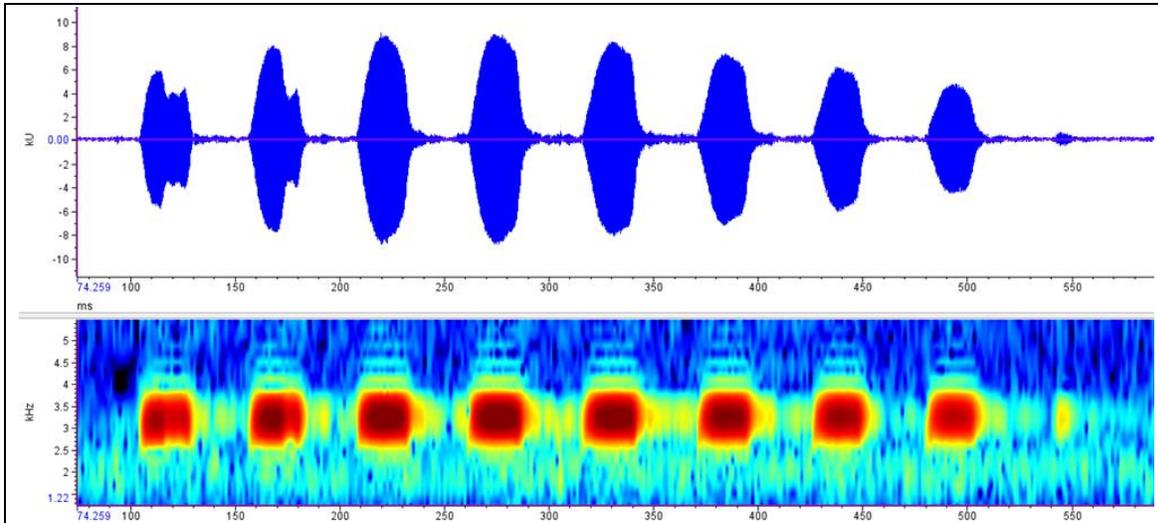
Formula modal: II1-3III1-1<sup>1/2</sup>IV; membrana interdigital de las extremidades posteriores extensa, formula interdigital: I1-1<sup>1/2</sup> II1-1<sup>1/2</sup>-III1-2<sup>1/4</sup>IV2<sup>1/4</sup>-1<sup>1/2</sup>V. región ventral incolora, sin peritoneo parietal, corazón visible, vena ventral abdominal prominente.

**Acústica:** Los machos emitieron vocalizaciones en intervalos de tiempo varios entre 20y 21 s entre canto y canto (figura 5D); la Forma de onda con una frecuencia modulada, con una frecuencia modulada de 3187.5 Hz de duración de 0.47 s, el canto está conformado por nueve notas de alta frecuencia (LF=2397.1-2456.3; HF=4162.9-4269.5 Hz) que duran en promedio 0.032 s, cada nota presenta un promedio de diferencial de frecuencia de 1777.64 Hz, donde se puede observar que en las dos últimas notas se dan los valores menores (figura 4), lo que indica cierta variación en las frecuencias de cada componente del llamado en donde hay una estabilidad relativa en las primeras notas y un descenso en las tres últimas. La poca variabilidad en los valores de entropía promedio (Avg Entropy=2.21-2.25 bits, promedio de 2.22bits).

Tabla 1. Datos morfométricos obtenidos de los individuos encontrados en los sitios. Abreviatura: No. (Número de individuos), M (Macho), H (Hembra), LT (Longitud Total), LC (Largo de la Cabeza), AC (Ancho del Cuello), LO (Longitud entre los Ojos), DI (Diámetro internasal), DI (Diámetro del Ojo), LA (Largo del Antebrazo), LB (Largo del Brazo), LF (Largo del Fémur), LTi (Largo de la tibia).

