



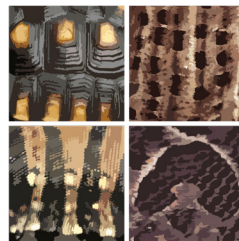
REVISTA
LATINOAMERICANA
DE HERPETOLOGÍA

ANFIBIOS Y REPTILES: DIVERSIDAD E HISTORIA NATURAL
VOLUMEN 06 NÚMERO 01 ENERO-MARZO 2023 ISSN: 2594-2158





Es una publicación con el apoyo de





revistas
unam

Portal de revistas académicas
y arbitradas de la UNAM



Scientific Electronic Library Online



ISSN: 2594-2158 Volumen 05, Número 01, Enero-Marzo 2023

Foto de portada: *Crotalus atrox*, Base Aérea Miliar, municipio de Asunción

Ixtepec, Oaxaca. Foto: C. Mayoral-Hall,

<http://herpetologia.fciencias.unam.mx/index.php/revista>

Contacto: revista.latin.herpetologia@gmail.com

Revista Latinoamericana de Herpetología, año 6, no.1, enero-marzo 2023, es una Publicación continua editada por la Sociedad Herpetológica Mexicana A. C., Dirección: Instituto de Biología SN, Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, <http://herpetologia.fciencias.unam.mx/index.php/revista>, tel. (55) 56224800 ext. 44724, revista.latin.herpetologia@gmail.com, Editor responsable: Leticia Margarita Ochoa Ochoa. Reserva de derechos al Uso Exclusivo No. 04-2018-100215505800-203 ISSN: 2594-2158, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Biología Evolutiva, Leticia Margarita Ochoa Ochoa, Facultad de Ciencias, UNAM, Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, fecha de última modificación, 30/noviembre /2018.



CONSEJO EDITORIAL

Editor-en-Jefe

Leticia M. Ochoa Ochoa (México)

Editoras Adjuntas

Antonieta Labra Lillo (Chile)

Adriana Manzano (Argentina)

Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea (México)

Francisco Brusquetti (Paraguay)

Juan Manuel Guayasamin (Ecuador)

Oscar A. Flores Villela (México)

Rodrigo Macip Ríos (México)

Marcio Martins (Brasil)

Felipe Rabanal (Chile)

Rafael O. de Sá (U.S.A.)

Editores Senior

Dr. Marcio Martins (Artigos em português)

Dr. Sean M. Rovito (English papers)

Dr. Pierre A.R.R.H. Charruau (Articles en français)

English style corrector

Brett Butler (México)

Diseño editorial

Andrea Vargas Fernández (México)

Miguel Chacón Tapia (México)

Leticia M. Ochoa Ochoa (México)

COMITÉ EDITORIAL 2021-2023

Editores asociados

Andrés Rymel Acosta Galvis (Colombia)

Teddy G. Angarita Sierra (Colombia)

Katyuscia Araujo-Vieira (Brasil)

Pier Cacciali (Paraguay)

Alessandro Catenazzi (Perú)

Juan Emiro Carvajal Cogollo (Colombia)

Pierre A.R.R.H. Charruau (México)

Adam G. Clause (Estados Unidos)

Thaís Condez (Brasil)

Marissa Fabrezi (Argentina)

Ana Gatica Colima (México)

Adrián García Rodríguez (Costa Rica)

Uri Omar García Vázquez (México)

Jimena Grosso (Chile)

Carlos Alberto Hernández Jiménez (México)

Rafael Alejandro Lara Resendiz (México)

Adrián Leyte Manrique (México)

Mariana L. Lyra (Brasil)

Ricardo Itzcóatl Maldonado Reséndiz (México)

Norberto Martínez Méndez (México)

Nancy R. Mejía Domínguez (México)

Ricardo Montero (Argentina)

Jorge E. Morales Mávil (México)

Carlos Navas (Brasil)

Ernesto Raya García (México)

César A. Ríos Muñoz (México)

Vivian P. Páez (Colombia)

Nicolás Pelegrin (Brasil)

Andrea Paz (Colombia)

María Laura Ponssa (Argentina)

Sean Michael Rovito (México)

José Manuel Serrano (México)

Luis Sigler (Estados Unidos)

Jenny C. Urbina (Colombia)

Anyelet Valencia-Aguilar (Colombia)

Julián Andrés Velasco Vinasco (México)

Nelson Velásquez (Chile)

CONTENIDO

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

EFFECTIVIDAD DE DIFERENTES TÉCNICAS DE REGISTRO DE ANFIBIOS EN UN HUMEDAL LACUSTRE TEMPLADO DEL CENTRO-ESTE DE ARGENTINA **10**

Laura C. Sanchez, Yanina A. Prieto, Malena Maroli & Ana L. Ronchi Virgolini

THE DISTRESS CALL AND RANGE EXTENSION OF THE HERMOSAS ROBBER FROG, *PRISTIMANTIS RACEMUS* (ANURA: STRABOMANTIDAE) **23**

Gustavo Adolfo Pisso-Florez, Andrés Felipe Liévano-Bonilla, Angela M. Mendoza-Henao & Sebastián Duarte-Marín

COMPLEMENTING EASTERN PACIFIC GREEN TURTLE POPULATION MONITORING WITH LOCAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE: BASELINE ASSESSMENT OF *CHELONIA MYDAS* SURROUNDING PARQUE NACIONAL ZONA MARINA FROM THE ARCHIPIÉLAGO ESPÍRITU SANTO, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO **95**

Chanel Sylvana Robles, Helena Fernández-Sanz, Heidi Batchelor¹, Ernest Brazier, Agnese Mancini, Karen Ocegüera Camacho⁴, Jesús Salvador Lucero Romero & Eduardo Reséndiz

NOTAS CIENTÍFICAS

POSIBLE DEPREDACIÓN DE *LIOLAEMUS TORRESI* (IGUANIA: LIOLAEMIDAE) SOBRE LA POLILLA NATIVA *HYLES ANNEI* (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)..... **1**

Marta Mora, Bernardo Segura, Felipe Mora & Antonieta Labra

FIRST RECORD OF COMPLETE ALBINISM IN A SPECIES OF THE GENUS *PRISTIMANTIS* JIMÉNEZ DE LA ESPADA, 1870 (ANURA: STRABOMANTIDAE) IN THE ECUADORIAN ANDES **32**

Culebras Jaime & Angiolani-Larrea Francesca Nicole

PRESENCE OF *HYPOPACHUS USTUS* (ANURA: MICROHYLIDAE) AFTER MORE THAN FOUR DECADES WITHOUT RECORDS IN SINALOA, MEXICO **36**

Héctor Alexis Castro-Bastidas, Eber Alan Barraza-Herrera, Raúl Barreras-Gaxiola & Jesús Alberto Loc-Barragán

THE SPETACLED CAIMAN (*CAIMAN CROCODYLUS*, CROCODYLIA, ALLIGATORIDAE) AS A PREDATOR OF THE AMAZON SAILFIN-CATFISH (*PTERYGOPLICHTHYS PARDALIS*, SILURIFORMES, LORICARIDAE) **52**

Franciele Cristina de Souza, Alessandro Ribeiro de Moraes & Fabrício Hiroiuki Oda

BEYOND MYTHS: REDISCOVERY OF THE WESTERN DIAMONDBACK RATTLESNAKE *CROTALUS ATROX* (BAIRD & GIRARD, 1853) IN THE MEXICAN STATE OF OAXACA AFTER A SPAN OF 79 YEARS **68**

Iván Villalobos-Juárez, Elí García-Padilla, Javier Ayala-Auyón, César Mayoral-Halla & J. Carmen Aguilar-Terrazas

WHITE-WINGED DOVE (*ZENAIDA ASIATICA*), A NEW SPECIFIC ITEM IN THE DIET OF *CTENOSAURA SIMILIS* (SQUAMATA: IGUANIDAE)..... **74**

Juan De Dios Astorga-Acuña & José Manuel Mora¹

LONG-STANDING MISIDENTIFICATION OF *RHINELLA ICTERICA* (SPIX, 1824) SPECIMENS FROM PARAGUAY **80**

Andrea Caballero-Gini, Francisco Brusquetti, Nicolás Martínez, Martín O. Pereyra & Diego Baldo

LOS REPTILES DE SINALOA: NUEVOS REGISTROS MUNICIPALES Y LISTADO DE ESPECIES RARAS **85**

Mauro Aguirre-Zazueta, José David Jacobo-González & Héctor Alexis Castro-Bastidas

PREDATION ATTEMPTS OF THE GRAY FOX (*UROCYON CINEREOARGENTEUS*) AND THE NEOTROPICAL OTTER (*LONTRA LONGICAUDIS*) BY THE CENTRAL AMERICAN BOA CONSTRICTOR (*BOA IMPERATOR*) IN THE NORTHERN PORTION OF THE SELVA LACANDONA, CHIAPAS, MEXICO **112**

Ana Iris Melgar-Martínez, Rafael Tarano-González, Elí García-Padilla, Iván Villalobos-Juárez, Mario C. Lavariega & David Lazcano

DEPREDACIÓN DE CULEBRA CORREDORA DE PETATILLOS (*DRYMOBIUS MARGARITIFERUS*) POR UN LUIS BIENTEVEO (*PITANGUS SULPHURATUS*) EN CAMPECHE, MÉXICO **116**

Adrià Peñas Queralt, Carme Mora Rueda & Pedro E. Nahuat-Cervera

DEPREDACIÓN DE LA VÍBORA DE CASCABEL DEL PACÍFICO SUR *CROTALUS HELLERI CALIGINIS* POR EL HALCÓN PEREGRINO *FALCO PEREGRINUS* EN LA ISLA CORONADO SUR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO **123**

Iván Villalobos-Juárez, Elí García-Padilla, José Jesús Sigala-Rodríguez & Daniel Alexander Carrillo Martínez

FIRST REPORT OF PREDATION OF A *IMANTODES CENCHOA* (COLUBRIDAE) ON A *BASILISCUS GALERTUS* (CORYTOPHANIDAE) IN A TROPICAL HUMID FOREST IN COLOMBIA **127**

Cristian González-Acosta, Eric Erb & Jaime Culebras

BIRD-HERPETOFAUNA INTERACTIONS IN THE USUMACINTA RIVER BASIN, MEXICO **131**

Belkis Sánchez Álvarez, Freddy Pérez Garduza, Alan Monroy Ojeda, Víctor Manuel Santiago Plata, Santiago López Mondragón¹ & Pierre Charruau

NOTAS DE DISTRIBUCIÓN

ELEUTHERODACTYLUS PLANIROSTRIS (ANURA: ELEUTHERODACTYLIDAE) **5**

Víctor Vásquez-Cruz, Alfonso Kelly-Hernández, Javier A. Ortiz-Medina, Ma. Del Carmen G. Mendoza-Portilla, André J. Grünwald, Christoph I. Grünwald & Iván T. Ahumada-Carrillo

NEW RECORD OF *CROTALUS PRICEI* (SQUAMATA: VIPERIDAE) FROM SINALOA, MEXICO **7**

Edgar Alberto Gamez-Duarte, José David Jacobo-González, Héctor Alexis Castro-Bastidas & Rafael Alejandro Lara-Reséndiz

AMPLIACIÓN DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA RANA MINADORA, *HAMPTOPHRYNE BOLIVIANA* (PARKER, 1927) (AMPHIBIA: ANURA: MICROHYLIDAE), EN EL NOROCCIDENTE AMAZÓNICO, COLOMBIA **39**

Fabián Cabrera-Vargas & Julián A. Rojas-Morales

ABRONIA CUETZPALI (ANGUIDAE) **46**

Roberto Arturo Martínez-Torralba, Cesar Mayoral-Halla, Iván Villalobos-Juárez & Elí García-Padilla

PHYSALAEMUS CARRIZORUM (ANURA, LEPTODACTYLIDAE): FIRST RECORD FROM PARAGUAY **47**

Flavia Netto & Francisco Brusquetti

NUEVO REGISTRO DE *INDOTYPHLOPS BRAMINUS* (SQUAMATA: TYPHLOPIDAE) EN TLAXCALA, MÉXICO **50**

Marina Sánchez Luna, Omar Ramírez-Icaza & Anibal Díaz de la Vega-Pérez

NUEVOS REGISTROS DE ANFIBIOS Y REPTILES PARA EL CENTRO DE MÉXICO **92**

Iván Villalobos-Juárez & Elí García-Padilla

AMPHISBAENA ANGUSTIFRONS (AMPHISBAENIDAE) EN LAS SIERRAS DE TANDILIA, BUENOS AIRES, ARGENTINA **120**

David Gustavo Vera, Diego Omar Di Pietro, Melisa Celia Jazmín Rolón, Micaela Harkes, Federico Pablo Kacoliris & Igor Berkunsky

SPHAERODACTYLUS HOMOLEPIS (SQUAMATA: SPHAERODACTYLIDAE) **140**

Christian G. Herrera-Martínez & Alexander Gómez-López

AGRADECIMIENTO A EDITORES & REVISORES DE LA REVISTA LATINOAMERICANA DE HERPETOLOGÍA QUE COLABORARON EN 2022 **144**



ISSN: 2594-2158 Volumen 06, Número 01, Enero-Marzo 2023

<http://herpetologia.fciencias.unam.mx/index.php/revista>

Contacto: revista.latin.herpetologia@gmail.com



POSIBLE DEPREDACIÓN DE *LIOLAEMUS TORRESI* (IGUANIA: LIOLAEMIDAE) SOBRE LA POLILLA NATIVA *HYLES ANNEI* (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)

POTENTIAL PREDATION OF *LIOLAEMUS TORRESI* (IGUANIA: LIOLAEMIDAE) UPON THE NATIVE MOTH *HYLES ANNEI* (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)

MARTA MORA^{1*}, BERNARDO SEGURA², FELIPE MORA³ & ANTONIETA LABRA¹⁻⁴

¹ONG Vida Nativa, Santiago, Chile.

²Flora & Fauna Chile Ltda, Providencia, Santiago, Chile

³Consultora Sustentable S.A, Santiago, Chile.

⁴Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis (CEES), Department of Biosciences, University of Oslo, Norway

*Correspondence: marta_mora@hotmail.com

Received: 2022-04-11. **Accepted:** 2022-11-22. **Published:** 2023-02-08.

Editor: Felipe Rabanal, Chile.

Abstract.— We report the first evidence that suggests that the lizard *Liolaemus torresi* may consume the native insect, the sphinx moth *Hyles annei*.

Key words.— Torres-Mura dragon, carrion, desert.

Resumen.— Reportamos la primera evidencia que sugiere que el lagarto *Liolaemus torresi* podría consumir al insecto nativo, la polilla esfinge *Hyles annei*.

Palabras clave.— dragón de Torres-Mura, carroña, desierto.

Liolaemus torresi (Núñez, Navarro, Garín, Pincheira-Donoso & Meriggio, 2003), comúnmente conocido como dragón de Torres-Mura, es un lagarto endémico del desierto de Atacama en el norte de Chile, que habita en las Regiones de Tarapacá y Antofagasta (Díaz-Vega, 2014, Troncoso-Palacios & Alarcón, 2022). Se

encuentra en zonas desérticas con escasa o nula vegetación, en quebradas pedregosas, arenosas y rocas pequeñas, entre los 790 a 2.600 m s.n.m. (Mella, 2017; Troncoso-Palacios & Alarcón, 2022). Más allá de la reciente revisión de Troncoso-Palacios & Alarcón (2022) sobre la distribución y estado de



Figure 1. Desert environment where *Liolaemus torresi* was observed.

Figura 1. Ambiente desértico donde *Liolaemus torresi* fue observado.



Figure 2. (A) Adult of *Liolaemus torresi* with remains of a moth, *Hyles anei*, in its mouth; (B) moth remnants found the next day under the stone where the lizard hid; (C) an adult of *H. anei* observed the same day and site of the present observation of *L. torresi*.

Figura 2. (A) Ejemplar adulto de *Liolaemus torresi* con los restos de una polilla *Hyles anei* en su boca; (B) remanentes de la polilla encontrados al día siguiente de la presente observación, bajo la piedra donde el lagarto se escondió; (C) polilla adulta de *H. anei* observada en el mismo sitio y día del registro de observación reportada de *L. torresi*.

conservación de la especie, existe un gran desconocimiento de su biología (Riveros-Riffo & Torres-Mura, 2015), contándose solo con descripciones generales de conductas antidepredatorias y de termorregulación (Díaz-Vega, 2015). Sobre su dieta, se ha indicado que es insectívora, sin mayores antecedentes sobre la composición de ésta (Mella, 2017; tratada como *Phrynosaura reichei* por Donoso-Barros, 1966), salvo por la indicación de consumo de coleópteros (Núñez et al., 2003, Demangel 2016).

Durante una prospección realizada el 18 de febrero de 2021 en la zona desértica de la Comuna de Pozo Almonte (21.51604° S, 69.51258° W, Datum WGS84, 905 m s.n.m.; Fig. 1), Provincia de Iquique, Región de Tarapacá, se observó al medio día (11:57 h) a un adulto de *L. torresi* con restos de un insecto en su boca (Fig. 2A), parte de los cuales fueron encontrados al día siguiente bajo la piedra donde el lagarto fue observado escondiéndose (Fig. 2B). El insecto correspondió a una polilla esfinge o picaflor *Hyles annei*, identificación facilitada por el registro de un ejemplar activo de la especie en el mismo sitio y día del presente registro (Fig. 2C). Además, un estudio previo muestra a un individuo de *L. torresi* refugiado junto a un ejemplar de *H. annei* (Troncoso-Palacios & Alarcón, 2022). Sobre la identidad de la polilla, se descarta que el lepidóptero sea *H. euphorbium*, ya que su distribución no llega tan al norte (Ureta & Donoso, 1956).

La observación de *L. torresi* con un ejemplar de *H. annei* en su boca sugiere consumo de dicho lepidóptero, aun cuando no permite asegurar que hubo un intento de depredación. Por otra parte, la diferencia en el volumen de los restos del insecto en la boca del lagarto y los encontrados en el refugio (Fig. 2A y B), lleva a proponer dos hipótesis: 1- Consumo de carroña. A pesar de que sólo los lagartos *Varanus* han sido descritos con claros hábitos carroñeros (Vitt & Caldwell, 2013), existen unos pocos reportes de consumo de carroña en lagartos de otros géneros (Vidal & Labra, 2008; Castilla et al., 2011; López-Victoria et al., 2011). Dentro de este contexto, es posible que la baja disponibilidad de insectos donde habita *L. torresi* (ver más abajo), lleve a la especie a tener hábitos carroñeros, detectando los restos de insectos a través de secreciones químicas (e.g., Mora & Labra, 2017). Potencialmente entonces, el lagarto avistado podría haber estado transportando los restos del lepidóptero muerto encontrado en algún refugio (ver Troncoso-Palacios & Alarcón, 2022), para su posterior consumo. 2- Depredación incompleta. Bajo el supuesto de que el individuo de *L. torresi* cazó el ejemplar de *H. annei*, éste no habría sido totalmente consumido debido a su gran tamaño o por contener productos tóxicos. Los adultos de *H. annei* alcanzan una envergadura alar de ~70 a 90 mm (Briones et al., 2012), siendo de tamaño similar o mayor a la de *L. torresi*, especie cuyos ejemplares adultos pueden alcanzar una longitud promedio de

hocico-cloaca de 64 mm (Núñez et al., 2003). Probablemente el lagarto requiera de un tiempo prolongado para consumir la polilla, lo que explicaría el menor volumen de los restos del lepidóptero encontrados bajo la piedra (Fig. 2B), comparado con lo que tenía el lagarto el día anterior en su boca (Fig. 2A). Alternativamente, la palatabilidad de *H. annei* podría ser baja, por contener sustancias tóxicas, como ocurre en diversas especies de lepidópteros (Nishida, 2002). De hecho, adultos de la especie congénica, *H. euphorbiae* secuestran toxinas de plantas en su cuerpo (Marsh et al., 1984). En este contexto, el cuerpo, y no las alas de *H. annei*, podrían almacenar toxinas, lo que explicaría que el cuerpo de la polilla no fuera consumido (Fig. 2B).

Muy probablemente *L. torresi* tenga una dieta oportunista, considerando que habita en un desierto absoluto, caracterizado por escasas lluvias y áreas básicamente desprovistas de vegetación (Betancourt et al., 2000), lo cual limita la presencia y abundancia de artrópodos. Más aun, la potencial presa registrada en este estudio, *H. annei*, tiene hábitos migratorios (Angulo & Antezana, 2001), por lo que su disponibilidad solo sería estacional.

Liolaemus torresi es una especie de baja abundancia y difícil de observar (Mella, 2017), lo que en parte explicaría el gran desconocimiento que existe sobre ella. Dentro de este contexto, reportes como el presente permiten contribuir con información asociada a esta especie, catalogada en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza como En Peligro (Espejo et al., 2017). Es destacable, sin embargo, que Troncoso-Palacios & Alarcón (2022) recientemente proponen que ésta debería ser catalogada como Casi Amenazada, lo cual refuerza el escaso conocimiento que se tiene de la especie.

Agradecimientos.- Nuestros agradecimientos a Mario Ramos por la identificación de la polilla, y a dos revisores anónimos, además de Felipe Rabal, por las sugerencias al escrito.

LITERATURA CITADA

- Angulo, A. & T. Antezana. 2001. Vuelo de mariposas nocturnas frente a la costa de Chile (Lepidoptera: Sphingidae). *Revista de Biología Tropical* 49:1265-1266.
- Betancourt, J.L., C. Latorre, J.A. Rech, J. Quade & R.A. Rylander. 2000. A 22,000-year record of Monsoonal precipitation from northern Chile's Atacama Desert. *Science* 289:1542-1546.

- Briones, R., F. Gárate & V. Jerez. 2012. Guía de Campo: Insectos de Chile Nativos Introducidos y con Problemas de Conservación. Corporación Nacional de la Madera, Concepción, Chile.
- Castilla, A.M., Richer, R., Herrel, A., Conkey, A.A.T., Tribuna, J. & M. Al-Thani. 2011. First evidence of scavenging behaviour in the herbivorous lizard *Uromastix aegyptia microlepis*. *Journal of Arid Environments* 75:671-673.
- Demangel, D. 2016. Reptiles en Chile. Fauna Nativa Ediciones, Santiago, Chile.
- Díaz-Vega, R.I. 2014. Range extension of *Liolaemus torresi* (Núñez, Navarro, Garín, Pincheira-Donoso & Meriggio, 2003) (Squamata: Liolaemidae) in the Atacama Desert, Chile. *Check List* 10:1234-1236.
- Díaz-Vega, R.I. 2015. Observaciones conductuales de especies del grupo de *Liolaemus montanus*. *Boletín Chileno de Herpetología* 2:24-26.
- Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, cxliv + 458 pp.
- Espejo, P., G. Lobos, Y. Marambio, J. Mella, H. Núñez, M. Ruiz de Gamboa & P. Valladares. 2017. *Liolaemus torresi*. The IUCN Red List of Threatened Species.
- López-Victoria, M., P.A. Herrón & J.C. Botello. 2011. Notes on the ecology of the lizards from Malpelo Island, Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR* 40:79-89.
- Marsh, N., M. Rothschild & F. Evans. 1984. A new look at Lepidoptera toxins. *Symposium of the Royal Entomological Society of London* 11:135-139.
- Mella, J. 2017. Guía de Campo Reptiles de Chile: Tomo 2 Zona Norte. Peñaloza APG (ed). Santiago, Chile.
- Mora, M. & A. Labra. 2017. The response of two *Liolaemus* lizard species to ash from fire and volcanism. *Journal of Herpetology* 51:388-395.
- Nishida, R. 2002. Sequestration of defensive substances from plants by Lepidoptera. *Annual Review of Entomology* 47:57-92.
- Núñez, H., J. Navarro, C. Garín, D. Pincheira-Donoso & V. Meriggio. 2003. *Phrynosaura manueli* y *Phrynosaura torresi*, nuevas especies de lagartijas para el norte de Chile (Squamata: Sauria). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*. 52:67-88.
- Riveros-Riffo, E. & J.C. Torres-Mura. 2015. Distribución de *Liolaemus torresi* (Squamata: Liolaemidae), lagarto endémico del desierto de Chile. *Gayana (Concepción)* 79:220-222.
- Troncoso-Palacios, J. & K. Alarcón. 2022. Reassessment of the conservation status of the Chilean desert lizard *Liolaemus torresi* (Núñez, Navarro, Garín, Pincheira-Donoso & Meriggio, 2003, Squamata, Liolaemidae): an endangered (EN) or near threatened species (NT)? *Revista Latinoamericana de Herpetología* 5:15-25.
- Ureta, E. & R. Donoso. 1956. Revisión de la familia Sphingidae (Lep. Het.), en Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 26:237-256.
- Vidal, M.A. & A. Labra. 2008. Dieta de anfibios y reptiles. Pp 453-482. En M.A. Vidal & A. Labra, eds. *Herpetología de Chile*. Science Verlag, Santiago, Chile
- Vitt, L.J., & J.P. Caldwell. 2014. *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*, 4ta ed. Academic Press, California, USA.



ELEUTHERODACTYLUS PLANIROSTRIS (ANURA: ELEUTHERODACTYLIDAE)

VÍCTOR VÁSQUEZ-CRUZ^{1*}, ALFONSO KELLY-HERNÁNDEZ¹, JAVIER A. ORTIZ-MEDINA^{2,3,4}, MA. DEL CARMEN G. MENDOZA-PORTILLA^{3,5}, ANDRÉ J. GRÜNWARD³, CHRISTOPH I. GRÜNWARD^{3,6,7} & IVÁN T. AHUMADA-CARRILLO³

¹PIMVS Herpetario Palancoatl, Avenida 19 número 5525, Colonia Nueva Esperanza, C.P. 94540, Córdoba, Veracruz, México.

²Departamento de Sistemática y Ecología Acuática, El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, Mexico.

³Herp.mx A.C., Villa de Álvarez, Colima, Mexico.

⁴Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre Tsáab Kaan, Baca, Yucatán, Mexico.

⁵Laboratorio de Biología, Tecnológico Nacional de México, Campus Irapuato, Irapuato-Silao km 12.5 El Copal, C.P. 36821, Irapuato, Guanajuato.

⁶Biencom Real Estate, Carretera Chapala - Jocotepec #57-1, C.P. 45920, Ajijic, Jalisco, Mexico.

⁷Biodiversa A.C., Avenida de la Ribera #203, C.P. 45900, Chapala, Jalisco, Mexico.

*Correspondence: victorbiolvc@gmail.com

Received: 2022-04-18. Accepted: 2023-01-20. Published: 2023-02-08.

Editor: Leopoldo Daniel Vázquez-Reyes, México.

Mexico. Veracruz. Municipality of San Andrés Tuxtla: Hotel La Escondida (18.44824°N, 95.21014°W; WGS 84; 295 m elev.). 27 February 2022. C. I. G. and I. T. A.C. Verified by Luis Canseco-Márquez. A photo voucher of the individual was deposited in

The Natural History Museum of Los Angeles County (LACM PC 2901; Fig.1). First record for the municipality, which extends the known distribution of this invasive species approximately 70 km (airline) to the SE from the closest reported locality at



Figura 1.

Un individuo de *Eleutherodactylus planirostris* (LACM PC 2901) de San Andrés Tuxtla, Veracruz, México. Foto: Iván T. Ahumada-Carrillo.

Figure 1.

An individual of *Eleutherodactylus planirostris* (LACM PC 2901) from San Andrés Tuxtla, Veracruz, México. Photo: Iván T. Ahumada-Carrillo.

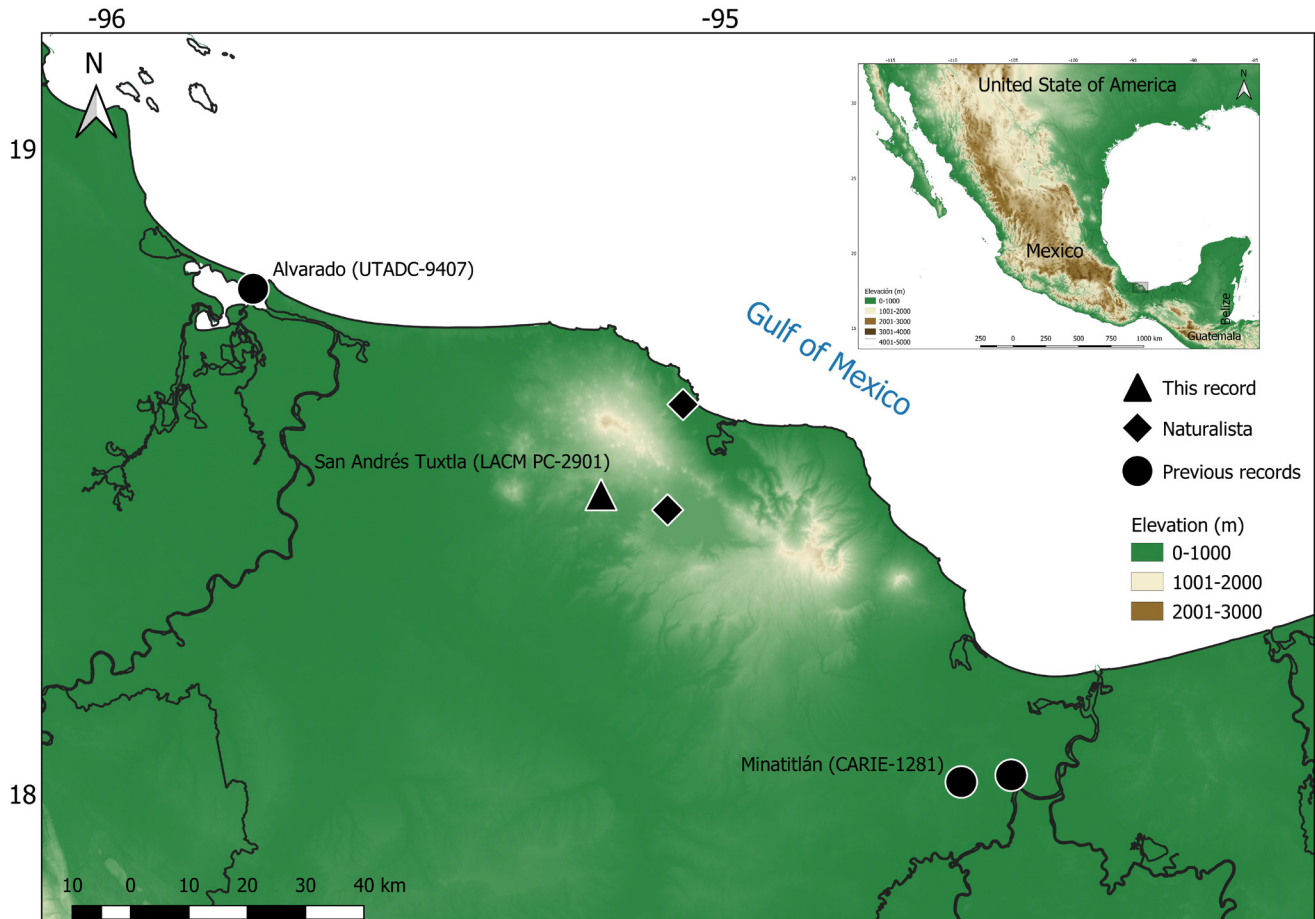


Figure 2. Geographic distribution of *Eleutherodactylus planirostris* from Los Tuxtlas Region of Veracruz, Mexico.

Figura 2. Distribución geográfica de *Eleutherodactylus planirostris* en la Región de Los Tuxtlas, Veracruz, México.

Municipality of Alvarado (UTADC 9407; García-Vinalay et al., 2020; Fig. 2), and it also fills a gap in the known distribution of approximately 146.5 km between the Alvarado locality and localities in the Municipio de Minatitlán, and the Municipio de Cosoleacaque (CARIE-1281; García-Vinalay et al., 2020). The frog was found at 1200 h while we were moving a mound of rocks on the hotel grounds. It is worth mentioning that additional citizen observations of this species exist near Lake Catemaco on the iNaturalist platform (<https://www.inaturalist.org/observations/109201820>; [observations/105379580](https://www.inaturalist.org/observations/105379580)), thus the species may be more widely distributed in the "Los Tuxtlas" region.

Acknowledgements.— We thank Neftalí Camacho for cataloguing digital photographs and Luis Canseco-Márquez for verifying the taxonomic identity of the species. To two anonymous reviewers for their comments.

CITED LITERATURE

García-Vinalay, A., A. Fuentes-Moreno, V. Vásquez-Cruz & J.L. Aguilar-López. 2020. Nuevos registros de la rana de invernadero *Eleutherodactylus planirostris* en Veracruz, México. *Caldasia* 42:343-346



NEW RECORD OF *CROTALUS PRICEI* (SQUAMATA: VIPERIDAE) FROM SINALOA, MEXICO

NUEVO REGISTRO DE *CROTALUS PRICEI* (SQUAMATA: VIPERIDAE) PARA SINALOA, MÉXICO.

EDGAR ALBERTO GAMEZ-DUARTE¹, JOSÉ DAVID JACOBO-GONZÁLEZ², HÉCTOR ALEXIS CASTRO-BASTIDAS³ & RAFAEL ALEJANDRO LARA-RESÉNDIZ^{4*}

¹Postgrado en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán 80013, Sinaloa, México.

²Reserva Ecológica del Mineral de Nuestra Señora Mundo Natural, Universidad Autónoma de Sinaloa, Cosalá 80780, Sinaloa, México.

³Postgrado en Ciencias Aplicadas al Aprovechamiento de los Recursos Naturales, Centro de Estudios “Justo Sierra” (CEJUS), Badiraguato 80600, Sinaloa, México.

⁴Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón 85000, Sonora, México.

*Correspondence: rafas.lara@gmail.com

Received: 2022-11-01. Accepted: 2023-01-11. Published: 2023-02-08.

Editor: Carlos Alberto Hernández Jiménez, México.

Mexico. Sinaloa. Municipality of Badiraguato: 1.7 km north of the Santa Gertrudis town (25.6902° N, -107.0237° W; WGS 84, 2,407

m a.s.l.), August 15, 2020. The photograph of the individual of *Crotalus pricei* was verified by Iván Trinidad Ahumada Carrillo



Figura 1 (página anterior). (A y B) Primer registro de *Crotalus pricei* en Sinaloa, México (MZFC 59-60) y (C) hábitat donde se encontró al individuo. Fotografías tomadas por Gamez-Duarte Edgar A.

Figure 1 (previous page). (A and B) First record of *Crotalus pricei* in Sinaloa, Mexico (MZFC 59-60) and (C) habitat where the individual was found. Photographs by Gamez-Duarte Edgar A.

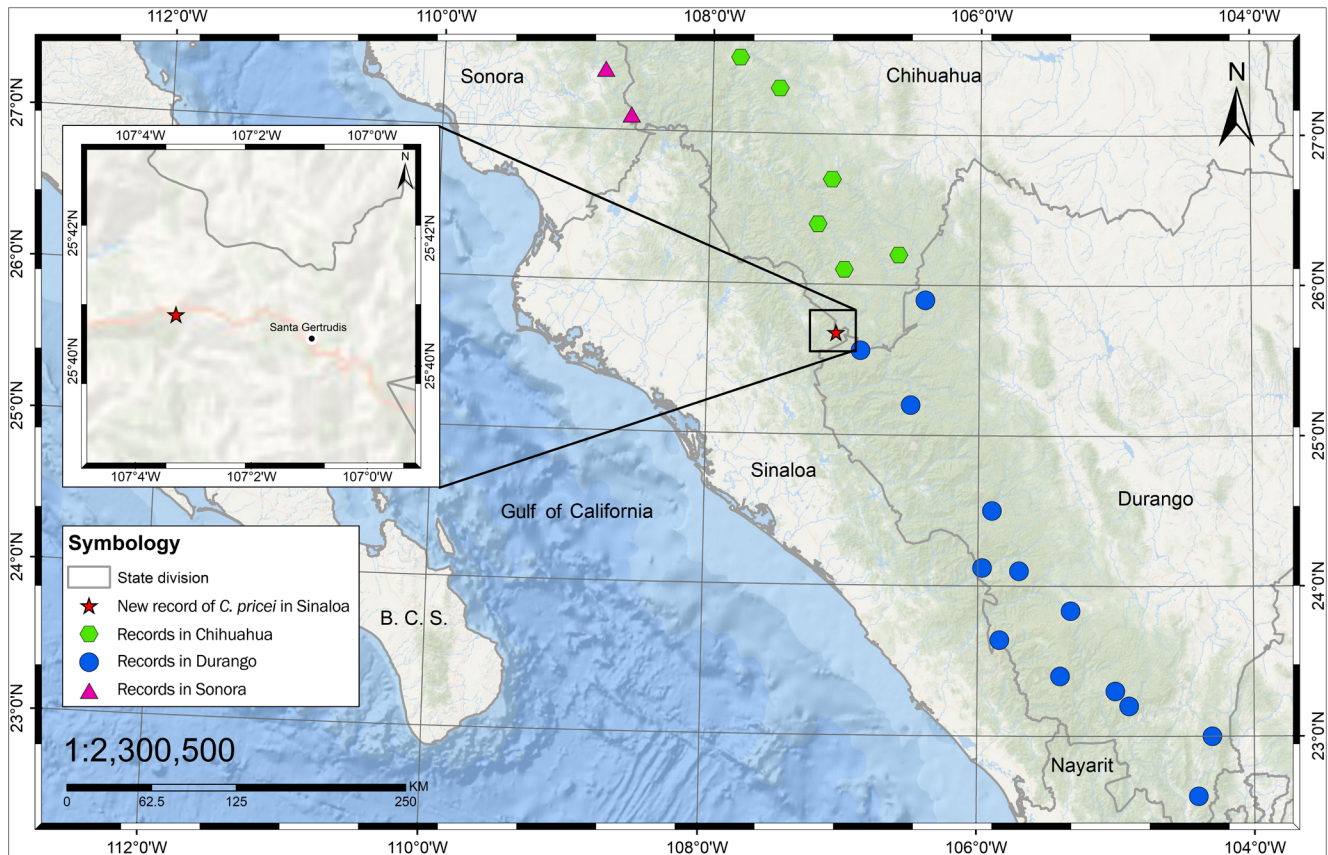


Figura 2. Nuevo registro de *Crotalus pricei* en Sinaloa y localidades conocidas más cercanas en Sonora, Chihuahua y Durango.

Figure 2. New record of *Crotalus pricei* in Sinaloa and nearest know localities in Sonora, Chihuahua, and Durango.

and was deposited at the Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Universidad Nacional Autónoma de México (photo voucher: MZFC 59-60; Fig. 1A and B). The individual was found at approximately 15:30 h, between the cracks of a rock (Fig. 1B) on a path surrounded by pine-oak forest (Fig. 1C). We presume the individual (ca. total length 200–250 mm) to be a juvenile (Campbell & Lamar, 2004; maximum total length 660 mm), of undetermined sex.

Crotalus pricei Van Denburgh, 1895 is a small rattlesnake and its distribution ranges from southern Arizona in the United States through the Sierra Madre Occidental in the Mexican states of Sonora, Chihuahua, Durango (Campbell & Lamar, 2004), Zacatecas (Lara-Galván et al., 2020), Nayarit (Woolrich-

Piña et al., 2016), and Jalisco (Cruz-Sáenz et al., 2017); the Trans-Mexican Volcanic Belt in Aguascalientes (Vázquez-Díaz & Quintero-Díaz, 2005); and the Sierra Madre Oriental (Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas) as the southern limit in San Luis Potosí (Lemos-Espinal et al., 2018; Prival & Schroff, 2012). *Crotalus pricei* is most frequently encountered between 1800 and 3200 m and reaches its maximal population densities at higher elevations (Prival & Schroff, 2012). It is found in rocky habitats in woodlands, extensive limestone outcroppings, open grassy meadows, scrub oaks, and pine-oak forests (Campbell & Lamar, 2004). Two isolated subspecies are recognized, one in the Sierra Madre Oriental (*C. p. miquihuanus*) and the other in the Sierra Madre Occidental (*C. p. pricei*) (Campbell & Lamar, 2004; Lemos-Espinal et al., 2015).

Here we document the first verified record of *C. pricei* in Sinaloa (Fig. 2). This new record increases the species of reptiles present in Sinaloa to a total of 122 (Lara-Reséndiz & Jacobo-González, 2022; Lemos-Espinal & Smith, 2020). The nearest previous records are in Guadalupe y Calvo, Chihuahua (45 km NNE; Lemos-Espinal et al., 2015) and Los Frailes, Tamazula, Durango (12 km SE; GBIF, 2022). Finally, this new state record indicates that more studies and citizen science projects are needed and for a detailed analysis of the distribution of Sinaloa's herpetofauna (Castro-Bastidas & Serrano-Serrano, 2022; Lara-Reséndiz & Jacobo-González, 2022; Lemos-Espinal & Smith, 2020; Loc-Barragán et al., 2020).

Acknowledgements.- We thank the Álvarez family and Juan Isidro Carrillo Ángulo for their logistical support during fieldwork in the “Golden Triangle” región in Sinaloa. RALR thanks the support of the Conacyt-ITSON repatriation program (2022-2023; 165066). Finally, we thank two anonymous reviewers for their suggestions and comments.

CITED LITERATURE

- Campbell, J.A., & W.W. Lamar. 2004. The venomous reptiles of the Western Hemisphere, vol. 2. Comstock, Ithaca, New York.
- Castro-Bastidas, H.A. & J.M. Serrano-Serrano. 2022. La plataforma naturalista como herramienta de ciencia ciudadana para documentar la diversidad de anfibios en el estado de Sinaloa, México. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 5:156-178.
- Cruz-Sáenz, D., F.J. Muñoz-Nolasco, V. Mata-Silva, J.D. Johnson, E. García-Padilla & L.D. Wilson. 2017. The herpetofauna of Jalisco, Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology* 4:23-118.
- GBIF. 2022. Global Biodiversity Information Facility. *Crotalus pricei*. Occurrence Download. <https://doi.org/10.15468/dl.m5xveh> [Accessed 20 December 2022].
- Lara-Galván, J.L., J.F. Martínez-Montoya, J.J. Sigala-Rodríguez, C.E. Esparza-Estrada, O.C. Rosas-Rosas, L. Ávila-Herrera & A.M. Barbosa. 2020. Rattlesnake (*Crotalus* spp.) distribution and diversity in Zacatecas, Mexico. *ZooKeys* 1005:103-132.
- Lara-Reséndiz, R.A. & J.D. Jacobo-González. 2022. Nuevos registros de la serpiente *Enuliolus oligostichus* en Sinaloa y comentarios sobre su distribución. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 5:101-104.
- Lemos-Espinal, J.A., H.M. Smith, J.R. Dixon & A. Cruz. 2015. Anfibios y Reptiles de Sonora, Chihuahua y Coahuila, México. CONABIO, México.
- Lemos-Espinal, J.A, G.R. Smith & G.A. Woolrich-Piña. 2018. Amphibians and reptiles of the state of San Luis Potosí, Mexico, with comparisons with adjoining states. *ZooKeys* 753:83-106.
- Lemos-Espinal, J.A & G.R. Smith. 2020. A checklist of the amphibians and reptiles of Sinaloa, Mexico with a conservation status summary and comparisons with neighboring states. *ZooKeys* 931:85-114.
- Loc-Barragán, J.A., H. Franz-Chávez, A.J. Grunwald & C.I. Grünwald. 2020. Geographic distribution. *Eleutherodactylus pallidus*. *Herpetological Review* 51:532.
- Prival, D.B. & M.J. Schroff. 2012. A 13-year study of a northern population of twin-spotted rattlesnakes (*Crotalus pricei*): Growth, reproduction, survival, and conservation. *Herpetological Monographs* 26:1-18.
- Vázquez-Díaz, J. & G.E. Quintero-Díaz. 2005. Anfibios y Reptiles de Aguascalientes. CIEMA. CONABIO. México.
- Woolrich-Piña, G.A, P. Ponce-Campos, J. Loc-Barragán, J.P. Ramírez-Silva, V. Mata-Silva, J.D. Johnson, E. García-Padilla & L.D. Wilson. 2016. The herpetofauna of Nayarit, Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology* 3:376-448.



EFFECTIVIDAD DE DIFERENTES TÉCNICAS DE REGISTRO DE ANFIBIOS EN UN HUMEDAL LACUSTRE TEMPLADO DEL CENTRO-ESTE DE ARGENTINA

EFFECTIVENESS OF DIFFERENT AMPHIBIAN RECORDING TECHNIQUES IN A TEMPERATE LAKE WETLAND IN EAST-CENTRAL ARGENTINA

LAURA C. SANCHEZ^{1,2*}, YANINA A. PRIETO^{2,3}, MALENA MAROLI² & ANA L. RONCHI VIRGOLINI²

¹Centro de Investigación Científica y de Transferencia Tecnológica a la Producción, CICYTTP (CONICET – Prov. de Entre Ríos - UADER), Laboratorio de Herpetología. Diamante, Entre Ríos, Argentina.

²Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología (UADER-FCYT). Diamante, Entre Ríos, Argentina.

³Centro de Investigaciones sobre Endemias Nacionales, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral (CIEN-FBCB-UNL). Santa Fe, Argentina.

*Correspondence: lauraceciliass@gmail.com

Received: 2022-11-04. Accepted: 2023-01-19. Published: 2023-02-08.

Editor: Francisco Brusquetti, Paraguay.

Abstract.— Anuran communities and their associated biotic components, as well as the surrounding physical habitat, vary between regions. The success of research on amphibian biodiversity will then depend on knowing the efficiency of the different sampling techniques that are applied in each particular environment analyzed. In this context, we evaluated the relative registration effectiveness (RRE) of four different techniques in a lacustrine wetland located in the Juan Bautista Alberdi Reserve (JBAR), in east-central Argentina. Research was carried out from December 2021 to March 2022 (summer season), adding an autumn sampling (May/2022). Techniques used were: A) pitfall traps, b) larval sampling, c) acoustic survey transects and d) visual survey transects. In each case, the RRE was calculated by standardizing the records according to the sampling effort measured in minutes. To study the effect of the sampling technique on RRE, a randomized linear model was created using a permutation test, applying 1,000 iterations. A total of 11 species were recorded, with *Boana pulchella*, *Scinax nasicus* and *Rhinella dorbignyi* being the most frequently detected. The sampling technique was found to influence RRE ($P = 0.001$). The acoustic survey transect was the most successful technique, with an RRE of 24.44%, followed by the search for larvae with a net (3.70%) and the visual survey transect (3.38%). However, these last two allowed us to find species not detected by the first technique. Consequently, a design integrating different techniques is necessary to adequately study the amphibian communities of the JBAR. Improving the effectiveness of sampling allows us to strengthen our understanding of the biodiversity of this taxonomic group, which is so necessary in the context of current global decline.

Keywords.— anurans, Espinal ecoregion, relative registration effectiveness, sampling methods.

Resumen.— Las comunidades de anuros y los componentes bióticos asociados, así como el hábitat físico circundante varían entre regiones. El éxito de las investigaciones sobre biodiversidad de anfibios dependerá entonces de conocer la eficiencia de las diferentes técnicas de muestreo que se aplican en cada ambiente particular que es analizado. En este contexto, evaluamos la efectividad relativa de registro (ERR) de cuatro técnicas diferentes en un humedal lacustre localizado en la Reserva Juan Bautista Alberdi (RJBA), en el centro-este de Argentina. Se efectuaron los relevamientos de diciembre de 2021 a marzo de 2022 (temporada de verano), sumándose un muestreo de otoño (mayo/2022). Se emplearon a) trampas de caída, b) muestreos de larvas con red, c) transectas de prospección auditiva y d) transectas de prospección visual. En cada caso, se calculó la ERR estandarizando los registros de acuerdo al esfuerzo de muestreo medido en minutos. Para estudiar el efecto de la técnica de muestreo sobre la ERR se realizó un modelo lineal randomizado mediante un test de permutación, aplicando 1,000 iteraciones. Se registraron un total de 11 especies, siendo *Boana pulchella*, *Scinax*

nasicus y *Rhinella dorbignyi* las detectadas con mayor frecuencia. La técnica de muestreo influyó en la ERR ($P = 0.001$). El transecto de prospección auditiva resultó la técnica más exitosa, con una ERR del 24.44%, seguida por la búsqueda de larvas con red (3.70%) y el transecto de prospección visual (3.38%). No obstante, estas dos últimas permitieron encontrar especies no detectadas con la primera. Consecuentemente, un diseño integrando diferentes técnicas es necesario para estudiar adecuadamente las comunidades de anfibios de la RJBA. Mejorar la efectividad de los muestreos permite fortalecer nuestra comprensión sobre la biodiversidad de este grupo taxonómico, tan necesario en el contexto de declinación global actual.

Palabras clave.— Anuros, ecoregión Espinal, efectividad relativa de registro, métodos de muestreo.