Sitio	No.	Sexo	LT	LC	AC	DI	DO	LA	LB	LF	Lti
El Dorado	1	M	23	0.6	0.5	0.1	0.1	0.4	0.3	10	0.9
El manantial	1	M	23	0.6	0.6	0.1	0.1	0.5	0.4	10	0.8
	2	H	24	0.7	0.6	0.2	0.2	0.6	0.5	10.5	0.9
	3	M	21	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.9	0.8
	4	M	23	0.6	0.4	0.1	0.1	0.4	0.3	10	0.9
El Rama	1	M	23	0.5	0.5	0.1	0.1	0.4	0.3	10	0.9

**Notas de historia natural:** *Hyalinobatrachium colymbiphyllum* se ha encontrado en Nicaragua desde los 36 hasta 313 msnm (en su distribución general se encuentra desde los 6 hasta los 1580 msnm (Savage, 2002)) en bisques húmedos y de tierras bajas, en bosques húmedos premontanos, y bosques lluviosos; en El Rama, un macho fue identificado emitiendo vocalizaciones desde el tronco de un árbol, a las 19:14 h, se encontraba a aproximadamente tres metros de altura a la orilla de un tributario con fuerte corriente del río Mico durante una noche con fuertes lluvias (ocurrió una crecida esa noche), la franja de vegetación riparia está entre grandes extensiones de palma africana, de otras especies de centrolénidos encontrados de forma simpátrica emitiendo vocalizaciones fueron: *H. fleischmanni* y *Teratohyla pulverata*. Las vocalizaciones de *H. colymbiphyllum* parecen ser menos dominantes con respecto a las dos especies mencionadas anteriormente, al momento del encuentro, se escuchaba con mayor volumen y frecuencia las vocalizaciones de *T. pulverata*, seguidos de vocalizaciones de *H. fleischmanni*. Durante el día, la coloración de este individuo pasó de ser un verde claro a verde oscuro, haciendo más contraste con las manchas amarillas. Los ejemplares encontrados en marzo presentaban actividad reproductiva que incluyen varios machos cantando y parejas en amplexo a las 21:30 h (figura 5B), estos se encontraban en la vegetación arbustiva de un bosque ripario sobre un pequeño caño de corriente lenta. Pocas vocalizaciones se escucharon a media altura. La primera reacción de los individuos observados fue dejar de emitir sonidos, luego realizaron rápidos movimientos por medio de saltos.



**Figura 4.** Forma y amplitud de onda, y espectrograma obtenidas con Raven Pro a partir de una grabación del canto de un macho de *Hyalinobatrachium colymbiphllum* encontrado en finca EL Manantial, en el norte de Nicaragua.



**Figura 5.** Individuos de *Hyalinobatrachium colymbiphllum* encontrados en finca El Dorado y El Manantial: A) vista ventral, donde se aprecia la disposición incolora del pericardio parietal. B) amplexo registrado a altura media sobre un pequeño cuerpo de agua, C) vista dorsolateral de un macho adulto, D) comportamiento de emisión de llamado de cortejo por parte de un macho, donde se observa el saco gular dilatado, listo para la emisión de la secuencia de sonidos. Fotografías: Milton Salazar-Saavedra.

## Discusión

La confirmación de la presencia de *Hyalinobatrachium colymbiphyllum* en los bosques lluviosos de las tierras bajas de la vertiente caribeña de Nicaragua representa un aumento en la composición de la herpetofauna conocida para el país, que pasa a estar conformada por 287 especies (87 anfibios, 200 reptiles), siendo este el octavo centrolénido que se adiciona a la diversidad de anuros. El total de especies de Nicaragua se comparten con Costa Rica, en cambio una de las especies de Nicaragua (*Sachatamia ilex*) no se encuentra en Honduras, en cambio, en Honduras se encuentran *H. viridissimum* y *H. chirripoi*, especies que no han sido registradas aún en Nicaragua, sin embargo la última mencionada es una especie de alta probabilidad de encuentro ya que se ha registrado en la mosquitia hondureña y en Costa Rica, siguiendo un patrón de distribución similar al encontrado para *H. colymbiphyllum*.

La aparente disyunción que se observa en la distribución de esta especie entre las poblaciones conocidas para Honduras y Nicaragua (figura 3) puede responder a la poca frecuencia de estudios en las tierras bajas del caribe en ambos países, así como el grado de dificultad que representa documentar la presencia de individuos de estas en dichos sitios, la distribución potencial de esta especie en Nicaragua puede abarcar numerosas localidades a lo largo de las regiones autónomas del Caribe norte y sur, ya que estos presentan poca variabilidad de hábitats. Otros centrolénido presentan una distribución similar a la documentada por *H. colymbiphyllum*, la más similar en Centroamérica hasta la fecha es *Teratohyla pulverata* (IUCN, 2024)

Los machos documentados en Nicaragua y Honduras son los que presentan el menor tamaño (LHC mayor que 23 según Kubicki (2004) y Savage (2002)) la relación entre la longitud total y el largo de la cabeza parece indicar que los individuos encontrados en Nicaragua son de tamaño relativamente menor (tabla 2). Es importante mencionar que más estudios morfométricos deberán ser realizados, ya que el tamaño de la muestra obtenido no es suficiente para establecer conclusiones que permitan tener un panorama más claro sobre las dimensiones morfométricas y su posible relación con el gradiente septentrional, sin embargo, actualmente podemos afirmar que las características de las poblaciones documentadas en Nicaragua se ajustan con las descritas por Kubicki (2004), Savage (2002) y McCranie y Wilson (2002).

**La controversial población de Honduras:** existen opiniones divergentes con respecto a la identidad de una población localizada en el departamento de Olancho, Honduras; cinco especímenes colectados por Meyer y Wilson en junio de 1967 (Meyer y Wilson, 1971; McCranie y Wilson, 1997) fueron identificados como *H. fleischmanni*, posteriormente, Starrett y Savage (1973) revisan dichos especímenes como material comparativo para su trabajo sobre los Centrolénido de Costa Rica, mencionando que: especímenes relacionados con *H. fleischmanni* carecen de pericardio parietal, y que posterior a detallados

estudios, podrán ser referidos a *H. colymbiphyllum*. Posteriormente McCranie y Wilson siguiendo el comentario de Starrett y Savage, revisan los especímenes y concluyen que representan una especie no descrita. Morfológicamente, mencionan 12 características diagnósticas, de las cuales dos pueden considerarse como no válidas ya que la descripción se realizó estrictamente con especímenes preservados (color de los huesos en vida y coloración de la piel).

Pese a que existía la noción de que dichos especímenes parecían estar más relacionados con *H. colymbiphyllum*, estos fueron descritos como *Hyalinobatrachium crybetes* McCranie y Wilson (1997) basándose en dos sinapomorfias principales que incluyen características morfológicas como: numerosas motas café presentes en la superficie dorsal de la cabeza, cuerpo, y extremidades, además el tímpano cubierto por una piel delgada. Cisneros-Heredia y McDiamird (2007) sinonimizaron *H. crybetes* con *H. colymbiphyllum* argumentando que; las diferencias propuestas con respecto a *H. colymbiphyllum* y *H. fleischmanni* están fundamentados con caracteres diagnósticos relacionados con variaciones intraespecíficas, consecuencias de preservación, o el bajo tamaño de la muestra, por lo cual, ni una característica soporta a *H. crybetes* como taxón válido, dicha postura parece ser reconocida por otras autoridades de la herpetología de Honduras, ya que autores como J.M. Solís, J.H. Townsend y L.D. Wilson se refieren a esta especie como *H. colymbiphyllum* en Honduras (ej. Townsend y Wilson, 2010; Solís *et al.* 2014), sin embargo, McCranie (2015) insiste en reconocer *H. crybetes* como especie distinta mientras no se hagan estudios sobre los tejidos (análisis moleculares).