INTRODUCCIÓN

Los anfibios constituyen un grupo taxonómico por el que existe una preocupación de larga data debido a que se consideran los vertebrados más amenazados a nivel mundial (Angulo, 2002; Lips et al., 2004; Hayes et al., 2010; Bishop et al., 2012; Whittaker et al., 2013; Loyola et al., 2015). El grupo atraviesa una situación alarmante en la cual cerca del 41% de sus especies se encuentran incluidas en alguna categoría de amenaza (IUCN, 2022). En particular, en el Cono Sur de Sudamérica, recientemente se informó que al menos el 44% de las poblaciones de anfibios en Chile y Argentina están disminuyendo (Kacolis et al., 2022). Frente a este escenario, los estudios de diversidad de anuros aportan información valiosa que puede ser utilizada como insumo para la elaboración de estrategias de conservación de especies (Vaira et al., 2018; Boullhesen et al., 2021). No obstante, debemos tener en cuenta que el éxito de una investigación sobre biodiversidad en un área depende en gran medida de la elección de las técnicas de muestreo (Ribeiro-Junior et al., 2008). Esta situación ha alentado la estandarización de dichas técnicas, a los fines de garantizar la comparabilidad entre diferentes estudios y mejorar el poder predictivo de los mismos, todo lo cual permite a los investigadores y conservacionistas alrededor del mundo implementar programas más efectivos de monitoreo (Rödel & Ernst, 2004; Hsu et al., 2005; Boullhesen et al., 2021). Como consecuencia, se han desarrollado varios manuales que detallan técnicas de muestreo adecuadas para anfibios (e.g., Heyer et al., 1994; Lips et al., 2001; Angulo et al., 2006; Pereyra et al., 2021), y múltiples trabajos que se enfocan en comparar las distintas técnicas en hábitats específicos (e.g., Crosswhite et al., 1999; Pearman et al., 1995; Parris et al., 1999; Rocha et al., 2004; Rödel & Ernst, 2004; Hsu et al., 2005; Ribeiro-Junior et al., 2008; Madalozzo et al., 2017; Boullhesen et al., 2021).

Sin embargo, la alta diversidad que presentan los anfibios como grupo, dificulta lograr muestreos efectivos. La variabilidad existente en tamaño corporal y formas de vida afectan el éxito de registro de las distintas especies (Crosswhite et al., 1999). Debemos considerar también la variación en cuanto

a patrones de actividad diarios y estacionales, los cuales a su vez son influenciados por condiciones abióticas como la temperatura, la humedad, el fotoperíodo, la intensidad de la luz, la velocidad del viento y la lluvia (Crosswhite et al., 1999; Hatano et al., 2002; Almeida-Gomes et al., 2007; Sanchez et al., 2007; Canavero et al., 2008; Van Sluys et al., 2012; Madalozzo et al., 2017). A su vez, las distintas técnicas poseen debilidades y fortalezas. En este sentido, Ribeiro-Junior et al. (2008) señalan que, probablemente, la efectividad de las técnicas de muestreo “activas”, como las inspecciones visuales o las auditivas, esté influida por el tipo de hábitat (lo cual afecta la tasa de detección), mientras que las técnicas “pasivas” no suelen ser eficaces para la comunidad de anfibios en su conjunto (e.g., las trampas de caída registran taxones terrestres y fosoriales), pero tienen la ventaja de reducir el sesgo introducido habitualmente por el investigador. Consecuentemente, varios autores recomiendan utilizar distintas técnicas de muestreo, ya que la combinación de éstas aumenta la probabilidad de obtener una representación precisa de los anfibios presentes (Parris, 1999; Lajmanovich & Peltzer, 2001; U.S. EPA, 2002; Ribeiro-Junior et al., 2008).

Entre las técnicas más frecuentemente utilizadas para muestrear a este grupo taxonómico se hallan el inventario completo de especies, la inspección de encuentro visual, la transecta auditiva, el muestreo por cuadrantes, las trampas de caída y el muestreo cuantitativo de larvas (Heyer et al., 1994). Recientemente, y ligado al desarrollo tecnológico de unidades de grabación autónomas, el monitoreo acústico pasivo comenzó a incorporarse en los estudios de biodiversidad. El mismo permite monitorear las poblaciones de anfibios durante un período de tiempo continuo y sin la presencia física de los investigadores en el campo (Sugai et al., 2019; Boullhesen et al., 2021). Sin embargo, los precios de las grabadoras aún son un factor limitante cuando no se cuenta con una financiación amplia. Consecuentemente, es importante a la hora de decidir qué técnicas usar en un área en particular, considerar los recursos económicos, el personal disponible y el tiempo requerido por

cada técnica; así como resulta crucial tener en cuenta los hábitos de las especies de presencia potencial en el sitio (ej., acuáticas, arbóreas, terrestres), el tamaño del área abordada por nuestro estudio y la complejidad del hábitat. Al respecto, la eficiencia de la técnica puede variar mucho y depende del ambiente (Rocha et al., 2004), por lo que varios autores resaltan la necesidad de trabajos que evalúen la eficiencia de las técnicas de muestreo aplicadas a ensambles de especies y regiones específicas (Parris, 1999; Hsu et al., 2005; Madalozzo et al., 2017). Sin embargo, en el continente americano, la mayoría de las investigaciones que evalúan diferentes técnicas de muestreo en anfibios se han realizado en América del Norte (e.g., Bury & Corn, 1987; Corn & Bury, 1990; Greenberg et al., 1994; Heyer et al., 1994; Crosswhite et al., 1999; Corn et al., 2000; Guzy et al., 2014). Algunos estudios se han desarrollado en Sudamérica (Pearman et al., 1995; Doan, 2003) y particularmente en Brasil (Rocha et al., 2004; Ribeiro-Junior et al., 2008; Madalozzo et al., 2017), pero se ha prestado mucha menos atención a otras áreas, especialmente a las regiones templadas húmedas de Sudamérica. Debido a que las comunidades de anuros y su hábitat físico circundante varían entre regiones, se torna necesario evaluar la eficacia de las técnicas de muestreo también en estos ambientes (Hsu et al., 2005).

En Argentina se cuenta con escasos trabajos que comparan la eficacia relativa de diferentes técnicas de muestreo para anfibios (e.g., Boullhesen et al., 2021). Ninguno se ha centrado en la Ecoregión Espinal. Como parte de un estudio más amplio que investiga la fauna de tetrápodos presente en la Reserva de Uso Múltiple “Escuela Juan Bautista Alberdi”, evaluamos la efectividad relativa de cuatro técnicas de registro ampliamente utilizadas en anuros. Nuestro objetivo fue identificar cuál de ellas es más apropiada para el registro de anfibios en este humedal lacustre templado del centro-este de Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La Reserva de Uso Múltiple “Escuela Juan Bautista Alberdi” (RJBA) se localiza en el km 10.5 de la Ruta Provincial N° 11, Oro Verde, Entre Ríos (Fig. 1; 31°50'12" S; 60°31'25" O; 94.78 m s.n.m). Se emplaza dentro de la Ecoregión Espinal (Burkart et al., 1999), en el centro-este de Argentina, y posee una superficie de 20 ha. Fue creada en 1992 con el objetivo de conservar un sector de monte nativo deteriorado por acción antrópica (Muzzachiodi, 2002). Al respecto, la RJBA posee una zona de monte cerrado interno dominado por especies nativas (*Geoffrea decorticans*, *Myrcianthes platensis*, *Eugenia* spp., *Prosopis*

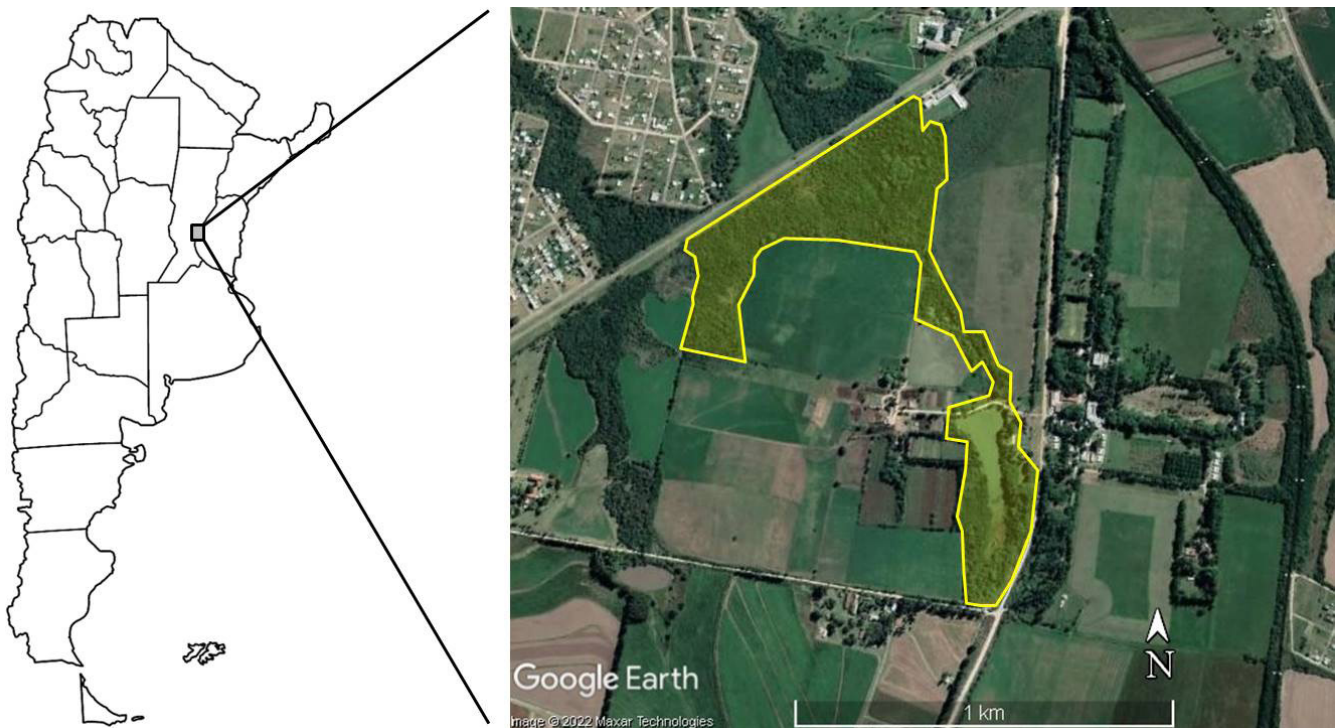


Figure 1. Location of the Juan Bautista Alberdi School Multiple Use Reserve (Entre Ríos, Argentina) in central-east Argentina.

Figura 1. Localización de la Reserva de Uso Múltiple Escuela Juan Bautista Alberdi (Entre Ríos, Argentina) en el centro-este de Argentina.

alba); un monte abierto más invadido y dominado por especies exóticas (*Ligustrum lucidum*, *Morus* spp., *Melia azedarach*); y un área de pastizal lindante al monte nativo (*Cortaderia selloana*, *Geoffreade corticans*, *Baccharis* spp., *Sapium haematospermum*).

Asimismo, cuenta con una laguna permanente, la cual posee una superficie de 2.6 ha y una profundidad no superior a los 1.6 m. La misma recibe aportes de agua de la capa freática y por escorrentía superficial de las áreas lindantes durante las precipitaciones (Cacciabue & Savino, 2019). Su zona litoral presenta una cobertura vegetal compuesta principalmente por pasto miel o pata de gallina (*Paspalum dilatatum*), caña común (*Arundo donax*), juncos (*Thypha latifolia*), uña de gato (*Uncaria tomentosa*), guayabo (*Psidium guayaba*), ombú (*Phytolacca dioica*), ligustro (*Ligustrum lucidum*) y palmeras (*Butia yatay*) (Cacciabue & Savino, 2019). La región se encuentra comprendida dentro del clima templado húmedo de llanura. La temperatura media anual ronda los 18.4 °C y las precipitaciones presentan una media anual de alrededor de 1,100-1,200 mm (Pausich et al., 2013).

Técnicas de muestreo

Los muestreos se efectuaron con frecuencia mensual de diciembre de 2021 a marzo de 2022 (temporada de verano en el hemisferio sur), sumándose un muestreo de otoño (mayo de 2022), y totalizando cinco relevamientos en el área. Se utilizaron cuatro técnicas para registrar anfibios: trampas de caída, muestreo de larvas con red, transectas de prospección auditiva y transectas de prospección visual (Greenberg et al., 1994; Heyer et al., 1994; Parris, 1999; U.S. EPA, 2002).

Trampas de caída. Se ubicaron en un arreglo de dos transectas bordeando el cuerpo de agua, cada una de las cuales contó con tres trampas de caída (Fig. 2). La distancia entre trampas continuas fue de 10 m (siguiendo a Sanchez et al., 2013). Cada una de ellas consistió en un recipiente plástico de 20 l de capacidad que contuvo 200 cm³ de agua y una esponja de gomaespuma de 5x10 cm en el fondo a fin de proveer humedad a los animales capturados en el caso de que el agua se secase (Greenberg et al., 1994; Sanchez et al., 2020). Las transectas se separaron una de otra por una distancia de 150 m. Las trampas se habilitaron una vez al mes y se revisaron luego de dejarlas actuar durante 72 h (Sanchez et al., 2020).

Muestreo de larvas con red. Se realizaron inspecciones diurnas recorriendo la orilla de la laguna de la RJBA con el fin de buscar larvas. Se utilizó un método de barrido con red para recolectar las muestras (U.S. EPA, 2002). El tamaño de la red fue de 30 × 32 cm, con poros de 1 mm² en su malla. Se implementó un diseño con tres transectas de 50 m cada una. En ellas, se localizaron puntos de inspección cada 10 m, en los cuales se realizaron cinco barridos con red girando en el lugar (Sanchez et al., 2013; 2020). Aquellas larvas que no pudieron ser identificadas en el campo fueron sacrificadas y fijadas, acorde a las directrices de ASIH et al. (2004) para su posterior determinación taxonómica, la cual se realizó bajo lupa binocular, siguiendo las descripciones proporcionadas por diversos autores para las especies de la región (e.g., Kehr & Williams, 1990; Vera-Candioti, 2007; Kolenc et al., 2008).

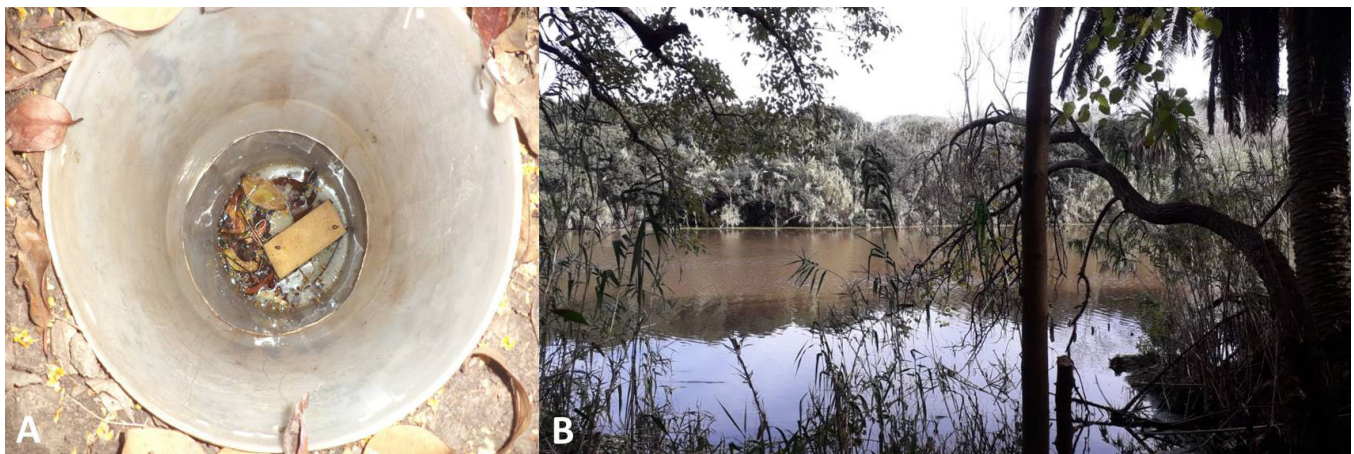


Figure 2. Sampling technique with pitfall traps. A) Trap with a 20-l capacity; B) Lagoon of the Juan Bautista Alberdi School Multiple Use Reserve, around which the pitfall trap transects were established.

Figura 2. Técnica de muestreo con trampas de caída. A) Trampa de 20 l de capacidad; B) Laguna de la Reserva de Uso Múltiple Escuela Juan Bautista Alberdi, alrededor de la cual se establecieron las transectas de trampas de caída.

Transectas de prospección auditiva y de prospección visual. Los machos sexualmente maduros de la mayoría de las especies de anuros vocalizan en cuerpos de agua o sus alrededores. Lo hacen para atraer a las hembras y establecer territorios, y cada especie posee una vocalización distintiva, lo cual permite identificarlas (Straneck et al., 1993; Wells, 2007). En este contexto, con el objetivo de registrar especies a través del canto, cada mes se realizó una búsqueda recorriendo la orilla de la laguna en la franja horaria comprendida entre las 20:30 h y las 22:30 h. Para ello se dispuso una transecta de 100 m con puntos de prospección auditiva localizados sobre la misma cada 10 m. El registro dentro de cada punto se circunscribió a un diámetro fijo de 3.5 m de radio (7 m de diámetro), lo cual permite una cobertura detallada del mismo y acceder a los focos concretos de emisión de canto dentro de su superficie, corroborando así la correcta inclusión en el punto de escucha y evitando registrar dos veces al mismo individuo (Sanchez, 2011). El mismo diseño fue empleado para el caso de la prospección visual, ubicando estaciones de inspección visual de anfibios cada 10 m a lo largo de una transecta de 100 m (Sanchez et al., 2013; 2020).

En todas las técnicas activas se tomó registro del tiempo total, en minutos, dedicado a buscar anuros. En el caso del muestreo pasivo se cuantificó el tiempo que estuvieron abiertas las trampas. Asimismo, se identificaron las especies encontradas y la cantidad de individuos por especie. Dado que el tiempo requerido varió entre las técnicas de muestreo implementadas, para hacer comparables las eficiencias de registro, se estandarizó la abundancia registrada con cada técnica relativizando los individuos encontrados de cada especie al esfuerzo de muestreo medido en minutos (modificado de Rocha et al., 2004). Esto dio como resultado la efectividad relativa de registro (ERR).

$ERR = (\text{abundancia de anfibios registrada} / \text{minutos de muestreo}) \times 100$

El tiempo dedicado a cada técnica de muestreo fue de 24480 min de actividad de las trampas de caída (4080 min/trampa), 189 min de búsqueda de larvas, y 266 min tanto en las transectas de prospección auditiva como en las prospecciones visuales. Asimismo, se estimó el tiempo necesario para que un observador encuentre un anuro individual o TE (modificado de Rocha et al., 2004).

$TE = (\text{minutos de muestreo} / \text{individuos registrados})$

Análisis estadístico

Se trabajó con un *data.frame*, es decir, una tabla en R que puede almacenar diferentes tipos de datos. En él se ingresó para

cada técnica de muestreo las especies que fueron halladas con sus respectivas ERR. A los fines de analizar el efecto de la técnica de muestreo (variable predictora) sobre la ERR (variable respuesta), sin discriminar entre especies, se empleó un modelo lineal randomizado mediante un test de permutación (Manly, 2007; Faraway, 2009). Este método se eligió debido a que los diagnósticos numéricos previos (test de Shapiro y test de Bartlett) revelaron que no se cumplían los supuestos de normalidad y homocedasticidad de la variable respuesta.

Se realizó un ANOVA Tipo 2 y se extrajo el F observado. El estadístico F es una buena medida de la asociación entre la variable predictora y la respuesta, donde los valores más grandes indican asociaciones más fuertes. Se puede romper la correspondencia entre ambas variables permutando los valores de una de ellas, luego de lo cual se recalcula F (Faraway, 2009). Nosotros estimamos F para 1000 permutaciones aleatorias de la variable respuesta y obtuvimos una distribución de pseudo F. A continuación cotejamos el F observado con la distribución de pseudo F creada en el modelo de permutación. Calculamos el valor de *p* analizando qué proporción de la distribución de pseudo F excede al F observado. Si dicha proporción es pequeña debemos rechazar la afirmación de que la variable respuesta no está relacionada con la predictora (Faraway, 2009). El nivel de significancia considerado fue de 0.05. Las pruebas estadísticas se realizaron mediante el software R versión 4.2.0 (R Core Team, 2022). Se utilizaron las librerías *car* (Fox & Weisberg, 2019) y *sciplot* (Morales et al., 2020).

RESULTADOS

Se halló un total de 11 especies de anfibios distribuidas en cinco géneros y tres familias (Fig. 3; Tabla 1) en la RJBA. *Boana pulchella*, *Scinax nasicus* y *Rhinella dorbignyi* fueron las especies más detectadas representando, respectivamente, el 44.3%, 14.8% y 12.5% de todos los registros. El resto de las especies presentaron una frecuencia de observación baja, la cual rondó entre el 1.1% y el 6.8%.

La técnica de muestreo utilizada influyó en la ERR de los anfibios (Fig. 4; $P = 0.001$). Un análisis detallado de los resultados obtenidos con cada técnica, revela que la mayor riqueza de especies ($N = 8$) y cantidad de registros (abundancia total de 65 individuos; 80.25% del total) se obtuvo al emplear transectas de prospección auditiva. Este método presentó una ERR global del 24.44% y con él se necesitó un promedio de solo 4.09 minutos para encontrar un anuro (Tabla 1). Los muestreos de larvas con red permitieron detectar dos especies, una representada por cuatro individuos y la otra por tres, para lo cual se necesitó

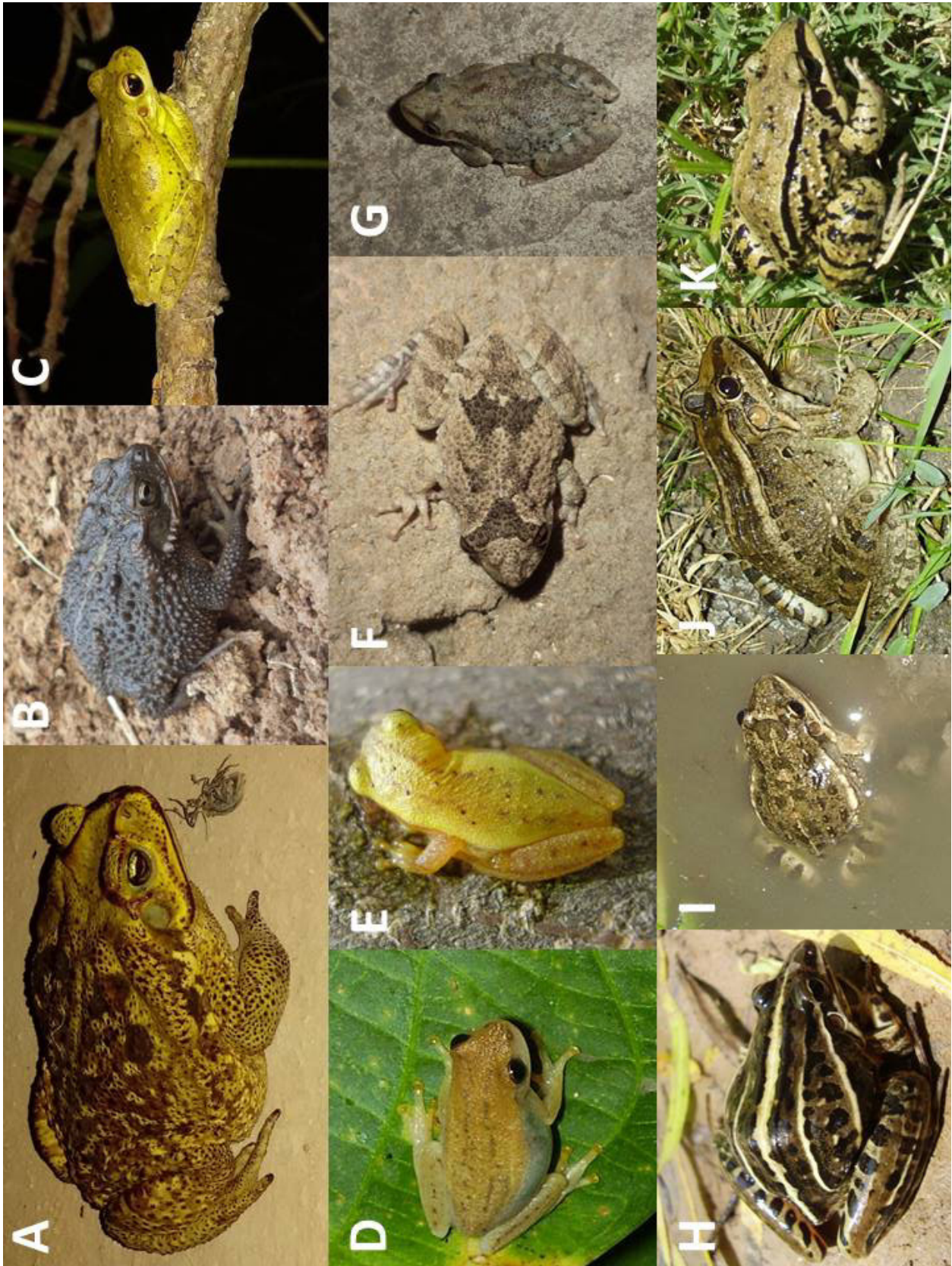


Figure 3. Anuran species recorded in the Juan Bautista Alberdi School Multiple Use Reserve with the sampling techniques tested. A) *Rhinella diptycha*; B) *R. darbigyi*; C) *Boana pulchella*; D) *Dendropsophus nanus*; E) *D. samborni*; F) *Scinax acuminatus*; G) *S. nasicus*; H) *Leptodactylus gracilis*; I) *L. latinasus*; J) *L. macrosternum*; K) *L. mystacinus*.

Figura 3. Especies de anuros registradas en la Reserva de Uso Múltiple Escuela Juan Bautista Alberdi con las técnicas de muestreo testeadas. A) *Rhinella diptycha*; B) *R. darbigyi*; C) *Boana pulchella*; D) *Dendropsophus nanus*; E) *D. samborni*; F) *Scinax acuminatus*; G) *S. nasicus*; H) *Leptodactylus gracilis*; I) *L. latinasus*; J) *L. macrosternum*; K) *L. mystacinus*.

Table 1. Number of records, richness (S), species observed, relative registration effectiveness (ERR), and encounter time in minutes (TE), by using four sampling techniques in the Juan Bautista Alberdi School Multiple Use Reserve (Entre Ríos, Argentina). RDI, *Rhinella diptycha*; RDO, *R. dorbignyi*; BP, *Boana pulchella*; DN, *Dendropsophus nanus*; DS, *D. sanborni*; SA, *Scinax acuminatus*; SN, *S. nasicus*; LG, *Leptodactylus gracilis*; LL, *L. latinasus*; LMA, *L. macrosternum*; LMY, *L. mystacinus*.

Tabla 1. Número de registros, riqueza (S), especies encontradas, efectividad relativa de registro (ERR) y tiempo de encuentro en minutos (TE), usando cuatro técnicas de muestreo en la Reserva de Uso Múltiple Escuela Juan Bautista Alberdi (Entre Ríos, Argentina). RDI, *Rhinella diptycha*; RDO, *R. dorbignyi*; BP, *Boana pulchella*; DN, *Dendropsophus nanus*; DS, *D. sanborni*; SA, *Scinax acuminatus*; SN, *S. nasicus*; LG, *Leptodactylus gracilis*; LL, *L. latinasus*; LMA, *L. macrosternum*; LMY, *L. mystacinus*.

Técnica de muestreo	Número de registros	S	Especies	ERR	TE
Trampas de caída	0	0	-	0.00	-
Muestreo de larvas con red	7	2	RDO, BP	3.70	27
Transectas de prospección auditiva	65	8	BP, DN, DS, SA, SN, LG, LL, LMY	24.44	4.09
Transectas de prospección visual	9	5	RDI, BP, SA, SN, LMA	3.38	29.6

un promedio de 27 minutos para hallar un renacuajo. Esta metodología abarcó el 8.64% de los registros totales con una ERR del 3.70%. Por su parte, mediante las transectas de prospección visual, se identificaron cinco especies, *B. pulchella* con cinco observaciones y el resto con una sola, conformando el 11.1% de los registros y con una ERR del 3.38%. En este caso, el tiempo requerido para que un observador encuentre un individuo de cualquier especie fue de 29.6 minutos. Llamativamente, las trampas de caída no produjeron capturas en ningún mes, a pesar

de la cantidad considerable de tiempo invertido en ellas (4080 min/trampa) (Tabla 1; Fig. 5).

DISCUSIÓN

Existen varios estudios que evalúan la efectividad relativa de diferentes técnicas de muestreo para anfibios (e.g., Parris et al., 1999; Rocha et al., 2004; Guzy et al., 2014; Madalozzo et al., 2017), pero ninguno de ellos se enfoca en humedales templados del Hemisferio Sur. Con las técnicas empleadas registramos una riqueza de anuros para la RJBA de N=11 especies, lo cual representa el 37.9% de las 29 especies citadas para la región (Lajmanovich & Peltzer, 2001; Aceñolaza et al., 2008; Sanchez et al., 2008, 2013). Dado que el período de muestreo se acotó casi exclusivamente a una única estación y con frecuencia mensual, consideramos exitosa la detección de especies en el área. Las técnicas analizadas para muestrear anuros expusieron una notable variación en cuanto a su efectividad de registro. A excepción de las trampas de caída, las técnicas usadas fueron adecuadas para el programa de monitoreo en la RJBA y es probable que también sean útiles en otros ecosistemas lénticos templados.

Las trampas de caída fueron la técnica menos efectiva de las cuatro analizadas, sin arrojar registro alguno. Si bien varios trabajos recomiendan su utilización (e.g., Crosswhite et al., 1999; Ribeiro-Junior et al., 2008), también hay experiencias previas en donde se halló una baja eficiencia comparativa de las trampas en relación a otras técnicas de muestreo, como es el caso de Rödel & Ernst (2004) investigando la diversidad de anfibios en bosques tropicales. En la misma línea, de un total

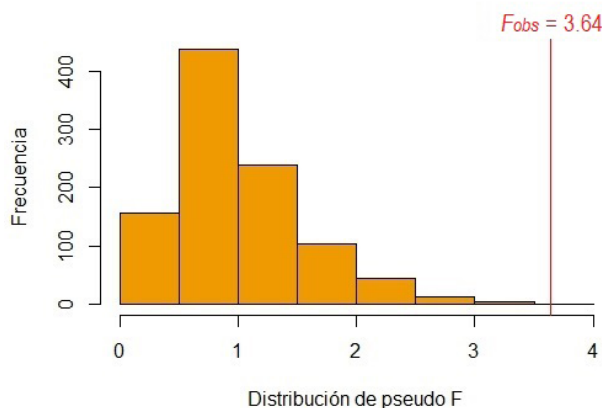


Figure 4. Pseudo F value distribution obtained after 1000 random permutations for the relative registration effectiveness (ERR) response variable of anurans in the Juan Bautista Alberdi School Multiple Use Reserve (Entre Ríos, Argentina). The observed F value (F_{obs}) is marked in red.

Figura 4. Histograma de la distribución de valores de pseudo F obtenidos luego de 1000 permutaciones aleatorias para la variable respuesta efectividad relativa de registro (ERR) de anuros en la Reserva de Uso Múltiple Escuela Juan Bautista Alberdi (Entre Ríos, Argentina). Se marca el valor del F observado (F_{obs}) en rojo.

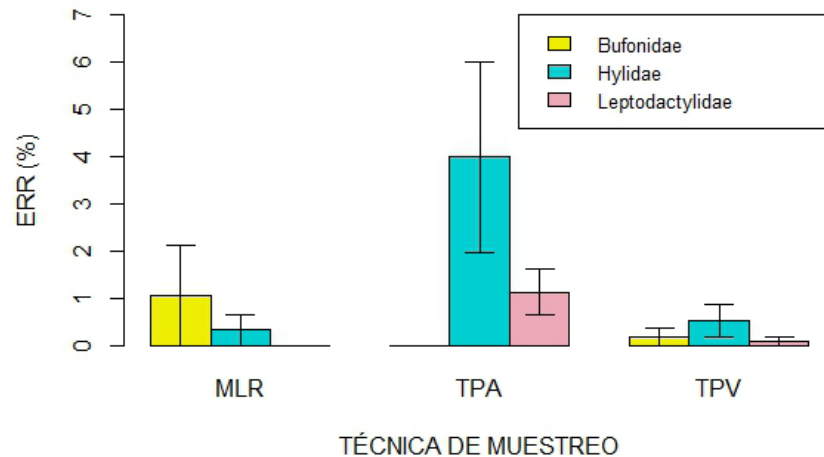


Figure 5. Mean and standard error of the relative registration effectiveness (ERR) for each sampling technique used in the Juan Bautista Alberdi School Multiple Use Reserve (Entre Ríos, Argentina), separated by anuran family. *MLR*, larvae sampling with net; *TPA*, Acoustic survey transects; *TPV*, Visual survey transects.

Figura 5. Media y error estándar de la efectividad relativa de registro (ERR) para cada técnica de muestreo utilizada en la Reserva de Uso Múltiple Escuela Juan Bautista Alberdi (Entre Ríos, Argentina), discriminada por familia de anuro. *MLR*, Muestreo de larvas con red; *TPA*, Transectas de prospección auditiva; *TPV*, Transectas de prospección visual.

de 22 especies de anfibios detectadas, Hsu et al. (2005) lograron recolectar 11 con trampas de caída en un bosque subtropical de China, constituyendo nuevamente la técnica menos eficiente de las testeadas por los investigadores.

Por su parte, Rocha et al. (2004), en un ambiente de Restinga brasilera, y con un esfuerzo de 5220 min/observador, no lograron capturar anfibios empleando trampas de caída. Esta técnica es reconocida por muestrear eficientemente a los anuros que se mueven en el suelo, entre la hojarasca (Ribeiro-Junior et al., 2008). Además, el éxito de la captura depende en gran medida de las condiciones climáticas predominantes, aumentando la eficacia de la misma luego de fuertes lluvias (Branch & Rödel, 2003). Por lo tanto, es probable que el verano particularmente seco que atravesamos en la región centro-este de Argentina durante la temporada 2021-2022 (Wingeyer et al., 2022), haya condicionado los movimientos de los individuos y reducido la probabilidad de interceptarlos. Consideramos que implementar un diseño de trampas con cercas formando una Y (e.g., Sanchez et al., 2020), sería una buena opción para intentar aumentar la eficiencia de la técnica en el lugar. No obstante, hasta la fecha, y con el diseño en transectas y sin barreras empleado, no puede recomendarse el uso de trampas de caída para el registro de anuros en la RJBA.

La técnica de muestreo de larvas con red permitió registrar dos especies; las nueve restantes, detectadas mediante transectas de prospección auditiva y de prospección visual, no fueron captadas con este método. Dado que los muestreos se efectuaron

en verano, las especies que se reproducen tempranamente en primavera, o bien aquellas de reproducción explosiva y esporádica, pudieron ya haber completado la metamorfosis, dificultando su observación con esta técnica. Tales son los casos de *Rhinella diptycha*, *Leptodactylus mystacinus*, *L. latinasus* y *Scinax acuminatus* (Sanchez et al., 2009). En el caso de las ranas cavadoras del género *Leptodactylus*, con su modo reproductivo particular que implica la puesta de huevos en nidos de espuma dentro de cuevas y en áreas anegadizas o próximas a cuerpos de agua, las primeras etapas del desarrollo larval pueden llevarse a cabo en la misma cueva o en el agua, dependiendo del momento en que las lluvias inundan el nido y lo arrastren hacia el cuerpo de agua cercano (Lavilla & Rougés, 1992; Haddad & Prado, 2005). Esta característica de las especies, sumado a una situación de estrés por sequía y bajas precipitaciones, extendida desde 2020 en la región (Wingeyer et al., 2022), podría ayudar a explicar por qué no fueron registrados los renacuajos de estos taxones. Los resultados coinciden con los informados por Madalozzo et al. (2017) en pastizales tropicales de Brasil para especies cavadoras de *Leptodactylus*. No obstante, los autores recomiendan el uso de esta técnica como metodología complementaria, debido a la ventaja que le otorga el poder detectar especies que ya han terminado su actividad reproductiva y aún permanecen en el agua como larvas (Madalozzo et al., 2017).

Las transectas de prospección auditiva resultaron el método más efectivo para muestrear anuros en el área de estudio, no sólo en términos de riqueza, detectando el 72.7% de las especies registradas en la RJBA, sino también en cuanto a abundancia

de anuros. Este resultado coincide con estudios previos en diferentes regiones del mundo (Hsu et al., 1995; Rödel & Ernst, 2004; Guzy et al., 2014). La técnica es útil para detectar especies cuyos machos se congregan a vocalizar en cuerpos de agua permanentes o temporales, atrayendo a las hembras al lugar (Madalozzo et al., 2017). Al ser ambientes abiertos, se reduce la interferencia causada por la vegetación y la propagación del sonido es mayor, facilitando la identificación de especies mediante sus cantos nupciales, incluso a grandes distancias (Silva Gómez & Eliosa León, 2013; Madalozzo et al., 2017). Asimismo, es una técnica adecuada para las especies cavadoras del género *Leptodactylus*. En *Leptodactylus gracilis*, *L. latinasus* y *L. mystacinus*, el macho construye cuevas en la tierra húmeda cerca de cuerpos de agua. En ellas vocaliza para atraer a la hembra, y se produce el amplexo y la puesta de huevos contenidos por nidos de espuma (Fernández & Fernández, 1921; Lavilla & Rougés, 1992). Consecuentemente, la observación directa de estas especies es menos frecuente que el registro a través del canto. Lo mismo sucede con la mayoría de las especies arbóreas pertenecientes a la familia Hylidae, en concordancia con lo informado por Rödel & Ernst (2004), transformando al muestreo acústico en una herramienta esencial. El tiempo que requirió esta técnica fue idéntico al de las transectas de prospección visual, y apenas superior al de los muestreos de larvas con red, las cuales resultaron sensiblemente menos efectivas.

Sin embargo, para aquellas especies cuyas vocalizaciones son difíciles de escuchar, o bien exhiben períodos de reproducción explosivos o de corta duración, como es el caso de *Leptodactylus macrosternum* y de *R. diptycha* (Peltzer & Lajmanovich, 2007), las transectas de prospección auditiva no son el método ideal, y complementarlo con transectas visuales puede ser de gran ayuda (Guzy et al., 2014). Estas especies en particular, poseen además elevadas probabilidades de detección visual debido a su gran tamaño, haciéndolas conspicuas. La primera posee una longitud hocico-cloaca de entre 67.5 y 83 mm en machos, y 78 a 80 mm en hembras (Gallardo, 1964), mientras que las hembras de *R. diptycha* alcanzan los 210 mm, siendo los machos levemente más pequeños (Cei, 1980). Asimismo, se facilita su observación dado que se mantienen activas durante la temporada reproductiva. A *L. macrosternum* es común registrarla en los márgenes de hábitats acuáticos depredando una amplia variedad de taxones, generalmente invertebrados, pero también otras especies de anuros (Heyer & Giaretta, 2009; Costa-Pereira et al., 2015; Oda et al., 2016). Por su parte, *R. diptycha* explota ambientes relacionados con la actividad humana, aprovechando las luces artificiales para alimentarse de los insectos atraídos por ella (Duré et al., 2009), siendo frecuente también en los alrededores de cuerpos de agua permanentes y temporales (Batista et al., 2011).

Debemos tener en cuenta, especialmente en estudios de corta duración como el presente, que combinar diferentes técnicas ayuda a que las muestras sean representativas de sus respectivas comunidades de origen, al aumentar la posibilidad de registrar especies con una amplia variedad de hábitos (Crosswhite et al., 1999; Ribeiro-Junior et al., 2008). Asimismo, tal como informan Ribeiro-Junior et al. (2008), permite fortalecer la validez de las investigaciones frente a las críticas de sesgos de detección asociados con técnicas particulares. Nuestros hallazgos van en esta línea. Si bien las transectas de prospección auditiva resultaron ser más eficientes para el muestreo de anfibios en la RJBA, las de prospección visual y los muestreos de larvas con red permitieron encontrar especies no detectadas con las transectas auditivas (*R. diptycha* y *L. macrosternum* en el primer caso, y *R. dorbignyi* en el segundo). Estos resultados sugieren que un diseño de muestreo integrando diferentes técnicas es necesario para estudiar adecuadamente las comunidades de anfibios en este humedal templado.

Por último, cuando nos encontramos en situaciones donde la asignación de recursos monetarios y logísticos son limitados para la conservación, la selección de las técnicas de muestreo en estudios de biodiversidad debe hacerse con mucho cuidado, teniendo en cuenta el costo, el tiempo requerido y la efectividad de las mismas (Ribeiro-Junior et al., 2008; Madalozzo et al., 2017). En el presente estudio contamos con un financiamiento reducido y seleccionamos cuatro técnicas que resultaban factibles de implementar con el presupuesto disponible. De ellas, los muestreos de larvas con red, las transectas de prospección auditiva y las de prospección visual constituyen opciones económicas en comparación con el empleo de trampas de caída que implican la compra de baldes, goma espuma y, en el caso de utilizarse, también barreras. En cuanto al tiempo invertido, este fue mayor en las trampas de caída, ya que se debe ir a habilitarlas 72 h antes y luego revisarlas, preferentemente, con frecuencia diaria (Pereyra et al., 2021).

Por su parte, los muestreos de larvas demandan importantes asignaciones de tiempo si consideramos no sólo las horas dedicadas efectivamente a la búsqueda con red, sino también los grandes esfuerzos en laboratorio, bajo lupa binocular, requeridos para identificar a los individuos. En contraste, los relevamientos mediante transectas auditivas y visuales solo consumen el tiempo empleado durante la actividad de campo propiamente dicha. Las ventajas de las trampas y los muestreos de larvas radican en que son técnicas que se ejecutan habitualmente durante el día, evitando los peligros potenciales asociados al trabajo nocturno en lugares que, muchas veces, se encuentran alejados (Madalozzo et al., 2017). Poniendo en la balanza no solo la ERR

medida sino también el costo y el tiempo insumido, nuevamente las trampas de caída constituyen la técnica menos recomendable para muestrear anfibios en este humedal templado del centro-este de Argentina.

CONCLUSIÓN

Recomendamos el uso de transectas de prospección auditiva combinando las mismas con transectas de prospección visual y muestreos de larvas con red como técnicas complementarias. Las transectas auditivas son adecuadas para registrar anfibios con cantos notorios y períodos de vocalización prolongados, las transectas visuales para anuros con cantos poco perceptibles o acotados en el tiempo, y los muestreos de larvas permiten detectar especies fuera de su período de actividad reproductiva (Guzy et al., 2014; Madalozzo et al., 2017). En futuras investigaciones, provistas de un mayor financiamiento, sería óptimo incorporar al análisis el monitoreo acústico pasivo, cuya utilización en los inventarios herpetológicos va cobrando cada vez más impulso (e.g., Boullhesen et al., 2021). Se espera que la información suministrada sobre la efectividad relativa de las técnicas de muestreo estudiadas sea de ayuda para otros herpetólogos de humedales lacustres templados del Hemisferio Sur. Mejorar la eficiencia de los muestreos permitirá fortalecer nuestra comprensión sobre la biodiversidad de este grupo taxonómico, tan necesario en el contexto de declinación global actual de los anfibios (Bishop et al., 2012; IUCN, 2022; Kacoliris et al., 2022).

Agradecimientos.- Agradecemos a la Universidad Autónoma de Entre Ríos por el financiamiento del proyecto PIDIN-UADER *Inventario de tetrápodos de la reserva de uso múltiple "Escuela Juan Bautista Alberdi" y zona de influencia* (Resol. C.S. N° 214/21), y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por el financiamiento brindado a través del PUE 056 *Biodiversidad en plantaciones forestales*. A la Dirección de Recursos Naturales de la Provincia de Entre Ríos por el permiso de investigación y colecta N° 004/22 otorgado a A.L. Ronchi Virgolini. Un especial agradecimiento al grupo de estudiantes de biología que colaboraron voluntariamente con el trabajo de campo: Martínez, M.E, Morguenstern, Q.I., Zamboni, L., Pineda Sánchez, A., Morante, N.M., Cettour, C., Burgardt, M.S. y Wittwer, L. Al personal de la RJBA, en especial a la Ing. Agr. Viviana Fusi, así como al Prof. Alfredo Grimaux y su equipo por la buena predisposición y colaboración.

LITERATURA CITADA

Aceñolaza, P., A. Manzano, E. Rodríguez, L.C. Sanchez, A.L. Ronchi, E. Gimenez, D. Demonte & Z. Marchetti. 2008. Biodiversidad

de la región superior del Complejo Deltaico del Río Paraná. *INSUGEO Miscelánea* 17:127-152.

Almeida-Gomes, M., M. Van Sluys & C.F.D. Rocha. 2007. Calling activity of *Crossodactylus gaudichaudii* (Anura: Hylodidae) in an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. *Belgian Journal of Zoology* 137:203-207.

Angulo, A. 2002. Anfibios y paradojas: perspectivas sobre la diversidad y las poblaciones de anfibios. *Ecología Aplicada* 1:87-91.

Angulo, A., J.V. Rueda-Almonacid, J.V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (Eds.). 2006. Técnicas de Inventario y Monitoreo Para los Anfibios de la Región Tropical Andina. *Conservación Internacional. Serie Manuales para la Conservación* 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C., Colombia.

ASIH, HL & SSAR (American Society of Ichthyologists and Herpetologists, The Herpetologists' League, y Society for the Study of Amphibians and Reptiles). 2004. Guidelines For Use Of Live Amphibians And Reptiles In Field And Laboratory Research. https://static1.squarespace.com/static/618bf11a71fcd5398996eda/t/618fbed9a68bdd5cbcc95f78/1636810457669/guidelines_herps_research_2004.pdf [Consultado en diciembre 2021]

Batista, R.C., C.B. De-Carvalho, E.B. Freitas, S.C. Franco, C.C. Batista, W.A. Coelho & R.G. Faria. 2011. Diet of *Rhinella schneideri* (Werner, 1894) (Anura: Bufonidae) in the Cerrado, Central Brazil. *Herpetology Notes* 4:017-021.

Bishop, P.J., A. Angulo, J.P. Lewis, R.D. Moore, G.B. Rabb & J. Garcia Moreno. 2012. The Amphibian Extinction Crisis -What Will It Take to Put the Action Into the Amphibian Conservation Action Plan? Version 5.2. <http://journals.openedition.org/sapiens/1406>. S.A.P.I.EN.S. [Consultado en julio 2022]

Boullhesen, M., M. Vaira, R.M. Barquez & M.S. Akmentins. 2021. Evaluating the efficacy of visual encounter and automated acoustic survey methods in anuran assemblages of the Yungas Andean forests of Argentina. *Ecological Indicators* 127:107750.

Branch, W.R. & M.O. Rödel. 2003. Herpetological survey of the Haute Dodo and Cavally forests, western Ivory Coast, Part II: Trapping results and reptiles. *Salamandra* 39:21-38.

Burkart, R., N. Bárbaro, R. O. Sánchez & D. A. Gómez. 1999. Eco-regiones de la Argentina. APN-Prodía, Buenos Aires, Argentina.