Nuestros registros parecen reforzar la postura sostenida teóricamente por Cisneros-Heredia y McDiamird, en el sentido que se establece una conectividad con las poblaciones de Costa Rica, lo que contrasta con el fundamento de aislamiento extrínseco, esto se soporta inclusive gracias al encuentro de especímenes a una latitud similar, esta afirmación se sustenta en el encuentro de la población de *H. colymbiphyllum* en Waspán RACCN. McCranie y Wilson (1997:15) mencionan que *H. crybetes* está más relacionado con *H. colymbiphyllum* y que la localidad más próxima a la de Honduras está a 475 km lineales, esta última condición cambia drásticamente, ya que la distancia entre las poblaciones se reduce a 201 Km. No es descartable en un futuro registrar esta especie en algunas localidades de la mosquitia hondureña en futuros muestreos. En base a lo antes mencionado, nosotros consideramos que las poblaciones de Honduras referidas como *H. crybetes* en McCranie y Wilson (1997) y McCranie (2015) corresponden a *H. colymbiphyllum*, no obstante, reconocemos que es necesario desarrollar los estudios sugeridos por McCranie donde se debe incluir datos moleculares y acústicos de forma integrada con morfología.

Tabla 2. Comparativa de algunas medidas entre individuos encontrados en Honduras, Nicaragua y Costa Rica (medidas obtenidas de McCranie y Wilson, 2002 y Savage, 2002).

Característica	Honduras	Nicaragua	Costa rica
SVL: machos	21-22	21-24	23-27
SVL: hembras	-	24	24.5-29
HL/SVL: macho	0.289-0.300	0.019-0.026	-
HL/SVL: hembras	-	0.029	-

**Diversidad de centrolénido en Nicaragua:** el conocimiento sobre la diversidad de este grupo de anuros ha sido gradual a lo largo de las últimas décadas, uno de los motivos por los cuales no se había encontrado esta especie antes puede explicarse gracias grado de dificultad que conlleva el encuentro de estas especies, ya que habitan muy por encima de arroyos, en sitios que a menudo tienen una accidentada topografía, o están en localidades de difícil acceso, tal como menciona Kubicki *et al.* (2015), en ese sentido, se puede sumar dicho factor como uno de los que explican por qué la adición de estas especies al conocimiento de centrolénidos en Nicaragua, ya que para el primer, emblemático trabajo de Villa (1972) solo habían registradas cuatro especies: *Cochranella granulosa*, *Espadarana prosoblepon*, *Hyalinobatrachium fleischmanni* y *Teratohyla pulverata*; *Sachatamia illex* surge como una adición ocho años después por medio unos especímenes revisados para una publicación de Colombia (Hayes y Starrett, 1980: 91), por lo que en Villa *et al.* (1988) aparecen cinco especies; pasaron 24 años para que se registrara una especie más: *Sachatamia albomaculata* (Köhler *et al.*, 2004), en el 2007 se adicionó la siguiente especie *Teratohyla spinosa* (Sunyer y Köhler, 2007), pasaron 17 años desde la última adición para la presente especie, *H. colymbiphyllum* la cual ha sido una de las especies esperadas, o de probable ocurrencia para el país, ya que Savage (2002) registra una localidad cercana a la frontera con Nicaragua (McCranie *et al.*, 2019). Es inevitable apuntar que existe la posibilidad de que esta especie haya sido encontrada en estudios anteriores no publicados, o apareciera en muestreos en los que se haya confundido con *H. fleischmanni* ya que son muy similares a simple vista. No cabe duda de que eventualmente se encontrarán más poblaciones en sitios con las mismas características en las regiones autónomas, donde hay registros de poblaciones de otros centrolénidos; las posibilidades de encontrar machos son significativamente mayor que las de encontrar hembras, ya que aparte de la emisión de vocalizaciones, los machos de esta especie cuidan las masas de huevos (Delia *et al.*, 2017).

Existe una especie adicional, que se considera con alta probabilidad de ocurrencia para el país, se trata de *Hyalinobatrachium chirripoi* (Taylor, 1958) ya que poblaciones de esta especie se han encontrado en las tierras bajas del noreste de Honduras, el caribe de Costa Rica y Panamá, aunque esta especie presenta un patrón de distribución con poblaciones bastante aisladas entre sí a lo largo de Mesoamérica. Mendoza-Henao *et al.*, (2019) y Mendoza-Henao *et al.* (2020) hicieron una revisión sobre el complejo de especies de *H. fleischmanni*, en donde se consideran algunas muestras de poblaciones de Nicaragua, como resultado, se realizó la resurrección de *H. viridissimum*, sin embargo, debido a la falta de muestras del caribe hondureño y nicaragüense, no queda claro cuál es el límite de distribución de esta especie con respecto a *H. fleischmanni*, lo que indica que será necesario estudios en donde se involucren estas poblaciones.

Considerando la adición del presente documento, y debido a que la última clave hecha para este grupo fue en el 2001 (Köhler, 2001) y que la clave más utilizada aparece en una literatura difícil de conseguir (ej. Köhler, 2012), proporcionamos la siguiente clave taxonómica en donde se incluyen todas las especies registradas hasta la fecha, y se incluye la de probable ocurrencia (\*):

#### Clave para Centrolénido de Nicaragua

- 1a Huesos blancos en vida; peritoneo parietal incoloro; sin dientes vomerianos; superficie dorsal color blanco o amarillo pálido en preservados.....2
- 1b Huesos color verde pálido o hasta verde oscuro en vida; peritoneo parietal blanco en la región anterior y transparente en la región posterior, coloración dorsal lavanda en preservados.....4
- 2a Membrana interdigital entre los dedos II y III de las manos presente de manera sustancial.....*Hyalinobatrachium chirripoi*\*
- 2b Membrana interdigital entre los dedos II y III de las manos vestigial.....3
- 3a Pericardio parietal blanco, tímpano indistinguible, aberturas nasales se abren sobre leves protuberancias carnosas  
.....*Hyalinobatrachium fleischmanni*
- 3b Pericardio parietal incoloro, tímpano distinguible, aberturas nasales se abren sobre protuberancias carnosas bien marcadas  
.....*Hyalinobatrachium colymbiphylum*
- 4a Espina humeral presente en machos adultos, coloración dorsal color verde uniforme o con numerosas manchas negras de pequeño tamaño.....5
- 4b Espina humeral ausente, coloración dorsal con manchas amarillas o blancas sobre un fondo verde.....6

- 5a Espina humeral marcadamente saliente, membrana entre los dedos III-IV-V no alcanza la base de los discos en los dedos III y V, no alcanzan el tubérculo subarticular distal en el dedo IV, superficie dorsal uniforme con numerosas manchas oscuras.....*Espadarana prosoblepon*
- 5b Espina humeral cubierta por musculo, no saliente marcadamente, membrana entre los dedos III-IV-V del pie tocan la base del disco o cerca de la base en los dedos III y V, tocan el tubérculo subarticular distal en el dedo IV, superficie dorsal uniforme o con unas pocas manchas pálidas de pequeño tamaño.....*Sachatamia ilex*
- 6a Preplex con extremo distal libre y espinoso, machos adultos hasta 20 mm de medida estándar, hembras adultas 23 mm.....*Teratohyla spinosa*
- 6b Preplex sin extremo distal espinoso, longitud estándar en machos adultos mayor de 20 mm.....7
- 7a Hocico vertical a redondeado en perfil lateral, línea blanca en el margen externo del brazo.....*Sachatamia albomaculata*
- 7b Hocico obtuso en perfil lateral, sin línea blanca en el margen externo del brazo.....8
- 8a Piel de las superficies dorsales conspicuamente granulada; margen anterior del antebrazo liso; membrana entre los dedos II y III de la mano reducidas; coloración dorsal con manchas purpuras .....*Cochranella granulosa*
- 8b Piel de las superficies dorsales lisa, pliegue carnoso a través del margen externo del antebrazo, membrana entre los dedos II y III sustancial; coloración dorsal verde con numerosas manchas pálidas blancas o amarillas .....*Teratohyla pulverata*

**Estatus de conservación y relevancia para la protección ambiental:** Según los criterios de la UICN *Hyalinobatrachium colymbiphylum* es una especie de preocupación menor en términos de vulnerabilidad de extinción, ya que tiene una distribución amplia y con tendencia estable (IUCN, 2020), sin embargo, Johnson *et al.* (2015) ubican a esta especie dentro de categoría de vulnerabilidad media (EVS=10), ya que presenta una puntuación alta en distribución ecológica (ocurre en tres formaciones vegetales en Centroamérica) y modo reproductivo (condicionado estrictamente a cuerpos de agua lenticos y lóticos), esta categoría engloba al 25.6% de la herpetofauna de Centroamérica, sin embargo, al igual que la mayoría de los anuros, las poblaciones de esta especie son susceptibles a cambios y destrucción del hábitat.