- Bury, R.B. & P.S. Corn. 1987. Evaluation of pitfall trapping in northwestern forests: trap array with drift fences. *Journal of Wildlife Management* 51:112-119.
- Cacciabue, C.G. & M.N. Savino. 2019. Estructura del ensamble zooplanctónico de la laguna de la Escuela Normal Rural «Juan Bautista Alberdi» (Oro Verde, Entre Ríos): en los períodos primavera-verano 2017-2018. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos, Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.
- Canavero, A., M. Arim, D.E. Naya, A. Camargo, I. Rosa & R. Maneyro. 2008. Calling activity patterns in an anuran assemblage: the role of seasonal trends and weather determinants. *North-Western Journal of Zoology* 4:29-41.
- Cei, J.M. 1980. Amphibians of Argentina. *Monitore Zoologico Italiano. Monografia* 2:1-609.
- Corn, P.S. & R.B. Bury. 1990. *Sampling Methods for Terrestrial Amphibians and Reptiles*. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station Portland, General Technical Report PNW-GTR-256. USA.
- Corn, P.S., L. Muth & W.M. Iko. 2000. A comparison in Colorado of three methods to monitor breeding amphibians. *Northwestern Naturalist* 81:22-30.
- Costa-Pereira, R., J.L.M.M. Sugai, S. Duleba, L.S.M. Sugai, J.S. Terra & F.L. Souza. 2015. Predation on *Physalaemus centralis* by the Chaco Frog *Leptodactylus chaquensis*. *Herpetology Notes* 8:345-346.
- Crosswhite, D.L., S.F. Fox & R.E. Thill. 1999. Comparison of methods for monitoring reptiles and amphibians in upland forests of the Ouachita Mountains. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* 79:45-50.
- Doan, T.M. 2003. Which methods are most effective for surveying rain forest herpetofauna? *Journal of Herpetology* 37:72-81.
- Duré, M.I., A.I. Kehr & E.F. Schaefer. 2009. Niche overlap and resource partitioning among five sympatric bufonids (Anura, Bufonidae) from northeastern Argentina. *Phyllomedusa* 8:27-39.
- Faraway, J.J. 2009. *Linear Models with R*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton London New York Washington, D.C.
- Fernández, K. & M. Fernández. 1921. Sobre la biología y reproducción de algunos batracios argentinos I. Cystignathidae. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 91:97-139.
- Fox, J. & S. Weisberg. 2019. *An R Companion to Applied Regression*, 3rd edition. Sage, Thousand Oaks CA. <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>. [Consultado en agosto 2022]
- Gallardo, J.M. 1964. Consideraciones sobre *Leptodactylus ocellatus* (L.) (Amphibia, Anura) y especies aliadas. *Physis* 24:373-384.
- Greenberg, C.H., D.G. Neary & L.D. Harris. 1994. A Comparison of herpetofaunal sampling effectiveness of pitfall, single-ended, and double-ended funnel traps used with drift fences. *Journal of Herpetology* 28:319-324.
- Guzy, J.C., S.J. Price & M.E. Dorcas. 2014. Using multiple methods to assess detection probabilities of riparian-zone anurans: implications for monitoring. *Wildlife Research* 41:243-257.
- Haddad, C.F.B. & C.P.A. Prado. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience* 55:207-217.
- Hatano, F.H., C.F. Rocha & M. Van Sluys. 2002. Environmental factors affecting calling activity of a tropical diurnal frog (*Hylodes phyllodes*: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology* 36:314-318.
- Hayes, T.B., P. Falso, S. Gallipeau & M. Stice. 2010. The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's perspective. *The Journal of Experimental Biology* 213:921-933.
- Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek & M.S. Foster (Eds.). 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington DC, USA.
- Heyer, W.R. & A.A. Giaretta. 2009. Advertisement calls, notes on natural history, and distribution of *Leptodactylus chaquensis* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) in Brasil. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 122:292-305.
- Hsu, M.Y., Y.C. Kam & G.M. Fellers. 2005. Effectiveness of amphibian monitoring techniques in a taiwanese subtropical forest. *Herpetological Journal* 15:73-79.
- IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. <https://www.iucnredlist.org> [Consultado en julio 2022]



- Kacoliris, F.P., I. Berkunsky, J.C. Acosta, R. Acosta, M.G. Agostini, M.S. Akmentins, M.L. Arellano, C. Azat, N.C. Bach, G.M. Blanco, R. Calvo, A. Charrier, V. Corbalán, C. Correa, M.E. Cuello, C. Deutsch, D. Di Pietro, S. Gastón, R. Gómez Alés, C. Kass, N. Kass, G. Lobos, T.A. Martínez, T. Martínez-Aguirre, M. Mora, R. Nieva-Cocilio, H. Pastore, J.M. Pérez-Iglesias, L. Piaggio Kokot, F. Rabanal, M.J. Rodríguez-Muñoz, L.C. Sanchez, C. Tala, C. Úbeda, M. Vaira, M.A. Velasco, M. Vidal & J. Williams. 2022. Current threats faced by amphibian populations in the southern cone of South America. *Journal for Nature Conservation* 69:126254.
- Kehr, A.I. & J.D. Williams. 1990. Larvas de anuros de la República Argentina. Cuadernos de Herpetología, Serie Monografías 2:1-44.
- Kolenc, F., C. Borteiro, L. Alcalde, D. Baldo, D. Cardozo & J. Faivovich. 2008. Comparative larval morphology of eight species of *Hypsiboas* Wagler (Amphibia, Anura, Hylidae) from Argentina and Uruguay, with a review of the larvae of this genus. *Zootaxa* 1927:1-66.
- Lajmanovich, R.C. & P.M. Peltzer. 2001. Evaluación de la diversidad de anfibios de un remanente forestal del valle aluvial del río Paraná (Entre Ríos - Argentina). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 12:12-17.
- Lavilla, E.O. & M. Rougés. 1992. Reproducción y desarrollo de anuros argentinos. Serie de Divulgación de la Asociación Herpetológica Argentina 5:1-66.
- Lips, K.R., J.K. Reaser, B.E. Young & R. Ibáñez. 2001. Amphibian monitoring in Latin America: a protocol manual (Monitoreo de anfibios en América Latina: manual de protocolos). *SSAR Herpetological Circulars* 30:1-115.
- Lips, K.R., J.R. Mendelson, A. Munoz-Alonso, L. Canseco-Marquez & D.G. Mulcahy. 2004. Amphibian population declines in montane southern Mexico: resurveys of historical localities. *Biological Conservation* 119:555-564.
- Loyola, R., P. Lemes, N. Urbina-Cardona, D. Baldo, J. Lescano & J. Nori. 2015. Amphibians in a changing world: A global look at their conservation status. *FrogLog* 23:30-31.
- Madalozzo, B., T.G. Santos, M.B. Santos, C. Both & S. Cechin. 2017. Biodiversity Assessment: Selecting Sampling Techniques To Access Anuran Diversity In Grassland Ecosystems. <http://dx.doi.org/10.1071/WR16086>. *Wildlife Research*. [Consultado en junio 2022]
- Manly, B.F.J. 2007. Randomization, Bootstrap And Monte Carlo Methods In Biology. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, Florida, USA.
- Morales, M., & with code developed by the R Development Core Team, with general advice from the R-help listserv community and especially Duncan Murdoch: *sciplot*. 2020. Scientific Graphing Functions for Factorial Designs. R package version 1.2-0, <https://CRAN.R-project.org/package=sciplot> [Consultado en agosto 2022]
- Muzzachiodi, N. 2002. Avifauna registrada en la Reserva Natural Juan Bautista Alberdi, Oro Verde, departamento de Paraná, provincia de Entre Ríos, Argentina. *Nótulas Faunísticas* 11:1-3.
- Oda, F.H., P.G. Gambale & V.G. Batista. 2016. *Leptodactylus chaquensis* (Anura, Leptodactylidae) as a predator of *Pseudis platensis* (Anura, Hylidae) in southern Brazil. *Lundiana* 12:45-48.
- Parris, K.M. 1999. Review: amphibian surveys in forests and woodlands. *Contemporary Herpetology* 1999:1-14.
- Parris, K.M., W.T. Norton & B.R. Cunningham. 1999. A comparison of techniques for sampling amphibians in the forests of south-east Queensland, Australia. *Herpetologica* 55:271-283.
- Pausich, G., J. Gvozdenovich & C. Pioto. 2013. Caracterización De Zonas Y Zubzonas RIAN, Entre Ríos. Red de Información Agropecuaria Nacional. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Entre Ríos, EEA Paraná, Argentina.
- Pearman, P.B., A.M. Velasco & A. López. 1995. Tropical amphibian monitoring: a comparison of methods for detecting inter-site variation species' composition. *Herpetologica* 51:325-337.
- Peltzer, P.M. & R.C. Lajmanovich. 2007. Amphibians. Pp 327-340. En M.H. Iriondo, J.C. Paggi & M.J. Parma (Eds.). *The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland*. Springer Berlin Heidelberg, New York, USA.
- Pereyra, L., E. Etchepare & M. Vaira. 2021. Manual de Técnicas y Protocolos para el Relevamiento y Estudio de Anfibios de Argentina. EdiUnju, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.



- R Core Team. 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [URL https://www.R-project.org/](https://www.R-project.org/).
- Ribeiro-Junior, M.A., T.A. Gardner & T.C.S. Ávila-Pires. 2008. Evaluating the effectiveness of herpetofaunal sampling techniques across a gradient of habitat change in a Tropical Forest landscape. *Journal of Herpetology* 42:733-749.
- Rocha, C.F.D., M. Van Sluys, F.H. Hatano, L. Boquimpani-Freitas, R.V. Marra & R.V. Marques. 2004. Relative efficiency of anuran sampling methods in a Restinga habitat (Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brazil). *Brazilian Journal of Biology* 64:879-884.
- Rödel, M.O. & R. Ernst. 2004. Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica* 10:1-14.
- Sanchez, L.C., P.M. Peltzer, A.S. Manzano & R.C. Lajmanovich. 2007. Dinámica de un ensamble de anuros en un humedal del tramo inferior del río Paraná, Argentina. *Interciencia* 32:463-470.
- Sanchez, L.C., B. Zucchini & A.S. Manzano. 2008. Mapas de Distribución de los Anuros de la Provincia de Entre Ríos en Base a Colecciones Herpetológicas. *INSUGEO Miscelánea* 17:239-258.
- Sanchez, L.C., P.M. Peltzer & R.C. Lajmanovich. 2009. Structure of wetland-breeding anuran assemblages from the southern section of the Paraná river, Argentina. *Herpetological Journal* 19:173-184.
- Sanchez, L.C. 2011. Alteraciones de la dinámica y biología reproductiva de anuros (Amphibia, Anura) producidos por el avance de la frontera agrícola en ambientes naturales del delta superior del río Paraná. Tesis doctoral. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- Sanchez, L.C., P.M. Peltzer, R.C. Lajmanovich, A.S. Manzano, C.M. Junges & A.M. Attademo. 2013. Reproductive activity of anurans in a dominant agricultural landscape from central-eastern Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:912-926.
- Sanchez, L.C., J.M. Alonso & A.S. Manzano. 2020. Caracterización de las comunidades de anuros del Parque Nacional Islas de Santa Fe (Argentina). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 91:e913221.
- Silva Gómez, A.B. & H.R. Eliosa León. 2013. Comunicación acústica en anfibios y su trascendencia evolutiva. *Ciencias* 109-110:20-27.
- Straneck, R., E.V. Olmedo & G.R. Carrizo. 1993. Catálogo de Voces de Anfibios Argentinos, Parte I. Ediciones L.O.L.A., Buenos Aires, Argentina.
- Sugai, L.S.M., T.S.F. Silva, J.W. Ribeiro Jr & D. Llusia. 2019. Terrestrial passive acoustic monitoring: review and perspectives. *Bioscience* 69:15-25.
- U.S.EPA. 2002. Methods For Evaluating Wetland Condition: Using Amphibians in Bioassessments of Wetlands. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C., USA.
- Vaira, M., M.S. Akmentins & E.O. Lavilla. 2018. Plan de acción para la conservación de los anfibios de la República Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 32:1-56.
- Van Sluys, M., R.V. Marra, L. Boquimpani-Freitas & C.F.D. Rocha. 2012. Environmental factors affecting calling behavior of sympatric frog species at an Atlantic Rain Forest area, Southeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 46:41-46.
- Vera Candiotti, M.F. 2007. Anatomy of anuran tadpoles from lentic water bodies: systematic relevance and correlation with feeding habits. *Zootaxa* 1600:1-175.
- Wells, K.D. 2007. *The Ecology and Behaviour of Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Whittaker, K., M.S. Koo, D.B. Wake & V.T. Vredenburg. 2013. Global Declines of Amphibians. Pp 691-699. En S.A. Levin (Ed.). *Encyclopedia of Biodiversity*, 2nd edition, Volume 3. Academic Press, Waltham, Massachusetts, USA.
- Wingeyer, A.B., E.A. Gabioud, M.S. Seehaus & G.D. Maffini. 2022. Temperaturas y precipitaciones en 2021 en el área de influencia del INTA EEA Paraná. *Serie Extensión INTA Paraná* 87:84-87.



THE DISTRESS CALL AND RANGE EXTENSION OF THE HERMOSAS ROBBER FROG, *PRISTIMANTIS RACEMUS* (ANURA: STRABOMANTIDAE)

LLAMADA DE AUXILIO Y AMPLIACIÓN DEL RANGO DE DISTRIBUCIÓN DE LA RANA DE LLUVIA DE LAS HERMOSAS, *PRISTIMANTIS RACEMUS* (ANURA: STRABOMANTIDAE)

GUSTAVO ADOLFO PISSO-FLOREZ^{1,2*}, ANDRÉS FELIPE LIÉVANO-BONILLA^{2,3}, ANGELA M. MENDOZA-HENAO⁴ & SEBASTIÁN DUARTE-MARÍN^{5,6}

¹Parques Nacionales Naturales de Colombia, Carrera 9 # 25N - 06, Popayán, Cauca, Colombia.

²Fundación Ecohabitats, Calle 78N # 19 - 157 Casa 24 Portería 1, Popayán, Cauca, Colombia.

³Museo de Historia Natural, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

⁴Colección de Sonidos Ambientales, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Claustro de San Agustín – Carrera 8 # 15-08, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia

⁵Entropía Co, Carrera 12 # 1 – 28, Pereira, Risaralda, Colombia.

⁶Grupo Evolución, Ecología y Conservación (EECO), Programa de Biología, Universidad del Quindío, Armenia, Quindío, Colombia.

*Correspondence: tapiflo@gmail.com

Received: 2022-10-06. Accepted: 2022-12-16. Published: 2023-02-15.

Editor: José Manuel Serrano Serrano, México.

Resumen.— A pesar de la gran riqueza en las ranas *Pristimantis*, su repertorio acústico permanece pobremente conocido, y particularmente, sus señales acústicas defensivas tales como los llamados de auxilio no han sido documentados. Aquí, proveemos datos cuantitativos de la llamada de auxilio emitida por una hembra de *Pristimantis racemus* y extendemos la distribución geográfica en 187 km hacia el sur de las localidades previamente conocidas en los Andes del suroccidente colombiano.

Palabras clave.— bioacústica, comportamiento defensivo, distribución geográfica, Parque Nacional Natural Puracé, Terrarana.

Abstract.— Despite the high species richness in *Pristimantis* frogs, their acoustic repertoire remains poorly known, particularly defensive acoustic signals such as the distress call that have gone largely undocumented. Herein, we provide quantitative data of the distress call emitted by a female of *Pristimantis racemus* and extend the geographical distribution 187 km south from previously known localities in the southwestern Colombian Andes.

Keywords.— bioacoustics, defensive behaviour, geographical distribution, Puracé National Park, Terrarana.

INTRODUCTION

Auditory signals are widely employed by anurans in different contexts. Currently, four categories of auditory signals are recognized: reproductive calls, aggressive calls, defensive calls and feeding calls (Köhler et al., 2017). Distress call is the most common into defensive call category, which consists of acoustic signals emitted generally by an individual with open mouth

before a predator attack, commonly being a loud scream or high pitched hissing (Bogert, 1960; Wells, 2007; Toledo & Haddad, 2009; Köhler et al., 2017). Although the presence of distress call has been relatively well documented in some species of Hylidae and Leptodactylidae, this type of call remains poorly documented in most Neotropical frogs (Hödl & Gollman, 1986; Toledo &

Haddad, 2009). Las Herosas robber frog, *Pristimantis racemus* (Lynch, 1980) is an endemic and little-known Strabomantidae species that inhabits in paramos ecosystems of the departments of Tolima, Quindío and Valle del Cauca in the Andean region of Colombia, between 3030 and 3570 m a.s.l (Lynch, 1980; Ardila-Robayo & Acosta-Galvis, 2000; Lynch & Suarez-Mayorga, 2002; Buitrago-González et al., 2016; Yáñez-Muñoz et al., 2019; Acosta-Galvis, 2022).

This species is listed as Vulnerable and there is limited information about natural history, ecology, geographical distribution, phylogeny, population status and trends (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2019). Here, we describe the distress call given by a female of *P. racemus* and report a new locality extending the geographical distribution of the species.

MATERIALS AND METHODS

During a field work on December 7th 2021, at 22:04 h, we observed an individual active of *P. racemus* (Fig. 1) at a height of 100 cm on the leaf of frailejón (*Espeletia* sp.), located on the driest area of Magdalena Lake at Puracé National Park, municipality of San Agustín, department of Huila, Colombia (1.936278° N, 76.606293° W, datum WGS84, 3,465 m a.s.l.). We captured the individual by handling to obtain *Batrachochytrium dendrobatidis* samples using the swabbing method (Kriger et al., 2006) and, at the moment of capturing it, the individual began to emit “distress calls” with the open mouth while the frog was manipulated and released again in a frailejón (Fig. 1C).

The individual emitted several distress calls for about five minutes after being handled, but once captured and placed



Figura 1. *Pristimantis racemus*, A) vista dorsolateral, B) vista ventral y C) manipulación individual de una hembra emitiendo llamada de auxilio. Individuo registrado en la laguna La Magdalena, Parque Nacional Natural Puracé, departamento del Huila, Colombia.

Figure 1. *Pristimantis racemus*, A) dorsolateral view, B) ventral view and C) individual manipulation of a female emitting distress call. Individual recorded from Magdalena lake, Puracé National Park, Huila department, Colombia.

in the bag, not further auditory signals were produced. The distress calls were recorded with a Tascam DR-40X digital recorder connected to a Rode NTG1 unidirectional condenser microphone (frequency range: 20-20,000 Hz) positioned about 0.5 m from the frog. We measured the body size (Snout-Vent Length, SVL) with a SPI super polymid dial caliper (± 0.1 mm), while air temperature ($^{\circ}\text{C}$) and humidity (%RH) were recorded with HTC-2 digital thermohygrometer (accuracy ± 0.1 $^{\circ}\text{C}$ and 1 %). The individual was collected as voucher, euthanized with 2% lidocaine, fixed in 10% formaldehyde solution, and preserved in 70% ethanol (Cortez et al., 2006). The specimen was deposited at the herpetological collection of the Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC-He-An 001411), in Popayán, Cauca, Colombia. We determined the sex and maturity by direct observation of gonads (i.e., matured testes in adult males or convoluted oviducts or eggs in adult females; Duellman & Lehr, 2009).

Recording was digitized at 16 bits resolution and 44,100 Hz sampling rate. We estimated call duration, peak frequency, minimum frequency (frequency 5%), maximum frequency (frequency 95%) and frequency bandwidth (BW 90%) of the recorded call using the software Raven Pro 1.6.1 (Center for Conservation Bioacoustics, 2019; Cuestas-Carrillo & Dena, 2019). Oscillograms, spectrograms and power spectrum were made with Fast Fourier Transformation (FFT), a window size of 5 ms, the Blackman algorithm, and plotted with the seewave 2.1.8 package in R environment through RStudio interface (Sueur et al., 2008; R Core Team, 2021; RStudio Team, 2022). Data provided for the call include mean \pm standard deviation (range). Vocalization recording was deposited at the Colección de Sonidos Ambientales “Mauricio Álvarez-Rebolledo” of the Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-CSA-36557), Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.

To verify the identity of the species, we removed a piece of liver tissue from the collected individual, which was preserved in 96% ethanol (González & Arenas-Castro, 2017), we also obtained a sample liver muscle of *P. racemus* of the Colección de Anfibios del Instituto Humboldt (IAvH-Am-13775). DNA was extracted with Blood and Tissue kit from Quiagen. We barcoded the samples for 565 bp of the mitochondrial 16S and 630 bp of COI region, amplified with primers 16S A-L / 16SB-H for 16S (Palumbi, 1996), and dgLCO-1490/dgHCO-2198 for COI (Meyer, 2003). All reactions were carried out using the conditions suggested by Ivanova et al. (2006). We sequenced the amplicons in the forward and reverse direction on an Applied Biosystems 3730 DNA Analyzer. Sequences were deposited on GenBank (Genbank numbers OP578693-OP578694 for 16S and

OP580480-OP580481 for COI). For comparative material, we obtained 44 sequences of closely related *P. orcesi* paraphyletic group (Lynch, 1980) sequences from GenBank. All sequences were aligned using Geneious prime 2019.0.4 (Kearse et al., 2012) and, we estimate molecular divergence levels between clades by calculating pairwise genetic p-distances using Mega 7.0.26 (Kumar et al., 2018), on a shorter dataset of 571 bps for COI and 565 for 16S without missing data and applying pairwise deletion for gaps.

To gather additional geographical data for *P. racemus* in Colombia, we searched in the local museum databases of the Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional (ICN), Universidad del Quindío (ARUQ), Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC), and international databases such as the American Museum of Natural History (AMNH), National History Museum Los Angeles County (LACM), and the University of Kansas Biodiversity Institute Herpetology Collection (KUH), through the use of the Global Biodiversity Information Facility (GBIF.org, 2022). The geographical coordinates obtained were reviewed for adjustment or approximate assignment by the authors based in the own knowledge of the area. We estimated the actual distribution range of this species using the geometric convex hull polygon, calculated from Minimum Bounding Geometry algorithm in QGIS 3.22 (Ortega-Andrade & Venegas, 2014; QGIS.org, 2022).

RESULTS

The individual is assigned to *P. racemus* and present several diagnostic morphological traits described by Lynch (1980) as snout-vent length of 29.5 mm (SVL), presence of large flat warts in flanks and lower back, venter coarsely areolate, tympanic annulus and tympanum present, small tubercles in the tarsus and heel, snout round and short (Fig. 1A-B), dentigerous process of the vomer small and oblique, first finger shorter than second and flared lips posteriorly. Moreover, the molecular analysis show that the specimen is close-related to *P. racemus* (IAvH-Am-13775) with a divergence of 8.1 % for COI and 2.3 % for 16S, the next lower distances are with *P. myops* (p-distance of 19.0 % for COI and 9.8% for 16S).

We recorded 11 distress calls with a total of 113.72 s for an adult female with convoluted oviducts (T = 7.3 $^{\circ}\text{C}$; RH = 94 %). The distress calls present a dense harmonic single note (Fig. 2) with an average duration of 3.386 ± 1.654 (0.493–6.241) s, the peak of dominant frequency is $8,699.4 \pm 2,807.7$ (1,808.8–12,058.6) Hz and the 90% of energy is located between $4,933.1 \pm 1,939.8$

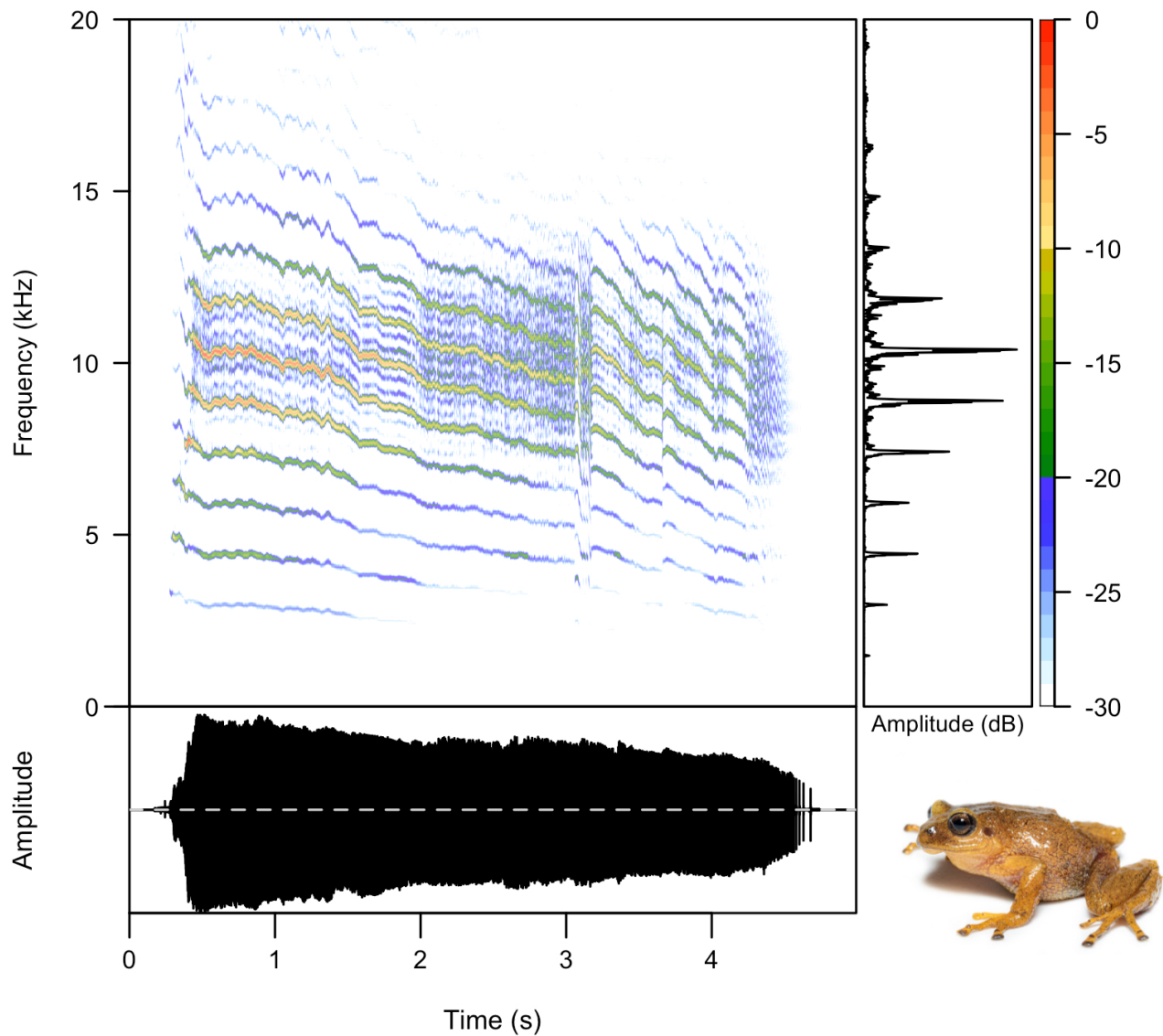


Figura 2. Llamado de auxilio de una hembra de *Pristimantis racemus* (MHNUC-He-An 001411); espectrograma (arriba), oscilograma (abajo) y espectro de potencia (derecha). Frecuencia de muestreo: 44,100 Hz. Registro de la vocalización (IAvH-CSA-36557).

Figure 2. Distress call of a female of *Pristimantis racemus* (MHNUC-He-An 001411); spectrogram (top), oscillogram (bottom), and power spectrum (right). Sampling rate: 44,100 Hz. Voucher call (IAvH-CSA-36557).

(775.2–7,062.9) Hz and $13,930.0 \pm 2,288.9$ (9,905.3–18,260.0) Hz. The dominant frequency varied between the fourth and ninth harmonic with ascending and descending frequency modulation between $7,945.3 \pm 1,263.7$ (6,221.2–9,932.4) Hz and $12,420.9 \pm 767.3$ (10,727.0–13,545.0) Hz, respectively. We observed 12 to 28 harmonic bands and it is possible the presence of additional harmonics above the ultrasonic range (Fig. 2)

but the unidirectional microphone only can detect auditory signals until 20,000 Hz. In addition to defensive vocalization, the female of *P. racemus* secreted a strong odor that we detected during manipulation.

From the geographical data gathered, we obtained 140 records of *P. racemus* from eight localities belonging to four

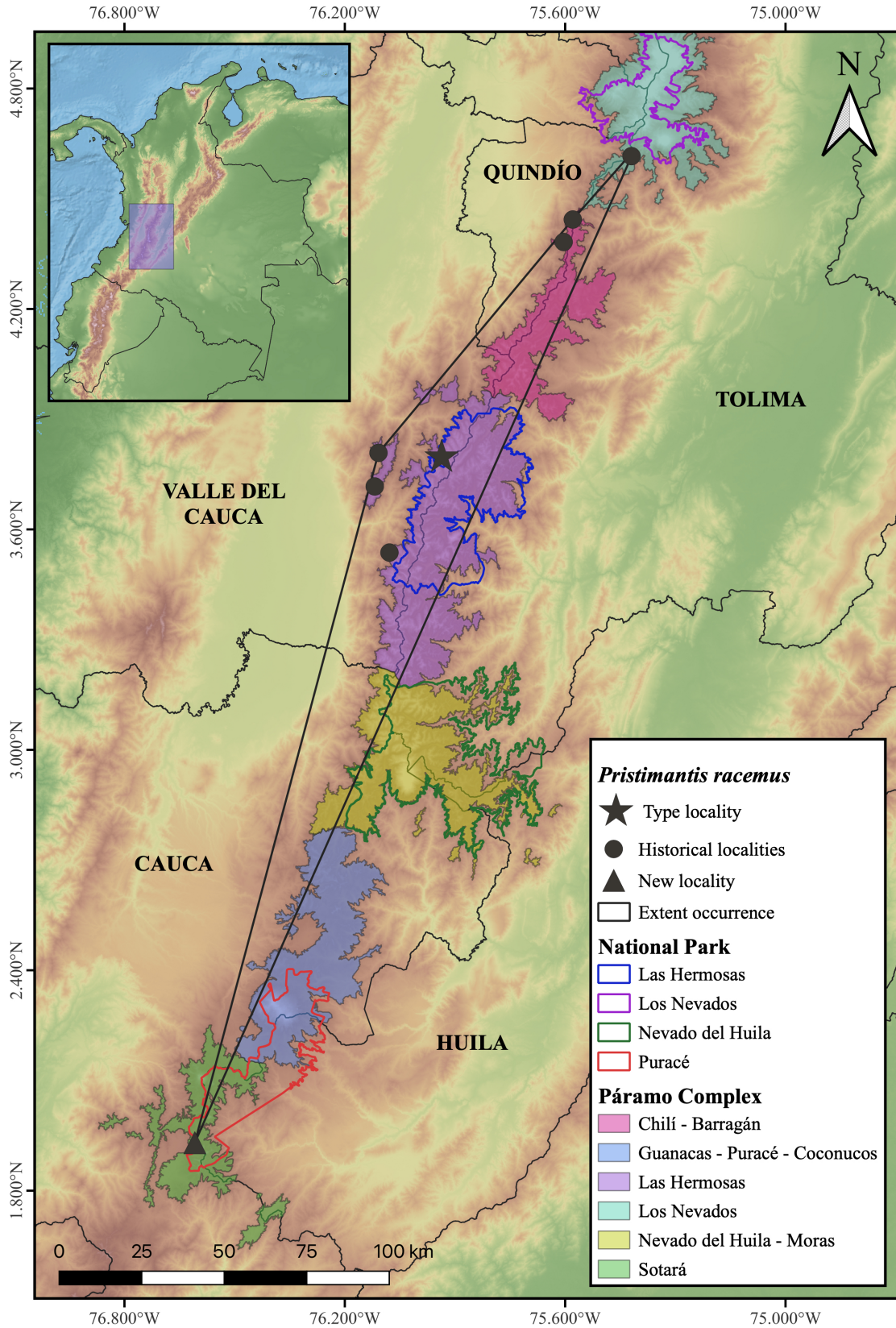


Figura 3. Mapa que muestra todas las localidades conocidas de *Pristimantis racemus*, incluida la extensión real de la especie. Registros históricos obtenidos del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional (ICN), Colección de Anfibios y Reptiles de la Universidad del Quindío (ARUQ), Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC), Museo Americano de Historia Natural (AMNH), Museo Nacional de Historia del Condado de Los Ángeles (LACM), Colección de Herpetología del Instituto de Biodiversidad de la Universidad de Kansas (KUH).

Figure 3. Map showing all know localities for *Pristimantis racemus*, including the present-day extent of the species' occurrence. Historical records obtained from Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional (ICN), Colección de Anfibios y Reptiles de la Universidad del Quindío (ARUQ), Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC), American Museum of Natural History (AMNH), National History Museum Los Angeles County (LACM), University of Kansas Biodiversity Institute Herpetology Collection (KUH).



departments (Tolima, Quindío, Valle del Cauca, Huila) in the Andes of Colombia. The new record from the Magdalena lake occurs in well-preserved ecosystems of the Puracé National Park and corresponds to the most southern record for the species. We extend the distribution range of *P. racemus* in 216 km from the type locality (Tenerife, Valle del Cauca) and 187 km from the most southern locality previously known for the species (Amaime river, La Victoria Farm, La Nevera village, Valle del Cauca; Fig. 3).

DISCUSSION

Distress calls in direct-developing frogs have rarely been documented, with *Eleutherodactylus zeus*, *Haddadus binotatus* and *Holoaden bradei* being the only species with a description or record for this type of defensive vocalization (Alonso et al., 2007; Toledo & Haddad, 2009; Martinelli & Toledo, 2016). The call described here for *P. racemus* is the first description of a distress call for *Pristimantis*, and show a similar structure to that reported for *H. bradei*, mainly in high-pitched frequencies, dense harmonic structure and repeated ascending and descending modulations in frequency, and from *H. binotatus* reaching ultrasound frequencies (Toledo & Haddad, 2009; Martinelli & Toledo, 2016). Heterospecific distress calls in Neotropical anurans tends to have similar structures and therefore, these types of calls do not provide reliable taxonomic information (Hödl & Gollman, 1986; Toledo & Haddad, 2009; Köhler et al., 2017). Similar distress calls have been reported for other Neotropical frogs like *Boana lanciformis* (Hödl & Gollman, 1986), *B. lundii* (Toledo & Haddad, 2009), *Bokermannohyla circumdata* (Toledo & Haddad, 2009), *Hyloscirtus larinopygion* (Duarte-Marín et al., 2019), *Smilisca baudinii* (Mendoza-Henao, 2021), *Leptodactylus fuscus* (Toledo & Haddad, 2009), *L. knudseni* (Cuestas-Carrillo & Dena, 2019) and *L. ocellatus* (Hödl & Gollman, 1986).

The use of multiple defenses like longer and powerful defensive vocalizations associated with chemical defense would be effective to avoid predation attempts (Toledo & Haddad, 2009). However, predators of *P. racemus* are unknown and available information for other *Pristimantis* frogs shows multiple predators (spiders, birds, reptiles and other frogs; Wizen & González de Rueda, 2016; Escamilla et al., 2020; Eversole et al., 2020; Pinheiro-Freitas et al., 2021; Tipatinza –Tuguminago & Medrano-Vizcaíno, 2020; Cárdenas-Ortega & Cárdenas-Ortega, 2022; Cárdenas-Ortega & Herrera-Lopera, 2016).

Therefore, we suggest that *P. racemus* could use a repertoire of anti-predatory strategies that combines the distress call and odor that could be related with noxiousness and/or unpalatability, as an attempt to escape, intimidate or repel potential predators

trying to surprise or produce an unpleasant sensation (Smith et al., 2004; Toledo & Haddad, 2009; Duarte-Marín et al., 2019) but experimental evidence is needed to validate this assumption.

The molecular evidence supports the assignment of *P. racemus*, where some authors suggested that minimum genetic distances for candidate species are 3 % for 16S and 10 % for COI (Vences et al., 2005; Fouquet et al., 2007). With this record, we update the *P. racemus* distribution in Andean ecosystems on Central Andes of Colombia, where it inhabits in the paramo complexes of Los Nevados, Chilí-Barragán, Las Hermosas (Buitrago-González et al., 2016), Nevado del Huila-Moras, Guanacas-Puracé-Coconucos (Lynch, 1980; Ruiz-Carranza et al., 1996; Acosta-Galvis, 2000; Ardila-Robayo & Acosta-Galvis, 2000; Lynch & Suarez-Mayorga, 2002; Yáñez-Muñoz et al., 2019; Acosta-Galvis, 2022) and Sotará (this study). The actual extent occurrence of *P. racemus* is 5,524.2 km², showing the restricted distribution of the species and the needed to maintain the páramo ecosystems where it inhabits. Our evidence is not enough to suggest changes in the threatened category of the species (IUCN, 2012).

CONCLUSION

We describe the distress call emitted by a female of *P. racemus*, and record the species in the Puracé National Park, which extend the known distribution of the species 187 km to the south. It is necessary to explore the Colombian Massif to find additional diversity, especially in the poorly explored protected areas as Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel, Nevado del Huila and Puracé. On the other hand, our observation shows an unknown defensive behavior for the genus *Pristimantis* as the distress call. At the same time, this species used the odor as an anti-predatory strategy that could be related with toxicity or unpalatable.

Acknowledgements.– We thank Doris Rojas, Gustavo Papamija, Carlos Becerra, Karen Matabanchoy and Isaac Bedoya Dorado for providing support visiting the localities around the Puracé National Park and Parques Nacionales Naturales de Colombia - researchs permit 20192000006553.

We also thank Eduardo Tovar, Luis Miguel Leyton and Mailyn A. Gonzalez by their help with molecular laboratory procedures. GAPF and AFLB thank the support of The Mohamed Bin Zayed (grant 192521814). GAP thank the support of Fundación Universitaria de Popayán and the research group “UNIET” with the project “Línea base ambiental para determinar el estado ecológico de dos ecosistemas lenticos Valor Objeto de Conservación del PNN Puracé” with research permits 20202000003093.

CITED LITERATURE

- Acosta-Galvis, A.R. 2000. Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana* 1:289-319.
- Acosta Galvis, A.R. 2022. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.11.2022. <http://www.batrachia.com>. Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. [Accessed on 04 October 2022].
- Alonso, R., A. Rodríguez & R. Márquez. 2007. Guía Sonora de los Anfibios de Cuba. ALOSA, Sonidos de la naturaleza. Barcelona, España.
- Ardila-Robayo, M.C. & A.R. Acosta-Galvis. 2000. Anfibios. Pp. 617-628. In J.O. Rangel-Ch (Ed.), *La Región de Vida Paramuna. Colombia Diversidad Biótica III*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá, D.C., Colombia.
- Bernal, M.H. & J.D. Lynch. 2008. Review and analysis of altitudinal distribution of the andean anurans in Colombia. *Zootaxa* 1826:1-25.
- Bogert, C.M. 1960. The influence of sound on the behavior of amphibians and reptiles. Pp. 137-320. In W.E. Lanyon & W.N. Tavolga (Eds.), *Animal Sounds and Communication*. American Institute of Biological Sciences. Washington D.C., USA.
- Bonilla-Valencia, J., N. Roncancio-Duque & G.A. Pisso-Florez. 2019. Portafolio de proyectos de investigación del Parque Nacional Natural Puracé. Documento adjunto al Plan de manejo 2020-2024 del PNN Puracé. Dirección Territorial Andes Occidentales, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Popayán, Cauca, Colombia.
- Buitrago-González, W., J.H. López-Gúzman & F. Vargas-Salinas. 2016. Anuros en los Complejos Paramunos Los Nevados, Chilí-Barragán y Las Hermosas, Andes centrales de Colombia. *Biota Colombiana* 17:52-76.
- Cárdenas-Ortega, M.S. & J.L. Cárdenas-Ortega. 2022. *Pristimantis achatinus* (Cachabi Robber frog). Predation. *Herpetological review* 53:107-108.
- Cárdenas-Ortega, M.S. & J.M. Herrera-Lopera. 2022. *Pristimantis thectopternus* (Northern Cordilleras Robber frog). Predation. *Herpetological review* 53:438.
- Castro-Herrera, F. & F. Vargas-Salinas. 2008. Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 9: 298-299.
- Center for Conservation Bioacoustics. 2019. Raven Pro: Interactive Sound Analysis Software, Version 1.6.1. Available from: <http://www.birds.cornell.edu/raven>.
- Cortez, F.C., A.M. Suárez-Mayorga & F.J. López-López. 2006. Preparación y preservación de material científico. Pp. 173-220. In A. Angulo, J.V. Rueda-Almonacid, J.V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (Eds.), *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina*. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Bogotá, Colombia, Panamericana. Formas e Impresos S.A.
- Cuestas-Carrillo, J.F. & S. Dena. 2019. Distress calls of *Leptodactylus knudseni* Heyer, 1972 (Anura, Leptodactylidae). *Herpetozoa* 32:7-10.
- Duarte-Marín, S., K.J. López-Molina & L.F. Arcila-Pérez. 2019. Defensive behaviour in *Hyloscirtus larinyopygion* (Duellman, 1973) (Anura: Hylidae). *Herpetology Notes* 12:509-511
- Duellman, W.E. & E. Lehr. 2009. Terrestrial breeding frogs (Strabomantidae) in Peru. *Natur und Tier-Verlag*, Münster, Germany.
- Escamilla-Quitián, D, A.J., Paternina-Hernández & J.E. Carvajal-Cogollo. 2020. Predatory behaviors: *Pristimantis savagei* (Anura: Craugastoridae) as prey of *Trechalea* sp. spiders (Araneae: Trechaleidae) in a sector of the Piedemonte Llanero, Villavicencio, Colombia. *Amphibian & Reptile Conservation* 14:24-26 (e236)
- Eversole, C.B, R.L. Powell, D. Lizarro & G. Calderón Vaca. 2020. Predation on a strabomantid frog (*Pristimantis reichlei*) by a Northern woodland racer (*Drymoluber dichrous*) in Northern Bolivia. *Herpetology Notes* 13:571-572
- Fouquet, A., A. Gilles, M. Vences, C. Marty, M. Blanc & N.J. Gemmill. 2007. Underestimation of species richness in neotropical frogs revealed by mtDNA analyses. *PLoS ONE* 2: e1109.
- GBIF.org. 2022. GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.9hpbbrb> [Accessed on 04 October 2022].
- González, M.A. & H. Arenas-Castro. 2017. Recolección de Tejidos Biológicos para Análisis Genéticos. Instituto de Investigación



- de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Hay J.M., I. Ruvinsky, S.B. Hedges & L.R. Maxson. 1995. Phylogenetic relationships of 458 amphibian families inferred from DNA sequences of mitochondrial 12S and 16S ribosomal 459 RNA genes. *Molecular Biology and Evolution* 12:928-937.
- Heinicke, M.P., W.E. Duellman, & S.B. Hedges. 2007. Major Caribbean and Central American frog faunas originated by ancient oceanic dispersal. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 10092-10097
- Hedges, S. B., W.E. Duellman, & M.P. Heinicke. 2008. New World direct-developing frogs (Anura: Terrarana): molecular phylogeny, classification, biogeography, and conservation. *Zootaxa* 1737: 1-182.
- Hödl, W. & G. Gollman. 1986. Distress calls in Neotropical frogs. *Amphibia-Reptilia* 7:11-21.
- Ibañez D., R., C.A. Jaramillo A. & F.A. Solís. 2012. Description of the advertisement call of a species without vocal sac: *Craugastor gollmeri* (Amphibia: Craugastoridae). *Zootaxa* 3184:67-68.
- IUCN. 2012. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1., 2nd Edition. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2019. *Pristimantis racemus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T56897A85875639. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T56897A85875639.en>. [Accessed on 12 January 2022].
- Ivanova, N.V., J.R. deWaard & P.D.N. Hebert. 2006. An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering high-quality DNA. *Molecular Ecology Notes*: 998-1002.
- Kearse, M., R. Moir, A. Wilson, S. Stones-Havas, M. Cheung, S. Sturrock, S. Buxton, A. Cooper, S. Markowitz, C. Duran, T. Thierer, B. Ashton, P. Meintjes & A. Drummond. 2012. Geneious basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics* 28:1647-1649.
- Köhler, J., M. Jansen, A. Rodriguez, P.J. Kok, L.F. Toledo, M. Emmrich, F. Glaw, C.F.B. Haddad, M.O. Rödel & M. Vences. 2017. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa* 4251:1-124.
- Kruger, K.M., H.B. Hines, A.D. Hyatt, D.G. Boyle & J.M. Hero. 2006. Techniques for detecting chytridiomycosis in wild frogs: Comparing histology with real-time Taqman PCR. *Diseases of Aquatic Organisms*. 71:141-148.
- Kumar S., G. Stecher, M. Li, C. Knyaz & K. Tamura. 2018. MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35:1547-1549.
- Llano-Mejía, J., A. M. Cortés-Gómez & F. Castro-Herrera. 2010. Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana* 11:89-106.
- Lynch, J. D. 1980. New species of *Eleutherodactylus* of Colombia (Amphibia: Leptodactylidae). I: Five new species from the paramos of the cordillera Central. *Caldasia* 13:165-188.
- Lynch, J. D., & W. E. Duellman. 1997. Frogs of the genus *Eleutherodactylus* in western Ecuador. Systematics, ecology, and biogeography. Special Publication. Natural History Museum, University of Kansas 23:1-236.
- Lynch, J. D. & A.M. Suárez-Mayorga. 2002. Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. *Caldasia* 24:471-480.
- Lynch, J. D., P. M. Ruiz-Carranza, & M. C. Ardila-Robayo. 1996. Three new species of *Eleutherodactylus* (Amphibia: Leptodactylidae) from high elevations of the Cordillera Central of Colombia. *Caldasia* 18:329-342.
- Lynch, J. D., P. M. Ruiz-Carranza, & M. C. Ardila-Robayo, 1997. Biogeographic patterns of Colombian frogs and toads. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 21:237-248.
- Martinelli, A. & L.F. Toledo. 2016. The last scream: the distress call of a probably extinct Brazilian anuran (*Holoaden bradei* Lutz, 1958). *Zootaxa* 4184:382-385.
- Mendoza-Henao, A.M. 2021. Distress call of *Smilisca baudinii* (Hylidae) during predation by *Leptodeira polysticta* (Dipsadidae) in Chiapas, México. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 4:161-164.
- Meyer, C.P. 2003. Molecular systematics of cowries (Gastropoda: Cypraeidae) and diversification patterns in the tropics. *Biological Journal of the Linnean Society* 79:60.



- Ortega-Andrade, H.M. & P.J. Venegas. 2014. A new synonym for *Pristimantis luscombei* (Duellman & Mendelson 1995) and the description of a new species of *Pristimantis* from the upper Amazon basin (Amphibia: Craugastoridae). *Zootaxa* 3895:31-57.
- Padial, J.M., T. Grant & D.R. Frost. 2014. Molecular systematics of terraranas (Anura: Brachycephaloidea) with an assessment of the effects of alignment and optimality criteria. *Zootaxa* 3825: 1–132.
- Palumbi S.R., A. Martin, S. Romano, W.O. McMillan, L. Stice & G. Grabowski. 1991. The Simple Fool's Guide to PCR, ver. 2.0. Department of Zoology and Kewalo Marine Laboratory, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, USA.
- Pinheiro-Freitas, A., T. Moreira-Brito, P. de Castro Cantuária, V.A. Martins Barbosa de Figueiredo, R. Tavares-Pinheiro & C.E. Costa-Campos. 2021. Report of a predation event on *Pristimantis gutturalis* (Anura: Craugastoridae) by *Avicularia cf. avicularia* (Araneae: Theraphosidae) in Amazon Forest in North Brazil. *Herpetology notes* 14:936-936.
- QGIS.org. 2022. QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RStudio Team. 2022. RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA.
- Ruiz-Carranza, P.M., M.C. Ardila-Robayo & J.D. Lynch. 1996. Lista actualizada de la fauna de Amphibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 20:365-415.
- Smith, B.P.C., R. Williams, J. Tylermv & B.D. Williams. 2004. A survey of frog odorous secretions, their possible functions and phylogenetic significance. *Applied Herpetology* 2:47-82.
- Sueur J, Aubin T & C. Simonis. 2008. seewave: a free modular tool for sound analysis and synthesis. *Bioacoustics* 18:213-226.
- Tipatinza –Tuguminago, L. & P. Medrano-Vizcaíno. 2020. *Pristimantis kichwarum* (Kichwa Robber frog). *Predation. Herpetological Review* 51:100.
- Toledo, L.F. & C.F.B Haddad. 2009. Defensive vocalizations of Neotropical anurans. *South American Journal of Herpetology* 4:25-42.
- Toledo, L.F., I.A. Martins, D.P. Bruschi, M.A. Passos, C. Alexandre & C.F.B. Haddad. 2015. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica* 18:87-99
- Vieites D.R., K.C. Wollenbergb, F. Andreone, J. Köhler, F. Glaw & M. Vences. 2009. Vast underestimation of Madagascar's biodiversity evidenced by an integrative amphibian inventory. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:8267-8272.
- Yáñez-Muñoz, M.H., D. Veintimilla-Yáñez, D. Batallas & D.F. Cisneros-Heredia. 2019. A new giant *Pristimantis* (Anura, Craugastoridae) from the paramos of the Podocarpus National Park, southern Ecuador. *ZooKeys* 852:137-156.
- Wells, K.D. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. Chicago, Illinois, USA, The University of Chicago Press.
- Wizen, G. & J.A. González de Rueda. 2016. *Pristimantis achatinus* (Cachabi Robber frog). *Predation. Herpetological review* 47:440-441.



FIRST RECORD OF COMPLETE ALBINISM IN A SPECIES OF THE GENUS *PRISTIMANTIS* JIMÉNEZ DE LA ESPADA, 1870 (ANURA: STRABOMANTIDAE) IN THE ECUADORIAN ANDES

PRIMER REGISTRO DE ALBINISMO COMPLETO EN UNA ESPECIE DEL GÉNERO *PRISTIMANTIS* JIMÉNEZ DE LA ESPADA, 1870 (ANURA: STRABOMANTIDAE) EN LOS ANDES ECUATORIANOS

CULEBRAS JAIME^{1,2,3*} & ANGIOLANI-LARREA FRANCESCA NICOLE⁴

¹Photo Wildlife Tours, Isla Isabela 1021 y Río Coca, 170501, Quito, Ecuador.

²Fundación Cóndor Andino, Tamayo N24-260 y Lizardo García, 170523, Quito, Ecuador.

³The Biodiversity Group, Tucson, Arizona, United States.