Wilson y McCranie (2003) mencionan que esta especie (por implicación y sinonimia) es un indicador de estabilidad ambiental en los bosques lluviosos de las tierras bajas de la región oriental de Honduras. Las zonas en donde se encontró los especímenes en El Rama están severamente alterados, con un uso del suelo dominado por cultivos de palma africana, y los sitios en Waspán y El Dorado están destinados a la ganadería y agricultura, en todos estos casos,

las zonas buffer a orilla de los cuerpos de agua como ríos y quebradas son sitios que cobran una mayor relevancia en cuanto a la conservación de la diversidad de anfibios y reptiles de la zona, pues ya se ha mencionado en otros estudios que la presencia de bosques riparios están positivamente relacionados con la presencia de comunidades de anfibios (Ribeiro *et al.* 2018) y los parches y matrices forestales residuales en estas áreas son el último vestigio resultante de un ecosistema gravemente amenazado.

### Agradecimientos

JRG agradece a Octavio Saldaña y César Gabriel por el acompañamiento en la gira de campo en El Rama. A Cesar Gabriel por proveer parte de la literatura citada en el presente documento. Onorato por su asistencia en el trabajo de monitoreo en Rio Mico. José Mario Solís realizó comentarios y observaciones para la realización del presente documento. A Michael Pitzrick, del Raven Support por la ayuda con Raven Pro. MSS Agradece a Ofni Kittler Suazo, dueño de la finca El manantial en Waspán, RACCN, por permitir el acceso a su Finca y el apoyo brindado justo al señor Freddy Navarrete que nos apoyó durante las giras nocturnas.

### Literatura citada

Castroviejo-Fisher, S., J.M. Guayasamin, A. Gonzales-Voyer & C. Villa (2013). Neotropical diversification seen through glassfrogs. *Journal of Biogeography* 41: 66-80.

Cisneros-Heredia, D.F. & R.W. McDiarmid (2006). A new species of the genus *Centrolene* (Amphibia: Anura: Centrolenidae) from Ecuador with comments on the taxonomy and biogeography of Glassfrogs. *Zootaxa* 1244: 1-32.

Cisneros-Heredia, D.F. & R.W. McDiarmid (2007). Revision of the characters of Centrolenidae (Amphibia: Anura: Atrheshphatanura), whit comments on its taxonomy and the description of new taxa of glassfrog. *Zootaxa* 1572: 1-82.

Delia, J., L., Bravo-Valencia & K.M., Warkentin (2017). Patterns of parental care in Neotropical glassfrogs: fieldwork alters hypotheses of sex-role evolution. *Evolutionary Biology* 30: 898-914.

Duellman, W.E. (2001). Hylid frogs of Middle America. *Society for the Study of Amphibians and Reptiles: Contributions to Herpetology*, 18: 1-694+695-1159.

Guayasamin, J.M., S. Castroviejo-Fisher, L. Trueb, J. Ayarzagüena, M. Rada & C. Vilá (2009). Phylogenetic systematics of Glassfrogs (Amphibia: Centrolenidae) and their sister taxon *Allophryne ruthveni*. *Zootaxa* 2100: 1-97.

**Herpetonica** (2015). Guía ilustrada de anfibios y reptiles de Nicaragua. Marena, Herpetonica, Managua, Nicaragua. 521pp.

**Hayes, M.P. & P.H. Starrett.** (1980). Notes on a collection of Centrolenid frogs from the Colombian Chocó. *Bull. Southern California Acad Sci.* 79(3):89-96.

**Holdridge, L.R.** (1967). Life zone ecology. Revised Edition. Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica. 206pp.

**IUCN SSC Amphibian Specialist Group.** (2020). *Hyalinobatrachium colymbiphyllum*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*: e.T55323729A54343182. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T55323729A54343182.en>. (consultado el 7 de Noviembre 2023).

**IUCN** (2024). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2024-2. <https://www.iucnredlist.org>.

**Johnson, J.D., V. Mata-Silva & L.D. Wilson.** (2015). A conservation reassessment of Central American herpetofauna based on the EVS measure. *Amphibian y reptile conservation.* 9(2): 1-94.

**Köhler, G.** (2001). Anfibios y Reptiles de Nicaragua. Herpeton, Verlag Elke Köhler, Offenbach, Germany. 208pp.

**Köhler, G.** (2012). Amphibians of Central America. Herpeton, Verlag Elke Köhler, Offenbach, Germany. 379pp.

**Köhler, G., A.Z. Quintana, F. Buitrago & H. Diethert** (2004). New and noteworthy records of amphibians and reptiles from Nicaragua. *Salamandra* 40(1): 15-24.

**Kubicki, B.** (2007). Ranas de vidrio de Costa Rica, glassfrog. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica. 312pp

**Kubicki, B., S., Salazar & R., Pushendorf** (2015). A new species of glassfrog, genus *Hyalinobatrachium* (Anura: Centrolenidae), from the Caribbean foothills of Costa Rica. *Zootaxa* 3920(1): 069-084.

**McCranie, J.R.** (2015). A checklist of the amphibians and reptiles of Honduras, with additions, comments on taxonomy, some recent taxonomic decisions, and areas of further studies needed. *Zootaxa* 3931 (3): 352-386.

**McCranie, J.R. & L.D. Wilson** (1997). Two new species of Centrolenid frogs of the genus *Hyalinobatrachium* from eastern Honduras. *Journal of Herpetology* 31(1): 10-16.

**McCranie, J.R. & E. Castañeda (2007).** Guía de campo de los anfibios de Honduras.

**McCranie, J.R., J. Sunyer & J.G. Martínez-Fonseca (2019).** Comments and updates to “Guía ilustrada de anfibios y reptiles de Nicaragua” along with taxonomic and related suggestions associated with the herpetofauna of Nicaragua. *Revista Nicaragüense de Biodiversidad*. 52: 1-52.

**Mendoza-Henao, A.M., E. Arias, J.H. Townsend & G. Parra-Olea (2020).** Phylogeny-based species delimitation and integrative taxonomic revision of the *Hyalinobatrachium fleischmanni* species complex, with resurrection of *H. viridissimum* (Taylor, 1942). *Systematics and Biodiversity*, 18(5):464-484.

**Mendoza-Henao, A.M., W. Bolívar-García, E. Vázquez-Domínguez, R. Ibañez & P.G. Olea (2019).** The role of Central American barriers in shaping the evolutionary history of the northern most glassfrog, *Hyalinobatrachium fleischmanni* (Anura: Centrolenidae). *PeerJ* 7:e6115.

**Meyer, J.R. & L.D. Wilson (1971).** A distributional checklist of the amphibians of Honduras. Los Angeles County Museum of Natural History. *Contribution in Science* 218: 1-47.

**Ribeiro, J.W., T. Siqueira, G.L. Bregão & E.F. Zipkin (2018).** Effects of agriculture and topography on tropical amphibian species and communities. *Ecological Applications* 28(6): 1554-1564.

**Ruiz-Carranza, P.M. & J.D. Lynch (1991).** Ranas Centrolenidae de Colombia I. propuesta de una nueva clasificación genérica. *Lozania* 57: 1-30.

**Savage, J. (2002).** *The Amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas.* The University of Chicago Press. I-xx, 1-934pp.

**Savage, J. & W.R. Heyer (1967).** Variation and distribution in the tree-frog genus *Phyllomedusa* in Costa Rica, Central America. *Beitrag zur Neotropischen Fauna* 5(2): 111-131.

**Savage, J. & W.R. Heyer (1997).** Digital Webbing Formulae for Anurans: A Refinement. *Herpetological Review* 28(3): 131.