⁴Division of Behavioural Ecology, Institute of Ecology and Evolution, University of Bern, Bern 3012, Switzerland.

*Correspondence: jaimebio85@gmail.com

Received: 2022-05-25. Accepted: 2022-12-26. Published: 2023-02-15.

Editor: Francisco Brusquetti, Paraguay.

Resumen.– Encontramos un individuo albino del género *Pristimantis* en los Andes ecuatorianos. Este es el primer caso de albinismo completo para anuros de desarrollo directo en el Neotrópico y el primer registro en anfibios para el Ecuador.

Palabras clave.– anomalías cromáticas, albinismo, *Pristimantis*, coloración, desarrollo directo, Ecuador.

Abstract.– We found an albino individual of the genus *Pristimantis* in the Ecuadorian Andes. This is the first case of complete albinism for direct-developing anurans in the Neotropics and the first record in amphibians for Ecuador.

Key words.– chromatic anomalies, albinism, *Pristimantis*, coloration, direct development, Ecuador.

Although cases of albinism are rare in nature, it has been reported in several groups of vertebrates, e.g. reptiles (Valencia, 2009; Perrault & Coppenrath, 2019; García-Roa, 2020), mammals (Abreu et al., 2013; Lucati & López-Baucells, 2017), birds (Van Grouw, 2013), and fishes (Manoel et al., 2017). The terms “albinism” and “partial albinism” have been historically used by many authors indistinctively to describe different types of anomalies which encompass leucism (lack of melanin in the entire body, except for eyes which present normal coloration), piebaldism (certain patches or parts of the animal are lacking melanin), and true albinism, that can be recognized by the white phenotype in the body and reddish eyes (Lucati & López-Baucells, 2017). These colour anomalies are the most commonly reported for amphibians, with cases of partial or complete albinism reported in 86 anuran species and 64 urodeles (Henle et al., 2017). This phenomenon might be due to genetic mutations, chemical pollution, disease, UV radiation, temperature, parasites or injury (Henle et al., 2017; Lucati & López-Baucells, 2017; Lunghi et al., 2017).

Albinism in anurans has been reported in larvae (Brassaloti & Bertoluci, 2008; Martinuzzi et al., 2016; Fonseca et al., 2021), and in adults (Spadola & Insacco, 2010; Toledo et al., 2011). However, as mentioned before, there has been much confusion over the use of the term “albinism” to describe different chromatic anomalies (e.g., leucism, piebaldism and true albinism), especially under the term “partial albinism” (Henle et al., 2017; Lucati & López-Baucells, 2017).

On 6 October 2021 at 00:05h at Cloud Forest Organics, Baeza, Napo, Ecuador (−0.43642; −77.89583; 2,219 m a.s.l.) we found an albino adult individual of the genus *Pristimantis*. A photo voucher was deposited at Centro Jambatu, Quito, Ecuador (CJ12484; Fig. 1). We refer the mentioned individual as *Pristimantis* sp. because it is from a population that is between two newly described species (Bejarano-Muñoz et al., 2022), but due to their resemblance, we cannot confirm the correct identification of the species. The albino individual was found 150 cm from ground level on a leaf 10 m away from a stream in secondary forest. The individual was



Figura 1. A) vistas dorsolateral y B) frontal del ejemplar albino de *Pristimantis* sp. encontrado en Baeza, Ecuador (Foto voucher CJ12484).

Figure 1. A) dorsolateral and B) frontal views of the albino individual of *Pristimantis* sp. found in Baeza, Ecuador (Photo voucher CJ12484).

active similar to other individuals of the same species that we found less than 50 m away. The other individuals showed normal coloration ranging from dark to light brown (Fig 2).

This is the first case of true albinism in the genus *Pristimantis* Jiménez de la Espada, 1870, the first for New World direct-developing anurans (species in which there is no free-living larval stage), and also for Ecuadorian amphibians. The genus *Pristimantis*, from the Strabomantidae family, is the most diverse vertebrate groups in the world (Mendoza et al., 2015; Waddell et al., 2018), with more than 590 species distributed from eastern

Honduras to northern Argentina and some Caribbean islands (Frost, 2021).

For direct-developing frogs (Brachycephaloidea) there are two previous records of chromatic anomalies, both in species from the family Eleutherodactylidae: *Eleutherodactylus planirostris* (Petrovic, 1973) and *E. zeus* (García-Padrón & Bosch, 2019), however, the two cases correspond to piebaldism. In the report for *E. planirostris* (Petrovic, 1973), although the author refers to it as albino, describes the specific dark coloration in the head of the individual.

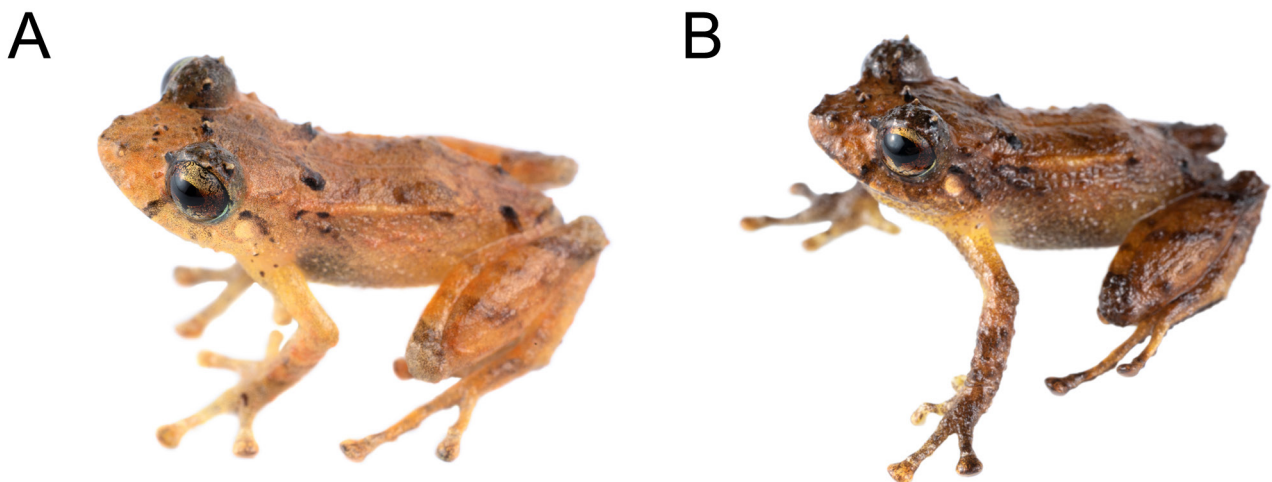


Figura 2. A) y B) vista dorsolateral de individuos de *Pristimantis* sp. con coloración normal encontrados en la misma localidad que el individuo albino.

Figure 2. A) and B) dorsolateral view of normally coloured individuals of *Pristimantis* sp. found in the same locality as albino individual.

Some authors hypothesize that, due to predation, albinism might increase selective pressure against these individuals (Childs, 1953; Petrovic, 1973; Toledo et al., 2011; Silva-Caballero et al., 2014). Nevertheless, Stephenson et al. (2022) did not find differences on the attack rate of birds among albino and normal phenotypes of the eastern garter snakes. On the other hand, Sazima & Di-Bernardo (1991) suggest that survival of albino individuals is greater in species with nocturnal habits, since selective pressure is higher on diurnal animals as their predators are more visually oriented. Fonseca et al. (2021) found only tadpoles and newly metamorphosed albino individuals in a population of *Leptodactylus macrosternum*, suggesting that this could be evidence of higher risk of predation on these individuals. However, also suggest that due to the nocturnal and fossorial habits of adults of *L. macrosternum*, albino individuals could increase their chances of survival. Other authors proposed that animals with an uncommon phenotype (e.g., albinism) could be less predated because some predators may reject them as a prey (Tinbergen, 1960) due to some sort of neophobia. It is clear that further studies are required to understand better the implication of predation in frogs –and other animal groups– with abnormal colorations (Childs, 1953) thus, we suggest caution when drawing conclusions based on casual observations.

Finally, when albino recessive gene is present in a population, the frequency of albinism may increase in consequence of high levels of deforestation and fragmentation that drive the populations into isolation enhancing inbreeding (Chetnicki et al., 2007; Russell et al., 2011; Gilhen et al., 2012; Prado-Martinez et al., 2013; Espinal et al., 2016).

Acknowledgements.- This work was done under collection permit number N°MAE-ARSFC-2019-0163. We thank Craig Leon and the staff of Cloud Forest Organics for the logistic, financing and help in the field, and Anyelet Valencia-Aguilar for her valuable revision and comments of this manuscript.

CITED LITERATURE

- Abreu, M.S.L., R. Machado, F. Barbieri, N.S. Freitas & L.R. Oliveira. 2013. Anomalous colour in Neotropical mammals: a review with new records for *Didelphis* sp. (Didelphidae, Didelphimorphia) and *Arctocephalus australis* (Otariidae, Carnivora). *Brazilian Journal of Biology* 73:185-194.
- Bejarano-Muñoz, P., S.S. Ron, M.J. Navarrete & M.H. Yáñez-Muñoz. 2022. Dos nuevas especies del grupo *Pristimantis boulengeri* (Anura: Strabomantidae) de la cuenca alta del río Napo, Ecuador. *Cuadernos de Herpetología* 36:125-154.
- Brassaloti, R. & J. Bertoluci. 2008. Albinism in tadpoles of *Rhinella ornata* (Anura, Bufonidae) from southeastern Brazil. *Herpetological Bulletin* 106:31-33.
- Chetnicki, W., S. Fedyk & U. Bajkowska. 2007. Cases of coat colour anomalies in the common shrew, *Sorex araneus* L. *Folia Biologica* 55:73-76.
- Childs, H.E. 1953. Selection by predation on albino and normal spadefoot toads. *Evolution* 7:228-233.
- Espinal, M., J.M. Mora, L.A. Ruedas, L.I. López & L. Marineros. 2016. A case of albinism in the central American spider monkey, *Ateles geoffroyi*, in Honduras. *Mastozoología Neotropical* 23:63-69.
- Fonseca, M.G., K.O.R. Picheli & M.V. Garey. 2021. Albinism in *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leptodactylidae) in south Piauí, northeastern Brazil. *Herpetology Notes* 14:731-733.
- Frost, D.R. 2021. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.1. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>. American Museum of Natural History, New York, USA. [Accessed on May 2022].
- García-Padrón, L.Y. & R.A. Bosch. 2019. Anomalous colour in a Cuban cave-dwelling frog: first record of piebaldism in *Eleutherodactylus zeus* (Anura: Eleutherodactylidae). *Herpetological Bulletin* 157:1-3.
- García-Roa, R. 2020. An albino ladder snake (*Zamenis scalaris*) found dead with a partially swallowed rabbit. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 31:54-56.
- Gilhen, J., G. Caswell, C. Drake, M. MacDonald & H. McKinnonramshaw. 2012. A partial albino hatchling Northern Ring-necked Snake, *Diadophis punctatus edwardsii*, from Big Tancook Island, Mahone Bay, Lunenburg County, Nova Scotia, Canada. *The Canadian Field-Naturalist* 126:336-339.
- Henle, K., A. Dubois & V. Vershinin. 2017. A review of anomalies in natural populations of amphibians and their potential causes. *Mertensiella* 25:57-164.
- Lucati, F. & A. López-Baucells. 2017. Chromatic disorders in bats: a review of pigmentation anomalies and the misuse of terms to describe them. *Mammal Review* 47:112-123.



- Lunghi, E., A. Monti, A. Binda, I. Piazzini, M. Salvadori, R. Cogoni, L.A. Riefole, C. Biancardi, S. Mezzadri, D. Avitabile, G.F. Ficetola, M. Mulargia, S. Manca, P. Blaimont, A.R. Di Cerbo & R. Manenti. 2017. Cases of albinism and leucism in amphibians in Italy: new reports. *Natural History Sciences. Atti della Società italiana di scienze naturali e del Museo civico di storia naturale di Milano* 4:73-80.
- Manoel, P.S., E.R. Ono & M.I.B. Alves. 2017. First report of albinism in the South American catfish *Imparfinis mirini* (Siluriformes: Heptapteridae). *Enfermería Universitaria* 88:471-473.
- Martinuzzi, C., P.M. Peltzer, A.M. Attademo, C.M. Junges & R.C. Lajmanovich. 2016. Albinism in larvae of the Chacoan frog *Leptodactylus chaquensis* (Anura, Leptodactylidae) from an urban lake from Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 30:69-73.
- Mendoza, Á.M., O.E. Ospina, H. Cárdenas-Henao & J.C. García-R. 2015. A likelihood inference of historical biogeography in the world's most diverse terrestrial vertebrate genus: Diversification of direct-developing frogs (Craugastoridae: *Pristimantis*) across the Neotropics. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 85:50-58.
- Perrault, J.R. & C.M. Coppentrath. 2019. Albinism in Florida Green Turtle (*Chelonia mydas*) Hatchlings: Ratio-Based Evidence Of Basic Mendelian Recessiveness. *Marine Turtle Newsletter* 156:3840.
- Petrovic, C.A. 1973. An "Albino" Frog. *Eleutherodactylus planirostris* Cope. *Journal of Herpetology* 7:49-51.
- Prado-Martinez, J., I. Hernando-Herrera, B. Lorente-Galdos, M. Dabad, O. Ramirez, C. Baeza-Delgado, C. Morcillo-Suarez, C. Alkan, F. Hormozdiari, E. Raineri, J. Estellé, M. Fernandez-Callejo, M. Valles, L. Ritscher, T. Schöneberg, E. De la Calle-Mustienes, S. Casillas, R. Rubio-Acero, M. Melé, J. Engelken, M. Caceres, J.L. Gomez-Skarmeta, M. Gut, J. Bertranpetit, I.G. Gut, T. Abello, E.E. Eichler, I. Mingarro, C. Lalueza-Fox, A. Navarro & T. Marques-Bonet. 2013. The genome sequencing of an albino Western lowland gorilla reveals inbreeding in the wild. *BMC Genomics* 14:1-8.
- Russell, R.W., W. Beslin, M. Hudak, A. Ogunbiyi, A. Withrow & J. Gilhen. 2011. A second amelanistic Eastern Red-backed Salamander, *Plethodon cinereus*, from Nova Scotia, Canada. *The Canadian Field-Naturalist* 125:359-362.
- Sazima, I. & M. Di-Bernardo. 1991. Albinismo em serpentes neotropicais. *Memórias do Instituto Butantan* 53:167-173.
- Silva-Caballero, A., F. Montiel-Reyes, E. Sánchez-Garibay & J. Ortega. 2014. Leucismo en el coatí de nariz blanca *Nasua narica* (Mammalia: Carnivora), en Quintana Roo, México. *Therya* 5:839-843.
- Spadola, F. & G. Insacco. 2010. Incomplete albinism in *Discoglossus pictus* (Otth, 1837). *Acta Herpetologica* 5:245-253.
- Stephenson, B.P., Z. Velani & N. Ihász. 2022. The effect of albinism on avian predator attack rates in eastern garter snakes. *Zoology* 150:125987.
- Tinbergen, L. 1960. The natural control of insects in pinewoods. *Archives Néerlandaises de Zoologie* 13:265-343.
- Toledo, L.F., N.R. da Silva & O.G.D.S. Araújo. 2011. Albinism in two Amazonian frogs: *Elachistocleis carvalhoi* (Microhylidae) and *Lithobates palmipes* (Ranidae). *Herpetology Notes* 4:145-146.
- Valencia, J.H. 2009. Albinism in *Ninia hudsoni* Parker, 1940 from Ecuador. *Herpetozoa* 21:190-192.
- Van Grouw, H. 2013. What colour is that bird? *British Birds* 106:17-29.
- Waddell, E.H., M. Crotti, S.C. Loughheed, D.C. Cannatella & K.R. Elmer. 2018. Hierarchies of evolutionary radiation in the world's most species rich vertebrate group, the Neotropical *Pristimantis* leaf litter frogs. *Systematics and Biodiversity* 16:807-819.



PRESENCE OF *HYPOPACHUS USTUS* (ANURA: MICROHYLIDAE) AFTER MORE THAN FOUR DECADES WITHOUT RECORDS IN SINALOA, MEXICO

PRESENCIA DE *HYPOPACHUS USTUS* (ANURA: MICROHYLIDAE) DESPUÉS DE MÁS DE CUATRO DÉCADAS SIN REGISTROS EN SINALOA, MÉXICO

HÉCTOR ALEXIS CASTRO-BASTIDAS^{1*}, EBER ALAN BARRAZA-HERRERA², RAÚL BARRERAS-GAXIOLA² & JESÚS ALBERTO LOC-BARRAGÁN³

¹Postgrado en Ciencias Aplicadas al Aprovechamiento de los Recursos Naturales, Centro de Estudios "Justo Sierra" (CEJUS), Badiraguato 80600, Sinaloa, México.

²Centro Integralmente Planeado (CIP) Playa Espíritu, Escuinapa 82532, Sinaloa, México.

³Postgrado en Ciencias Ambientales, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, Puebla 73680, México.

*Correspondence: alexizbastidas@gmail.com

Received: 2022-10-06. **Accepted:** 2023-01-31. **Published:** 2023-02-15.

Editor: Irene Goyenechea Mayer Goyenechea, México.

Resumen.— Documentamos la presencia de *Hypopachus ustus* en Sinaloa después de 41 años sin registros de la especie en este estado con base en la observación de un individuo al sur de Sinaloa.

Palabras clave.— Anfibios, conservación, distribución, herpetofauna, nuevo registro.

Abstract.— We document the presence of *Hypopachus ustus* in Sinaloa after 41 years without records of the species in that state based on observation of an individual from southern Sinaloa.

Key words.— Amphibians, conservation, distribution, herpetofauna, new record.

The state of Sinaloa is a region in northwestern Mexico is considered to require further scientific exploration to better understand the distribution and conservation status of its local herpetofauna (Flores-Villela et al., 2004). Forty one species of amphibians have been reported for Sinaloa (Castro-Bastidas and Serrano-Serrano, 2022). However, some amphibian species have few records, or lack recent data in the state. Here, we verified the presence of *Hypopachus ustus* (Two-spaded Narrowmouthed Toad) with more than four decades without being recorded in southern Sinaloa.

Free sampling was carried out in search of individuals of the species, photographs and morphometric measurements were taken. The individual was released in the same place where it was found. Photo voucher of the individual was deposited at Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR) from Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (CNAR-RF 753a-h).

Mexico: Sinaloa: Municipality of Escuinapa: 15 km airline E of Escuinapa (22.78419° N, 105.91719° W; WGS84), 4 m a.s.l., August 30, 2022, collected by EABH and HACB. Verified by ITAC. The organisms collected was a male that measured 25 mm (SVL) and weighted 1.4 g (Fig. 1). This individual was observed around 20:30 h by its vocalization on a muddy substrate, hidden between grass and the edge of the water, in tropical deciduous forest. The site of this record was located 26 km to the S (airline) from the nearest reported locality at El Matadero, municipality of El Rosario, Sinaloa (deposited in the Herpetological Collection of the Natural History Museum of Los Angeles County: LACM-6466).

The distribution of *H. ustus* in Mexico ranges from southern Sinaloa through the Balsas depression, as well as the central region of Veracruz to Chiapas (Frost, 2021). In Sinaloa there are historical records for this species in the municipalities of Mazatlán, Concordia, El Rosario and Escuinapa (GBIF, 2022; Hardy & McDiarmid, 1969); however, individuals of this species

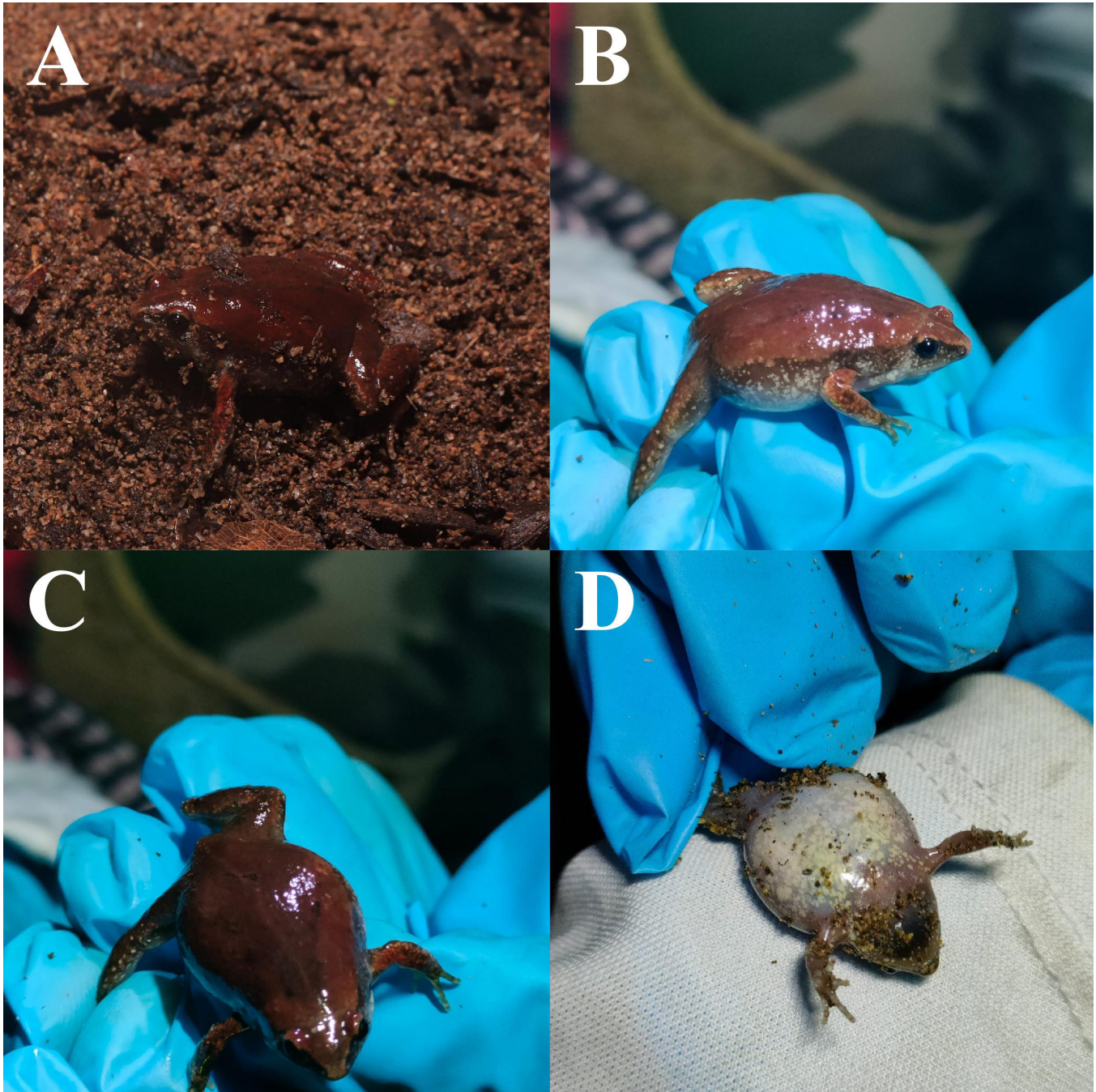


Figura 1. A) Macho adulto de *Hypopachus ustus*, B) vista lateral, C) dorsal y D) ventral observado en Escuinapa, Sinaloa, México. Fotografía tomada por © Eber Alan Barraza Herrera.

Figure 1. A) Adult male of *Hypopachus ustus*, B) lateral view, C) dorsal and D) ventral observed in Escuinapa, Sinaloa, Mexico. Photography taken by © Eber Alan Barraza Herrera.

have not been recorded since 1981, the last specimen was collected in the municipality of Concordia and deposited in the Museum of Natural History of the University of Colorado (UCM-62950). Therefore, our field observation represents a new record of the species in the state after 41 years. Although Castro-Bastidas

and Serrano-Serrano (2022) mention a record of this species in iNaturalist (registry number 64740965) that we consider an erroneous record after verifying it (verified by ITAC) and that corresponds to *Gastrophryne mazatlanensis*. The main diagnostic characteristics described by Hardy and McDiarmid (1969) that

distinguish *G. mazatlanensis* from *H. ustus* are dark brown lateral sides, small, irregular, and dark dorsal spots. On the other hand, *H. ustus* has a mediadorsal line and a V-shaped spot at the front of the body (Fig. 1C).

The *H. ustus* record reported here is important in the context of diversity records, since in the case of these species that lack updated records after several decades may be due to their biological rarity and specificity in ecological habits, or the declining populations as well as the lack of field work (Canseco-Márquez et al., 2018). As a consequence, the absence of these records may cast doubt on the presence of a species in a particular area of its distribution (e.g., *Enulius oligostichus*; in Lara-Resendiz & Jacobo-González, 2022 not included in Lemos-Espinal & Smith, 2020 because it was over 50 years old without records). Therefore, we suggest that the possible exclusions of these species in herpetological lists should be reconsidered for little explored regions such as Sinaloa. We also propose that fieldwork should be conducted appropriately in consideration of the species' geographic range or historical search for locations, habitat preferences, reproductive phenological dynamics, or unexplored sites with similar habitats that can potentially support populations of the species.

Acknowledgements.- To Dr. José Antonio Cruz Barraza, technical manager of the Convenio FONATUR-UNAM CPDM-GPA-MA/22-S-02 and to Erick Alberto Rodríguez Silva manager of FONATUR permits, for granting the sampling and research permit within the CIP Playa Espíritu. Also, to Sindy Monserrat Cortes Echeagaray coordinator of the Environmental Education and Dissemination program for linking us with those responsible. Also, to Iván Trinidad Ahumada Carrillo for verifying the species and Víctor Hugo Reynoso Rosales (UNAM) for cataloging the photographs. Also, to the anonymous reviewers and the editor for the suggestions that helped to substantially improve this manuscript.

CITED LITERATURE

- Canseco-Márquez, L., J.L. Aguilar-López, R. Luría-Manzano, G. Gutiérrez-Mayén & D. Hernández-Benítez. 2018. Rediscovery of two threatened species of treefrogs (Anura: Hylidae) from Southern Mexico. *Herpetology Notes* 11:23-29.
- Castro-Bastidas, H.A. & J.M. Serrano-Serrano. 2022. La plataforma naturalista como herramienta de ciencia ciudadana para documentar la diversidad de anfibios en el estado de Sinaloa, México. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 5:156-178.
- Flores-Villela, O.A., H.M. Smith & D. Chiszar. 2004. The history of herpetological exploration in Mexico. *Bonner Zoologische Beiträge* 52:311-335.
- Frost, D.R. 2021. Amphibian Species of the World: an online reference, version 6.1. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. [Consultado en septiembre 2022]
- GBIF. 2022. GBIF Occurrence Download: *Hypopachus ustus*, Sinaloa, México. <https://doi.org/10.15468/dl.ea3srr> [Consultado en septiembre 2022].
- Hardy, L.M. & R.W. McDiarmid. 1969. The Amphibians and Reptiles of Sinaloa, Mexico. University of Kansas Publications 18:39-252.
- Lara-Resendiz, R.A. & J.D. Jacobo-González. 2022. Nuevos registros de la serpiente *Enulius oligostichus* en Sinaloa y comentarios sobre su distribución. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 5:101-104.
- Lemos-Espinal, J.A. & G.R. Smith. 2020. A checklist of the amphibians and reptiles of Sinaloa, Mexico with a conservation status summary and comparisons with neighboring states. *ZooKeys* 931:85-114.



AMPLIACIÓN DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA RANA MINADORA, *HAMPTOPHRYNE BOLIVIANA* (PARKER, 1927) (AMPHIBIA: ANURA: MICROHYLIDAE), EN EL NOROCCIDENTE AMAZÓNICO, COLOMBIA

EXTENSION OF THE DISTRIBUTION RANGE OF THE MIDDLE FROG, *HAMPTOPHRYNE BOLIVIANA* (PARKER, 1927) (AMPHIBIA: ANURA: MICROHYLIDAE), IN THE NORTHWESTERN AMAZON, COLOMBIA

FABIÁN CABRERA-VARGAS¹ & JULIÁN A. ROJAS-MORALES^{2,3*}

¹Semillero de Investigación en Herpetología – SEH, Grupo de Investigación Fauna Silvestre, Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.

²Natural History Laboratory, Integrative Zoological Biodiversity Discovery, Centro de Museos, Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.

³Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, Calle 65 # 26-10, Cód. Postal 170004, Manizales, Colombia.

*Correspondence: julian.rojas24788@ucaldas.edu.co

Received: 2022-10-28. Accepted: 2023-01-05. Published: 2023-02-15.

Editor: Andrea Paz, Colombia.

En Colombia se reconocen actualmente 17 de las 738 especies de ranas minadoras pertenecientes a la familia Microhylidae, y agrupadas en dos subfamilias reconocidas para el Neotrópico: Gastrophryinae y Otophryinae (Acosta-Galvis, 2022; de Sá et al., 2012). Entre las diferentes regiones naturales de Colombia (i.e. Amazonía, Andina, Caribe, Orinoquía y Pacífico), la Amazonía cuenta con la mayor representatividad de miembros de esta familia con 13 especies, pertenecientes a los géneros *Chiasmocleis* Méhely, 1904, *Ctenophryne* Mocquard, 1904, *Elachistocleis* Parker, 1927, *Hamptophryne* Carvalho, 1954, *Otophryne* Boulenger, 1900, y *Synapturanus* Carvalho, 1954 (Galeano et al., 2006; Lynch, 2007; Acosta-Galvis, 2022). La alta diversidad en la Amazonía es concordante con el patrón de diversidad conocido para los microhílicos neotropicales (de Sá et al., 2012).

Hamptophryne boliviana (Parker, 1927) se distribuye ampliamente en zonas bajas (0-400 m s.n.m.) al norte y noroccidente de la cuenca amazónica, con registros en Guyana, Guayana Francesa, Surinam, Venezuela, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Crump, 1974; Duellman, 1978; Ávila-Pires & Hoogmoed, 1997; De la Riva et al., 2000; Lynch, 2005, 2007; Cole et al., 2013; Barrio-Amorós et al., 2019; Acosta-Galvis, 2022). *Hamptophryne boliviana* es una especie de actividad nocturna y de hábitos terrestres y fosoriales, reportándose principalmente al interior de bosques primarios siendo poco común en bosques secundarios y borde de bosques (Crump 1974; Duellman 1978; Aichinger 1992). Esta especie, igual que otros miembros de

la familia Microhylidae, es principalmente mirmecófaga, existiendo registros de individuos alimentándose hasta 1.5 m de altura sobre el suelo (Duellman 1978; Rodríguez & Duellman 1994). Según de Sá et al., (2012), el origen de *Hamptophryne* se remonta al Mioceno (20,86 ma), siendo uno de los grupos más derivados dentro de la subfamilia Gastrophryinae. En Colombia, *H. boliviana* cuenta con registros escasos provenientes de los departamentos de Amazonas y Caquetá, en el bioma de bosque húmedo de la llanura amazónica (Ruiz-Carranza et al., 1996; Lynch, 2005, 2007; Acosta-Galvis, 2000, 2022). En esta nota presentamos dos nuevos registros de *H. boliviana*, ampliando su distribución para el piedemonte andino-amazónico, en un área de continua deforestación y cambio en el uso del suelo con fines pecuarios, principalmente.

Entre octubre de 2015 y mayo de 2016 se obtuvieron dos registros de *H. boliviana* durante actividades de campo para el levantamiento de información de biodiversidad en el departamento de Caquetá. Los individuos fueron medidos en su longitud rostro-cloaca (LRC) con un calibrador análogo de precisión 0,01 mm, y fotografiados *in situ*. Posteriormente, estos fueron sacrificados usando anestésico cutáneo (Lidocaína 2%), fijados en formaldehído 10% y preservados en etanol 70%, siguiendo el protocolo propuesto por Cortez et al., (2006). Ambos especímenes fueron depositados en las colecciones herpetológicas de la Universidad de la Amazonía en Florencia, Caquetá (UAM), y el Instituto Amazónico de Investigaciones



Figure 1. Live photographs of individuals of *Hamptophryne boliviana* recorded for the northwestern Colombian Amazon, in the department of Caquetá. (A) UAM-1511H; B y C) SINCHI-A 2728) Fotografías: Diego Huseth Ruiz (A) y Julián Andrés Rojas (B y C).

Figura 1. Fotografías en vida de individuos de *Hamptophryne boliviana* registrados para el noroccidente de la Amazonia colombiana, en el departamento de Caquetá. (A) UAM-1511H; B y C) SINCHI-A 2728) Fotografías: Diego Huseth Ruiz (A) y Julián Andrés Rojas (B y C).

Científicas (SINCHI), en Bogotá, respectivamente. Adicional a esto, se revisaron los especímenes de *H. boliviana* de la Colección de Anfibios del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH-Am), en Villa de Leyva, Boyacá (Apéndice I). Para la identificación taxonómica de los especímenes se usaron los trabajos de Duellman (1978) y Rodríguez y Duellman (1994). Con base en las coordenadas geográficas de los registros obtenidos de *H. boliviana*, estos fueron asignados a las ecoregiones propuestas por Dinnerstein et al. (2017).

Hamptophryne boliviana Parker, 1927

Nuevos registros. (1) Macho UAM-H-1511, LRC 21.1 mm (Fig. 1A). Reserva Natural y Ecoturística Las Dalias (1.490035° N, 75.404481° O, WGS84, 328 m s.n.m), vereda Morros Altos, municipio de La

Montañita, departamento de Caquetá (Fig. 2). Registrado el 27 de noviembre de 2015 a las 20:40 h. El individuo fue observado sobre la hojarasca al interior del bosque ripario que bordea la quebrada “La Cajona”, donde predominan especies de Araceae, Cyclanthaceae, Costaceae, Melastomataceae y Piperaceae.

(2) Macho Sinchi-02728, LRC 25.8 mm (Fig. 1B, C). Vereda Azabache (1.310172° N, 75.803850° O, WGS84, 265 m s.n.m), municipio Belén de Los Andaquíes, departamento de Caquetá (Fig. 2). Registrado el 27 de febrero de 2016 a las 20:27 h. Este individuo fue encontrado sobre la hojarasca, al interior de un fragmento de bosque secundario con más de 20 años de regeneración natural, donde antes se desarrolló un cultivo de palma de aceite (*Elais oleifera*) (Fig. 3A). En esta localidad, *H.*

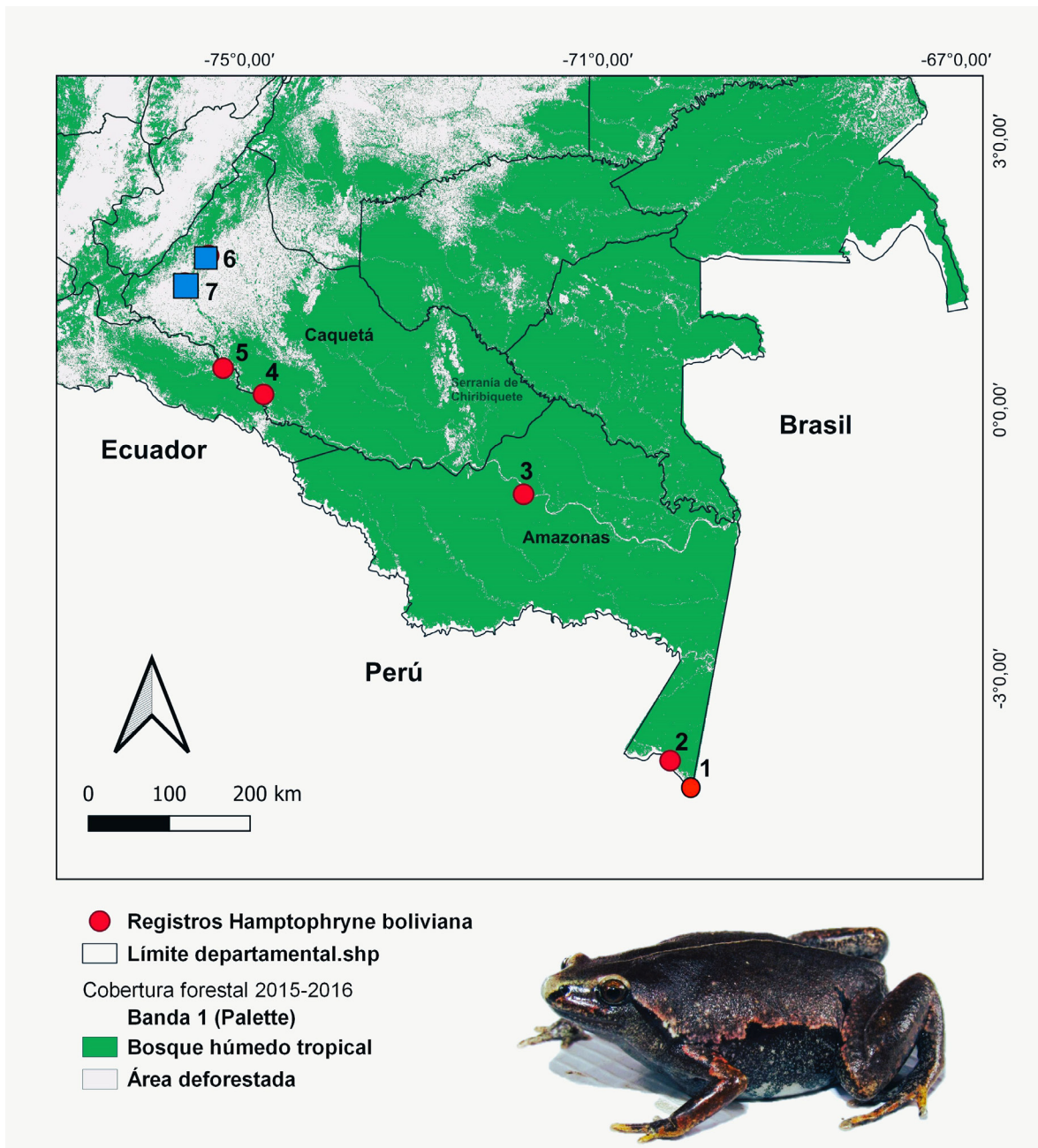


Figure 2. Map of Southeastern Colombia depicting known records of *Hamptophryne boliviana* in this country. Blue squares correspond to new records for the Amazonian piedmont (> 200 m a.s.l.), and red dots are former known records for the Amazonian plain (< 200 m a.s.l.). The Localities are: (1) Municipality of Leticia, Leticia-Tarapacá (Km 7) road, and Tacana River, Amazonas; (2) National Natural Park Amacayacu, Amazonas; (3) Puerto Santander, Amazonas; (4) Guitorá, Municipality of Solano, Caquetá River, Caquetá; (5) Consaya village, Municipality of Solano, Caquetá; (6) Las Dalias Natural Reserve, Municipality of La Montañita, Caquetá; (7) Azabache village, Municipality of Belén de los Andaquíes, Caquetá. Source: Forest-no forest for the 2015-2016 period (IDEAM 2022).

Figura 2. Mapa del suroriente de Colombia mostrando los registros conocidos de *Hamptophryne boliviana* en este país. Los cuadrados azules corresponden a los nuevos registros para el piedemonte amazónico (> 200 m s.n.m), y los puntos rojos son los registros conocidos para la planicie amazónica (< 200 m s.n.m). Las localidades son: (1) Municipio de Leticia, carretera Leticia-Tarapacá (Km 7) y el río Tacana, Amazonas; (2) Parque Nacional Natural Amacayacu, Amazonas; (3) Puerto Santander, Amazonas; (4) Guitorá, municipio de Solano, río Caquetá, Caquetá; (5) Vereda Consaya, municipio de Solano, río Caquetá, Caquetá; (6) Reserva Natural y Ecoturística Las Dalias, municipio de La Montañita, Caquetá; (7) Vereda Azabache, municipio de Belén de los Andaquíes, Caquetá. Fuente: Cobertura de bosque-no bosque para el período 2015-2016 (IDEAM 2022).



Figure 3. Habitat of *Hamptophryne boliviana* in the northwestern Amazon, department of Caquetá, Colombia. (A) Interior of secondary forest with 20 years of natural regeneration in the Azabache village, municipality of Belén de los Andaquíes. (B) General view of the landscape in the study area, highlighting the land use for cattle ranching at the Sinaí village, municipality of Morelia.

Figura 3. Hábitat de *Hamptophryne boliviana* en el noroccidente amazónico, departamento de Caquetá, Colombia. (A) Interior de bosque secundario con cerca de 20 años de regeneración natural, vereda Azabache, municipio Belén de los Andaquíes. (B) Vista general del paisaje en el área de estudio, resaltando el uso del suelo para ganadería, vereda Sinaí, municipio de Morelia.

boliviana fue encontrada sintópicamente con otra especie de rana microhílida, *Synapturanus* sp.

Identificación. Los individuos registrados presentan las siguientes características morfológicas: cuerpo moderadamente robusto con piel dorsal y ventral lisa; rostro corto, acuminado en vista dorsal, y truncado en su extremo anterior; ojos pequeños; tímpano oculto; extremidades cortas, moderadamente robustas con discos terminales poco prominentes en dedos de manos y pies, sin bordes cutáneos y membranas; dorso café claro o café grisáceo con una línea delgada medio-dorsal blanca, contrastando con los flancos que son café oscuro extendiéndose desde los lados de la cabeza hasta las superficies anteriores y posteriores de las extremidades. Las superficies dorsales de las extremidades presentan coloración similar al dorso (Fig. 1A, B). El vientre y superficies ventrales de las extremidades posteriores son blancas con manchas negruzcas irregulares. Garganta de color gris (Fig. 1C); el iris es color bronce con reticulaciones negras.

Los registros previamente publicados de *H. boliviana* en Colombia provienen del norte del municipio de Leticia, departamento de Amazonas (Lynch 2005), a una distancia lineal de 870 km con respecto al registro del municipio La Montañita, y a 885 km respecto al registro del municipio de Belén de Los Andaquíes. El registro más cercano a las localidades aquí presentadas, proviene de las cercanías a la cabecera municipal de Solano en el departamento de Caquetá (Ruiz-Carranza et al., 1996), a una distancia lineal de 110 km.

Osorno et al., (2011) evaluaron la diversidad de anfibios en un gradiente de intervención en la Amazonía colombiana, registrando a *H. boliviana* solamente al interior del bosque primario continuo y no en los fragmentos boscosos evaluados. Los resultados de dichos autores son concordantes con lo encontrado por Duellman (1978) para la Amazonía ecuatoriana, quien registró el 85% de los individuos de *H. boliviana* en el bosque maduro. No obstante, este microhílido también ha sido registrado en hábitats abiertos dentro del bioma de Sabana tropical en Brasil (Taucce et al., 2022).

En el presente trabajo, los nuevos registros se ubican en fragmentos de bosque en un área de alta pérdida forestal en la Amazonía colombiana (Fig. 2), proceso que ha sido acelerado particularmente desde finales del siglo XX e inicios del siglo XXI, debido a factores socioecológicos complejos, ligados a los cultivos ilícitos y la ganadería extensiva, principalmente (Arévalo et al., 2008; González-González et al., 2021).

En este trabajo presentamos evidencia de la presencia de *H. boliviana* en fragmentos de bosque de diferente tamaño, incluso menor a 10 ha, lo cual deja abierto el interrogante respecto al umbral de hábitat que esta rana fosorial puede presentar en el bioma de bosque húmedo tropical. No obstante, son necesarios estudios de campo dirigidos a evaluar la demografía y dinámica espacio-temporal de *H. boliviana* entre hábitats contrastantes – como los bosques maduros y pasturas abiertas –, para analizar la respuesta de esta especie a factores ambientales limitantes. En el caso de los anfibios, y particularmente para las ranas minadoras como *H. boliviana*, los procesos de desmonte-quema y, posteriormente la compactación del suelo por la actividad ganadera, pueden generar escenarios que amenazan la supervivencia de poblaciones al modificar drásticamente las condiciones estructurales y microambientales de su hábitat en el bosque húmedo tropical (Fig. 3B). De igual forma, los registros aquí presentados son importantes para los estudios de distribución y biogeografía de *H. boliviana*, pues esta especie no se había registrado en la franja piemontana de la cordillera Oriental de Colombia, en el área de transición con la planicie amazónica. Esta zona corresponde al extremo noroccidental de la ecoregión de los Bosques húmedos del Napo (#483), en el límite con la ecoregión de los Bosques húmedos de Caquetá (#446) *sensu* Dinnerstein et al., (2017). Biogeográficamente, esta área se ubica en la transición entre las provincias Napo e Imerí (*sensu* Morrone, 2014), a lo largo del suroriente de Colombia, Ecuador y el norte de Perú. En Colombia, esta área abarca porciones de los departamentos de Putumayo, Cauca y Caquetá, donde la pérdida acelerada de cobertura boscosa genera una alta necesidad de implementar estrategias de conservación a escala local y regional. Dentro de dichas estrategias podrían incluirse sistemas silvopastoriles que definan la protección de cuencas con franjas forestales, restringiendo el acceso para los vacunos (Fig. 3B).

Por último, se debe indicar la probabilidad de que bajo el nombre *H. boliviana* existan, por lo menos, dos especies distintas (Fouquet et al., 2007), lo cual es previsible teniendo en cuenta su amplia distribución geográfica y ecológica (Acosta-Galvis, 2022; Taucce et al., 2022). Para el caso de las poblaciones de microhílidos colombianos del norte de la Amazonía, es necesario realizar estudios filogenéticos y de taxonomía integrativa, comparando principalmente las poblaciones de especies que habitan en la transición de la Amazonía-Orinoquía, como *Chiasmocleis bassleri* (registrada recientemente para el departamento de Vichada, Colombia por Aponte-G et al., 2020) y *H. boliviana*. Es probable que para dichas especies, y otros microhílidos más (p. ej. *Elachistocleis tinigua* y *Elachistocleis sikuani*, Acosta-Galvis, Tonini & de Sá 2022), la franja de bosque húmedo del Piedemonte

Andino-Amazónico, permita el flujo genético entre la Amazonia con la parte occidental de la Orinoquía de Colombia y Venezuela.