**Solís, J.M., L.D. Wilson & J.H. Townsend (2014).** An updated list of the amphibians and reptiles of Honduras, with comments of their nomenclature. *Mesoamerican Herpetology* 1(1): 122-144.

**Sherwin-Williams (2018).** *Colorsnap.* Sherwin-Williams.

**Starrett, P.H. & J.M. Savage** (1973). The systematic status and distribution of Costa Rican glass-frog, Genus *Centrolenella* (Family: Centrolenidae), with description of a new species. *Bulletin of the Southern California Academy Sciences*. 72(2): 57-78.

**Sunyer, J. & G. Kohler**. (2007). New country and departmental records of herpetofauna in Nicaragua. *Salamandra* 43(1): 57-62.

**Sunyer, J. & J.G. Martínez-Fonseca** (2024). A country checklist to the amphibians and reptiles of Nicaragua. *Revista Nicaragüense de Biodiversidad* 100: 1-71.

**Taylor, E.H.** (1949). Costa Rican frogs of the genera *Centrolene* and *Centrolenella*. *University of Kansas Science Bulletin* 33(1): 257-270.

**Taylor, E.H.** (1958). Notes on Costa Rican Centrolenidae with descriptions of new forms. *University of Kansas Science Bulletin* 39: 41-68.

**Townsend, J.H. & L.D. Wilson** (2010). Conservation of the Honduran herpetofauna: issues and imperatives. En "Conservation of Mesoamerican amphibians and reptiles" L. D. Wilson, J. H. Townsend y J. Johnson eds. 461-486pp.

**Villa, J.D.** (1972). *Anfibios de Nicaragua*. Managua (Instituto Geográfico Nacional y Banco Central de Nicaragua). 1-216 pp.

**Villa, J.D.** (1984). Biology of a neotropical glass frog, *Centrolenella fleischmanni* (Boettger), with special reference to its frogly associates. *Milwaukee Public Museum, Contributions in Biology and Geology*, 55:1-60.

**Villa, J.D., L.D. Wilson & J.D. Johnson** (1988). *Middle American Herpetology: a bibliographic checklist*. University of Missouri Press. Columbia, Missouri. 1-131 pp.

**Vonesh, J.R., J.C. Mitchell, K. Howell & A.J. Crawford** (2010). Rapid assessments of amphibian diversity. En *Amphibian ecology and conservation* Kenneth Dodd ed. Oxford University Press, New York. 263-298.

**Wilson, L.D. & J.R. McCranie** (2003). Herpetofaunal indicator species as measures of environmental stability in Honduras. *Caribbean Journal of Science* 39(1): 50-67.

**La Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X)** es una publicación de la Asociación Nicaragüense de Entomología, aperiódica, con numeración consecutiva. Publica trabajos de investigación originales e inéditos, síntesis o ensayos, notas científicas y revisiones de libros que traten sobre cualquier aspecto de la Biodiversidad de Nicaragua, aunque también se aceptan trabajos de otras partes del mundo. No tiene límites de extensión de páginas y puede incluir cuantas ilustraciones sean necesarias para el entendimiento más fácil del trabajo.

**The Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X)** is a journal of the Nicaraguan Entomology Society (Entomology Museum), published in consecutive numeration, but not periodical. RNB publishes original research, monographs, and taxonomic revisions, of any length. RNB publishes original scientific research, review articles, brief communications, and book reviews on all matters of Biodiversity in Nicaragua, but research from other countries are also considered. Color illustrations are welcome as a better way to understand the publication.

**Todo manuscrito para RNB debe enviarse en versión electrónica a:**  
(Manuscripts must be submitted in electronic version to RNB editor):

**Dr. Jean Michel Maes (Editor General, RNB)**

Museo Entomológico / Morpho Residency

De hielera CELSA media cuadra arriba

21000 León, NICARAGUA

Teléfono (505) 7791-2686

jmmaes@yahoo.com

También se puede remitir a los miembros del comité editorial de la revista.

#### **Costos de publicación y sobretiros.**

La publicación de un artículo es completamente gratis.

Los autores recibirán una versión PDF de su publicación para distribución.