Agradecimientos.- Al semillero de investigación en Herpetología-SEH de la Universidad de la Amazonia por el apoyo en el trabajo de campo. A Mariela Osorno, Andrés Acosta y Sandra Galeano por permitir la revisión de especímenes bajo su cargo en el Instituto SINCHI y el Instituto Humboldt, respectivamente. A Diego Huseth Ruiz por la fotografía en vida de uno de los individuos registrados. Los especímenes fueron recolectados bajo el permiso de investigación y colecta científica de los proyectos: “Estudio de la diversidad de herpetofauna en cuatro microhábitats de la reserva natural y ecoturística Las Dalías, La Montañita, Caquetá” realizado por la Universidad de la Amazonia, y “Restauración de áreas disturbadas por implementación de sistemas productivos agropecuarios en el departamento de Caquetá” realizado por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI. El SINCHI como instituto adscrito al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, está amparado bajo el Artículo 2.2.2.8.1.2 del Decreto 1076 de 2015 para la recolección y movilización de especímenes de la diversidad biológica. Agradecemos especialmente los comentarios realizados por Héctor E. Ramírez Chaves, Laury Gutiérrez, Andrés Acosta y dos evaluadores anónimos sobre versiones previas de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Acosta-Galvis, A.R. 2000. Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda:Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana* 1:289-319.
- Acosta-Galvis, A.R. 2022. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.12.2022 (Último acceso 10 de agosto de 2022). Página web accesible en <http://www.batrachia.com>; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
- Aichinger, M. 1992. Fecundity and breeding sites of an anuran community in a seasonal tropical environment. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 27:9-18.
- Aponte-G, A.F., L. Niño, A. Arias & J.D. Lynch. 2019. Anfibios y Reptiles en el territorio de las selvas transicionales de Cumaribo, Vichada (Colombia). Pp. 477- 498. En Rangel-Ch, J.O., G. Andrade-C, C. Jarro-F & C. Santos-G (Eds.), *Colombia Diversidad Biótica XIX. Selvas Transicionales de Cumaribo (Vichada-Colombia)*. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá D.C.
- Arévalo L.M., S.L. Ruiz, & E. Tabares (eds.). 2008. Plan de Acción en Biodiversidad del Sur de la Amazonia Colombiana. Corpoamazonia, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN. Bogotá D. C., Colombia.
- Ávila-Pires, T.C.S. & M.S. Hoogmoed. 1997. The Herpetofauna. Pp. 389-401. En Lisboa, P. (ed.), Caxiuanã. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Brasil.
- Barrio-Amorós, C.L., F.J.M. Rojas-Runjaic & C. Señaris. 2019. Catalogue of the amphibians of Venezuela: Illustrated and annotated species list, distribution and conservation. *Amphibian & Reptile Conservation* 13:1-198.
- Cole, C.J., C.R. Townsend, R.P. Reynolds, R.D. MacCulloch & A. Lathrop. 2013. Amphibians and reptiles of Guyana, South America: illustrated keys, annotated species accounts, and a biogeographic synopsis. *Proceeding of the Biological Society of Washington* 125:317-620.
- Cortez, A.M., A.M. Suárez-Mayorga & F.J. López-López. 2006. Preparación y preservación de material científico. Pp: 173-219. En Angulo, A., J.V. Rueda-Almonacid, J.V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca. (Eds), *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C.
- Crump, M. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. *Miscellaneous Publications of the Museum of Natural History. University of Kansas* 61:1-68.
- De la Riva, I., J. Köhler, S. Lötters & S. Reichle. 2000. Ten years of research on Bolivian amphibians: updated checklist, distribution, taxonomic problems, literature and iconography. *Revista Española de Herpetología* 14:19-164.
- de Sá, R.O., J.W. Streicher, R. Sekonyela, M.C. Forlani, S.P. Loader, E. Greenbaum, S. Richards & C.F.B. Haddad. 2012. Molecular phylogeny of microhylid frogs (Anura: Microhylidae) with emphasis on relationships among New World genera. *BMC Evolutionary Biology* 12:241.
- Dinerstein, E.D. Olson, A. Joshi, C. Vynne, N.D. Burgess, E. Wikramanayake, N. Hahn, S. Palminteri, P. Hedao, R. Noss, M. Hansen, H. Locke, E.C. Ellis, B. Jones, C.V. Barber, R. Hayes, C. Kormos, V. Martin, E. Crist, W. Sechrest, L. Price, J.E.M. Baillie, D. Weeden, K. Suckling, C. Davis, N. Sizer, R. Moore, D. Thau, T. Birch, P. Potapov, S. Turubanova, A. Tyukavina, N. de Souza,

- L. Pintea, J.C. Brito, O.A. Llewellyn, A.G. Miller, A. Patzelt, S.A. Ghazanfar, J. Timberlake, H. Klöser, Y. Shennan-Farpón, R. Kindt, J.P. Barnekow Lillesø, P. van Breugel, L. Graudal, M. Voge, K.F. Al-Shammari, M. Saleem. 2017. An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm. *BioScience* 67: 534-545.
- Duellman, W.E. 1978. The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. *Miscellaneous Publications of the University of Kansas* 65:1-352.
- González-González, A., J.C. Villegas, N. Clerici & J.F. Salazar. 2021. Spatial-temporal dynamics of deforestation and its drivers indicate need for locally-adapted environmental governance in Colombia. *Ecological Indicators* 126:107695.
- Galeano, S.P., J.N. Urbina, P.D.A. Gutiérrez-C, M. Rivera-C & V. Páez. 2006. Los anfibios de Colombia, diversidad y estado del conocimiento. Tomo II. Pp. 106-118. En Chaves, M.E. & Santamaría, M. (eds.), *Informe Nacional sobre el Avance en el Conocimiento y la Información sobre Biodiversidad 1998-2004*. Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Hernández-Manrique, O.L. & L.G. Naranjo. 2007. Geografía del piedemonte Andino-Amazónico. Pp. 1-6. En Naranjo, L.G (ed.), *Escenarios de Conservación en el Piedemonte Andino-Amazónico de Colombia*. WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Lynch, J.D. 2005. Discovery of the richest frog fauna in the World —an exploration of the forests to the north of Leticia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 29:581-588.
- Lynch J.D. 2007. Anfibios. Pp. 595-600. En Ruiz S.L., E. Sánchez, E. Tabares, A. Prieto, J.C. Arias, R. Gómez, D. Castellanos, P. García & L. Rodríguez. (eds.), *Diversidad Biológica y Cultural del Sur de la Amazonia Colombiana - Diagnóstico*. Corpoamazonia, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN, Bogotá D. C. Colombia.
- Morrone, J.J. 2014. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa* 3782:1-110.
- Osorno, M., D.L. Gutiérrez-Lamuz & J.C. Blanco. 2011. Anfibios en un gradiente de intervención en el noroccidente de la Amazonia colombiana. *Revista Colombia Amazónica* 4:143-160.
- Rodríguez, L.O. & W.E. Duellman. 1994. *Guide to the Frogs of the Iquitos Region, Amazonian Peru*. University of Kansas publications, Natural History Museum. USA. Kansas.
- Ruiz-Carranza, P.M., M.C. Ardila-Robayo & J.D. Lynch. 1996. Lista actualizada de la fauna de Amphibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 20:365-415.
- Taucce, P.P., C.E. Costa-Campos, T.R. Carvalho & F. Michalski. 2022. Anurans (Amphibia: Anura) of the Brazilian state of Amapá, eastern Amazonia: species diversity and knowledge gaps. *European Journal of Taxonomy* 836:96-130.

APÉNDICE I.

Especímenes examinados. COLOMBIA: Departamento de Amazonas, municipio de Leticia, carretera Leticia-Tarapacá (Km 7) y el río Tacana (IAvH-Am-00513); Parque Nacional Natural Amacayacu (IAvH-Am-2205, 2207). Departamento de Caquetá, municipio de La Montañita, vereda Morros Altos (UAM-H-1511); municipio de Belén de los Andaquíes, vereda Azabache (Sinchi-A 02728).



ABRONIA CUETZPALI (ANGUIDAE)

ROBERTO ARTURO MARTÍNEZ-TORRALBA¹, CESAR MAYORAL-HALLA², IVÁN VILLALOBOS-JUÁREZ³ & ELÍ GARCÍA-PADILLA^{4*}

¹Oaxaca de Juárez, Oaxaca 68000 México

²Biodiversidad de Oaxaca A.C. Oaxaca de Juárez, Oaxaca 68050 México

³Organización Los Hijos del Desierto, Aguascalientes 20427 México

⁴Biodiversidad Mesoamericana. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. 68016, México.

*Correspondence: eligarciapadilla25@gmail.com

Received: 2022-12-04. Accepted: 2022-12-22. Published: 2023-02-15.

Editor: Irene Goyenechea Mayer Goyenechea, México.

México: Oaxaca: Municipality of Santa Cruz Itundujia: Santa Cruz Itundujia (16.881292°N, 97.665361°W; WGS 84), 2,405 m a.s.l.); 10 March 2021. The individual was found active and photographed by local villager Felipe Santiago Vázquez while clearing a field crop (Fig. 1). The surrounding vegetation is composed of pine-oak forest. This record extends the range 83 km NW of the closest locality listed as “5.4 km east of Juquila” (Campbell et al., 2016). The species was previously known just from the type localities in the vicinities of Santa Catarina Juquila and San Miguel Suchixtepec (Campbell et al., op cit.), and in the municipality of San Mateo Río Hondo (Schätti, 2019) in the Sierra Madre del Sur physiographic region of Oaxaca (Campbell et al., 2016). Additionally, this record also represents the highest elevation (previous elevation was 2,365 m [Schätti, 2019]). The photo was deposited in Biodiversity Collections, The University of Texas at El Paso (UTEPObs: Herp: 204; photo voucher). The record was verified by Aurelio Ramírez-Bautista.

Acknowledgements.- To the local villagers (comuneros) that allowed the use of their observation in photo.

CITED LITERATURE

Campbell, J.A., I. Solano-Zavaleta, O.A. Flores-Villela, I.W. Caviedes-Solis & D.R. Frost . 2016. A new species of *Abronia* (Squamata: Anguinae) from the Sierra Madre del Sur of Oaxaca, Mexico. *Journal of Herpetology* 50:149-156.

Schätti, B. 2019. Geographic distribution. *Abronia cuetzpali* (Sierra de Miahuatlán Alligator Lizard). *Herpetological Review* 50:327.

Figura 1. Un individuo de *Abronia cuetzpali* de la localidad de Santa Cruz Itundujia, Oaxaca. Foto: Felipe Santiago-Vázquez. **Figure 1.** An individual of *Abronia cuetzpali* from the vicinity of Santa Cruz Itundujia, Oaxaca. Photo: Felipe Santiago-Vázquez.



PHYSALAEMUS CARRIZORUM (ANURA, LEPTODACTYLIDAE): FIRST RECORD FROM PARAGUAY

PHYSALAEMUS CARRIZORUM (ANURA, LEPTODACTYLIDAE): PRIMER REGISTRO PARA PARAGUAY

FLAVIA NETTO^{1,2*} & FRANCISCO BRUSQUETTI²

¹Itaipu Binacional, División de Áreas Protegidas, Dirección de Coordinación Ejecutiva, Av. Monseñor Rodríguez 150, Ciudad del Este, Alto Paraná, Paraguay.

²Instituto de Investigación Biológica del Paraguay, Del Escudo 1607, CP 1425, Asunción, Paraguay

*Correspondence: flanettosisa@gmail.com

Received: 2022-12-01. Accepted: 2022-12-26. Published: 2023-02-15.

Editor: María Laura Ponssa, Argentina.

Paraguay: Itapúa Department: Alto Verá District: reserve for National Park San Rafael, Urutaú trail (26.631117° S, 55.664883° W, Datum WGS 84, elevation 268 m a.s.l.). Two males collected on 5 September 2008 and 9 December 2008. Both specimens were collected in pitfall traps located on a secondary forest next to rocky bed stream. Collection was authorized by the Ministry of Environment and Sustainable Development of Paraguay (MADES, #57038/2008). Specimens were anesthetized with lidocaine, fixed in 10% formalin followed by long-term storage in 70% ethyl alcohol. Voucher specimens are deposited in the Herpetological collection of the Instituto de Investigación

Biológica del Paraguay (IIBP-H), Asunción, Paraguay under the numbers IIBP-H1347 and IIBP-H1373, both collected by Flavia Netto. This is the first record of *Physalaemus carrizorum* from Paraguay. We extend the distribution of the species in 91 km from nearest records in Argentina, Province of Misiones, Department of Cainguás, 2 de Mayo locality (Cardozo & Pereyra, 2018; Fig. 1).

Physalaemus comprises 50 recognized species (Frost, 2021) widely distributed in South America east of the Andes. *Physalaemus gracilis* species group was proposed by Lynch (1970)

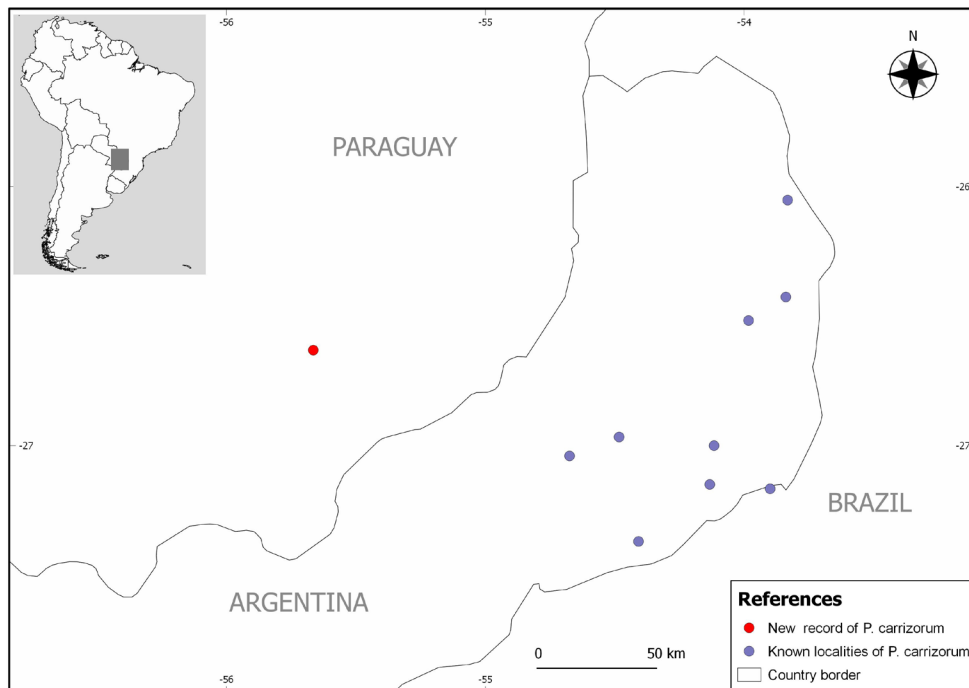


Figura 1. Mapa que muestra el nuevo registro de *Physalaemus carrizorum* de Paraguay y localidades previamente conocidas de Argentina.

Figure 1. Map showing the new record of *Physalaemus carrizorum* from Paraguay and previously known localities from Argentina.

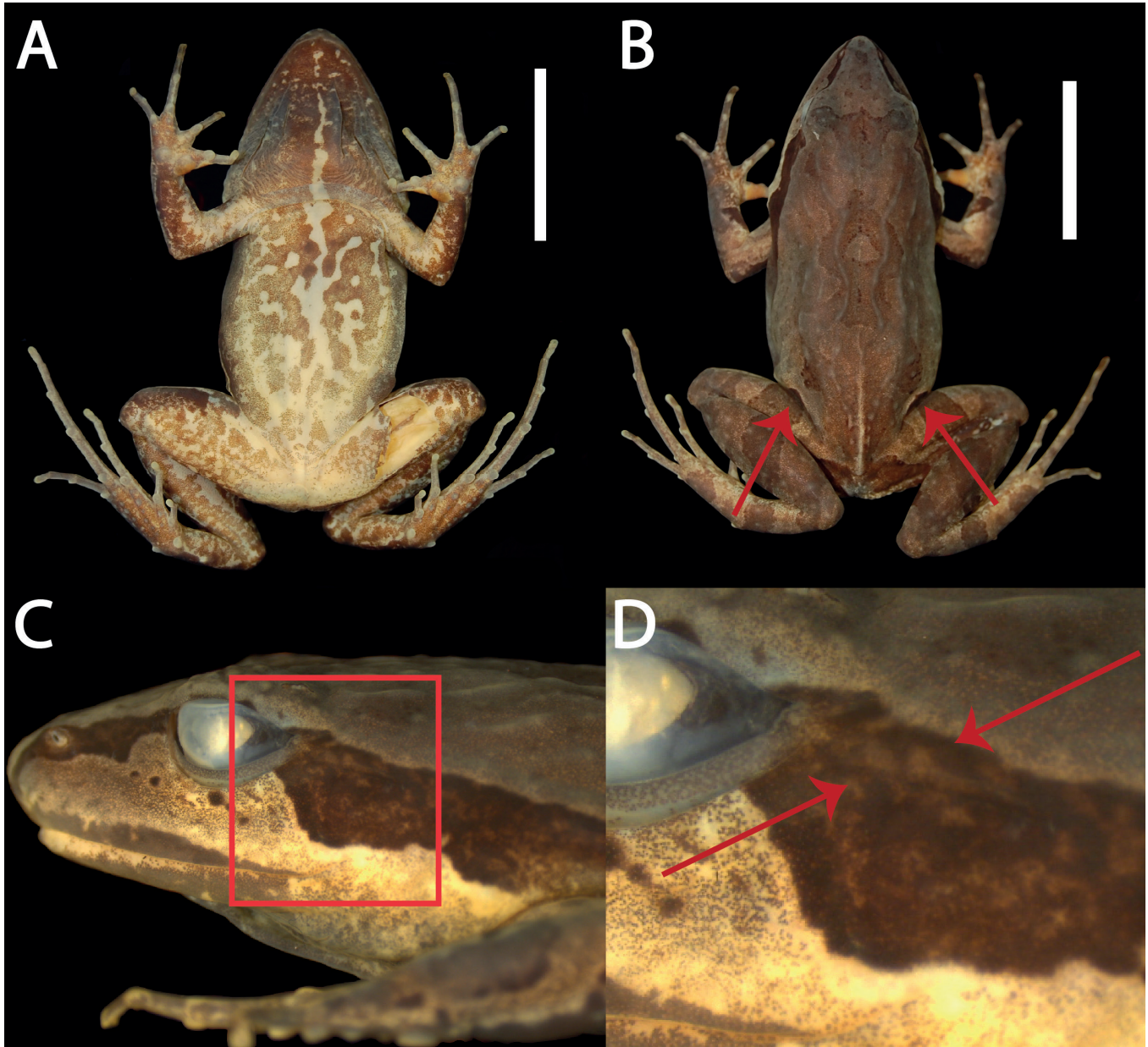


Figura 2. Detalle de los principales caracteres diagnósticos de *Physalaemus carrizorum*, espécimen IIBP-H1347. (A) vista ventral, la barra blanca corresponde a 10 mm; (B) vista dorsal, las flechas rojas resaltan las glándulas inguinales, la barra blanca corresponde a 10 mm; (C) vista lateral, pliegue supratimpánico resaltado en cuadrado rojo; (D) detalles de la vista lateral, las flechas rojas resaltan el pliegue supratimpánico.

Figure 2. Details of main diagnostic characters of *Physalaemus carrizorum*, specimen IIBP-H1347. (A) ventral view, white bar corresponds to 10 mm; (B) dorsal view, red arrows highlight inguinal glands, white bar correspond to 10 mm; (C) lateral view, red square highlight supratympanic fold; (D) details of lateral view, red arrows highlight supratympanic fold.

and supported in Nascimento et al. (2005) and Lourenço et al. (2015). Currently, six species are included in this group: *P. carrizorum* Cardozo and Pereyra, 2018, *P. barrioi* Bokermann, 1967, *P. evangelistai* Bokermann, 1967, *P. gracilis* (Boulenger, 1883), *P. jordanensis* Bokermann, 1967 and *P. lisei* Braun and Braun, 1977. *Physalaemus carrizorum*, historically misidentified as *P. gracilis*,

was described based on external morphology, advertisement call, and 16S genetic distance. Cardozo and Pereyra (2018) mentioned that the species only occurs in Argentina, Misiones Province, located in the Atlantic Forest domain, and that it is likely to occur in neighboring Brazil.

Several authors (Boettger, 1885; Boulenger, 1894; Peracca, 1895; Bertoni, 1914; 1939) have mentioned the presence of *P. gracilis* in Paraguay, which could be referring to *P. carrizorum*, however until now there were no voucher specimens to support its occurrence in the country. The presence of *P. carrizorum* (as *P. gracilis*) in Paraguay was considered probable by Brusquetti and Lavilla (2006) due to geographic proximity localities of Argentinians records (Misiones) and southeastern Brazil (Rio Grande do Sul, Paraná and Santa Catarina), and because of habitat similarity.

Identification of the specimens from Paraguay was confirmed based on Cardozo and Pereyra (2018). Both specimens present the character states that diagnose *P. carrizorum* from all the species of *Physalaemus* not belonging to the *P. gracilis* group (except *P. riograndensis*, from *P. biligonigerus* group): a median stripe defined by the absence of melanocytes on throat, chest, and/or abdomen (Fig. 2A); from *P. riograndensis*: presence of inguinal glands (absent in *P. riograndensis*) (Fig. 2B), larger body size (snout-vent length of IIBP-H1347 is 28.57 mm, of IIBP-H1373 is 28.52 mm; smaller than 20.5 mm in *P. riograndensis*, Cardoso & Pereyra, 2018) and dorsal skin texture near smooth (tuberculate in *P. riograndensis*) (Fig. 2B); from the remaining species of the *P. gracilis* group: supratympanic fold developed (poorly developed in *P. barrioi*, Provete et al., 2012; not evident in the rest of the species) (Figs. 2C and D).

Although the mentioned specimens were collected in an area proposed as reserve for a national park, currently is divided between more than 60 private owners with a great and increasingly serious risk of deforestation. Taking into account that this is the only known population of *P. carrizorum* on the right bank of the Paraná River, and that is a small and isolated population, studies on genetic diversity and its protection should be a priority.

Acknowledgements.— We thank the owners of PROCOSARA Christine Kohli and Hans Hostettler for allowing access to their properties and for protecting the area. We thank the Ministry of Environment and Sustainable Development of Paraguay (MADES) for the collection permits and the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, Paraguay, Programa Nacional de Incentivo a Investigadores – PRONII), for financial support.

CITED LITERATURE

- Bertoni, A. de W. 1914. Fauna Paraguaya. Catálogos sistemáticos de los vertebrados del Paraguay. Peces, batracios, reptiles, aves y mamíferos conocidos hasta 1913. Descripción Física y Económica del Paraguay 59:1-83.
- Bertoni, A. de W. 1939. Catálogos sistemáticos de los vertebrados del Paraguay. Revista de la Sociedad Científica del Paraguay 4:3-59.
- Boettger, O. 1885. Liste von Reptilien und Amphibien aus Paraguay. Zeitschrift für Naturforschung 58:213-248.
- Boulenger, G.A. 1894. Second report on additions to the lizard collections in the Natural History Museum. Proceedings of the Zoological Society London 1894:722-736.
- Brusquetti, F. & E.O. Lavilla. 2006. Lista comentada de los anfibios de Paraguay. Cuadernos de Herpetología 20:3-79.
- Cardozo, D.E. & M.O. Pereyra. 2018. A new species of *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae) from the Atlantic Forest of Misiones, northeastern Argentina. Zootaxa 4387:580-590.
- Frost, D.R. 2021. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.1 (November 2022). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- Lynch, J.D. 1970. Systematic status of the American leptodactylid frog genera *Engystomops*, *Eupemphix*, and *Physalaemus*. Copeia 1970:488-496.
- Lourenço, L.B., C.P. Targueta, D. Baldo, J. Nascimento, P.C. Garcia, G.V. Andrade, C.F.B. Haddad & S.M. Recco-Pimentel. 2015. Phylogeny of frogs from the genus *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae) inferred from mitochondrial and nuclear gene sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution 92:204-216.
- Nascimento, L.B., U. Caramaschi & C.A.G. Cruz. 2005. Taxonomic review of the species groups of the genus *Physalaemus* Fitzinger, 1826 with revalidation of the genera *Engystomops* Jiménez de la Espada, 1872 and *Eupemphix* Steindachner, 1863 (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). Arquivos do Museu Nacional 63:297-320.
- Peracca, M.G. 1895. Viaggio del dott. Alfredo Borelli nella Republica Argentina en el Paraguay. Bolletino dei Musei di Zoologia ed Anatomia Comparata 10:1-32.
- Provete, D.B., M.V. Garey, L.F. Toledo, J. Nascimento, L.B. Lourenço, D.C. Rossa-Feres & C.F.B. Haddad. 2012. Redescription of *Physalaemus barrioi* (Anura: Leiuperidae). Copeia 2012:507-518.



NUEVO REGISTRO DE *INDOTYPHLOPS BRAMINUS* (SQUAMATA: TYPHLOPIDAE) EN TLAXCALA, MÉXICO

MARINA SÁNCHEZ LUNA¹, OMAR RAMÍREZ-ICAZA^{2*} & ANIBAL DÍAZ DE LA VEGA-PÉREZ³

¹Licenciatura en Biología, Facultad de Agrobiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Ixtacuixtla, Tlaxcala, México.

²Maestría en Ciencias Biológicas, Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México.

³Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tlaxcala, México.

*Correspondence: omar.icaza.05@gmail.com

Received: 2022-12-16. Accepted: 2023-01-16. Published: 2023-02-15.

Editor: Norberto Martínez-Méndez, México.

México: Tlaxcala: Municipio de Tlaxcala: Colonia Adolfo López Mateos (19.323583° N, 98.243333°W; WGS84; 2,230 m s.n.m.), 25 de septiembre de 2019. Se recibió un ejemplar muerto de la serpiente ciega afroasiática *Indotyphlops braminus* por donación (Fig. 1A). La serpiente se localizó en arena para construcción

dentro de una casa habitación. El ejemplar presentó una longitud total de 142 mm, longitud hocico-cloaca de 139 mm, longitud de cola de 2.86 mm, ancho de cabeza de 4.5 mm, longitud de cabeza de 1.8 mm y alto de cabeza de 1.1 mm. Después de ser fijado en alcohol, el ejemplar presentó el dorso de color pardo, a su vez

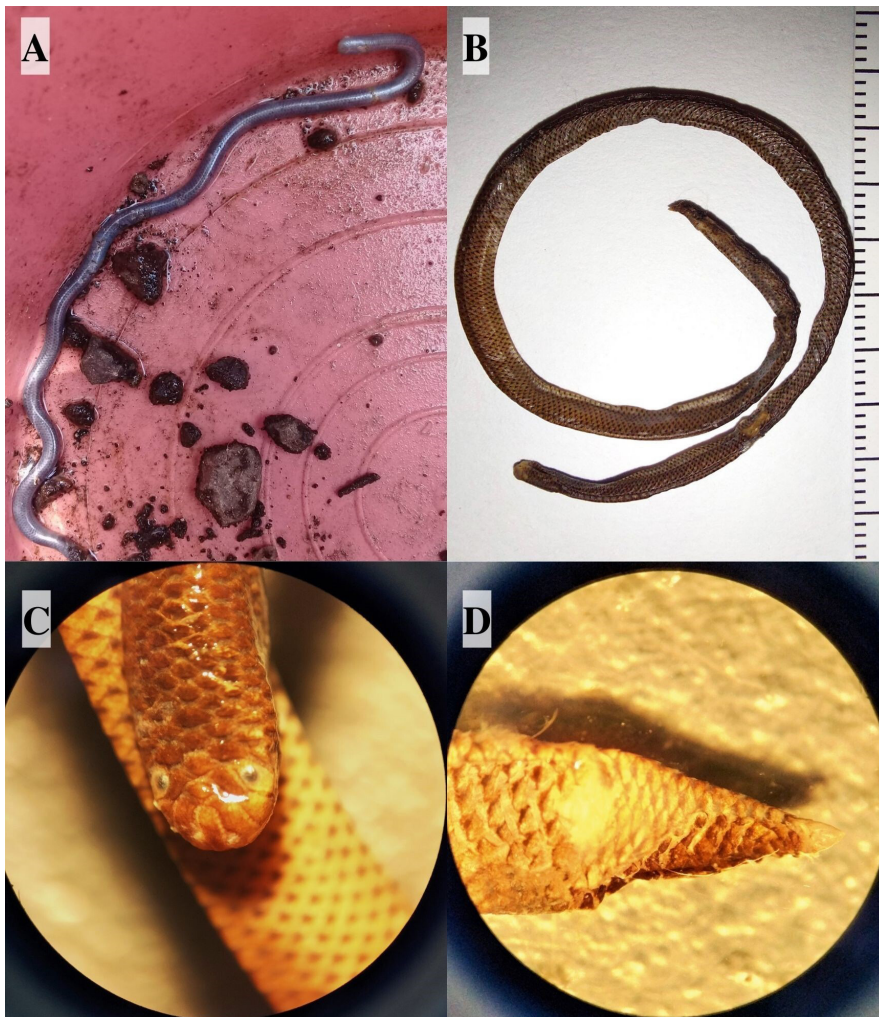
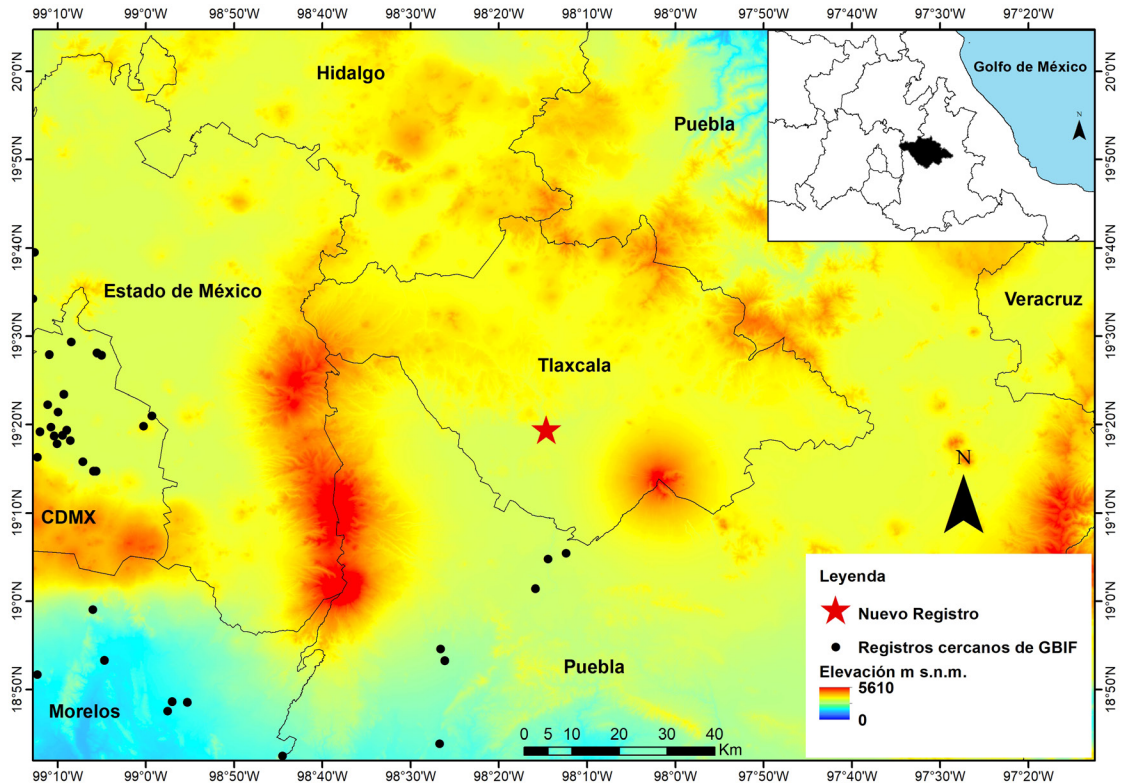


Figure 1. Specimen of Brahminy blindsnake *Indotyphlops braminus* from Tlaxcala, Mexico (MZFX-4462). A) Dorsal view of specimen in life. B) Dorsal view of body; metric scale equals to 5 cm in total. C) Dorsal view of head. D) Ventral view of cloaca and tail.

Figura 1. Especimen de la serpiente ciega afroasiática *Indotyphlops braminus* de Tlaxcala, México (MZFX-4462). A) Vista dorsal del espécimen en vida. B) Vista dorsal del cuerpo; escala métrica equivale a 5 cm en total. C) Vista dorsal de la cabeza. D) Vista ventral de la cloaca y la cola.

Figura 2. Nuevo registro de la serpiente ciega afroasiática *Indotyphlops braminus* (estrella roja) y los registros publicados provenientes de GBIF (2022) más cercanos a Tlaxcala, México.

Figure 2. New record of the Brahminy blindsnake *Indotyphlops braminus* (red star) and the published records from GBIF (2022) near to Tlaxcala, Mexico.



la región del mentón, la cloaca y la punta de la cola presentaron color blanco (Fig. 1B, C, D). Este espécimen representa el primer registro de *I. braminus* para el estado de Tlaxcala (Fig. 2), y se localizó a 26 km en línea recta al noroeste del registro más cercano en el municipio de Puebla, Puebla, México (19.090614° N, 98.206568° W, WGS84, 2,180 m s.n.m., <https://www.naturalista.mx/observations/98165677>). Esta serpiente es originaria de Asia y África y ha sido introducida en distintas partes del mundo (Uetz & Hošek, 2022). En México se ha registrado en los estados de Baja California Sur, Durango, Nuevo León, Sinaloa, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Ciudad de México (Castañeda-Ortega & Guzmán-Guzmán, 2020).

El ejemplar se depositó en la Colección de anfibios y reptiles de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México, con número de catálogo MZFZ-4462. La identificación del ejemplar fue verificada por el Dr. Uri Omar García Vázquez.

Agradecimientos. - Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca de maestría otorgada (número 1081121) y por el proyecto de Cátedras-CONACYT (número: 883). Al Proyecto

del Fondo Sectorial de Investigación SRE-CONACYT: Análisis de la conectividad funcional entre los Parques Nacionales La Malinche e Iztaccíhuatl-Popocatepetl e identificación de áreas prioritarias para la conservación (Número de proyecto: 286794). Al Dr. Uri Omar García Vázquez por corroborar la identidad de la especie y a la Dra. Sandra García de Jesús del Laboratorio de Zoología de la Facultad de Agrobiología-UATx.

LITERATURA CITADA

- Castañeda-Ortega, J.C. & S. Guzmán-Guzmán. 2020. *Indotyphlops braminus* (Daudin, 1803), Typhlopidae. Revista Latinoamericana de Herpetología 3:155-156.
- GBIF. 2022. GBIF Occurrence Download: *Indotyphlops braminus* (Daudin, 1803). <https://doi.org/10.15468/dl.tzk9nv> [Consultado en Diciembre 2022].
- Uetz, P. & J. Hošek. 2022. The Reptile Database. <https://reptile-database.reptarium.cz/species?genus=Indotyphlops&species=braminus> [Consultado en Diciembre 2022].



THE SPETACLED CAIMAN (*CAIMAN CROCODILUS*, CROCODYLIA, ALLIGATORIDAE) AS A PREDATOR OF THE AMAZON SAILFIN-CATFISH (*PTERYGOPLICHTHYS PARDALIS*, SILURIFORMES, LORICARIDAE)

EL CAIMÁN DE ANTEOJOS (*CAIMAN CROCODILUS*, CROCODYLIA, ALLIGATORIDAE) COMO DEPREDADOR DEL PEZ SILURO DEL AMAZONAS (*PTERYGOPLICHTHYS PARDALIS*, SILURIFORMES, LORICARIDAE)

FRANCIELE CRISTINA DE SOUZA^{1,2,*}, ALESSANDRO RIBEIRO DE MORAIS³ & FABRÍCIO HIROIUKI ODA^{4,5}

¹Programa de Pós-graduação em Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas 69080-900, Brazil

²Laboratório de Parasitologia de Peixes, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas 69060-001, Brazil

³Laboratório de Ecologia, Evolução e Sistemática de Vertebrados, Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde, Goiás 75901-970, Brazil

⁴Laboratório de Parasitologia Animal, Instituto de Biociências, Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul 79070-900, Brazil

⁵Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Instituto de Biociências, Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul 79070-900, Brazil

*Correspondence: francielexingu@gmail.com

Received: 2022-10-05. Accepted: 2023-01-18. Published: 2023-03-01.

Editor: Thais Helena Condez, Brasil.

Resumo.- Reportamos um evento em que *Caiman crocodilus* consome o acari-bodó *Pterygoplichthys pardalis*. Uma lista de itens predados por *C. crocodilus* foi compilada da literatura, incluindo vertebrados e invertebrados consumidos por esta espécie. O evento de predação foi observado na margem de uma lagoa na Reserva Florestal Adolpho Ducke, localizada na cidade de Manaus, estado do Amazonas, Brasil, durante estudos de campo em 2020. A busca bibliográfica revelou 250 presas conhecidas para esta espécie de jacaré, sendo 150 invertebrados (89 Insecta, 24 Crustacea, 14 Mollusca, 10 Arachnida, 10 Myriapoda, 2 Annelida e 1 Platyhelminthes) e 100 vertebrados (53 peixes, 16 répteis, 11 anfíbios, 10 aves e 10 mamíferos). Entre os peixes, apenas três espécies de Siluriformes foram identificados como presas de *C. crocodilus*: *Hoplosternum littorale*, *Clarias batrachus* e *Ameiurus nebulosus*. Portanto, *P. pardalis* representa uma nova espécie de presa para *C. crocodilus*. Nossa observação de campo e revisão da literatura reforçam *C. crocodilus* como predador generalista, com peixes sendo os itens de maior importância entre os vertebrados, na dieta da espécie.

Palavras-chave.- Amazônia, Brasil, jacaré, peixes, interação predador-presa.

Abstract.- We report an event of a *Caiman crocodilus* consuming the catfish *Pterygoplichthys pardalis*. A list of known prey items of *C. crocodilus* was also compiled from the literature, including known vertebrate and invertebrate items for this species. The predation event was observed at the margin of a lagoon in Reserva Florestal Adolpho Ducke, located in the municipality of Manaus, Amazonas state, Brazil, during a fieldwork study in 2020. The literature survey revealed 250 distinct prey items for this caiman, of which 150 are invertebrates (89 Insecta, 24 Crustacea, 14 Mollusca, 10 Arachnida, 10 Myriapoda, 2 Annelida, and 1 Platyhelminthes) and 100 are vertebrates (53 fishes, 16 reptiles, 11 amphibians, 10 birds, and 10 mammals). Among fishes, only three Siluriformes have been taxonomically identified as *C. crocodilus* preys: *Hoplosternum littorale*, *Clarias batrachus*, and *Ameiurus nebulosus*. Therefore, the catfish *P. pardalis* represents a new prey specie for *C. crocodilus*. Our field observation and the presented literature review reinforce the view of *C. crocodilus* as a generalist predator, with fish as the most important vertebrate prey in the diet of this species.

Keywords.- Amazon, Brazil, caiman, fishes, predator-prey interaction.

Alligatorids are top predators capable of exerting top-down pressure on populations of their prey species (Nifong & Silliman, 2013). The nominal species *Caiman crocodilus* comprises four sub-species (*crocodilus*, *fuscus*, *chiapasius* and *apaporiensis*), all represented by medium-sized alligatorids (up to nearly 2.7 meters) that are widely distributed in the Neotropics (Farias et al., 2013; Roberto et al., 2020). As other alligatorids, *Caiman crocodilus* may be active day or night depending on season and environmental temperature (Smith, 1979), which support their expected wide diet. This species has a generalist diet composed of invertebrates (arachnids, crustacean, insects and gastropods) and vertebrates (fish, amphibians, reptiles, birds and mammals) (Thorbjarnarson, 1993; Laverty & Dobson, 2013; Bontemps et al., 2016).

Here, we report for the first time the predation of the catfish *Pterygoplichthys pardalis* by the spectacled caiman *Caiman crocodilus*. We also provide a list of known prey of *C. crocodilus* compiled from available literature. *Pterygoplichthys pardalis* Castelnau, 1855 is a medium-sized (up to nearly 50 cm), benthic and detritivorous armored catfish known regionally as “acari-bodó” by the riverine native communities (Neves & Ruffino, 1998). It has economic importance because it is used by humans as a regular food item and explored as ornamental aquarium fish (Emiroğlu et al., 2016; Lima et al., 2019; Sousa et al., 2019). The species is widely distributed in the Amazon River basin, where it inhabits the bottom of rivers, lakes, and streams (Weber, 2003). Species of *Pterygoplichthys* are potential prey for a wide variety of predators, such as large fishes, chelonians, snakes, caimans, aquatic and wading birds, and otters (Willard, 1985; Nico, 2010). Although *P. pardalis* is a common species across the Amazon River basin, there is no detailed information on the predation of this catfish by *C. crocodilus*. A photographic record of an adult *C. crocodilus* holding a specimen of *P. pardalis* was first presented by Yves et al. (2021), but there is no information available to the predation event. The new record of predation events accompanied by information on food items consumed by *C. crocodilus* based on literature survey are important to improve our understanding about the feeding behavior of this caiman (Oda et al., 2022), and its role as a trophic agent in the food web (Miranda, 2017).

The record of predation on the catfish *Pterygoplichthys pardalis* was obtained from a fortuitous observation in nature. A bibliographic search was conducted using the literature search engine Google Scholar to obtain records of prey items consumed by *C. crocodilus*. The search terms used in this survey were: “*Caiman crocodilus*” “diet”, “feeding”, “predation”, “prey”. We also checked the complete natural history notes section of

the scientific journals (respective range of dates displayed under parenthesis): *Herpetological Review* (1967–2021), *Herpetological Bulletin* (2008–2021), *Herpetology Notes* (2008–2022), *Herpetozoa* (1988–2022), and *Mesoamerican Herpetology* (2014–2018). Other references cited by the publications recovered by the primary bibliographic survey were obtained from three on-line databases: the repository of Museu Paraense Emílio Goeldi (<https://repositorio.museu-goeldi.br/>), Semantic Scholar (<https://www.semanticscholar.org/>) and Biodiversity Heritage Library (<https://www.biodiversitylibrary.org/>). Reports of predation attempts also were included in the review list. Prey items were just considered in our list when identified at least to the taxonomic level of order.

On 25 July 2022, around 09:20 hrs, we observed an adult *Caiman crocodilus* (~160 cm total body length) consuming an adult *Pterygoplichthys pardalis* (~20 cm total body length) (Fig. 1). This predation event was observed in a lagoon (3°00'27" S, 59°56'25" W) located in the Reserva Florestal Adolpho Ducke, municipality of Manaus, State of Amazonas, Brazil. Our observation began when the alligator had already captured and dominated the fish. Specifically, the alligator stood immobile at the edge of the lagoon, with only its body submerged and, after holding the fish firmly with its bite, swallowed it. The predation event lasted approximately 10 minutes until the prey was completely swallowed. After ingesting the fish, the caiman remained at the margin of the lagoon for about 2 minutes and then submerged. The identification of the fish was confirmed by the ichthyologist Jansen Alfredo Sampaio Zuanon, from Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Literature survey on prey items of *C. crocodilus* identified 27 studies, published between 1975 and 2022 (Table 1). Among these, only one study reported a predation attempt of a juvenile caiman on a frog. These studies were conducted in Brazil, Cuba, Mexico, Peru, Puerto Rico, United States of America, and Venezuela. The diet of *C. crocodilus* is composed by 250 prey items, of which 150 are invertebrates (89 Insecta, 24 Crustacea, 14 Mollusca, 10 Arachnida, 10 Myriapoda, 2 Annelida, and 1 Platyhelminthes) and 100 are vertebrates (53 fishes, 16 reptiles, 11 amphibians, 10 birds, and 10 mammals) (Table 1).

Records of fish as prey items of *C. crocodilus* include species within 10 taxonomic orders (Table 1): Lepisosteiformes, Elopiformes, Osteoglossiformes, Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, Cyprinodontiformes, Beloniformes, Synbranchiformes, and Perciformes (Staton & Dixon, 1975; Ellis, 1980; Seijas & Ramos, 1980; Thorbjarnarson, 1993; Escobar, 1995; Krysko et al., 2010; Barão-Nóbrega et al., 2016; Bontemps et al.,

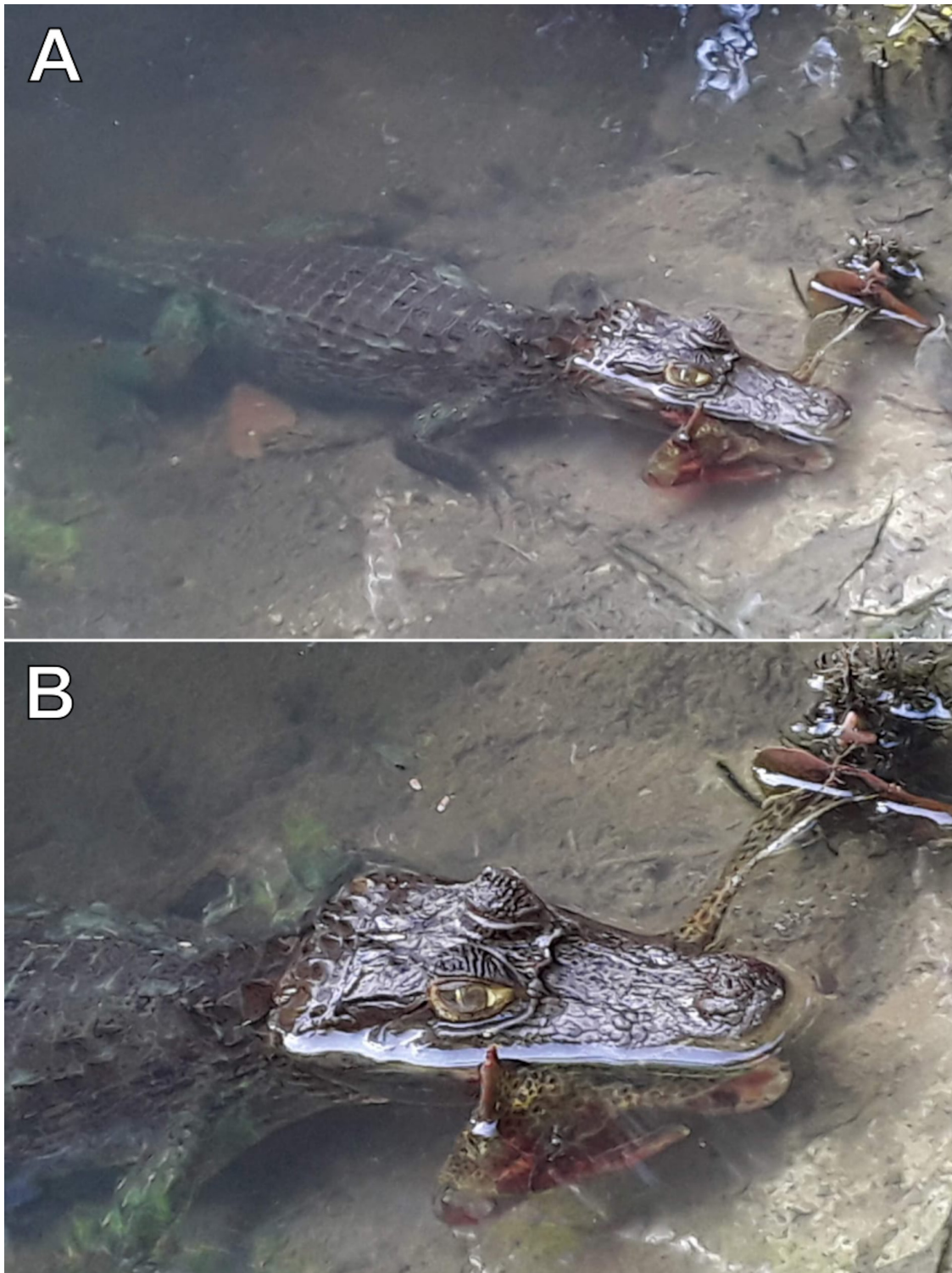


Figura 1. Predação de *Pterygoplichthys pardalis* por *Caiman crocodilus* na margem de uma lagoa na Reserva Florestal Adolpho Ducke, município de Manaus, Estado do Amazonas, norte do Brasil. A - Visão geral; B - Visão aproximada. Fotos: Souza, F.C.

Figure 1. Predation of *Pterygoplichthys pardalis* by *Caiman crocodilus* at the margin of a lagoon in Reserva Florestal Adolpho Ducke, municipality of Manaus, Amazonas State, northern Brazil. A - General view; B - Close-up view. Photos: Souza, F.C.

Tabela 1. Presas relatadas do complexo *Caiman crocodilus*. Países: BRA: Brasil, CUB: Cuba, MEX: México, PER: Peru, PRI: Porto Rico, EUA: Estados Unidos da América, VEN: Venezuela. (*) Tentativas de predação.

Table 1. Reported preys of *Caiman crocodilus* complex. Countries: BRA: Brazil, CUB: Cuba, MEX: Mexico, PER: Peru, PRI: Puerto Rico, USA: United States of America, VEN: Venezuela. (*) Predation attempts.

Prey		Locality (Country)	Reference
Higher taxa	Species		
INVERTEBRATES			
INSECTA			
Blattaria			
Blaberidae	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Coleoptera			
	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
	Undetermined	Poconé, Mato Grosso State (BRA)	Schaller & Crawshaw (1982)
	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	Undetermined	Reserva Extrativista do Lago Cuniã, Rondonia State (BRA)	Costa & Nunes (2019)
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	Mapurite lagoon system, El Manteco (VEN)	Gorzula (1977, 1978)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
	Undetermined	Archipélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (COL)	Forero-Medina et al. (2006)
Bostrichidae	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Carabidae	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Curculionidae	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
Dysticidae	<i>Megadytes</i> sp.	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
	Undetermined	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
Gyrinidae	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Halipilidae	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
Hydrophilidae	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	Undetermined	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)

Tabela 1 (cont.). Presas relatadas do complexo *Caiman crocodilus*. Países: BRA: Brasil, CUB: Cuba, MEX: México, PER: Peru, PRI: Porto Rico, EUA: Estados Unidos da América, VEN: Venezuela. (*) Tentativas de predação.

Table 1 (cont.). Reported preys of *Caiman crocodilus* complex. Countries: BRA: Brazil, CUB: Cuba, MEX: Mexico, PER: Peru, PRI: Puerto Rico, USA: United States of America, VEN: Venezuela. (*) Predation attempts.

Prey		Locality (Country)	Reference
Higher taxa	Species		
	<i>Hydrophilus</i> sp.	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
Melolonthidae	<i>Phyllophaga</i> sp.	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
Noteridae	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
Scarabaeidae	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
Diptera			
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
	Undetermined	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Nematocera	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Ephemeroptera			
	Undetermined	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Hemiptera			
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	Undetermined	Mapurite lagoon system, El Manteco (VEN)	Gorzula (1977, 1978)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Belostomatidae	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	Undetermined	Reserva Extrativista do Lago Cuniã, Rondonia State (BRA)	Costa & Nunes (2019)
	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
	Undetermined	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	<i>Lethocerus</i> sp.	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
Veliidae	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Homoptera			
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
Hymenoptera			
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)

Tabela 1 (cont.). Presas relatadas do complexo *Caiman crocodilus*. Países: BRA: Brasil, CUB: Cuba, MEX: México, PER: Peru, PRI: Porto Rico, EUA: Estados Unidos da América, VEN: Venezuela. (*) Tentativas de predação.

Table 1 (cont.). Reported preys of *Caiman crocodilus* complex. Countries: BRA: Brazil, CUB: Cuba, MEX: Mexico, PER: Peru, PRI: Puerto Rico, USA: United States of America, VEN: Venezuela. (*) Predation attempts.

Prey		Locality (Country)	Reference
Higher taxa	Species		
Formicidae	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
Isoptera	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Lepidoptera	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Mantodea			
Mantidae	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
Odonata	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Caenagrionidae	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Orthoptera			
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	Undetermined	Mapurite lagoon system, El Manteco (VEN)	Gorzula (1977, 1978)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
	Undetermined	Archipélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (COL)	Forero-Medina et al (2006)
Acrididea	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
Gryllidae	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
CRUSTACEA			
	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
	Undetermined	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	Undetermined	Pacaya-Samiria National Reserve, Loreto region (PER)	Moldowan et al. (2016)
	Undetermined	Reserve Pacaya Samiria National (PER)	Laverty & Dobson, 2013
Brachyura	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
	Undetermined	Poconé, Mato grosso (BRA)	Schaller & Crawshaw (1982)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)

Tabela 1 (cont.). Presas relatadas do complexo *Caiman crocodilus*. Países: BRA: Brasil, CUB: Cuba, MEX: México, PER: Peru, PRI: Porto Rico, EUA: Estados Unidos da América, VEN: Venezuela. (*) Tentativas de predação.

Table 1 (cont.). Reported preys of *Caiman crocodilus* complex. Countries: BRA: Brazil, CUB: Cuba, MEX: Mexico, PER: Peru, PRI: Puerto Rico, USA: United States of America, VEN: Venezuela. (*) Predation attempts.

Prey		Locality (Country)	Reference
Higher taxa	Species		
Decapoda	Undetermined	Reserva Extrativista do Lago Cuniã, Rondonia State (BRA)	Costa & Nunes (2019)
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
	Undetermined	Mapurite lagoon system, El Manteco (VEN)	Gorzula (1977, 1978)
	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
	Undetermined	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
	Undetermined	Archipélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (COL)	Forero-Medina et al. (2006)
	Undetermined	Parque Nacional do Araguaia, Ilha do Bananal (TO)	Gomes & Malvasio (2013)
Grapsidae	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
Malacostraca	Undetermined	Manaus, Amazonas State (BRA)	Martins (2012)
Palaemonidae	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	<i>Macrobrachium</i> spp.	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
	<i>Macrobrachium</i> sp.	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
Pseudothelphusidae	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Trichodactylidae	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	<i>Dilocarcinus</i> sp.	Poconé, Mato Grosso (BRA)	Schaller & Crawshaw (1982)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
	<i>Valdivia serrata</i>	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
MOLLUSCA			
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Gastropoda	Undetermined	Reserve Pacaya Samiria National (PER)	Lavery & Dobson, 2013
Ampullariidae	<i>Pomacea doliodes</i>	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	<i>Pomacea</i>	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	<i>Marisa cornuarietis</i>	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Bulimulidae	<i>Bulimulus guadalupensis</i>	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)

Tabela 1 (cont.). Presas relatadas do complexo *Caiman crocodilus*. Países: BRA: Brasil, CUB: Cuba, MEX: México, PER: Peru, PRI: Porto Rico, EUA: Estados Unidos da América, VEN: Venezuela. (*) Tentativas de predação.

Table 1 (cont.). Reported preys of *Caiman crocodilus* complex. Countries: BRA: Brazil, CUB: Cuba, MEX: Mexico, PER: Peru, PRI: Puerto Rico, USA: United States of America, VEN: Venezuela. (*) Predation attempts.

Prey		Locality (Country)	Reference
Higher taxa	Species		
Neritidae	Neritina sp.	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
Pilidae	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Thiaridae	<i>Melanooides tuberculata</i>	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	<i>Tarebia granifera</i>	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
ARACHNIDA			
	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
	Undetermined	Pacaya-Samiria National Reserve, Loreto region (PER)	Moldowan et al. (2016)
	Undetermined	Reserve Pacaya Samiria National (PER)	Laverty & Dobson (2013)
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
Acari	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
Hydrachnidiae		Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
Araneae	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Lycosidae	Undetermined	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
Pisauridae	Undetermined	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
Scorpiones	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
MYRIAPODA			
	Undetermined	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (COL)	Forero-Medina et al. (2006)
	Undetermined	Reserve Pacaya Samiria National (PER)	Laverty & Dobson (2013)
Chilopoda	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Diplopoda	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Scolopendromorpha	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
ANNELIDA			
Hirudinea	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Oligochaeta	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)

Tabela 1 (cont.). Presas relatadas do complexo *Caiman crocodilus*. Países: BRA: Brasil, CUB: Cuba, MEX: México, PER: Peru, PRI: Porto Rico, EUA: Estados Unidos da América, VEN: Venezuela. (*) Tentativas de predação.

Table 1 (cont.). Reported preys of *Caiman crocodilus* complex. Countries: BRA: Brazil, CUB: Cuba, MEX: Mexico, PER: Peru, PRI: Puerto Rico, USA: United States of America, VEN: Venezuela. (*) Predation attempts.

Prey		Locality (Country)	Reference
Higher taxa	Species		
Platyhelminthes			
Turbellaria	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
VERTEBRATES			
FISH			
Lepisosteiformes			
Lepisosteidae	<i>Atractosteus tristoechus</i>	Isla de la Juventud (CUB)	Escobar (1995)
Elopiiformes			
Magalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	Homestead Air Reserve Base, Miami-Dade Co., Florida State (USA)	Ellis (1980)
Osteoglossiformes			
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Characiformes			
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	Undetermined	Reserva Extrativista do Lago Cuniã, Rondonia State (BRA)	Costa & Nunes (2019)
Anostomatidae	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	<i>Aphyocharax</i> sp.	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
		Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	<i>Hoplias</i> sp.	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Lebiasinidae	<i>Pyrrhulina</i> sp.	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
Serrasalminidae	<i>Pygocentrus cariba</i>	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	<i>Serrasalmus</i> sp.	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)

Tabela 1 (cont.). Presas relatadas do complexo *Caiman crocodilus*. Países: BRA: Brasil, CUB: Cuba, MEX: México, PER: Peru, PRI: Porto Rico, EUA: Estados Unidos da América, VEN: Venezuela. (*) Tentativas de predação.

Table 1 (cont.). Reported preys of *Caiman crocodilus* complex. Countries: BRA: Brazil, CUB: Cuba, MEX: Mexico, PER: Peru, PRI: Puerto Rico, USA: United States of America, VEN: Venezuela. (*) Predation attempts.

Prey		Locality (Country)	Reference
Higher taxa	Species		
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Siluriformes			
	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	Undetermined	Reserva Extrativista do Lago Cuniã, Rondonia State (BRA)	Costa & Nunes (2019)
Auchenipteridae	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Callichthyidae	<i>Hoplosternum littorale</i>	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
		Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
		Reserva Extrativista do Lago Cuniã, Rondonia State (BRA)	Costa & Nunes (2019)
	<i>Hoplosternum</i> sp.	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Clariidae	<i>Clarias batrachus</i>	Everglades National Park, Miami-Dade Co., Florida State (USA)	Krysko et al. (2010)
Ictaluridae	<i>Ameiurus nebulosus</i>	Homestead Air Reserve Base, Miami-Dade Co., Florida State (USA)	Ellis (1980)
Ictaluridae	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas State (BRA)	Present study
Pimelodidae	<i>Pseudoplatystoma</i> sp.	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Gymnotiformes			
Sternopygidae	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
Cyprinodontiformes			
Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i>	Homestead Air Reserve Base, Miami-Dade Co., Florida State (USA)	Ellis (1980)
	<i>Poecilia latipinna</i>	Homestead Air Reserve Base, Miami-Dade Co., Florida State (USA)	Ellis (1980)
Beloniformes			
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)

Tabela 1 (cont.). Presas relatadas do complexo *Caiman crocodilus*. Países: BRA: Brasil, CUB: Cuba, MEX: México, PER: Peru, PRI: Porto Rico, EUA: Estados Unidos da América, VEN: Venezuela. (*) Tentativas de predação.

Table 1 (cont.). Reported preys of *Caiman crocodilus* complex. Countries: BRA: Brazil, CUB: Cuba, MEX: Mexico, PER: Peru, PRI: Puerto Rico, USA: United States of America, VEN: Venezuela. (*) Predation attempts.

Prey		Locality (Country)	Reference
Higher taxa	Species		
Belonidae	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Synbranchiformes			
Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	<i>Synbranchus</i> sp.	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Perciformes			
Centrarchidae	<i>Lepomis macrochirus</i>	Homestead Air Reserve Base, Miami-Dade Co., Florida State (USA)	Ellis (1980)
Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	Homestead Air Reserve Base, Miami-Dade Co., Florida State (USA)	Ellis (1980)
Cichlidae	<i>Aequidens</i> sp.	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
	<i>Cichlasoma</i> sp.	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
	<i>Oreochromis</i> sp.	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	<i>Pelmatolapia mariae</i>	Homestead Air Reserve Base, Miami-Dade Co., Florida State (USA)	Ellis (1980)
	Undetermined	Modulo Experimental de Mantecal (VEN)	Seijas & Ramos (1980)
	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Eleotridae	<i>Eleotris</i> sp.	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
AMPHIBIANS			
Anura			
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Oriximiná, Pará State (BRA)	Batista et al. (2011)
		Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas State (BRA)	Oda et al. (2022)
	<i>Rhinella granulosa</i>	Mapurite lagoon system, El Manteco (VEN)	Gorzula (1977, 1978)
Hylidae	<i>Pseudis paradoxa</i>	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	Undetermined	Hato La Guanota, near San Fernando de Apure (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Mapurite lagoon system, El Manteco (VEN)	Gorzula (1977, 1978)
	<i>Leptodactylus</i> sp.	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)

Tabela 1 (cont.). Presas relatadas do complexo *Caiman crocodilus*. Países: BRA: Brasil, CUB: Cuba, MEX: México, PER: Peru, PRI: Porto Rico, EUA: Estados Unidos da América, VEN: Venezuela. (*) Tentativas de predação.

Table 1 (cont.). Reported preys of *Caiman crocodilus* complex. Countries: BRA: Brazil, CUB: Cuba, MEX: Mexico, PER: Peru, PRI: Puerto Rico, USA: United States of America, VEN: Venezuela. (*) Predation attempts.

Prey		Locality (Country)	Reference
Higher taxa	Species		
		Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	<i>Pleurodema brachyops</i>	Mapurite lagoon system, El Manteco (VEN)	Gorzula (1977, 1978)
Microhylidae	<i>Elachistocleis</i> sp.	Calabozo, Guárico State (VEN) Mapurite lagoon system, El Manteco (VEN)	Thorbjarnarson (1993) Gorzula (1977, 1978)
	<i>Elachistocleis carvalhoi</i> *	Tauari River, Marabá, Pará State (BRA)	Figueiredo et al. (2021)
Ranidae	<i>Lithobates catesbeianus</i>	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	<i>Lithobates sphaenocephalus</i>	Homestead Air Reserve Base, Miami-Dade Co., Florida State (USA)	Ellis (1980)
REPTILES			
Sauria			
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Calabozo, Guárico State (VEN) Hato Masagural, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993) Rivas et al. (1998)
Teiidae	<i>Crocodilurus</i> or <i>Ameiva</i>	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
Squamata			
Amphisbaenia			
Amphisbaenidae	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)
Ophidia			
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Boidae	<i>Eunectes murinus</i>	Venezuelan Llanos (VEN)	Rivas et al. (1999)
	<i>Eunectes notaeus</i>	Unknown	Medem (1983)
Colubridae	<i>Chironius carinatus</i>	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
Dipsadidae	<i>Helicops angulatus</i>	Pacaya-Samiria National Reserve, Loreto region (PER)	Moldowan et al. (2016)
	<i>Hydrops martii</i>	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
	<i>Hydrops triangularis</i>	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
Crocodylia			
Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)

Tabela 1 (cont.). Presas relatadas do complexo *Caiman crocodilus*. Países: BRA: Brasil, CUB: Cuba, MEX: México, PER: Peru, PRI: Porto Rico, EUA: Estados Unidos da América, VEN: Venezuela. (*) Tentativas de predação.

Table 1 (cont.). Reported preys of *Caiman crocodilus* complex. Countries: BRA: Brazil, CUB: Cuba, MEX: Mexico, PER: Peru, PRI: Puerto Rico, USA: United States of America, VEN: Venezuela. (*) Predation attempts.

Prey		Locality (Country)	Reference
Higher taxa	Species		
Crocodylidae	<i>Crocodylus rhombifer</i>	Lanier Swamp, Isla de la Juventude (CUB)	Varona (1980)
Testudines			
Emydidae	<i>Trachemys scripta elegans</i>	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	<i>Trachemys stejnegeri stejnegeri</i>	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
BIRDS			
Anseriformes			
Anatidae	<i>Dendrocygna</i> sp.	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
Charadriiformes			
Jacaniidae	<i>Jacana</i> sp.	La Encrucijada Biosphere Reserve, Acapetahua, Chiapas (MEX)	Soria-Ortiz et al. (2020)
Ciconiiformes			
	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
Columbiformes			
Columbidae	Undetermined	Parque Nacional de Anavilhanas, Amazonas State (BRA)	Da Silveira & Magnusson (1999)
Galliformes			
Phasianidae	<i>Gallus gallus domesticus</i>	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
Gruiformes			
Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
Passeriformes			
Icteridae	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
Rhynchocyclidae	<i>Todirostrum</i> sp.	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Pelecaniformes			
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Homestead Air Reserve Base, Miami-Dade Co., Florida State (USA)	Ellis (1980)
MAMMALS			
	Undetermined	Localities in the Brazilian Amazon (BRA)	Magnusson et al. (1987)
Cingulata			

Tabela 1 (cont.). Presas relatadas do complexo *Caiman crocodilus*. Países: BRA: Brasil, CUB: Cuba, MEX: México, PER: Peru, PRI: Porto Rico, EUA: Estados Unidos da América, VEN: Venezuela. (*) Tentativas de predação.

Table 1 (cont.). Reported preys of *Caiman crocodilus* complex. Countries: BRA: Brazil, CUB: Cuba, MEX: Mexico, PER: Peru, PRI: Puerto Rico, USA: United States of America, VEN: Venezuela. (*) Predation attempts.

Prey		Locality (Country)	Reference
Higher taxa	Species		
Dasypodidae	<i>Dasytus novemcinctus</i>	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
	<i>Dasytus</i> sp.	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Didelphimorphia			
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
Rodentia			
	Undetermined	Calabozo, Guárico State (VEN)	Thorbjarnarson (1993)
Heteromyidae	Undetermined	Venezuelan Llanos (VEN)	Staton & Dixon (1975)
Muridae	<i>Mus musculus</i>	Tortuguero lagoon, between Vega Baja and Manatí (PRI)	Bontemps et al. (2016)
	<i>Rattus novergicus</i>	Manaus, Amazonas State (BRA)	Martins (2012)
	<i>Rattus rattus</i>	Manaus, Amazonas State (BRA)	Martins (2012)
Primates			
Atelidae/Cebidae	Undetermined	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazonas State (BRA)	Barão-Nóbrega et al. (2016)

2016; Costa & Nunes 2019). Predation records for Siluriformes include *Hoplosternum littorale* (Seijas & Ramos, 1980), *Hoplosternum* sp. (Staton & Dixon, 1975), *Clarias batrachus* (Krysko et al., 2010), *Ameiurus nebulosus* (Ellis, 1980), and *Pseudoplatystoma* sp. (Staton & Dixon, 1975). Therefore, *Pterygoplichthys pardalis* represents a new prey species for *C. crocodilus*.

Previous studies on the diet of *Caiman crocodilus* (Thorbjarnarson, 1993; Laverty & Dobson, 2013; Bontemps et al., 2016), demonstrate that this species is a generalist predator, feeding on a wide variety of items. Our field observation and literature review reinforce this aspect of their diet. However, among the vertebrate prey items, the high number of fish reports suggests that this food item is likely of great importance in its diet (e.g., Magnusson et al., 1987; Thorbjarnarson, 1993; Da Silveira & Magnusson, 1999; Bontemps et al., 2016). This is probably related to the high abundance and availability of this prey in the studied habitats.

Acknowledgements.- We thank the staff team of Reserva Florestal Adolpho Ducke and Museu da Amazônia for their valuable help during our field visits to the reserve. Jansen

Alfredo Sampaio Zuanon and Ronis da Silveira for valuable help with the identification of prey and predators. Werther Pereira Ramalho for the English language revision; and two anonymous reviewers for the valuable suggestions on the first version of this manuscript. Franciele Cristina de Souza received a doctoral fellowship from Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM (resolução n. 006/2020 – POSGRAD UFAM – Edição 2020). Alessandro R. de Moraes is a research productivity fellow from Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (310658/2020-9). Fabrício H. Oda received a postdoctoral fellowship from Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul - FUNDECT (Edital n. 32/2021; 71/011.029/2022).

CITED LITERATURE

Barão-Nóbrega, J.A.L., B. Marioni, D. Dutra-Araújo, R. Botero-Arias, A.J.A. Nogueira, W.E. Magnusson & R. Da Silveira. 2016. Nest attendance influences the diet of nesting female spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Journal* 26:65-71.

- Batista, V.B.G.V., S.A.A. Morato & A. Paz. 2011. *Caiman crocodilus* (Spectacled Caiman). Prey. Herpetological Review 42:269.
- Bontemps, D.R., E. Cuevas, E. Ortiz, J.M Wunderle Jr & R.L. Joglar. 2016. Diet of the non-native spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in Puerto Rico. Management of Biological Invasions 7:287-296.
- Costa, I.D. & N.N.S. Nunes 2019. Caracterização da dieta de *Melanosuchus niger* (Spix, 1825) e *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) na Resex Lago do Cuniã, Rondônia. Revista Colombiana de Ciencia Animal 11:1-12.
- Da Silveira, R. & W.E. Magnusson. 1999. Diets of spectacled and black caiman in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil. Journal of Herpetology 33:181-192.
- Ellis, T.M. 1980. *Caiman crocodilus*: an established exotic in South Florida. Copeia 1:152-154.
- Emiroğlu, Ö., F.G. Ekmekçi, S. Aksu, S. Başkurt, A. Atalay & A.S. Tarkan. 2016. Introduction and establishment of tropical ornamental fish, *Pterygoplichthys* spp. (Actinopterygii: Siluriformes: Loricariidae) in hot springs: aquarium trade as a potential risk for biodiversity in Turkey. Acta Ichthyologica Piscatoria 46:351-356.
- Escobar, T.R. 1995. Isla de la Juventud. Vertebrados Introducidos por Causas Deliberadas. Editorial Científico Técnica. Los Pinos Nuevos, Habana, CUBA.
- Farias, I.P., B. Marioni, L.M. Verdade, L. Bassetti, M.E. Coutinho, S.H.S.T. Mendonça, T.Q. Vieira, W.E. Magnusson & Z. Campos 2013. Avaliação do risco de extinção do jacaré-tinga *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira 3:4-12.
- Figueiredo, A., N. Alves-Martins & P. Nogueira-Costa. 2021. Predation attempt by the Spectacled Caiman, *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758), on the microhylid *Elachistocleis carvalhoi* Caramaschi, 2010 in the southeastern Amazon of Brazil. Herpetology Notes 14:1227-1229.
- Forero-Medina, G., O.V. Castañ-Mora & M. Rodríguez-Melo. 2006. Ecology of *Caiman crocodilus fuscus* on San Andrés Island, Colombia: a preliminary study. Caldasia 28:115-124.
- Gorzula, S.J. 1977. The ecology of the spectacled caiman in the Venezuelan Guayana. Herpetological Review 8:9.
- Gorzula, S.J. 1978. An ecological study of *Caiman crocodilus* inhabiting savanna lagoons in the Venezuelan, Guayana. Oecologia 35:21-34.
- Krysko, K.L., M. Granatosky, Z.W. Fratto, J.L. Kline & M.R. Rochford. 2010. *Caiman crocodilus* (Spectacled Caiman). Prey. Herpetological Review 41:348-349.
- Laverty, T.M. & A.P. Dobson. 2013. Dietary overlap between black caimans and spectacled caimans in the Peruvian Amazon. Herpetologica 69:91-101.
- Lima, E.M.M., P.R.B. Santos, T.M.P Braga & D.G. McGrath. 2019. A pesca de acari (*Pterygoplichthys pardalis*) na várzea do baixo Amazonas, Pará, Brasil: Aspectos estruturais e socioeconômicos. Gaia Scientia 13:70-85
- Magnusson, W.E., E.V. da Silva & A.P. Lima. 1987. Diets of Amazonian crocodilians. Journal of Herpetology 21:85-95.
- Martins, J.F.L. 2012. Abundância, estrutura dos tamanhos, razão sexual e dieta de *Caiman crocodilus* e de *Paleosuchus trigonatus* nos igarapés urbanos de Manaus, Amazônia Central. Relatório de Iniciação Científica, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 28p.
- Medem, F. 1983. Los Crocodylia de Sur América: Venezuela - Trinidad Tobago - Guyana - Suriname - Guayana Francesa - Ecuador - Perú - Bolivia - Brasil - Paraguay - Argentina -Uruguay. Editorial Carrera, Bogotá, COL.
- Miranda, E.B.P. 2017. The plight of peptiles as ecological actors in the Tropics. Frontiers in Ecology and Evolution 5:159.
- Moldowan, P.D., T.M. Laverty, C.J. Emmans & R.C. Stanley. 2016. Diet, gastric parasitism, and injuries of caimans (*Caiman*, *Melanosuchus*, and *Paleosuchus*) in the Peruvian Amazon. South American Journal of Herpetology 11:176-182.
- Neves, A.M. & M.L. Ruffino. 1998. Aspectos reprodutivos do acarí-bodó *Liposarcus pardalis* (Pisces, Siluriformes, Loricariidae) (Castelnau, 1855) do Médio Amazonas. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 14:77-94.
- Nico, L.G. 2010. Nocturnal and diurnal activity of armored suckermouth catfish (Loricariidae: *Pterygoplichthys*) associated with wintering Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). Neotropical Ichthyology 8:893-898.



- Nifong, J. & B. Silliman. 2013. Impacts of a large-bodied, apex predator (*Alligator mississippiensis* Daudin 1801) on salt marsh food webs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 440:185-191.
- Oda, F.H., L. Signorelli, F.C. Souza, W.O. Almeida, L.N. Pereira & A.R. Morais. 2022. *Drymarchon corais* (Colubridae) and *Caiman crocodilus* (Alligatoridae) use different feeding behaviors to consume poisonous toads. *Biotropica* 54:566-570.
- Rivas, J.A., C.R. Molina & T.M. Avila. 1998. *Iguana iguana* (Green Iguana). Juvenile predation. *Herpetological Review* 29:238-239.
- Rivas, J.A., J.B. Thorbjarnarson, M.C. Muñoz & R.Y. Owens. 1999. *Eunectes murinus* (Green Anaconda). Caiman predation. *Herpetological Review* 30:101.
- Roberto, I.J., P.S. Bittencourt, F.L. Muniz, S.M. Hernández-Rangel, Y.C. Nóbrega, R.W. Ávila, B.C. Souza, G. Alvarez, G. Miranda-Chumacero, Z. Campos, I.P. Farias & T. Hrbek. 2020. Unexpected but unsurprising lineage diversity within the most widespread Neotropical crocodylian genus *Caiman* (Crocodylia, Alligatoridae). *Systematics and Biodiversity* 18:377-395.
- Seijas, A.E. & S. Ramos. 1980. Características de la dieta de la baba (*Caiman crocodilus*) durante la estación seca en las sabanas moduladas del estado de Apure, Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica* 10:373-389.
- Schaller, G.B. & P.G. Crawshaw. 1982. Fishing behavior of Paraguayan Caiman (*Caiman crocodilus*). *Copeia* 1982:66-72.
- Smith, E.N. 1979. Behavioral and physiological thermoregulation of crocodylians. *American Zoologist* 19:239-247.
- Soria-Ortiz, G.J., P. Charruau & V.H. Reynoso. 2020. Variation in diet of hatchlings, juveniles and sub-adults of *Caiman crocodilus chiapasius* in La Encrucijada, Chiapas, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 91:1-10.
- Sousa, R.G.C., C.M. Oliveira, I.R.A. Sant'Anna, B.G. Marshall & C.E.C. Freitas. 2019. Growth parameters and yield per recruit analysis for the armored catfish *Pterygoplichthys pardalis* sampled in the low reach of the Amazonas River. *Boletim do Instituto de Pesca* 45:e396.
- Staton, M.A. & J.R. Dixon. 1975. Studies on the dry season biology of *Caiman crocodilus crocodilus* from the Venezuelan Llanos. *Memoria de la Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 35:237-265.
- Thorbjarnarson, J.B. 1993. Diet of the Spectacled Caiman (*Caiman crocodilus*) in the Central Venezuelan Llanos. *Herpetologica* 49:108-117.
- Varona, L.S. 1980. Protection in Cuba. *Oryx* 15:282-284.
- Willard, D.E. 1985. Comparative feeding ecology of twenty-two Tropical piscivores. *Ornithological Monographs* 36:788-797.
- Yves, A., D. Dutra-Araújo, L.A.B. Bassetti, T.C.G. Portelinha & T.S. Marques 2021. Ecologia alimentar dos crocodylianos brasileiros: hábitos, métodos e perspectivas de estudos. Pp. 152-171 In Barret-Lima, A.F., M.R.D. Santos & Y.C. Nóbrega (Eds.). *Tratado de Crocodylianos do Brasil*. Instituto Marcos Daniel, Vitória, Espírito Santo, Brasil.



BEYOND MYTHS: REDISCOVERY OF THE WESTERN DIAMONDBACK RATTLESNAKE *CROTALUS ATROX* (BAIRD & GIRARD, 1853) IN THE MEXICAN STATE OF OAXACA AFTER A SPAN OF 79 YEARS

MÁS ALLÁ DE LOS MITOS: REDESCUBRIMIENTO DE LA SERPIENTE DE CASCABEL DIAMANTADA DEL OESTE *CROTALUS ATROX* (BAIRD & GIRARD, 1853) EN EL ESTADO MEXICANO DE OAXACA DESPUÉS DE UN LAPSO DE 79 AÑOS

IVÁN VILLALOBOS-JUÁREZ¹, ELÍ GARCÍA-PADILLA^{2*}, JAVIER AYALA-AUYÓN³, CÉSAR MAYORAL-HALLA⁴ & J. CARMEN AGUILAR-TERRAZAS³

¹Organización Los Hijos del Desierto, Aguascalientes 20427

²Biodiversidad Mesoamericana. Oaxaca de Juárez, Oaxaca 68016

³Base Aérea Militar No. 2 Gral. Div. P.A. Antonio Cárdenas Rodríguez. Ciudad Ixtepec, Oaxaca.

⁴Biodiversidad de Oaxaca A.C., Oaxaca de Juárez, Oaxaca, 68050

*Correspondence: eligarciapadilla25@gmail.com

Received: 2023-01-19. Accepted: 2023-02-02. Published: 2023-03-01.

Editor: Irene Goyenechea Mayer Goyenechea, México.

Resumen.– Redescubrimos y confirmamos, después de un lapso de 79 años, la presencia de la Víbora de cascabel diamantada del Oeste *Crotalus atrox* en el estado mexicano de Oaxaca. El registro es con base en seis ejemplares encontrados en un ambiente antropizado dentro de la Base Aérea Militar II ubicada en Ciudad Ixtepec, municipio de Asunción Ixtaltepec dentro de la región del Istmo de Tehuantepec.

Palabras claves.– Redescubrimiento, *Crotalus atrox*, Oaxaca, ambientes antropizados, Istmo de Tehuantepec.

Abstract.– We rediscovered and confirmed, after a span of 79 years, the presence of the Western Diamondback Rattlesnake *Crotalus atrox* in the Mexican state of Oaxaca. The record is based on six specimens found in an anthropized environment within the Base Aérea Militar II, located in Ciudad Ixtepec, in the municipality of Asunción Ixtaltepec within the Isthmus of Tehuantepec region.

Key words.– Rediscovery, *Crotalus atrox*, Oaxaca, anthropized environments, Isthmus of Tehuantepec.

The Mexican state of Oaxaca is considered the most biodiverse at the country level, being the entity with the greatest richness of terrestrial vertebrates (García-Mendoza et al., 2004; García-Padilla et al., 2022). In the case of reptiles, 322 species have been recorded to date, including 18 representatives of the Viperidae family. Rattlesnakes of the genus *Crotalus* are found in this family, where Oaxaca harbors a richness of five species: *Crotalus atrox*, *C. brunneus*, *C. ehecatl*, *C. intermedius* and *C. molossus* (Mata-Silva et al., 2015; Mata-Silva et al., 2021). However, a more recent study synonymized the recently described species known as *Crotalus ehecatl* (Carbajal-Márquez et al., 2020) with *Crotalus culminatus* (Reyes-Velasco et al., 2022), leaving Oaxaca with five species including *C. culminatus* instead of *C. ehecatl*.

The Western Diamondback Rattlesnake *Crotalus atrox* (Baird & Girard, 1853) is a large snake that can exceed 180 cm in total length (Campbell & Lamar, 2004). Dorsal coloration normally ranges from greyish to brown, but some organisms show greenish, yellowish, or reddish tones. The markings on the back it spots ranging from 23 to 45, which resemble diamonds with a white border, at in the front part of the body, and gradually towards the back, they alternate between white and black rings, which is characteristic of this species the number of rings is variable, between 2 and 8, but usually between 4 and 6. Species of pit viper has two internasal scales in contact with the rostral scale, two and three preocular scales, as well as 2–6 postocular and 2–4 subocular scales. Supralabial scales occur in the range

of 12 to 18 and infralabial 14 to 21. The mid-body transverse scales range from 23 to 29. Likewise, the species shows 168 to 193 ventral scales in males and 174 to 196 in females; finally, it can present 21 to 32 subcaudal scales in males and from 16 to 24 in females (Campbell & Lamar, 2004; Ernst & Ernst, 2012).

The distribution of *Crotalus atrox* is wide, covering much of the southwestern United States of America, from California to central and northern Texas, with a presence in Arkansas, Kansas, and Oklahoma. (Campbell & Lamar, 2004; Ernst & Ernst, 2012). In Mexico, the distribution covers the states of Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, and Zacatecas, with isolated populations in Hidalgo, Jalisco, Veracruz, and Oaxaca (Campbell & Lamar, 2004; Quintero-Díaz & Carbajal-Márquez, 2017; Fernández-Badillo et al., 2011; Villalobos-Juárez & Sigala-Rodríguez, 2019). The species can

also be found on some islands in the Gulf of California (García-Padilla et al., 2018).

In Oaxaca, *C. atrox* was recorded for the first time back in 1905 by the researcher Hans Gadow on the route from the municipality of Salina Cruz to the municipality of Magdalena Tequisistlán in the Isthmus of Tehuantepec; later in 1908, the same author published the same findings but with more specific data. However, he mistakenly identified the samples, because in the referred paper the snake is considered as *C. terrificus* (currently *C. culminatus*), but reviewing the description of the specimen, it seems more likely to be the morphological description and coloration of *C. atrox*. In fact, in the description of the organism it is mentioned that the specimen has an unusual length for *C. terrificus* and additionally the specimen exhibited a tail with black rings (Gadow, 1908).

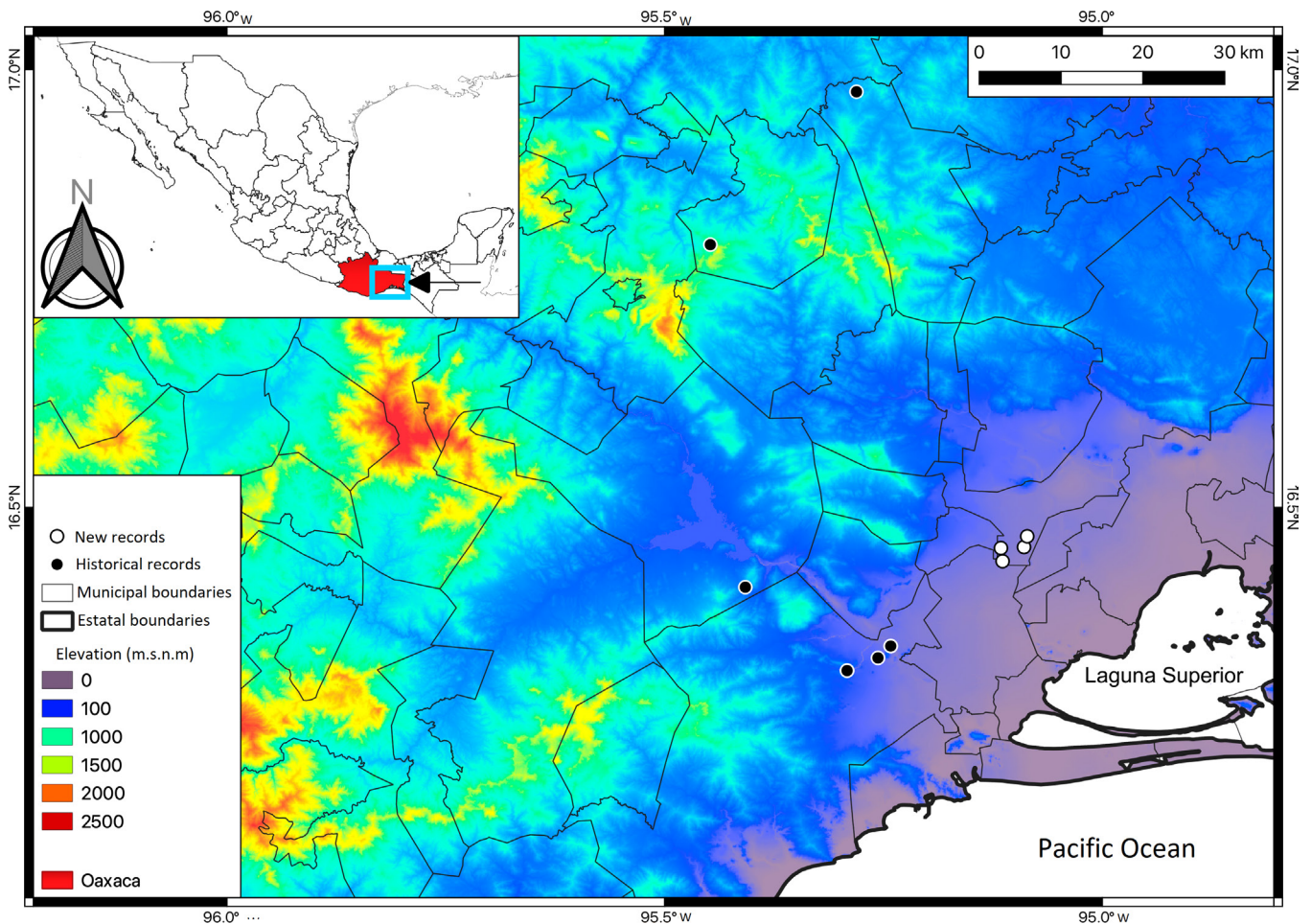


Figura 1. Mapa de distribución de *Crotalus atrox* en Oaxaca.

Figure 1. Distribution map of *Crotalus atrox* in Oaxaca.

Years later in 1936, Hartew & Oliver (1940) collected at least seven additional specimens of *C. atrox* in the locality mentioned as “Rancho Pozo Río” in Tehuantepec. The collected specimens were sent to the current authority Laurence M. Klauber for a more detailed examination, who found no differences in morphology, color, and body pattern, except for the dark coloration on the first ventral scales and last gular scales.

Woodbury & Woodbury (1944) reviewed and listed the snake species by the researcher Wilbur Barker in Oaxaca, who sent the specimens to the herpetological collection of the University of Utah. Among the collected snakes is a female individual of *C. atrox*; unfortunately, that collection was the last officially published and was believed to be the last found specimen of this species in the state of Oaxaca (Campbell & Lamar, 2004). However, a search for additional specimens deposited in zoological collections in the Global Biodiversity Information Facility database showed two more specimens, one collected back in 1956 and deposited in the Museum of Zoology of the University of Michigan (UMMZ-

114590), and the other one collected in 1971 and deposited in the University of Chicago Museum of Natural History (UCM-49256). Evidently, those museum individuals were not published.

In this paper, we present the formal rediscovery, after a span of 79 years of the Western Diamondback Rattlesnake *Crotalus atrox* in the Isthmus of Tehuantepec in the state of Oaxaca, based on the recent discovery of six specimens inside the Base Aérea Militar II General Antonio Cárdenas Rodríguez, Ciudad Ixtepec in the municipality of Asunción Ixtaltepec within the physiographic region of Tehuantepec Coastal Plain (see Mata-Silva et al., 2015; Fig. 1). The first record was on the 8th of December of 2020 when a specimen accidentally fell into a pool inside the military air base (16.454786° N, 95.089384° W, WGS84, 27 m a.s.l.). Subsequently, due to a specific inspection for the species at the military airbase on June 29, 2021, a specimen was collected and released at coordinates 16.453653° N, 95.115749° W, WGS 84 (Fig. 2) In the same way, two other individuals were found, but only photographed and then released. The digital photographs were



Figura 2. Individuo juvenil de *Crotalus atrox* encontrado en la Base Aérea Militar, municipio de Asunción Ixtepec, Oaxaca. Foto: César Mayoral-Halla.

Figure 2. A young individual of *Crotalus atrox* found at the Base Aérea Militar II, Ciudad Ixtepec in the municipality Asunción Ixtaltepec, Oaxaca. Photo: César Mayoral-Halla.

deposited in the University of Texas at El Paso's digital collection under the catalog numbers UTEPObs: Herp: 204 and UTEPObs: Herp: 205. One more organism was found dead on August 2, 2022, in the BAM-II at coordinates 16.466070° N -95.086264° W, WGS84, and it was deposited in the Zoological Collection of the Autonomous University of Aguascalientes under the catalog number CZUAA-REP-985.

After the accidental finding of *Crotalus atrox* that fell into a pool inside the Base Aérea Militar II (BAM-II), we developed weekly samplings that were standardized for the nocturnal search for specimens on Saturdays and Sundays from 9:00 p.m. to 11:00 p.m. Likewise, sporadic transects were carried out outside the established sampling hours to locate snakes moving or laying waste within the military base BAM-II. The personnel were also notified to contact us in case organisms were accidentally found.

During the field surveys, a direct search for *C. atrox* was carried out in the in areas covered by native vegetation, we searched under logs and rocks, as it is suggested by Casas-Andreu, et al., (1991). Once the specimens were located, they were captured and placed in transparent plastic tubes with the help of herpetological supplies to safely handle the specimens, and to later perform the scale counts to identify the individuals. Each organism found was sexed using steel rods inserted posteriorly into the cloaca as described by Schaefer (1934). Once the specimens were processed, they were released to the exact site where they were found.

The snakes were measured in millimeters (mm) with a measurement tape to determine the total length (TL). In the same procedure, supralabials, infralabials, loreal, ventral, subcaudal scales, at mid-body dorsal scales were counted, in

addition, dorsal spots and caudal dark rings were counted, and which are diagnostic characters for the correct identification of this rattlesnake species (Heimes, 2016).

Regarding morphology, we did not find any morphological differences from what is mentioned in the literature (Table 1). In fact, the specimens found in this study did not present the dark coloration in the last gular scales and first ventral scales, as mentioned by the researcher Laurence M. Klauber (Hartew & Oliver, 1940). However, a recently sacrificed specimen found in the BAM-II facilities (On October 26, 2022), had an aberrant coloration pattern although it was not only photographed because it was found by people outside this study (Fig. 3).

We present formal scientific evidence of the presence of the Western Diamondback Rattlesnake *C. atrox* after a span of 79 years of no formal records within the state of Oaxaca, Mexico, and 51 years since the last unpublished collected specimens. The area where the records were found is a private property with highly altered vegetation, surrounded by agricultural land. We assumed that the species had not been found or documented given the lack of formal and systematized sampling effort in the area, due to the current unsafe conditions in terms of the presence of the criminal organizations and the restrictions to the public due to the presence of the military air base in the zone.

We hypothesize that the distribution of *C. atrox* in the state of Oaxaca is restricted to the military air base due to the null access of the inhabitants and the vegetation found in that site because, although it is secondary growth, is denser than the surrounding crop fields where almost everything was converted into grasslands.

Tabla 1. Número de escamas y longitud de los individuos documentados en este estudio. TL = Longitud total (mm), Supra = Supralabiales, Infra = Infralabiales, Lor = Loreales, Vent = Ventrales, Sub = Subcaudales, MDS = Escamas dorsales a medio cuerpo, DB = Manchas dorsales, TR = Anillos de la cola.

Table 1. The number scales and total length of the individuals documented in this study / TL = Total length (mm), Supra = Supralabials, Infra = Infralabials, Vent = Ventrals, Sub = Subcaudals, MSD = Midbody dorsal scales, DB = Dorsal Blotches, and TR = Tail Rings.

Specimen	Sex	TL	Supra	Infra	Lor	Vent	Sub	MDS	DB	TR
Second snake	♂	372	14	16	2	171	28	24	34	6
CZUAA-985	♂	359	14	15	2	184	27	24	40	7
UTPObs-204	♀	416	15	17	2	170	18	25	34	6
UTPObs-205	♀	389	14	15	2	173	24	24	37	5



Figura 3. Individuo adulto de *Crotalus atrox* con patrón de coloración aberrante. Foto: Javier Ayala-Auyón.

Figure 3. An adult individual of *Crotalus atrox* with aberrant pattern coloration. Photo: Javier Ayala-Auyón.

We postulate this is one of the relict populations of this species of Nearctic affinity and typical of arid and semiarid ecosystems in North America (Campbell & Lamar, 2004). We know from the scarcely available literature that in the region this species is sympatric with *C. culminatus*, although since 1936 mentioned that it was more predominant than *C. atrox* as mentioned by Hartew and Oliver (1940). Unfortunately, this species suffers from human persecution as it is highly venomous and a species of medical importance. Although *C. atrox* is listed in the NOM 059 SEMARNAT (2019) as “Pr” (Species of Special Protection) it continues to be persecuted and killed. The conservation status of *C. atrox* was considered as Least Concern by the IUCN. The EVS (Environmental Vulnerability Score) provided a value of 9 placings at the higher level of the low vulnerability category (Wilson et al., 2013).

In the same way, one of the most important pressures that this species is facing in Oaxaca is the evident loss or transformation of its natural habitat due to land conversion for agricultural and livestock purposes. This species is also frequently killed while attempting to cross dirt and pavement roads. It is also persecuted due to the popular belief that its meat can cure and prevent cancer. More recently the Mexican government started the construction of the mega-development known as “Corredor Interoceánico” (Ceceña, 2021; García-Padilla, 2021) which will be a key factor in understanding the origin of subsequent even greater socio-environmental pressures and negative impacts to the habitat of *C. atrox* and the associated species within the once multicultural and mega biodiverse Isthmus of Tehuantepec region.

We propose to develop additional fieldwork to complete and consolidate the formal knowledge of this relict population of *C. atrox* in the Isthmus of Tehuantepec, likewise, we consider that carrying out environmental education campaigns and dialogues with the custodians and owners of these anthropized territories where *C. atrox* occurs is essential.

Acknowledgements.- To the military personnel of the Base Aerea II “General Antonio Cárdenas Rodríguez” in Ciudad Ixtepec for field assistance, especially to General Arnoldo Ríos Salas for providing the proper permits to develop the fieldwork inside the base under his custody. To Louis Porras for revising written English. To Daniel Alexander Carrillo for help with making the map. The snake was collected with the collecting permit SGPA/DGVS/00770/22 SEMARNAT issued to Raciél Cruz Elizalde.

CITED LITERATURE

- Baird, S.F. & C. Girard. 1853. Catalogue of North American Reptiles in the Museum of the Smithsonian Institution. Part I. Serpents. Smithsonian Institution, Washington.
- Campbell, J.A. & W.W. Lamar. 2004. The Venomous Reptiles of the Western Hemisphere. Ithaca, New York, USA, Comstock Publishing /Cornell University Press.
- Casas-Andreu, G., G. Valenzuela-López & A. Ramírez-Bautista. 1991. Cómo Hacer una Colección de Anfibios y Reptiles. Cuadernos del Instituto de Biología 10. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ceceña A. E. (coordinadora). 2021. El Istmo de Tehuantepec en riesgo. Observatorio Latinoamericano e Geopolítica. Instituto de

- Investigaciones Económicas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ernst C.H. & E.M. Ernst. 2012. Venomous Reptiles of the United States, Canada, and Northern Mexico. Vol. 2. John Hopkins University Press, Baltimore, USA.
- Fernández-Badillo, L., N. Morales-Capellán & I. Goyenechea. 2011. Serpientes Venenosas del Estado de Hidalgo. Pachuca: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Gadow, H. 1908. Through Southern Mexico, Being an Account of the Travels of a Naturalist. London, Witherby.
- García-Mendoza, A.J. 2004. Integración del conocimiento florístico del estado. En: García-Mendoza A.J., M.J. Ordóñez & M. Briones-Salas Eds. Biodiversidad de Oaxaca, pp. 305–325, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found, México, D.F.
- García-Padilla, E., D.L. DeSantis, A. Rocha., L. A. Fucsko. J. D. Johnson. D. Lazcano & L. D Wilson. 2022. Biological and cultural diversity in the state of Oaxaca, México: strategies for conservation among indigenous communities. *Biología y Sociedad* 5:48-72
- García-Padilla, E. 2021. El corredor interoceánico y sus graves afectaciones socioambientales. *La Jornada Ecológica*: 239:6-7
- García-Padilla, E., J. H. Valdez-Villavicencio & A. Peralta-García. 2018. Las serpientes de cascabel más allá del continente. *Revista Especies* 28:6-15.
- Hartweg, N. & J.A. Oliver. 1940. A Contribution to the Herpetology of the Isthmus of Tehuantepec. IV. Miscellaneous publications. *Museum of Zoology, University of Michigan* 47:1-31.
- Heimes, P. 2016. *Herpetofauna Mexicana Vol. 1: Snakes of Mexico*. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, Germany.
- Mata-Silva, V., E. García-Padilla, A. Rocha, D.L. Desantis, J.D. Johnson, A. Ramírez-Bautista & L.D. Wilson. 2021. A Reexamination of the Herpetofauna of Oaxaca, Mexico: Composition Update, Physiographic Distribution, and Conservation Commentary. *Zootaxa* 4996:201-252
- Mata-Silva, V., J.D. Johnson. L.D. Wilson & E. García-Padilla. 2015. The herpetofauna of Oaxaca, Mexico: composition, physiographic distribution, and conservation status. *Mesoamerican Herpetology* 2:6-62
- Quintero-Díaz G.E. & R.A. Carbajal-Márquez. 2017. The Western Diamond-backed Rattlesnake *Crotalus atrox* (Baird and Girard, 1853) (Squamata: Viperidae). A new state record for Aguascalientes, México. *Herpetological Notes* 10:251-253.
- Reyes-Velasco, J.R., C.L. Cox, J.M. Jones, M. Borja & J.A. Campbell. 2022. How many species of rattlesnakes are there in the *Crotalus durissus* species group (Serpentes: Crotalidae)? *Revista Latinoamericana de Herpetología* 5:43-55.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2019. MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. *Diario Oficial de la Federación, México*.
- Schaefer, W.H. 1934. Diagnosis of sex in snakes. *Copeia* 1934:181.
- Villalobos-Juárez, I. & J.J. Sigala-Rodríguez. 2019. Geographic Distribution: *Crotalus atrox* (Western Diamond-backed Rattlesnake). *Herpetological Review* 50:330.
- Wilson, L.D., V. Mata-Silva & J.D. Johnson. 2013. A conservation reassessment of the reptiles of Mexico based on the EVS measure. *Special Mexico Issue. Amphibian & Reptile Conservation* 7:1-47.



WHITE-WINGED DOVE (*ZENAIDA ASIATICA*), A NEW SPECIFIC ITEM IN THE DIET OF *CTENOSAURA SIMILIS* (SQUAMATA: IGUANIDAE)

LA PALOMA ALA BLANCA (*ZENAIDA ASIATICA*), UN NUEVO REPORTE ESPECÍFICO EN LA DIETA DE *CTENOSAURA SIMILIS* (SQUAMATA: IGUANIDAE)

JUAN DE DIOS ASTORGA-ACUÑA^{1,2} & JOSÉ MANUEL MORA^{3,4*}

¹Universidad Técnica Nacional, Ingeniería en Manejo Forestal y Vida Silvestre, 7-4013, Atenas, Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0001-7010-8330>

²Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Área de Conservación Arenal-Tempisque, 50601, Guanacaste, Costa Rica.

³Carrera de Gestión Ecoturística, Sede Central, Universidad Técnica Nacional, Alajuela, Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0002-1200-1495>

⁴Department of Biology and Museum of Vertebrate Biology, Portland State University, Portland, Oregon, USA.

*Correspondence: josemora07@gmail.com

Received: 2022-08-10. Accepted: 2023-02-16. Published: 2023-03-01.

Editor: Antonieta Labra Lillo, Chile.

Resumen.– El garrobo (*Ctenosaura similis*) se encuentra principalmente en ambientes xéricos en la vertiente del Pacífico de Mesoamérica. La especie ha sido considerada omnívora, con un cambio ontogenético en su dieta; los juveniles son insectívoros y los adultos son principalmente herbívoros. El garrobo consume diferentes tipos de materia vegetal y animal, sin embargo, hay pocos informes de eventos concretos de depredación. Aquí reportamos la depredación de la paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*) por el garrobo en Costa Rica. Una paloma adulta fue capturada en el nido por un garrobo, y el único volantón del nido fue depredado por otro garrobo hembra cuando cayó al suelo después del evento de depredación. La paloma ala blanca ha incrementado su distribución y abundancia y explota principalmente hábitats abiertos donde anida incluso en infraestructuras de humanos, donde queda expuesta a depredadores que habitan principalmente en este tipo de hábitat como el garrobo. Discutimos el contexto de este evento de depredación y agregamos a la paloma ala blanca a una lista basada en la recopilación de presas reportadas como consumidas por el garrobo tanto en su área de distribución natural como en sitios donde ha sido introducido.

Palabras claves.– Bosque Húmedo Premontano Tropical, cambio ontogénico, depredación, garrobo, omnívoro.

Abstract.– The Black Iguana (*Ctenosaura similis*) mainly inhabits xeric environments at the Pacific slope of Mesoamerica. It has been considered omnivorous, showing ontogenetic changes; juveniles are insectivorous, while adults are primarily herbivorous. The Black Iguana consumes several types of plant and animal material; however, there are very few reports of the actual predation events. Here we report the predation by the Black Iguana in Costa Rica upon a White-winged Dove (*Zenaida asiatica*). A female Black Iguana took one adult from its nest, and the only nestling of the nest was predated by another female Black Iguana when it fell to the ground after the predation event. The White-winged Dove has increased its distribution and abundance, exploiting mainly open habitats, including nesting in human infrastructure, where it is exposed to predators inhabiting this habitat, such as the Black Iguana. We discuss the context of this predation event and add the White-winged Dove to a list based on the compilation of prey reported as consumed by the Black Iguana both in its natural distribution area and in sites where it has been introduced.

Key words.– Black Iguana, omnivore, ontogenetic change, predation, Tropical Moist Premontane Forest.

Most lizards are exclusively or primarily carnivorous, although many species eat some plant material (Cooper & Vitt, 2002). Nevertheless, only 2% of all lizard species are herbivorous, many of which are presumed omnivorous, especially as juveniles (Sokol, 1967; Furness, 2021a). The family Iguanidae includes

omnivorous or strictly herbivorous lizards with a large body size (Savage, 2002). The most diverse genus of this family is *Ctenosaura* with 15 species (Uetz et al., 2022). Among them, the Black Iguana (*Ctenosaura similis*) has been generally described as herbivorous or strictly vegetarian (Smith, 1946; Hotton, 1955;

Dion & Porras, 2014). However, Bailey (1928) recognized that this lizard also consumes some insects, primarily beetles, and grasshoppers. Taylor (1956) described the food habits of *C. similis* as consisting “chiefly of the leaves of trees and shrubs, grass, and small terrestrial plants, as well as fruits, and small seeds. Some insects especially grasshoppers are also taken” (p. 182). However, Álvarez del Toro (1960) wrote that the feeding habit of this species is omnivorous, consuming leaves, buds, fruits, mice, little birds, young iguanas, and frogs. He also wrote that near houses, this iguana takes chicks of domestic hens and human feces (p. 91). Other authors have described this species as occasionally carnivorous, or indicate seasonal or ontogenetic changes in the species diet (Klein, 1977; García-Rosales et al., 2020). Fitch and Hackforth-Jones (1983) suggested that adult Black Iguana primarily eats leaves, flowers and fruits during the dry season, although their diet also includes small animals (Traveset, 1990). Some authors have reported specific vegetal items (Henderson,

1973; Fitch & Hackforth-Jones, 1983; Janzen, 1982; Janzen, 1985; Roberts & Heithaus, 1986; Mora, 2010). Consequently, the Black Iguana is an omnivorous species that consumes various vegetal and animal food items (Mora, 2010).

The Black Iguana has been observed foraging among seagrass in an intertidal beach zone (Furness, 2021a). One interesting aspect of the food habits of this species is the occurrence of ontogenetic changes; juveniles prey mainly on insects (Montanucci, 1968; Lee, 2000) and reduces this intake to only 6% at the end of the first year of life, while adults feed mainly on plant material (Mora, 2010). This species can also eat carrion; there are two examples of it scavenging on toads (Pasachnik & Corneil, 2011; López & Mora, 2021), one fish, and at least three bird species (García-Rosales et al., 2020). Evidence of vertebrate predatory habits is less common, although few cases have been reported. Lee (2000) pointed out that adult Black Iguana



Figura 1. Hembra de garrobo (*Ctenosaura similis*) consumiendo una paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*) en Taboga, Guanacaste, Costa Rica.

Figure 1. A female Black Iguana (*Ctenosaura similis*) consuming a White-winged Dove (*Zenaida asiatica*) at Taboga Forestry Reserve, Guanacaste, Costa Rica.

Tabla 1. Ítems alimentarios por taxa consumidos por juveniles (J) y adultos (A) del garrobo (*Ctenosaura similis*).**Table 1.** Food items of taxa consumed by juveniles (J) and adults (A) of the Black Iguana (*Ctenosaura similis*).

Group	Taxa	Age	Source
Invertebrates	Insects:12 orders in Costa Rica 3 orders in México	J	Mora, 2010; García-Rosales et al., 2020
	Insects (8 families in 5 orders)*	NI	Krysko et al., 2009
	Crustaceans, mollusks, myriapods	J	Mora, 2010
	Isopoda*	J	Krysko et al., 2009
	Spiders (Araneae, Amblypygi, 2 unidentified groups)	J	Mora, 2010
	Lycosidae	A	Fitch & Henderson,1978
	<i>Hogna annexa</i> (Araneida Lycosidae)*	J	Krysko et al., 2009
	Tarantula <i>Aphonopelma crinirufum</i>	A	Dion & Porras, 2014
	Tarantula <i>Brachypelma vagans</i>	A	Avilés-Novelo et al., 2019
Ghost crab <i>Ocypode gaudichaudii</i>	A	Arndt, 1999	
Lizards	<i>Aspidoscelis</i> , <i>Sceloporus</i> , <i>Marisora brachypoda</i>	A	Henderson, 1973; Campbell, 1998
	<i>Basiliscus vittatus</i>	A	Cedeño-Vázquez & Beutelspacher-García, 2016
	<i>Iguana rhinolopha</i>	A	Van Devender, 1982
	<i>Ctenosaura bakeri</i>	A	Maryon et al., 2020
Sea turtles	Hatching <i>Eretmochelys imbricata</i>	A	García-Rosales et al., 2020
Birds	<i>Mimus gilvus</i>	A	Avilés-Novelo et al., 2019
	<i>Zenaida asiatica</i>	A	This report
	<i>Setophaga</i> sp.	A	García-Rosales et al., 2020
Eggs and chickens	<i>Sterna antillarum</i>	A	García-Rosales et al., 2020
	<i>Amazona auropalliata</i>	A	Dahlin et al., 2018
Rodents	<i>Oryzomys</i> , <i>Scotinomys</i> , <i>Sigmodon</i>	A	Campbell, 1998
Bats	<i>Eumops</i> sp.	A	Fitch et al., 1971
Post-Mortem	Fish	A	García-Rosales et al., 2020
	<i>Rhinella horribilis</i>	A	Pasachnik & Corneil, 2011
	<i>Incilius luetkenii</i>	A	López & Mora 2021
	<i>Progne subis</i> , <i>Zenaida</i> sp.	A	García-Rosales et al., 2020
Cannibalism	<i>Ctenosaura similis</i>	A	Mora, 1991; Mora et al., 2015; García-Rosales et al., 2020
Vertebrates *	<i>Gopherus polyphemus</i>	A	Avery et al., 2009
	<i>Anolis sagrei</i> , <i>Anolis distichus</i> **	A	Krysko et al., 2009
	<i>Plestiodon inexpectatus</i>	A	Krysko & Juan, 2014
	<i>Sciurus carolinensis</i>	A	Furness, 2021b

* Outside the native range of the Black Iguana.

** A neonate consumed by a neonate Black Iguana.

NI = not informed

occasionally preys on insects, lizards, eggs of their species, rodents, birds, and even bats. Few items have been identified to species level, e.g., the lizard *Marisora brachypoda* in Belize (Henderson, 1973) and a juvenile Utila Spiny-tailed Iguana *Ctenosaura bakeri* taken by a subadult Black Iguana in Honduras (Maryon et al., 2020).

The Black Iguana is locally abundant especially in several localities of Northwestern Costa Rica, such as Palo Verde and Santa Rosa national parks (Mora, 1989; Almonte et al., 2021), and Taboga Forestry Reserve (TFR). According to general distribution and specific habitats, Taboga is a coexistence zone for the Black Iguana and the White-wing Dove (*Zenaida asiatica*). The White-winged Dove is a reasonably large bird reaching 27 cm with a weight of 145 g (Stiles & Skutch, 1989). In this note, we report predation of the Black Iguana on the White-winged Dove.

On 20 May 2020 at 1030 h, we observed and photographed a female Black Iguana capturing a White-winged Dove from a nest in a building at TFR, Cañas, Guanacaste (10.338194 N, 85.150722 W; 30 m a.s.l.). The TFR is located at the Tropical Premontane Moist Forest, basal transition life zone (Holdridge, 1967). The building where the observation took place is large, with pitchforks made of peeled logs. White-winged Dove commonly nests on the tops of the posts at the trusses level, at 2.40 m of height. On several occasions, we have observed iguanas climbing the poles and trying to prey on the nests, but the parents defend them with pecks. However, on this occasion, an adult female iguana grabbed a parent by its wing, climbed down with it, and ate it on a nearby rock (Fig. 1). During the predation event, the only fledgling of the nest tried to fly but it fell to the ground, where it was immediately preyed upon by another female iguana smaller than the one that climbed the post. Due to this predation event and the identification of this specific prey, we searched for information to summarize the animal's food items already described for this iguana (Table 1).

Several authors have considered the Black Iguana omnivorous, carnivorous, or opportunist. It also has been recognized that its diet has seasonal and ontogenetic changes (Mora, 2010; García-Rosales et al., 2020). As much as 90% of the diet of young Black Iguana consists of insects, but within their first year of life, the quantity and diversity of animal matter decrease as the intake of vegetable matter increases (Mora, 2010). Individuals of Black Iguana of two months old consume 50% animal matter, but one-year-old individuals consume only 6% in average (Mora, 2010). Ninety percent of the prey items found in the stomach contents were insects (14 families), plus other invertebrates (Table 1). Additionally, hatchlings have been observed feeding on feces of

adult iguanas (García-Rosales et al., 2020) and they have been also seen consuming human feces (Álvarez del Toro, 1960),

The variety of plant species consumed by *C. similis* is high, it was reported to consist of 39 species (Furness, 2021b), based on a report from Florida including 24 native and 14 nonindigenous plants (Krysko et al., 2009). However, these authors did not count 42 species (20 families) reported as consumed by juvenile individuals of 2 – 12 month old in Costa Rica (although not all of them were identified at the species level, Mora, 2010) and nine species reported from México (García-Rosales et al., 2020). As result, there are at least 90 plant species reported as consumed by the Black Iguana.

Adult Black Iguana has been considered primarily vegetarian, and also an opportunistic omnivore (Dion & Porras, 2014). However, it consumes a considerable amount of animal items, although, few have been reported at the species level in the literature; most reports refer to general categories such as invertebrates, insects, frogs, birds, or others (Table 1; Dion & Porras, 2014). Even though some reports refer only to the genus, some have provided information at the species level, including some large invertebrates (Table 1). Records also include some items taken post mortem (Table 1). Black Iguana also shows cannibalistic behavior consuming juveniles (Mora, 1991; Mora et al., 2015; García-Rosales et al., 2020). Outside its native range, the Black Iguana has been reported as a predator of five more vertebrates (Table 1). To our knowledge, this is the first report of a Black Iguana preying on live adult birds and, in specifically upon the White-winged Dove.

Ctenosaura similis is a true omnivore and highly opportunistic predator. Since the species is abundant and widely distributed, it can be a model organism for ecological studies (López & Mora, 2021). Several interactions of this species in the dry forest are examples of this condition, including its role as an important seed disperser (Janzen, 1985; Traveset, 1990; Benítez-Malvido et al., 2003), and a bird predator in the lowland tropical moist forest, one of the most threatened tropical ecosystems (Janzen, 1988).

Acknowledgements.- We acknowledge the positive comments of two anonymous reviewers, and to Antonieta Labra Lillo for her corrections, suggestions and language input to improve this note. JMM acknowledges Emilce Rivera, head of the GEC career, Sede Central, Universidad Técnica Nacional (UTN) for time and support to write this paper.

CITED LITERATURE

- Almonte, H., E. de la Llata & J.M. Mora. 2021. Segregación de hábitat de individuos adultos y juveniles del garrobo *Ctenosaura similis* en el Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 4:26-34.
- Álvarez del Toro, M. 1960. Reptiles de Chiapas. Instituto Zoológico del Estado, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Arndt, R.G. 1999. Predation by the black iguana (*Ctenosaura similis*) on the painted ghost crab (*Ocypode gaudichaudii*) in Costa Rica. *Florida Scientist* 62:111-114.
- Avery, M.L., E.A. Tillman & K. Krysko. 2009. *Gopherus polyphemus* (Gopher Tortoise), *Ctenosaura similis* (Gray's Spiny-Tailed Iguana) Predation. *Herpetological Review* 40:435.
- Avilés-Novelo, J.R., P.E. Nahuat-Cervera, L. Guerrero & J.R. Cedeño-Vázquez. 2019. *Ctenosaura similis* (Black Iguana) Diet. *Herpetological Review* 50:571-572.
- Bailey, J.W. 1928. A revision of the lizards of the genus *Ctenosaura*. *Proceedings of the United States National Museum* 73:1-55.
- Benítez-Malvido, J., E. Tapia, I. Suazo, E. Villaseñor & J. Alvarado. 2003. Germination and seed damage in tropical dry forest plants ingested by iguanas. *Journal of Herpetology* 37:301-308.
- Campbell, J. 1998. *Amphibians and Reptiles of Northern Guatemala, the Yucatán, and Belize*. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, USA.
- Cedeño-Vázquez, J.R. & P.M. Beutelspacher-García. 2016. *Ctenosaura similis* (Black Iguana) Diet. *Herpetological Review* 47:297.
- Cooper, W.E., Jr. & L.J. Vitt. 2002. Distribution, extent, and evolution of plant consumption by lizards. *Journal of Zoology* 257:487-517.
- Dahlin, C.R., C. Blake, J. Rising & T.F. Wright. 2018. Long-term monitoring of Yellow-naped Amazons (*Amazona auropalliata*) in Costa Rica: breeding biology, duetting, and the negative impact of poaching. *Journal of Field Ornithology* 89:1-10.
- Dion, K. & L.W. Porras. 2014. *Ctenosaura similis*. Diet. *Mesoamerican Herpetology* 1:157-158.
- Fitch, H.S., A.C. Fitch & C.W. Fitch. 1971. Ecological notes on some common lizards of southern Mexico and Central America. *The Southwestern Naturalist* 15:397-399.
- Fitch, H.S. & R.W. Henderson. 1978. Ecology and exploitation of *Ctenosaura similis*. *The University of Kansas Science Bulletin* 51:483-500.
- Fitch, H.S. & J. Hackforth-Jones. 1983. *Ctenosaura similis* (Garrobo, Iguana Negra, Ctenosaur). Pp. 394-396. In D.H. Janzen (Ed), *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- Furness, A.I. 2021a. Intertidal beach foraging by Black Spiny-tailed Iguanas (*Ctenosaura similis*) and Green Iguanas (*Iguana iguana*) in southern Florida. *Reptiles & Amphibians* 28:447-452.
- Furness, A.I. 2021b. A nonnative Black Spiny-tailed Iguana, *Ctenosaura similis* (Squamata: Iguanidae), preying on a native Eastern Gray Squirrel, *Sciurus carolinensis* (Mammalia: Sciuridae), in southern Florida. *Reptiles & Amphibians* 28:444-446.
- García-Rosales, A., A. Arriaga-Noguez, & A. Ramírez-Bautista. 2020. Natural history of the black iguana *Ctenosaura similis* (Squamata: Iguanidae) in isla Contoy, Quintana Roo, Mexico. *Acta Biológica Colombiana* 25:394-402.
- Henderson, R.W. 1973. Ethoecological observations of *Ctenosaura similis* (Sauria: Iguanidae) in British Honduras. *Journal of Herpetology* 7:27-33.
- Holdridge, L.R. 1967. *Life Zone Ecology*. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica.
- Hotton, N. 1955. A survey of adaptive relationships, of dentition to diet in the North American Iguanidae. *American Midland Naturalist* 53:88-114.
- Janzen, D.H. 1982. Natural history of guazimo fruits (Sterculiaceae: *Guazuma ulmifolia*) with respect to consumption by large mammals. *American Journal of Botany* 69:1240-1250.
- Janzen, D.H. 1985. *Spondias mombin* is culturally deprived in megafauna-free forest. *Journal of Tropical Ecology* 1:131-155.
- Janzen, D.H. 1988. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem. Pp. 130-137. In E.O. Wilson (Ed), *Biodiversity*. National Academy of Sciences/Smithsonian Institution, Washington D.C., USA.



- Klein, E.H. 1977. Una contribución a los hábitos alimenticios del garrobo gris (*Ctenosaura similis*) en el sur de Honduras. *Ceiba* 21:41-50.
- Krysko, K.L. & S.B. Juan. 2014. The nonnative Black Spiny-tailed Iguana, *Ctenosaura similis* Gray 1831 (Squamata: Iguanidae), preying upon the native Southeastern Five-lined Skink, *Plestiodon inexpectatus* Taylor 1932 (Squamata: Scincidae), in southern Florida. *Reptiles & Amphibians* 21:69-70.
- Krysko, K.L., K.W. Larson, D. Diep, E. Abellana & E.R. McKercher. 2009. Diet of the nonindigenous black spiny-tailed iguana, *Ctenosaura similis* (Gray 1831) (Sauria: Iguanidae), in southern Florida. *Florida Scientist* 72:48-58.
- Lee, J.C. 2000. A Field Guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World: the Lowlands of Mexico, Northern Guatemala, and Belize. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York, USA.
- López, L.I., & J.M. Mora. 2021. The consumption of dead *Incilius luetkenii* (Anura: Buffonidae) by *Ctenosaura similis* (Squamata: Iguanidae). *Jordan Journal of Natural History* 8:20-24.
- Maryon, D., T.W. Brown & D.C. Lee. 2020. Love thy neighbor: Predation of a Utila Spiny-tailed Iguana (*Ctenosaura bakeri*) by a Common Spiny-tailed Iguana (*C. similis*) on Utila Island, Honduras. *Reptiles & Amphibians* 27:84-86.
- Montanucci, R.R. 1968. Comparative dentition in four iguanid lizards. *Herpetologica* 24:305-315.
- Mora, J.M. 1989. Eco-behavioral aspects of two communally nesting iguanas and the structure of their shared nesting burrows. *Herpetologica* 45:293-298.
- Mora, J.M. 1991. Cannibalism in the ctenosaur lizard, *Ctenosaura similis*, in Costa Rica. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 26:197-198.
- Mora, J.M. 2010. Natural history of the Black Spiny-tailed Iguana (*Ctenosaura similis*) at Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica, with comments on the conservation of the genus *Ctenosaura*. Pp. 716-733. In L.D. Wilson, J.H. Townsend & J.D. Johnson (Eds.). *Conservation of Mesoamerican Amphibians and Reptiles*. Eagle Mountain Publishing, Eagle Mountain, Utah, USA.
- Mora, J.M., F.G.H. Rodrigues, L.I. López & L.D. Alfaro. 2015. Nature Notes. *Ctenosaura similis*. Cannibalism. *Mesoamerican Herpetology* 2:107-109.
- Pasachnik, S.A. & J.P. Corneil. 2011. *Ctenosaura similis* (Black Spiny-tailed Iguana). Diet. *Herpetological Review* 42:601-602.
- Roberts, J.T., & E.R. Heithaus. 1986. Ants rearrange the vertebrate-generated seed shadow of a neotropical fig tree. *Ecology* 67:1046-1051.
- Savage, J.M. 2002. The Amphibians and Reptiles of Costa Rica a Herpetofauna Between Two Continents, Between Two Seas. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- Smith, H.M. 1946. Handbook of Lizards. Comstock Publ. Co. Ithaca, New York, USA.
- Sokol, D.M. 1967. Herbivory in lizards. *Evolution* 21:192-194.
- Stiles, F.G. & A.F. Skutch. 1989. Guide to the Birds of Costa Rica. Comstock Publishing Associates. Ithaca, New York, USA.
- Taylor, E.H. 1956. A review of the lizards of Costa Rica. *University of Kansas Scientific Bulletin* 39:3-322.
- Traveset, A. 1990. *Ctenosaura similis* Gray (Iguanidae) as a seed disperser in a Central American deciduous forest. *American Midland Naturalist* 123:402-404.
- Uetz, P., P. Freed, R. Aguilar & J. Hošek (Eds.). 2022. The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org>. [accessed on May 2022]
- Van Devender, R. W. 1982. Growth and ecology of spiny-tailed and green iguanas in Costa Rica, with comments on the evolution of herbivory and large body size. Pp. 162-183. In G.M. Burghardt & A.S. Rand (Eds.). *Iguanas of the World: Their Behaviour, Ecology and Conservation*. Noyes. Park Ridge, New Jersey, USA.



LONG-STANDING MISIDENTIFICATION OF *RHINELLA ICTERICA* (SPIX, 1824) SPECIMENS FROM PARAGUAY

IDENTIFICACIÓN ERRÓNEA DE LARGA DATA DE ESPECÍMENES DE *RHINELLA ICTERICA* (SPIX, 1824) DE PARAGUAY

ANDREA CABALLERO-GINI^{1,2}, FRANCISCO BRUSQUETTI², NICOLÁS MARTÍNEZ³, MARTÍN O. PEREYRA¹ & DIEGO BALDO¹

¹Laboratorio de Genética Evolutiva “Claudio Juan Bidau”, Instituto de Biología Subtropical (CONICET-UNaM), Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones, Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina

²Instituto de Investigación Biológica del Paraguay, Del Escudo 1607, Asunción, Paraguay

³Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay, Ruta PY-02, Km 10.5, San Lorenzo 111421, Paraguay

*Correspondence: ancgini@gmail.com

Received: 2022-11-24. Accepted: 2023-01-09. Published: 2023-03-09.

Editor: Felipe Rabanal, Chile.

Resumo.– Neste trabalho reanalizamos espécimes do Paraguai atribuídos à espécie *Rhinella icterica* dos departamentos de Canindeyú e Amambay localizados na ecorregião do Cerrado. Com base na avaliação dos caracteres morfológicos externos, concluímos que eles devem ser atribuídos à espécie *Rhinella cerradensis*. Por outro lado, consideramos que não há evidências de que a espécie *R. icterica* seja encontrada no país.

Palavras chave.– Anura, Bufonidae, grupo *Rhinella marina*, Cerrado.

Resumen. – En este trabajo reanalizamos especímenes de Paraguay asignados a la especie *Rhinella icterica* provenientes de los departamentos de Canindeyú y Amambay ubicados en la ecorregión del Cerrado. En base a la evaluación de caracteres morfológicos externos concluimos que los mismos deben ser asignados a la especie *Rhinella cerradensis*. Por otro lado, consideramos que no hay evidencia de que la especie *R. icterica* se encuentre en el país.

Palabras clave. – Anura, Bufonidae, grupo *Rhinella marina*, Cerrado.

Abstract.– In this work, we reanalyzed specimens from Paraguay assigned to the species *Rhinella icterica* from the departments of Canindeyú and Amambay located in the Cerrado ecoregion. Based on the evaluation of external morphological characters, we conclude that they should be assigned to the species *Rhinella cerradensis*. On the other hand, we consider that there is no evidence that *R. icterica* is present in the country.

Key words.– Anura, Bufonidae, *Rhinella marina* species group, Cerrado.

The genus *Rhinella* Fitzinger, 1826 comprises 92 species distributed in North, Central, and South America (Frost, 2022). In Paraguay, eight species are known to occur (Brusquetti & Lavilla, 2006; Pereyra et al., 2021a, 2021b): *R. azarai* (Gallardo, 1965), *R. bergi* (Céspedes, 2000), *R. diptycha* (Cope, 1862), *R. dorbignyi* (Duméril and Bibron, 1841), *R. icterica* (Spix, 1824), *R. major* (Müller and Hellmich, 1936), *R. ornata* (Spix, 1824), and *R. scitula* (Caramaschi & Niemeyer, 2003). *Rhinella icterica* is a large robust toad (females can reach up to 190 mm), with heavily developed

cephalic crests (Ceï, 1980; Kwet & Di-Bernardo, 1999), and is a member of the *Rhinella marina* Group (Pereyra et al., 2021a). The distribution of the species covers southern, northeastern, and a portion of central Brazil (Rio Grande do Sul north to Bahia, Minas Gerais, and Goiás); Misiones province, Argentina, and isolated populations in eastern Paraguay (Frost, 2022).

Rhinella icterica was first cited for Paraguay in Frost (1985), and then in Aquino et al. (1996), however, no reference material

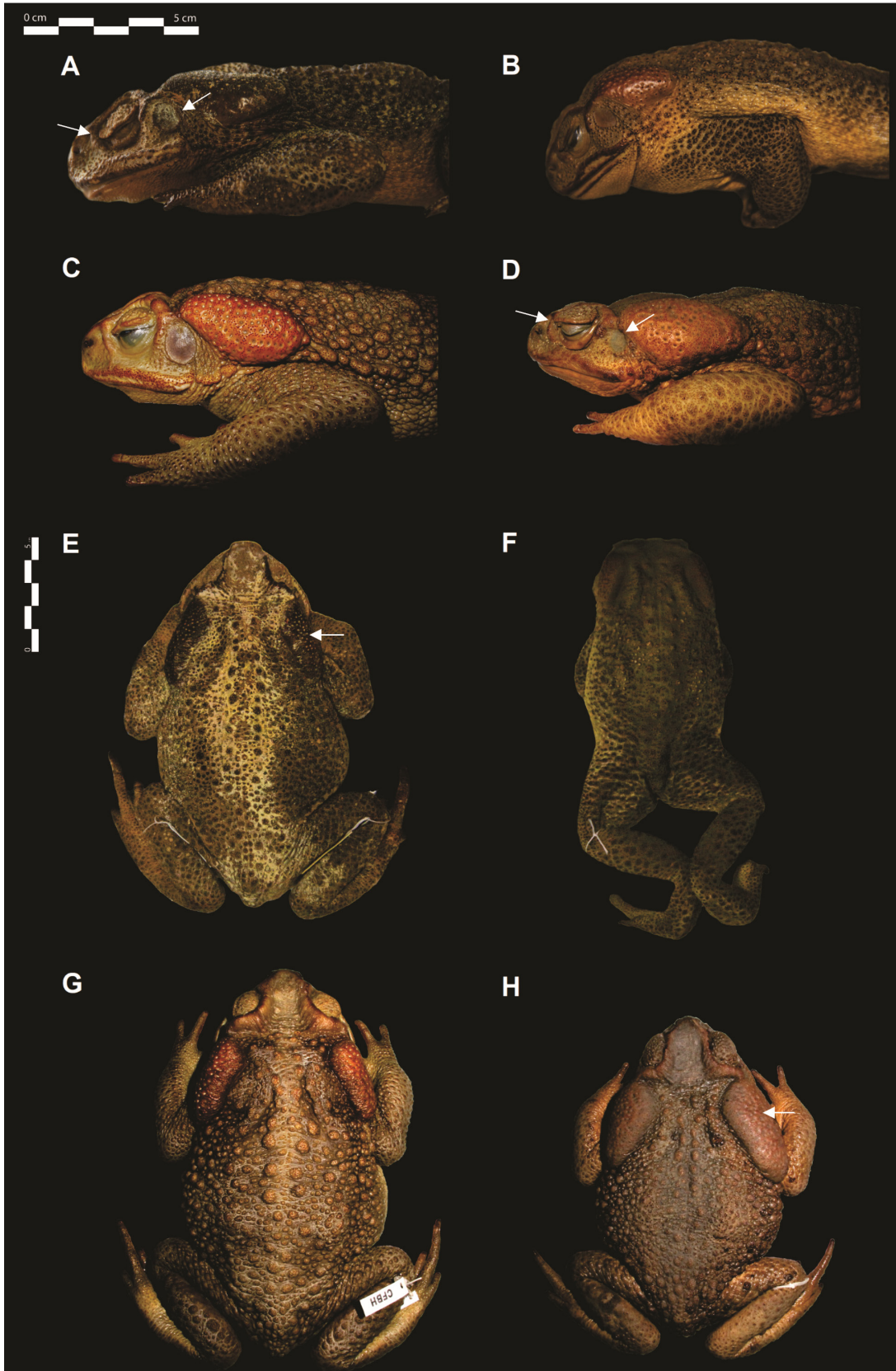


Figura 1. Vista lateral de *Rhinella cerradensis* (A) MNHNPy 6338 del Parque Nacional Cerro Corá, Departamento de Amambay, Paraguay, las flechas blancas señalan la cresta pre-ocular y tímpano sin pliegue; (B) MNHNPy 9328 de la Reserva Natural de Bosque Mbaracayú, Puesto Aguara Ñú, Departamento de Canindeyú, Paraguay; (C) CFBH 20517, Jaborandi, Bahia, Brasil; (D) *R. icterica* CFBH 37279, Tanguá, Rio de Janeiro, Brasil, las flechas blancas señalan la cresta pre-ocular y tímpano con pliegue. Vista dorsal de *R. cerradensis* (E) MNHNPy 6338, flecha blanca señala la glándula parotoidea; (F) MNHNPy 9328; (G) CFBH 20517; y de *Rhinella icterica* (H) CFBH 37279, flecha blanca señala la glándula parotoidea.

Figure 1. Lateral view of *Rhinella cerradensis* specimens (A) MNHNPy 6338, Parque Nacional Cerro Corá, Amambay department, Paraguay; white arrows showing the pre-ocular crest and the tympanum without folded skin; (B) MNHNPy 9328, Reserva Natural de Bosque Mbaracayú, Puesto Aguara Ñú, Canindeyú department, Paraguay; (C) CFBH 20517, Jaborandi, Bahia state, Brazil; and (D) *R. icterica* specimen, CFBH 37279, Tanguá, Rio de Janeiro state, Brazil, white arrows showing the pre-ocular crest and the tympanum with folded skin. Dorsal view of *R. cerradensis* specimens (E) MNHNPy 6338, white arrow showing the parotoid gland; (F) MNHNPy 9328; (G) CFBH 20517; and (H) *R. icterica* specimen CFBH 37279, white arrow showing the parotoid gland.

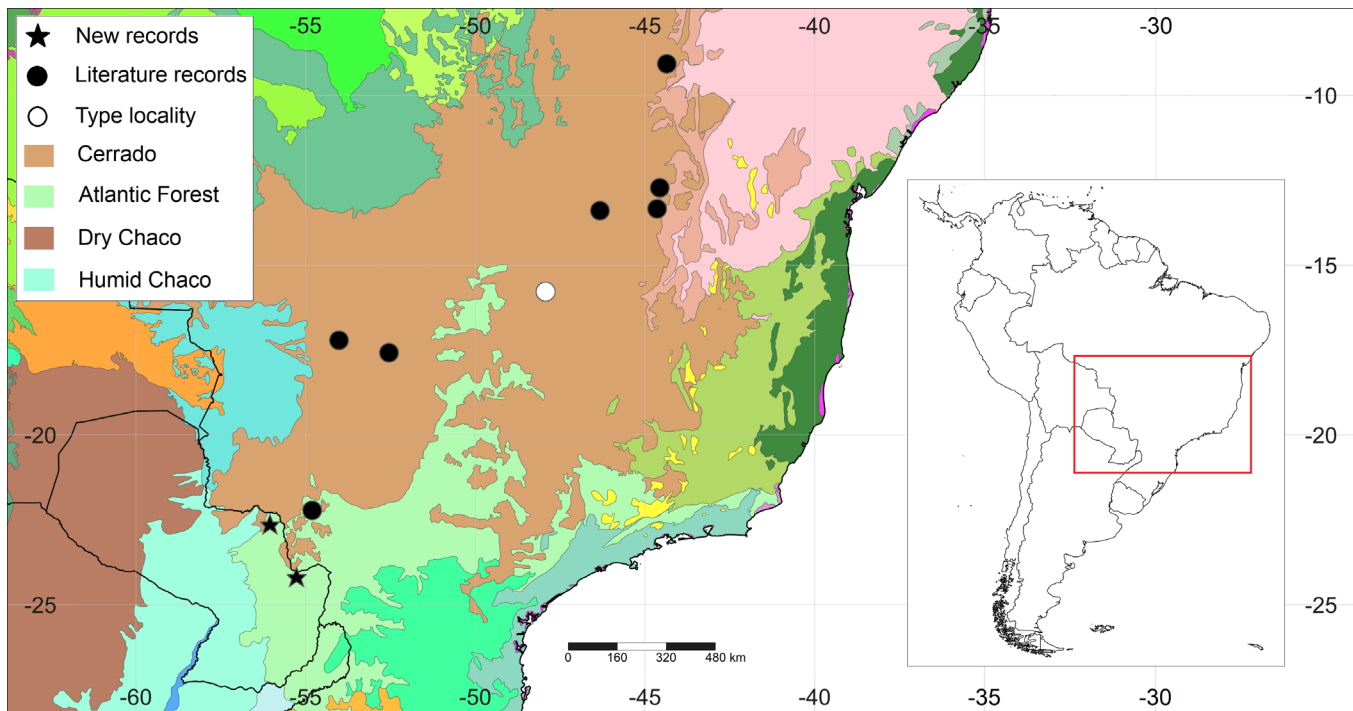


Figura 2. Mapa de distribución de *Rhinella cerradensis* (círculos negros), localidad tipo Brasília, Distrito Federal (círculo blanco), nuevos registros de la ecorregión del Cerrado en Paraguay (estrellas).

Figure 2. Distribution map of *Rhinella cerradensis* (black dots); type locality, Brasília, Distrito Federal (white dot); new records from the Cerrado ecoregion in Paraguay (stars).

was provided in either. The presence of the species was formally confirmed in Brusquetti & Lavilla (2006) based on two specimens deposited in the Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay: MNHNPy 6338 from Parque Nacional Cerro Corá, Amambay department, and MNHNPy 9328 from Reserva Natural de Bosque Mbaracayú, Puesto Aguara Ñú, Canindeyú department. These localities correspond to the southern limits of the Cerrado ecoregion *sensu* Dinerstein et al. (1995). Subsequently, Maciel et al. (2007) described *R. cerradensis*, a large species of the *R. marina* Group morphologically similar to *R. icterica*, *R. marina*, *R. poeppigii*, *R. diptycha*, and *R. jimi* but distinguishable by the well-developed cranial crests and parotoid gland, shape of the head and body sizes (Maciel et al., 2007).

Rhinella cerradensis is known from northeastern to central-western Brazil, in the Cerrado ecoregion (Maciel et al., 2007; Maciel et al., 2010; Santana et al., 2010), with a population in the Municipality of Dourados, State of Mato Grosso do Sul, close to the records of *R. icterica* from Paraguay. Although the presence of *R. cerradensis* in Paraguay is plausible, the taxonomic identity of the specimens from eastern Paraguay has never been reassessed and the name *R. icterica* has been maintained until now (Motte

et al., 2009; Weiler et al., 2013; Cacciali et al., 2015; Motte et al., 2019; Cabral et al., 2020).

Considering the geographic localization of the records of *R. icterica* from Paraguay and the morphological similarities between *R. icterica* and *R. cerradensis*, we re-analyzed both specimens to clarify their identity. Based on the diagnostic characters proposed by Maciel et al. (2007), we compared the Paraguayan specimens with others of *R. icterica* and *R. cerradensis* housed in the Amphibian Collection Célio F. B. Haddad (CFBH), Departamento de Zoologia, I.B., Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brazil.

Both specimens from Paraguay (MNHNPy 6338, 9328) present the character states that diagnose *R. cerradensis* from *R. icterica*: less developed preocular crest (Figs. 1A-D), tympanum without folded skin (present in *R. icterica*, Figs. 1A-D), smaller parotoid glands (Figs. 1E-H), and narrower head (Figs. 1E-H). According to these comparisons, we confirm the presence of *R. cerradensis* in eastern Paraguay in small incursions of Cerrado ecoregion in the departments of Amambay and Canindeyú (Fig. 2) extending the species distribution 130 km W (Amambay record), 220 km S (Canindeyú record) from the nearest records in Mato Grosso

do Sul (Santana et al., 2010). With the reassignment of these two specimens to *R. cerradensis*, there is no evidence for the occurrence of *R. icterica* in Paraguay, and thus it must be excluded from the herpetofauna of the country.

Vera Candiotti et al. (2016) and Ferraro et al. (2018) comment on the presence of a population of large toads morphologically similar to *R. cerradensis* assigned as *R. cf. cerradensis* in Corrientes, Argentina. It is also important to mention that in a phylogenetic analysis of the genus *Rhinella* (Pereyra et al., 2021a) specimens from Misiones, Argentina, and Rivera, Uruguay assigned as *R. aff. cerradensis* clustered in a different lineage than *R. cerradensis sensu stricto*. Nonetheless, the authors abstained from making taxonomic decisions considering the evidence of nuclear and/or mitochondrial introgressions and phenotypic plasticity, among others, as promoters of the morphological diversity of the group.

Since no molecular data are available for the specimens from eastern Paraguay, we cannot be unambiguously certain if they are *R. cerradensis* or are more related to the populations of Argentina and Uruguay. However, once the former species appears to be restricted to the Cerrado and the records of *R. aff. cerradensis* in Argentina and Uruguay correspond to the Southern Cone Mesopotamian savanna and Uruguayan savanna (Dinerstein et al., 1995) we assign the specimens from eastern Paraguay to *R. cerradensis*.

Acknowledgements.- We thank C.F.B. Haddad for allowing access to specimens under his care. A.C.G and F.B. thank the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, Paraguay, Programa Nacional de Incentivo a Investigadores – PRONII) for financial support. M.O.P. and D.B. acknowledge the support from Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT PICTs 2019-346, 2019-2519, 2019-2557 and 2019-3895) and Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET PIP 11220200102800CO). We also thank R. Clay for reviewing the English text.

CITED LITERATURE

Aquino, A.L., N. Scott & M. Motte. 1996. Lista de los anfibios y reptiles del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay. Pp 331-400. In Romero, O. (Ed.), Colecciones de Fauna y Flora del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay. Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay, Asunción, Paraguay.

Basualdo, I. & N. Soria. 2002. 100 especies del Cerrado en Paraguay, Asunción, PY, Missouri Botanical Garden – Facultad de Ciencias Químicas-UNA.

Brusquetti, F. & E.O. Lavilla. 2006. Lista comentada de los anfibios de Paraguay. Cuadernos de Herpetología 20:3-79.

Cabral, H., D. Casagrande, F. Brusquetti, F. Netto, V. Ferreira & E.O. Lavilla. 2020. Multiscale endemism analysis for amphibians of Paraguay. Herpetological Journal 30:35-46.

Cacciali, P., F. Bauer & N. Martínez. 2015. Herpetofauna de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Paraguay. Kempffiana 11:29-47.

Cei, J.M. 1980. Amphibians of Argentina. Monitore Zoologico Italiano 2:1-609.

Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder & G. Ledec. 1995. Una Evaluación del Estado de Conservación de las Ecorregiones Terrestres de América Latina y el Caribe. WMF-Banco Mundial.

Ferraro, D.P., B. Blotto, D. Baldo, D. Barrasso, J. Barrionuevo, N. Basso, D. Cardozo, L. Cotichelli, J. Faivovich, M. Pereyra & E.O. Lavilla. 2018. Sistemática y diversidad. In Vaira, M., M.S. Akmentins, & E.O. Lavilla (Eds.), Plan de Acción para la Conservación de los Anfibios de la República Argentina: Pp 17-19. Tucumán, Argentina.

Frost, D.R. 1985. Amphibian species of the world: a taxonomic and geographical reference. Lawrence, KS: Association of Systematics Collections and Allen Press.

Frost, D.R. 2022. Amphibian species of the world: an online reference. Version 6.1 (Accessed August 2022). Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. [Accessed in October 2022]

Kwet, A. & M. Di-Bernardo. 1999. Anfibios - Amphibien - Amphibians. EDIPUCRS, Porto Alegre.

Maciel, N.M., R.A. Brandão, L.A. Campos & A. Sebben. 2007. A large new species of *Rhinella* (Anura: Bufonidae) from Cerrado of Brazil. Zootaxa 1627:23-39.

Maciel, N.M., R.G. Collevatti, G.R. Colli & E.F. Schwartz. 2010. Late Miocene diversification and phylogenetic relationships of the huge toads in the *Rhinella marina* (Linnaeus, 1758) species group (Anura: Bufonidae). Molecular Phylogenetics and Evolution 57:787-797.

- Marín, G., B. Jiménez, M. Peña-Chocarro & S. Knapp. 1998. Plantas comunes de Mbaracayú: Una guía de las plantas de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Paraguay. The Natural History Museum, Londres, UK.
- Motte, M., K. Núñez, P. Cacciali, F. Brusquetti, N. Scott & A.L. Aquino. 2009. Categorización del estado de conservación de los anfibios y reptiles de Paraguay. Cuadernos de Herpetología 23:5-18.
- Motte, M., V. Zaracho, A. Caballero-Gini, M. Ferreira-Riveros, L. Romero Nardelli, D. Coronel-Bejarano, F. Netto, A. Carosini, V. Rojas, D. Bueno, H. Cabral & N. Martínez. 2019. Estado de conservación y lista roja de los anfibios del Paraguay. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural de Paraguay 23:1-62.
- Pereyra, M.O., B.L. Blotto, D. Baldo, J.C. Chaparro, S.R. Ron, A.J. Elias-Costa, P.P. Iglesias, P.J. Venegas, M.T.C. Thomé, J.J. Ospina-Sarria, N.M. Maciel, M. Rada, F. Kolenc, C. Borteiro, M. Rivera-Correa, F.J.M. Rojas-Runjaic, J. Moravec, I. De la Riva, W.C. Wheeler, S. Castroviejo-Fisher, T. Grant, C.F.B. Haddad & J. Faivovich. 2021a. Evolution in the genus *Rhinella*: A total evidence phylogenetic analysis of Neotropical True Toads (Anura: Bufonidae). Bulletin of the American Museum of Natural History 447:1-156.
- Pereyra, M.O., K.D. Milto, F. Brusquetti, F. Kolenc & D. Baldo. 2021b. A reappraisal of *Bufo levicristatus* Boettger, 1885 (Anura: Bufonidae), a long forgotten toad from Paraguay. Zootaxa 5023:121-130.
- Santana, D.J., R. Gaiga, L.F. Storti, T.G. Santos & M. Dixo. 2010. New state record and distribution map of *Rhinella cerradensis* (Anura, Bufonidae) in the Cerrado biome, Brazil. Herpetology Notes 3:55-56.
- Vera Candiotti, F., J. Grosso, B. Haad, M.O. Pereyra, M.R. Bornschein, C. Borteiro, P. Costa, F. Kolenc, M.R. Pie, B. Proaño, S. Ron, F. Stanescu & D. Baldo. 2016. Structural and heterochronic variations during the early ontogeny in toads (Anura: Bufonidae). Herpetological Monographs 30:79-118.
- Weiler, A., K. Nuñez, K. Airaldi, E.O. Lavilla, S. Peris & D. Baldo. 2013. Anfibios del Paraguay. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales -Universidad de Salamanca. San Lorenzo, Paraguay.



LOS REPTILES DE SINALOA: NUEVOS REGISTROS MUNICIPALES Y LISTADO DE ESPECIES RARAS

THE REPTILES OF SINALOA: NEW MUNICIPAL RECORDS AND LIST OF RARE SPECIES

MAURO AGUIRRE-ZAZUETA¹, JOSÉ DAVID JACOBO-GONZÁLEZ² & HÉCTOR ALEXIS CASTRO-BASTIDAS^{3*}

¹Universidad para el Bienestar “Benito Juárez García”, Cosalá 80786, Sinaloa, México.

²Reserva Ecológica del Mineral de Nuestra Señora Mundo Natural, Universidad Autónoma de Sinaloa, Cosalá 80780, Sinaloa, México.

³Postgrado en Ciencias Aplicadas al Aprovechamiento de los Recursos Naturales, Centro de Estudios “Justo Sierra” (CEJUS), Badiraguato 80600, Sinaloa, México.

*Correspondence: alexizbastidas@gmail.com

Received: 2023-01-27. Accepted: 2023-02-17. Published: 2023-03-09.

Editor: Irene Goyenechea Mayer Goyenechea, México.

Abstract.— The state of Sinaloa in Mexico is a region with little field work in the study of herpetofauna. Here we present four new municipal records of *Coniophanes lateritius*, *Mastigodryas cliftoni*, *Salvadora deserticola* and *Tantilla yaquia* for the municipality of Cosalá. In addition, we provide a list of rare species with no records for more than 50 years in Sinaloa. Of the 122 species of reptiles registered in Sinaloa, 19 (15%) require verification of their presence in the state to clarify their conservation status. To be successful in searching for these species, field effort alone is not enough, therefore, we suggest that field work should be appropriately directed in consideration of the species' geographic range or historical search of localities, preferences of habitat, reproductive phenological dynamics or unexplored sites with similar habitats that can potentially support populations of the species.

Key words.— Colubridae, Cosalá, Dipsadidae, expansion of distribution, herpetofauna.

Resumen.— El estado de Sinaloa en México es una región con escaso trabajo de campo en el estudio de la herpetofauna. Aquí presentamos cuatro nuevos registros municipales de *Coniophanes lateritius*, *Mastigodryas cliftoni*, *Salvadora deserticola* y *Tantilla yaquia* para el municipio de Cosalá. Además, proporcionamos un listado de especies raras con más de 50 años sin registros en Sinaloa. De las 122 especies de reptiles registradas en Sinaloa, 19 (15%) requieren verificación de su presencia en el estado para aclarar su estado de conservación. Para tener éxito en la búsqueda de estas especies el esfuerzo de campo por sí solo es insuficiente, por lo tanto, sugerimos que el trabajo de campo debería estar dirigido apropiadamente en consideración de la distribución geográfica de las especies y de la búsqueda en localidades históricas, preferencias del hábitat, la dinámica fenológica reproductiva, así como muestreos en los sitios inexplorados con hábitats similares que potencialmente pueden mantener poblaciones de dichas especies.

Palabras claves.— Ampliación de distribución, Colubridae, Cosalá, Dipsadidae, herpetofauna.

Una de las contribuciones más importantes sobre la composición herpetofaunística de Sinaloa fue realizada por Hardy y McDiarmid en 1969. Sin embargo, desde entonces el estudio en campo sobre las comunidades de anfibios y reptiles declinó drásticamente en el estado. Por ello, Sinaloa es una de las regiones de México que se considera que requiere mayor exploración científica para aumentar el conocimiento sobre la distribución y estado actual de las poblaciones locales de herpetofauna (Flores-Villela et al., 2004; Lemos-Espinal & Smith, 2020). En el presente trabajo reportamos cuatro nuevos registros de serpientes (*Coniophanes lateritius*, *Mastigodryas*

cliftoni, *Salvadora deserticola* y *Tantilla yaquia*) de Sinaloa para el municipio de Cosalá y un listado de especies raras que tienen hasta cinco décadas que no se han vuelto a registrar en el estado desde que fueron reportadas por primera vez.

Realizamos muestreos no sistemáticos en un periodo de cinco años (2015-2021) durante la temporada de lluvias de julio a diciembre en las localidades de El Portezuelo y La Seca pertenecientes al municipio de Cosalá, Sinaloa. Tomamos fotografías a los individuos observados y posteriormente se liberaron en el mismo sitio donde se encontraron.





Figure 1. New municipal record of *Coniophanes lateritius* for Cosalá, Sinaloa, Mexico (MZFC-IMG64). Photo: José David Jacobo González.

Figura 1. Nuevo registro municipal de *Coniophanes lateritius* para Cosalá, Sinaloa, México (MZFC-IMG64). Foto: José David Jacobo González.

Adicionalmente, las fotografías se depositaron en la Colección digital del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (MZFC). Posteriormente, para la revisión de las características diagnósticas de las especies consultamos a Hardy y McDiarmid (1969) y McDiarmid et al. (1976).

Por último, para la realización del listado de especies raras seguimos una metodología similar a la propuesta por Castro-Bastidas y Serrano-Serrano (2022) que consistió en la revisión de literatura (Hardy & McDiarmid, 1969; Lemos-Espinal & Smith, 2020; Webb, 1984), bases de datos (GBIF: Global Biodiversity Information Facility: GBIF, 2022c, Vertnet, The Reptile Database: Uetz et al., 2022) y consulta de colecciones científicas.

México. Sinaloa. Municipio de Cosalá: en la localidad de La Seca a 10 km en línea aérea al SE de la sindicatura de Cosalá (24.404°

N, 106.608° W; WGS84; 556 m s.n.m.), 29 agosto 2017; JDJG. Verificado por RALR. Primer registro de *Coniophanes lateritius* para el municipio de Cosalá (MZFC-IMG64; Fig. 1), se extiende el rango de distribución de la especie hasta la región centro de Sinaloa a 135 km en línea aérea al NE de Villa Unión (GBIF, 2022a; Hardy & McDiarmid, 1969; Ponce-Campos & Smith, 2007). El individuo sin sexar fue encontrado alrededor de las 16:30 h sobre rocas rodeado de bosque tropical seco.

México. Sinaloa. Municipio de Cosalá: en la localidad de La Seca a 8 km en línea aérea al SE de la sindicatura de Cosalá (24.398° N, 106.613° W; WGS84; 431 m s.n.m.), 6 julio 2028; JDJG. Verificado por ARB. Primer registro de *Tantilla yaquia* para el municipio de Cosalá (MZFC-IMG67; Fig. 2), se extiende el rango de distribución de la especie aproximadamente a 40 km en línea aérea al NE de la localidad del Espinal en el municipio de Elota (GBIF, 2023; Hardy & McDiarmid, 1969; Vertnet, 2023). El individuo sin sexar



Figure 2. New municipal record of *Tantilla yaquia* for Cosalá, Sinaloa (MZFC-IMG67). Photo: José David Jacobo González.

Figura 2. Nuevo registro municipal de *Tantilla yaquia* para Cosalá, Sinaloa (MZFC-IMG67). Foto: José David Jacobo González.

fue encontrado alrededor de las 11:20 h sobre sustrato rodeado de bosque tropical seco.

México. Sinaloa. Municipio de Cosalá: en la localidad de El Portezuelo a 5.8 km sobre línea aérea al NE de la sindicatura de Cosalá (24.452° N, 106.726° W; WGS84; 617 m s.n.m.), 11 noviembre 2021; MAZ. Verificado por JALB. Primer registro de *Mastigodryas cliftoni* para el municipio de Cosalá (MZFC-IMG62; Fig. 3), se extiende el rango de distribución de la especie hasta la región centro de Sinaloa aproximadamente a 130 km en línea aérea al NE de Microondas Loberas, Concordia, que es el registro más cercano de la especie (GBIF, 2022b; Hardy y MacDiarmid, 1969).

El individuo sin sexar fue encontrado alrededor de las 13:00 h sobre sustrato rodeado de bosque tropical seco. La mayoría de los individuos de *M. cliftoni* observados en esta zona fueron

encontrados durante el día, por lo que, respalda las observaciones de que esta especie exhibe actividad diurna (Rorabaugh & Lemos-Espinal, 2016).

México. Sinaloa. Municipio de Cosalá: en la localidad de El Portezuelo a 2.5 km sobre línea aérea al NE de la sindicatura de Cosalá (24.429° N, 106.705° W; WGS84; 412 m s.n.m.), 16 diciembre 2015; MAZ. Verificado por RALR. Primer registro para el municipio de Cosalá (MZFC-IMG63; Fig. 4), se extiende el rango de distribución de la especie aproximadamente a 75 km en línea aérea al SE de Culiacán (Hardy & McDiarmid, 1969; Vertnet, 2022). El individuo sin sexar fue encontrado alrededor de las 12:00 h sobre sustrato rodeado de bosque tropical seco.

De las 122 especies de reptiles registradas en Sinaloa (Gamez-Duarte et al., 2023; Lara-Reséndiz & Jacobo-González, 2022; Lemos-Espinal & Smith, 2020), 19 especies tienen más de 50 años



Figure 3. New municipal record of *Mastigodryas cliftoni* for Cosalá, Sinaloa, Mexico (MZFC-IMG62). Photo: Mauro Aguirre Zazueta.

Figura 3. Nuevo registro municipal de *Mastigodryas cliftoni* para Cosalá, Sinaloa, México (MZFC-IMG62). Foto: Mauro Aguirre Zazueta.

que no se han vuelto a registrar en el estado, es decir, el 15.57% de las especies de reptiles requieren verificación de su presencia (Tabla 1). También es importante mencionar a *Lampropeltis greeni* que se ha incluido en los listados herpetofaunísticos de Sinaloa sin ninguna evidencia como observación o colecta de individuos que constate su presencia en el interior del estado (Enderson et al., 2009). Así como de *Sonora mutabilis*, de la que se requiere confirmación de su presencia en Sinaloa porque a pesar de que fue colectado un individuo este no cuenta con fecha de colecta (UTA-R 7227).

Este tipo de registros son de poco interés, sin embargo, son importantes en el contexto de los registros faunísticos, ya que en el caso de estas especies la falta de registros actualizados después de varias décadas puede deberse a su rareza biológica y especificidad en los hábitos ecológicos, o a las poblaciones en declive, así como a la falta de trabajo de campo (Castro-Bastidas



Figure 4. New municipal record of *Salvadora deserticola* for Cosalá, Sinaloa, Mexico (MZFC-IMG63). Photo: Mauro Aguirre Zazueta.

Figura 4. Nuevo registro municipal de *Salvadora deserticola* para Cosalá, Sinaloa, México (MZFC-IMG63). Foto: Mauro Aguirre Zazueta.

et al., 2023; Martin et al., 2022). Como consecuencia, la ausencia de estos registros puede generar dudas sobre la presencia de una especie en un área particular de su distribución (por ejemplo, *Enulius oligostichus* en Lara-Reséndiz & Jacobo-González, 2022 no incluida en Lemos-Espinal & Smith, 2020 porque tenía más de 50 años sin registros). Por lo tanto, sugerimos que se reconsideren las posibles exclusiones de estas especies en los listados herpetológicos para regiones poco exploradas como Sinaloa.

El suborden Serpentes es el más diverso entre los reptiles que se distribuyen en Sinaloa y también es el que requiere un mayor esfuerzo de búsqueda en campo. No obstante, los nuevos registros presentados en este trabajo amplían la distribución conocida para las especies *C. lateritius*, *M. cliftoni*, *S. deserticola* y *T. yaquia* en el municipio de Cosalá. Una mayor exploración en Sinaloa podría contribuir a obtener más registros destacados

Table 1. Reptiles species that have not been documented for at least 50 years in Sinaloa, Mexico.**Tabla 1.** Especies de reptiles sin documentar en un periodo de más de 50 años en Sinaloa, México.

Especies	Último año de registro	Años transcurridos	Fuente
Clase Reptilia			
Orden Squamata			
Suborden Lacertilia			
Anguidae			
<i>Barisia ciliaris</i>	1964	58	CMNAR 8296
<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	1969	53	UMMZ Herps 123044
Helodermatidae			
<i>Heloderma suspectum</i>	1966	56	TNHC Herpetology 107291
Phrynosomatidae			
<i>Sceloporus shannonorum</i>	1970	52	MCZ Herp R-126986
Scincidae			
<i>Plestiodon colimensis</i>	1955	67	KU Herpetology 44733
Suborden Serpentes			
Colubridae			
<i>Arizona elegans</i>	1967	55	LACM Herps 51559
<i>Geagras redimitus</i>	1936	86	Taylor (1936)
<i>Lampropeltis californiae</i>	1967	55	LACM Herps 52511
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	1963	59	KU Herpetology 80746
<i>Phyllorhynchus decurtatus</i>	1962	60	KU Herpetology 73609
<i>Tantilla bocourti</i>	1968	54	CAS HERP 155923
<i>Tantilla wilcoxi</i>	1968	54	CAS HERP 155925
Orden Testudines			
Kinosternidae			
<i>Kinosternon hirtipes</i>	1954	68	CNAR 765

*Ver apéndice 1 para los acrónimos de colecciones científicas de museos y universidades.

de la herpetofauna del estado, considerando que el trabajo de campo 1) este dirigido apropiadamente en consideración del rango geográfico de las especies o búsqueda en localidades históricas; 2) preferencias de hábitat; 3) la dinámica fenológica reproductiva; y 4) sitios inexplorados con hábitats similares que potencialmente pueden mantener poblaciones de la especie (Castro-Bastidas et al., 2023). Además, promover el uso de la plataforma de ciencia ciudadana *iNaturalist* también podría contribuir a comprender mejor la distribución de los reptiles en Sinaloa como en el caso de los anfibios (ver Castro-Bastidas & Serrano-Serrano, 2022).

Agradecimientos.- Dedicamos este trabajo al Dr. José Alfredo Leal Orduño† por ofrecer parte de su vida a la difusión y conservación de la fauna y flora del municipio de Cosalá. A Jesús Alberto Loc Barragán, Aurelio Ramírez Bautista y Rafael Alejandro Lara Reséndiz por la verificación de las especies y este último por amablemente revisar una versión previa de este manuscrito. Además, a José Manuel Serrano por revisar las secciones en inglés. También a Diana Fuentes de la Rosa (UNAM) por catalogar las fotografías.

LITERATURA CITADA

- Castro-Bastidas, H.A. & J.M. Serrano-Serrano. 2022. La plataforma naturalista como herramienta de ciencia ciudadana para documentar la diversidad de anfibios en el estado de Sinaloa, México. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 5:156-178.
- Castro-Bastidas, H.A., E.A. Barraza-Herrera, R. Barreras-Gaxiola & J.A. Loc-Barragán. 2023. Presence of *Hypopachus ustus* (Anura: Microhylidae) after more than four decades without record in Sinaloa, Mexico. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 6:36-38.
- Enderson, E.F., A. Quijada-Mascareña, D.S. Turner, P.C. Rosen & R.L. Bezy. 2009. The herpetofauna of Sonora, Mexico, with comparison to adjoining states. *Check List* 5:632-672.
- Flores-Villela, O.A., H.M. Smith & D. Chiszar. 2004. The history of herpetological exploration in Mexico. *Bonner Zoologische Beiträge* 52:311-335.
- Gamez-Duarte, E.A., J.D. Jacobo-González, H.A. Castro-Bastidas & R.A. Lara-Reséndiz. 2023. New record of *Crotalus pricei* (Squamata: Viperidae) from Sinaloa, Mexico. *Revista Latinoamericana De Herpetología* 6:07-09.
- GBIF. 2022a. GBIF Occurrence Download: *Coniophanes lateritius*. <https://doi.org/10.15468/dl.a8uw28> [Consultado en octubre 2022].
- GBIF. 2022b. GBIF Occurrence Download: *Mastigodryas cliftoni*. <https://doi.org/10.15468/dl.f4nvbe> [Consultado en octubre 2022].
- GBIF. 2022c. GBIF Occurrence Download: Reptilia. <https://doi.org/10.15468/dl.yyzgv7> [Consultado en octubre 2022].
- GBIF. 2023. GBIF Occurrence Download: *Tantilla yaquia*. <https://doi.org/10.15468/dl.q9hn4k> [Consultado en enero 2023].
- Hardy, L.M. & R.W. McDiarmid. 1969. The amphibians and reptiles of Sinaloa, Mexico. University of Kansas Publications, Museum of Natural History 18:39-252.
- Lara-Reséndiz, R.A. & J.D. Jacobo-González. 2022. Nuevos registros de la serpiente *Enulius oligostichus* en Sinaloa y comentarios sobre su distribución. *Revista Latinoamericana de Herpetología* 5:101-104.
- Lemos-Espinal, J.A & G.R. Smith. 2020. A checklist of the amphibians and reptiles of Sinaloa, Mexico with a conservation status summary and comparisons with neighboring states. *ZooKeys* 931:85-114.
- Martin, T.E., G.C. Bennett, A. Fairbairn & A.O. Mooers. 2022. 'Lost' taxa and their conservation implications. *Animal Conservation*. <https://doi.org/10.1111/acv.12788>
- McDiarmid, R.W., J.F. Copp & D.E. Breedlove. 1976. Notes on the herpetofauna of Western Mexico: new records from Sinaloa and the Tres Marias Islands. *Contributions in Science Natural History Museum of Los Angeles County* 275:1-17.
- Ponce-Campos, P. & H.M. Smith. 2001. A review of the stripeless snake (*Coniophanes lateritius*) complex of Mexico. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 37:10-17.
- Rorabaugh, J.C. & J.A. Lemos-Espinal. 2016. A field guide to the amphibians and reptiles of Sonora, Mexico. ECO Herpetological Publishing and Distribution, Rodeo, New Mexico, USA.
- Taylor, E.H. 1936. Notes on the herpetological fauna of the Mexican state of Sinaloa. *University of Kansas Science Bulletin* 24:505-537.
- Uetz, P., P. Freed, R. Aguilar, F. Reyes & J. Hošek (Eds). 2022. The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org> [Consultado en octubre 2022].
- Vertnet. 2022. Registros de *Salvadora deserticola* para Sinaloa, México. <http://www.vertnet.org/>. [Consultado en noviembre 2022].
- Vertnet. 2023. Registros de *Tantilla yaquia* para Sinaloa, México. <http://www.vertnet.org/>. [Consultado en noviembre 2022].
- Webb, R.G. 1984. Herpetogeography in the Mazatlan-Durango region of the Sierra Madre Occidental, Mexico. Pp. 217-241. En R.A. Seigel, L.E. Hunt, J.L. Knight, L. Malaret & N.L. Zuschlag (Eds.). *Vertebrate Ecology and Systematics*. University of Kansas, Special publication, Lawrence, Kansas.



APÉNDICE 1.

Appendix 1. Acronyms of scientific collections of Museums and Universities.

Apéndice 1. Acrónimos de colecciones científicas de Museos y Universidades.

Acrónimo	Nombre de la colección
CMNAR	Canadian Museum of Nature Amphibian and Reptile Collection
UMMZ	University of Michigan Museum of Zoology, Herpetology Collection
TNHC	Texas Natural History Collections
MCZ	Museum of Comparative Zoology, Harvard University
CNAR	Colección Nacional de Anfibios y Reptiles, Universidad Nacional Autónoma de México
KU	University of Kansas, Herpetology Collection
LACM	Natural History Museum of Los Angeles County, Vertebrate Collection
CAS	California Academy of Sciences, Herpetology
UTA-R	University of Texas at Arlington Amphibian and Reptile Diversity Research Center



NUEVOS REGISTROS DE ANFIBIOS Y REPTILES PARA EL CENTRO DE MÉXICO

NEW RECORDS OF AMPHIBIANS AND REPTILES FOR CENTRAL MEXICO

IVÁN VILLALOBOS-JUÁREZ¹ & ELÍ GARCÍA-PADILLA²

¹Organización Los Hijos del Desierto, Aguascalientes. 20427, México.

²Biodiversidad Mesoamericana. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. 68023, México.

*Correspondence: lepidushunter@gmail.com

Received: 2023-02-01. Accepted: 2023-02-20. Published: 2023-03-09.

Editor: Norberto Martínez-Méndez, México.

La diversidad de la herpetofauna de México es la segunda más grande a nivel mundial y cada año se descubren y describen nuevas especies para la ciencia (Suazo-Ortuño et al., 2023). A pesar de esto, poco se sabe sobre aspectos ecológicos y de la historia natural de la gran mayoría de las especies mexicanas, así que importante comprender mejor la distribución de las especies es esencial para poder llevar a cabo mejores y más efectivos planes de manejo y de conservación. Así como también para tener criterios mucho más acertados al respecto de sus respectivos estatus de conservación y protección por los instrumentos y normatividades nacionales e internacionales (Johnson et al., 2017).

Del año 2006 al 2022 recopilamos registros puntuales durante numerosas salidas de campo por parte de diversos proyectos de investigación en el centro-norte de México, concretamente en los estados de Jalisco, San Luis Potosí y Zacatecas. Los hallazgos que representaron nuevos registros estatales o ampliación en la distribución de las especies fueron recolectados y depositados en la Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (CZUAA) y algunos otros individuos fueron fotografiados y las imágenes depositadas en la colección digital del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH).

Nuevos registros estatales

Agalychnis dacnicolor (Phyllomedusidae)

México: Zacatecas: Municipio de Trinidad García de la Cadena: Río Las Higueras (21.147064° N, 103.478464° O; WGS 84; 1,048 m s.n.m.), 3 de marzo de 2007. IVJ encontró cuatro ejemplares de *A. dacnicolor* bajo rocas a la orilla del río entre vegetación de selva baja caducifolia (De la Trinidad-Cabrera, 2020). Solamente un

ejemplar fue recolectado y depositado en CZUAA con el número de catálogo CZUAA-REP- 334. El hallazgo representa el primer registro para el estado de Zacatecas extendiendo su distribución 63 kilómetros en línea recta al noroeste de la zona arqueológica de Guachimontones, Jalisco (Álvarez-Grzybowska, 2016).

Gerrhonotus infernalis (Anguidae)

México: Jalisco: Municipio de Ojuelos: Matanzas (21.612670° N, 101.686922° O; WGS 84; 2,423 m s.n.m.), 24 de septiembre de 2017. IVJ encontró un ejemplar de *G. infernalis* a un costado de un tronco entre la vegetación de bosque de encino (Rodríguez-Contreras, 2017). Las fotografías del ejemplar fueron depositadas en la colección digital de la UAEH con el número de catálogo CH-CIB 128. El hallazgo representa el primer registro para Jalisco, aumentando el rango de distribución aproximadamente 67 kilómetros en línea recta al noroeste desde la Sierra de Santa Rosa en Guanajuato (Mendoza-Quijano et al., 2001).

Virgotyphlops braminus (Typhlopidae)

México: San Luis Potosí: Municipio de Salinas: Salinas de Hidalgo (22.629849° N, 101.71079° O; WGS 84; 1,048 m s.n.m.), 16 de febrero de 2018. IVJ encontró un ejemplar bajo una roca de una jardinera a un costado de la calle. El ejemplar fue depositado en CZUAA con el número CZUAA-REP-702 y el ejemplar fotografiado fue depositado en la colección fotográfica del Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo con los números CH-CIB108a,108b. El registro de esta serpiente es el primero formalmente publicado para el estado de San Luis Potosí (Lemos-Espinal & Dixon, 2013), aumentando 99 kilómetros al noroeste de la distribución más cercana reportada para la ciudad de Aguascalientes (Vázquez-Díaz & Quintero-Díaz, 2005).



Ampliación de distribución

Boa sigma (Boidae)

México: Zacatecas: Municipio de Jalpa: La Jabonera: Río Juchipila (21.575621° N, 103.009492° O; WGS 84; 1,347 m s.n.m.), 09 de abril de 2011. IVJ encontró un ejemplar de *B. sigma* bajo la hojarasca a un costado del río. El hallazgo de este ejemplar aumenta la distribución de la especie 46 kilómetros al noroeste desde la recolecta más cercana en Alameda de Juárez (Santa Rosa), Municipio de Moyahua de Estrada (Barker et al., 1967). El ejemplar fue fotografiado y depositado en la colección fotográfica de la UAEH con el número CB-CIB 131

Sceloporus utiformis (Phrynosomatidae)

México: Zacatecas: Municipio de Jalpa: La Jabonera: Río Juchipila (21.564003° N, 103.014113° O; WGS 84; 1,346 m s.n.m.), 26 de junio de 2018. IVJ encontró un ejemplar de *S. utiformis* entre un montón de rocas. El hallazgo de este ejemplar aumenta la distribución de la especie 53 kilómetros al noroeste del registro más cercano desde el municipio de Mezquital del Oro (Ahumada-Carrillo et al., 2011). El ejemplar fue depositado en la Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes con el número CUAA-REP-716.

Crotaphytus collaris (Crotaphytidae)

México: Zacatecas: Municipio de Loreto: Tierra Blanca (22.369694° N, 102.110760° O; WGS 84; 2,105 m s.n.m.), 18 de octubre de 2022. IVJ fotografió un ejemplar de *C. collaris* asoleándose sobre unas rocas. La vegetación presente en la zona está clasificada como matorral crasicaule (De la Trinidad-Cabrera, 2020). El registro se realizó a 4.67 kilómetros al noroeste de la comunidad de Tierra Blanca, aumentando la distribución de la especie 52 kilómetros lineales al suroeste de la localidad más cerca registrada en La Pendencia, municipio de Pinos, Zacatecas de un ejemplar recolectado y depositado en la colección de la Universidad de Texas en El Paso (UTEP: Herp: 9416). La fotografía del ejemplar fue depositada en la UAEH con el número CB-CIB 132.

Vigotyphlops braminus (Typhlopidae)

México: Zacatecas: Municipio de Loreto: Loreto (21.575621° N, 103.009492° O; WGS 84; 1,347 m s.n.m.), 03 de junio de 2018. IVJ encontró un ejemplar de *V. braminus* muerta a un costado de un árbol. El hallazgo de este ejemplar aumenta la distribución de la especie 51 kilómetros al noroeste desde la recolecta más cercana

en la ciudad de Aguascalientes (Vázquez-Díaz & Quintero-Díaz, 2005). El ejemplar fue depositado en CZUAA con la clave CZUAA-REP-710.

Agradecimientos.– Agradecemos infinitamente a la Dra. Irene Goyenechea por incluir algunas fotografías dentro de la colección fotográfica en el Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Al Dr. José Jesús Sigala por depositar especímenes en la Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). Las recolectas fueron hechas con los permisos otorgados a José Jesús Sigala Rodríguez por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SGPA/DGVS/ 09453/14 y SGPA/DGVS/05874/17.

CITED LITERATURE

- Ahumada-Carrillo, I.T., O. Vázquez-Huizar, J. Vázquez-Díaz & U.O. Vázquez-García. 2011. Noteworthy records of amphibians and reptiles from Zacatecas, México. *Herpetological Review* 43:397-398.
- Álvarez-Grzybowska, E. 2016. Inventario de los anfibios y reptiles del sitio arqueológico Guachimontones y sus alrededores en Teuchitlán, Jalisco, México. Tesis de licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México.
- Baker, R.H., R.G. Webb & P. Dalby. 1967. Notes on reptiles and mammals from southern Zacatecas. *The American Midland Naturalist* 77:23-226.
- De la Trinidad-Cabrera J.F. 2020. Contexto físico. En: La biodiversidad en Zacatecas. Estudio de Estado. CONABIO. México pp. 26-46.
- Ireri Suazo-Ortuño, I., A. Ramírez-Bautista & J. Alvarado-Díaz. 2023. Amphibians and Reptiles of Mexico: Diversity and Conservation. In *Mexican Fauna in the Anthropocene* (pp. 105-127). Cham: Springer International Publishing.
- Johnson, J.D., L.D. Wilson, V. Mata-Silva, E. García-Padilla & D.L. De Santis. 2017. The endemic herpetofauna of Mexico: organisms of global significance in severe peril. *Mesoamerican Herpetology* 4:544-620.
- Lemos-Espinal, J.A. & J.R. Dixon. 2013. *Amphibians and Reptiles of San Luis Potosí*. Eagle Mountain Publishing.

- Lemos-Espinal, J.A. & J.R. Dixon. 2016. Anfibios y Reptiles de Hidalgo/Amphibians & Reptiles of Hidalgo. Cd. México, D.F.: CONABIO.
- Quijano, F. M., A. Sol de Mayo, V.H. Reynoso-Rosales, M.A.E. Hernández & M.R. Blanco. 2001. Anfibios y reptiles de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato: cien años después. Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología 72:233-243.
- Rodríguez, A. 2017. Ecorregiones terrestres. En: La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. vol. II. CONABIO. México, pp. 27-60.
- Vázquez-Díaz J. & G.E. Quintero-Díaz. 2005. Anfibios y Reptiles de Aguascalientes. CIEMA. CONABIO. México.



COMPLEMENTING EASTERN PACIFIC GREEN TURTLE POPULATION MONITORING WITH LOCAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE: BASELINE ASSESSMENT OF *CHELONIA MYDAS* SURROUNDING PARQUE NACIONAL ZONA MARINA FROM THE ARCHIPIÉLAGO ESPÍRITU SANTO, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

COMPLEMENTANDO EL MONITOREO DE LA POBLACIÓN DE TORTUGA VERDE DEL PACÍFICO ORIENTAL CON EL CONOCIMIENTO ECOLÓGICO LOCAL: EVALUACIÓN DE LÍNEA BASE DE *CHELONIA MYDAS* ALREDEDOR DE PARQUE NACIONAL ZONA MARINA DEL ARCHIPIÉLAGO ESPÍRITU SANTO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

CHANEL SYLVANA ROBLES^{1,3}, HELENA FERNÁNDEZ-SANZ^{2,3}, HEIDI BATCHELOR¹, ERNEST BRAZIER¹, AGNESE MANCINI⁴, KAREN OCEGUERA CAMACHO⁴, JESÚS SALVADOR LUCERO ROMERO⁴ & EDUARDO RESÉNDIZ^{3,5}

¹*Scripps Institution of Oceanography, 8622 Kennel Way, La Jolla, CA 92037.*

²*Department of Marine and Coastal Sciences, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al Sur KM 5.5, 23080 La Paz, B.C.S., México.*

³*Health Assessments in Sea Turtles from B.C. S., La Paz 23085, B.C. S., México.*

⁴*Grupo Tortuguero de las Californias. Calle Seis 141. Colonia Azaleas, C.P. 23098. La Paz, Baja California Sur, México.*

⁵*Department of Animal Science and Habitat Conservation, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al Sur KM 5.5, 23080 La Paz, B.C.S., México.*

*Correspondence: csrobles@ucsd.edu

Received: 2022-12-22. Accepted: 2023-02-19. Published: 2023-03-09.

Editor: Rodrigo Macip Ríos, México.

Resumen.— Para una mejor comprensión del estado actual de la población de tortuga verde del Pacífico oriental, se necesita una evaluación espacial de su presencia y abundancia en sus hábitats frecuentados. Este estudio tiene como objetivo desarrollar un marco a partir del cual se podría realizar un estudio de referencia centrado en las tortugas verdes del Pacífico oriental que rodean las aguas de Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago Espíritu Santo. Se utilizaron dos años de datos y una encuesta de investigación enfocada en el Conocimiento Ecológico Local (CEL) de guías de ecoturismo que operan en La Paz, Baja California Sur, México. Debido al protocolo de la Junta de Revisión Institucional (IRB) de la Universidad de California y al pequeño tamaño de la muestra de los participantes de la encuesta, los datos de la encuesta no se pueden usar para extrapolar a la población de operadores de ecoturismo en La Paz. Aunque estudios anteriores han integrado LEK de los pescadores, este es el primer estudio que incluye LEK del sector del ecoturismo para informar los esfuerzos de conservación de la tortuga verde del Pacífico oriental en México. Los resultados de este proyecto contribuirán a un mejor entendimiento y una mayor comprensión de cómo esta especie utiliza esta área.

Palabras clave.— Actividad antropogénica, conservación, ecoturismo, Golfo de California, tortuga negra, zonas de alimentación.

Abstract.— To improve analysis of the current Eastern Pacific Green (EPG) turtle population status, a spatial assessment is needed on their presence and frequency in their frequented habitats. This study aims to develop a framework from which a baseline study could be undertaken focused on EPG turtles surrounding the waters of Parque Nacional Zona Marina from the Archipiélago Espíritu Santo. Two years of data and a research survey focused on Local Ecological Knowledge (LEK) from ecotourism guides operating out of La Paz, BCS, México were used. Due to the University of California's Institutional Review Board's (IRB) protocol and small sample size of survey participants, survey data may not be used to extrapolate to the population of ecotourism operators in La Paz. Although past studies have integrated LEK from fishers, this is the first study to introduce LEK from the ecotourism sector to inform EPG turtle conservation efforts in México. The results from this project will contribute to a better understanding and further insight of how this species utilizes this area.

Keywords.— Anthropogenic activity, black turtle, conservation, ecotourism, foraging grounds, Gulf of California.

INTRODUCTION

Eastern Pacific green (EPG) turtles, *Chelonia mydas*, have a historic population distribution from Baja California Sur (BCS), México to Perú, and the Galapagos Islands (Pacific Sea Turtle Recovery Team et al., 1998). It is estimated that after living in the pelagic for 9-11 years, EPG turtles reside within coastal developmental grounds in which foraging activities occur (Koch et al., 2007). These locations are found in the Gulf of California and the Pacific of the Baja California Peninsula and serve as places of residency for this species due to their high site fidelity (Koch et al., 2007). Migration occurs only to their reproduction sites and nesting beaches and is performed by adult males (reproduction sites) and females (reproduction sites and nesting beaches) (Green Turtle, 2022). However, during their different life stages, they are susceptible to anthropogenic activities and may suffer disease (Reséndiz et al., 2016). Senko et al. (2014) demonstrates that despite Mexican federal protection, current threats to EPG turtles along the Gulf of California and the Pacific of BCS, México are bycatch and harvesting.

To better understand how anthropogenic activities have an effect on long-term population trends, both western science and Local Ecological Knowledge (LEK) can be used. Such an example is a study by Early-Capistrán et al. (2020), in which the ecology of EPG turtles was investigated while integrating LEK. In doing so, a baseline of EPG turtle frequency prior to their exploitation during the 1950s to the 1980s was created (Early-Capistrán et al., 2020). LEK from fishers in Baja California, México, was important and critical in creating a baseline study since they held “place-based empirical knowledge...about their surrounding environments and biota”, not attainable through research (Early-Capistrán et al., 2020).

In an effort to assess the status of this species, EPG turtles have been monitored (Fig. 1) in the Parque Nacional Zona Marina

del Archipiélago Espíritu Santo (PNZMAES), a protected area within the Gulf of California which offers “optimal conditions to carry out different stages of the life cycle” of EPG turtles (Reséndiz et al., 2018). PNZMAES' waters are foraging grounds for highly migratory species such as green turtles (Reséndiz et al., 2019), which can spend decades in the area, feeding and growing until reaching sexual maturity, and also, as adult individuals, during non-breeding periods (Limpus et al., 1994). This behavior leads to observing both juveniles and adults of different ages and sizes within their foraging grounds. As a result, data obtained from continuous monitoring around this island can inform changes in sea turtle health, population dynamics, and conservation efforts (Álvarez-Varas et al., 2021).

Therefore, it is of importance to create a precursor for a baseline study of them in PNZMAES. This study aims at providing baseline information on EPG turtles' frequency and distribution within the PNZMAES, using spatial analysis, data from scientific monitoring, and surveys from local ecotourism guides.

MATERIALS AND METHODS

Study site. Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo is located in BCS, México, between 24°24' and 24°36' north latitude and 110°18' and 110°27' west longitude (Olmos-Martínez et al., 2015) in the Gulf of California off the coast of La Paz. PNZMAES is a Marine Priority Region and is a protected area of The Gulf of California UNESCO World Heritage Site (Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo, 2021). This region has great biodiversity and richness, including species that are threatened or under special protection, and offers different environmental services such as the refuge of species for resident and migrant populations,

food production, reservoir of sources of biological material, and ecotourism and research, among others (Olmos-Martínez et al., 2015). La Paz is one of the municipalities in México that attracts tourists, and much of the ecotourism activities take place in PNZMAES such as wildlife viewing, scuba diving, and snorkeling (Olmos-Martínez et al., 2018).

Sea turtle monitoring. A total of 39 field trips were carried out from January 2020- January 2022 at PNZMAES at 10 sites that

fit ideal conditions: shallow waters located in bays with sandy floors. Turtle capture was carried out using monofilament gillnets (100 m long by 5 m deep and 60 cm mesh size). The nets were placed in the different turtle transit channels during diurnal periods of six to eight hours and were checked periodically every hour to minimize damage from the organisms. Upon capture, a systematic physical examination of each organism was carried out following methods described by Reséndiz et al. 2021. The standard monitoring protocol was then followed, including



Figura 1. Sitios de monitoreo del Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago Espíritu Santo (PNZMAES) durante 2020-2022. Los polígonos morados corresponden a las áreas de monitoreo en Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago Espíritu Santo (PNZMAES). Las ubicaciones en las que se colocaron las redes se representan con círculos de diferentes colores.

Figure 1. Parque Nacional Zona Marina from the Archipiélago Espíritu Santo (PNZMAES) monitoring sites from 2020-2022. Purple polygons correspond to monitoring areas. Locations in which nets were set are depicted by different color circles.

morphometry (Curved Carapace Length, CCL; Straight Carapace Length, LRC), weighing and blood sampling for further analysis of health status. Turtles were tagged on each back flipper using Inconel tags 628 (National Band and Tag Company, Newport, Kentucky) and released unharmed. Catch per unit effort (CPUE) was defined as the number of turtles caught per day per site.

Local Ecological Knowledge. We designed semi-structured surveys (Appendix 1) to obtain information from local ecotourism guides on presence and frequency of sightings of EPG turtles and their perceived trends over the past 20 years in the PNZMAES. The survey consisted of 29 open-ended and structured questions focused on demographic information (e.g. age, profession), information and perception on EPG turtle presence and frequency, and tourism activity. The data collected for study included anecdotal observation of EPG turtles during

ecotourism activities, an average number of daily sightings. Participants were given the option of writing their responses or having the researcher write on their behalf. The researcher provided the option of reading the survey questions for the participants.

When discussing EPG turtle sightings, most participants provided locations in which sightings would occur while also providing an average of daily sightings per day, while others did not. Sites were ranked based on their accordance for EPG turtles: low importance, medium importance, high importance, and maximum importance. Average sightings per day with a non-numeric value were assigned a No Answer (N/A) and were not used to calculate total average sightings per site. An average of average daily sightings was calculated to determine EPG turtle active sites (Fig. 2) in order to account for the possibility

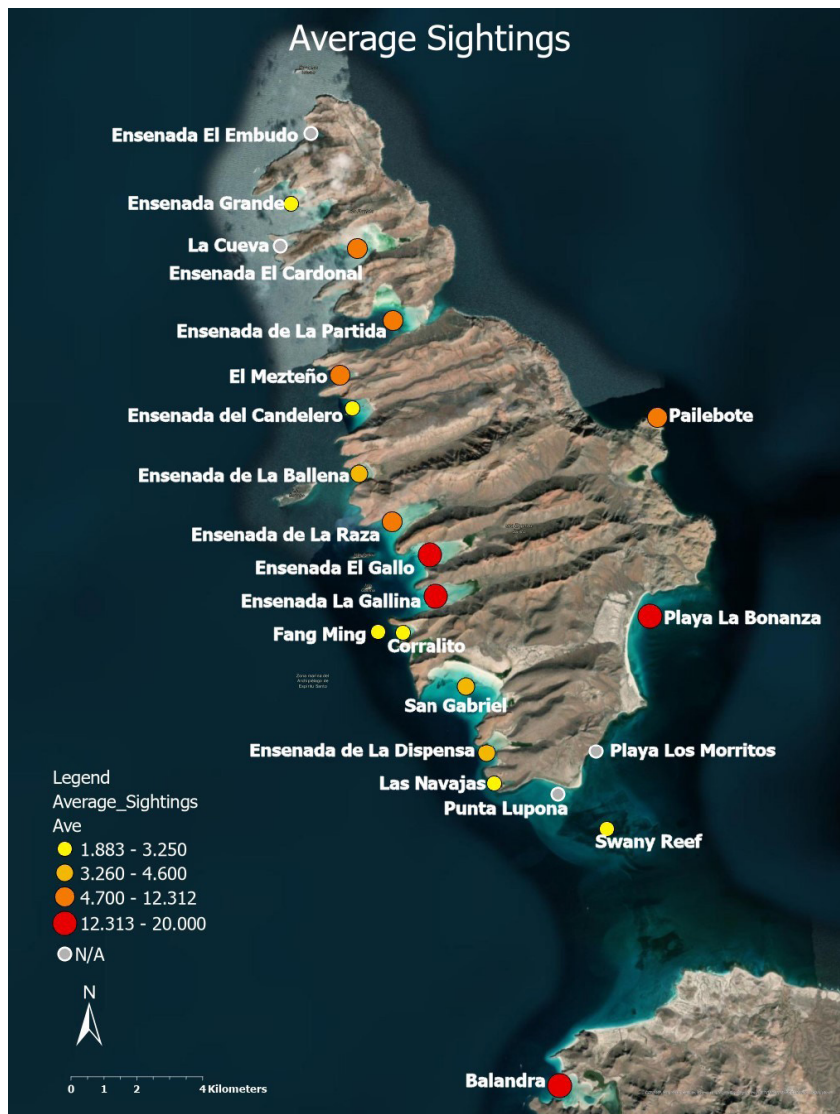


Figura 2. Avistamientos promedio reportados por guías de ecoturismo. Los sitios de "Importancia máxima" se muestran en rojo oscuro. Las ubicaciones en las que se produjeron avistamientos, pero no se proporcionó ningún valor numérico, se muestran con un círculo gris y N/A.

Figure 2. Average sightings reported by ecotourism guides. "Maximum importance" sites are displayed in dark red. Locations in which sightings occurred, but no numeric value was provided, are displayed with a gray circle and N/A.

of different sightings of the same turtles. Participants also provided information on the locations they would take tourists and the number of ecotourism trips they make per year. They then marked the locations on paper surveys to specify sites in which they would make stops or pass on route to get to their different destinations. Additional information such as the types of tours, the duration, and months they make ecotour trips was collected.

We estimated that there are approximately 200 guides aged 18 or more in La Paz, our goal was to survey at least 10% of the sample. Participants were contacted using a non-probabilistic sampling as a result of convenience sampling. For three weeks, a total of 27 individuals (n = 27) participated in a research survey: 26 participants fully participated in the survey while one provided a partially completed survey.

Spatial analysis. We analyzed data compiled from sea turtle monitoring and turtle sightings using ArcGIS programming software and Excel. The variables used to make an analysis were: EPG monitored sites, average reported sea turtle sightings by site, number of sick monitored sea turtles by site, and number of reported tourism boat activity by site around the PNZMAES.

Data was uploaded in maps generated by ArcGIS Pro Desktop software while using Hybrid Reference Layer and World Imagery Layer as base maps (Version 2.5 of Esri Inc.). Buffer geoprocessing tool conducted an analysis of data pertaining to diseased turtles between January 2020-2022, by creating a 0.5km buffer layer surrounding sick EPG turtles (Fig. 3).

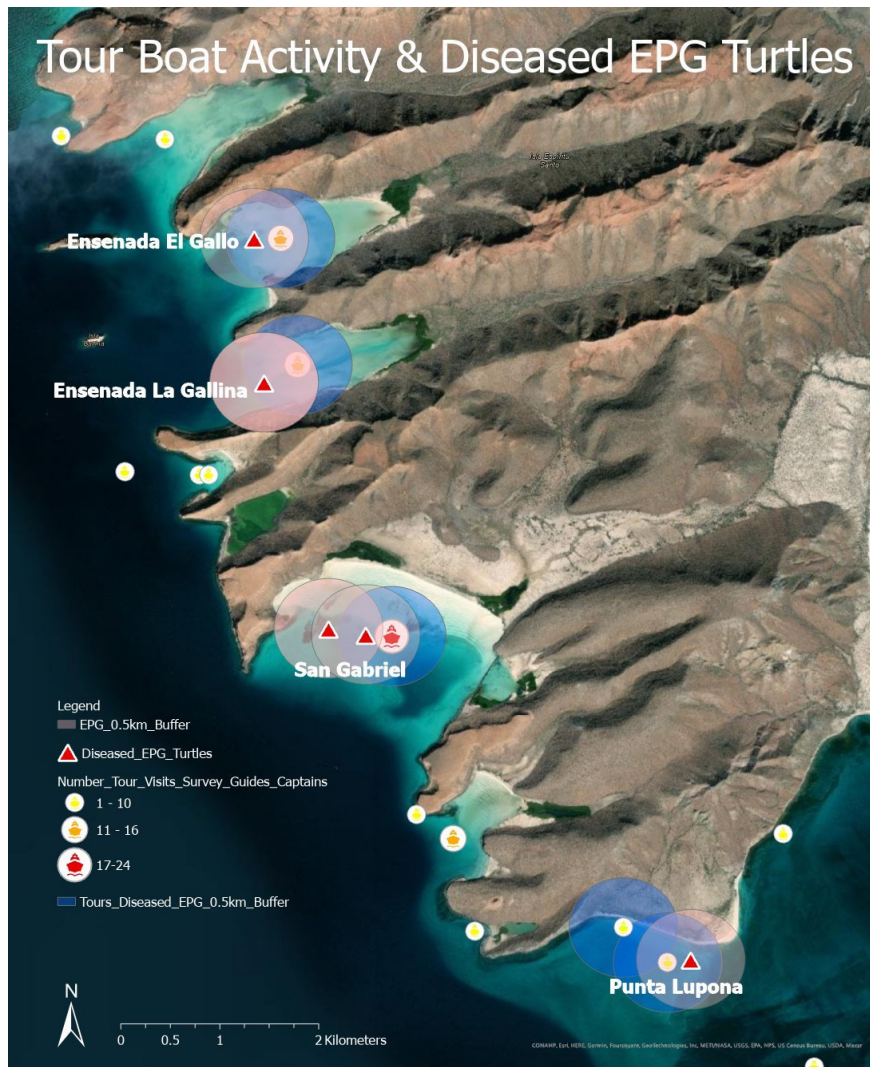


Figura 3. Actividad de embarcaciones turísticas y tortugas verdes del Pacífico Oriental enfermas (representadas por triángulos rojos). La zona de amortiguamiento de color rosa alrededor de las tortugas enfermas captura los barcos turísticos dentro de una distancia de 0.5 km. También se aplicó una zona de amortiguamiento azul de 0.5 km a los barcos turísticos en las proximidades de las tortugas enfermas.

Figure 3. Tour boat activity and diseased Eastern Pacific green (EPG) turtles (represented by red triangles). The pink color buffer zone around the sick turtles captures the tour boats within a 0.5 km distance. A 0.5 km blue buffer zone was also applied to tour boats in proximity to diseased turtles.

RESULTS

In-water sea turtle monitoring. We conducted scientific monitoring in the southwestern portion of the Espíritu Santo Island in PNZMAES. In total 242 EPG turtles were captured, measured, weighed, sampled, tagged, and released during the study period. EPG turtles ranged from 45.2-109.1 cm in CCL, 42.1-103.5 cm in LRC, and from 8-169 kg in weight.

Overall, the number of EPG turtles caught in specific locations ranged from 1-12, where the site with the highest number of EPG turtles assessed is Ensenada La Gallina (Table 1). Health assessment of the captured turtles resulted in the identification of 14 individuals presenting fibropapillomatosis (Table 1).

Results from LEK surveys. Ecotourism guides identified 22 sites within the PNZMAES where EPG turtles are observed (Fig. 2). EPG turtle sightings either fell in specific locations or in areas. Due to the unclarity of the areas mentioned, only specific locations mentioned were taken into account for this study. The average of daily EPG turtle sightings was taken for each specific location reported (Table 1 and Fig. 2).

Based on survey data, sites in which EPG turtles are present and most abundant fall on the southwestern portion of PNZMAES (Fig. 2). They are found in a region from Ensenada de La Ballena to Ensenada El Gallo, in which Survey Participant 2 described as *El Paraíso de las Tortugas* [Turtle Paradise] due to the high concentration of these organisms that have been observed in these waters.

Four sites were classified as “maximum importance”, having an average number of sightings of 12.313 or more turtles, five sites

were classified as “high importance” with an average of 4.700-12.312. Additionally, three sites were categorized as “medium importance” and six sites were categorized as “low importance”, with an average number of sightings of 3.260-4.600 and 1.883-3.250, respectively. In nine cases, sites used by our research teams overlapped with sites reported by ecotourism guides. However, 13 more sites were identified by users (Fig. 2).

Figure 3 displays sites in which sick EPG turtles were found and tourism boat activity. The number of tourism boats visiting the different bays was obtained from survey results based on the number of participants reporting making stops in a given site. Tourism boat activity is accounted for and displayed in the map legend: 1-10 boats are represented with a yellow symbology, and 11-16 and 17-24 boats are shown in orange and red, respectively. A 0.5 km buffer was applied around sites in which sick EPG turtles were caught during monitoring PNZMAES and around ecotour boat activity. A color gradient and labeling were applied to demonstrate the amount of boat activity.

Based on answers from the sample size (n = 27), 31 sites were frequented during ecotour trips to PNZMAES. Twenty-two (70.9%) ecotour sites fall on the western portion of the island so that tourists can sightsee, visit beaches, snorkel, and dive. Furthermore, based on anecdotal observations, 63% of survey participants shared that PNZMAES’ EPG turtle population has increased (Fig. 4), making them visible to boats either on route to the island or while making tour stops. Additionally, when asked if there was any additional information survey participants wanted to share, 66.7% mentioned that EPG turtles were seen feeding in these areas, making turtles move around and come up to breathe in different places within the bays.

Figura 4. Cambio percibido durante los últimos 20 años en la población de tortugas verdes del Pacífico Oriental del Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago Espíritu Santo (PNZMAES) basado en observaciones anecdóticas.

Figure 4. Perceived change over the last 20 years in Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago Espíritu Santo (PNZMAES) of Eastern Pacific green (EPG) turtle population based on anecdotal observations.

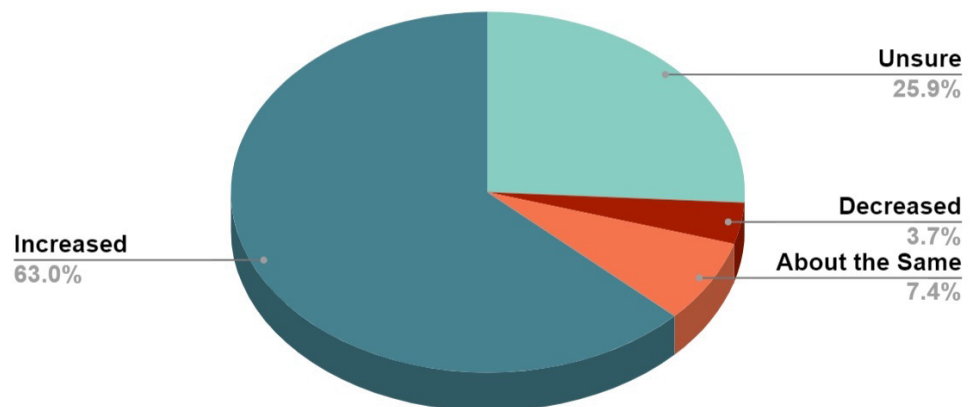


Tabla 1. Datos del monitoreo de tortugas marinas de este estudio y datos del Conocimiento Ecológico Local (CEL) de guías de ecoturismo de La Paz.**Table 1.** Sea turtle monitoring data from this study and data from Local Ecological Knowledge (LEK) from ecotourism guides of La Paz.

Site	Average CPUE (number of monitoring)	Diseased EPG turtles	Ecotourism guides: average sightings/day	Total number of survey participants
Corralito	1 (1)	0	3.25	3
Ensenada de La Ballena	1 (1)	0	4.6	8
Ensenada de La Dispensa	2.25 (4)	0	4.3	6
Ensenada de La Partida	3 (1)	0	10.25	4
Ensenada El Cardonal	2.667 (3)	0	8.167	4
Ensenada El Gallo	2.4 (5)	1	12.313	18
Ensenada La Gallina	5.192 (26)	9	13.893	16
Punta Lupona	1.5 (4)	1	N/A	2
San Gabriel	2.864 (22)	3	4.429	18
Poza de La Gallina	4 (1)	0	N/A	0

*Data from turtle monitoring and survey participants was compiled. Monitoring data represent the average number of EPG turtles monitored during a two-year period. An average of sightings/day reported from participants corresponding to monitoring sites is shown. Total number of participants that reported sightings for each site is provided.

*Se recopilaron datos del monitoreo de tortugas marinas y participantes de la encuesta. Los datos del monitoreo representan el número promedio de tortugas verde del Pacífico oriental monitoreadas durante un período de dos años. Se muestra un promedio de avistamientos/día informados por los participantes correspondientes a los sitios de monitoreo. Se proporciona el número total de participantes que reportaron avistamientos para cada sitio.

DISCUSSION

Long-term monitoring of endangered species, such as that of EPG turtles, is imperative in creating and maintaining informed conservation assessments (Laloë et al., 2020) that will guide action-driven policy. Since EPG turtles have high site fidelity to their foraging grounds, having a baseline assessment of their population frequency in these waters is of importance in their local conservation scale.

EPG turtles have been observed swimming, feeding, and resting within bays located in the western part of PNZMAES by survey participants. The environmental characteristics of PNZMAES' bays play a role in attracting EPG turtles. Two of these biotic characteristics are the seagrasses and mangroves that grow within these "active" EPG turtle regions (García & Lot, 1994). *Ruppia maritima*, a seagrass, has been found in San Gabriel (García & Lot, 1994) and may be acting as a primary food source (Lopez-Calderon et al., 2010) in these foraging grounds.

Additionally, a study done by Acosta-Velázquez et al. (2019) found that San Gabriel is considered of great importance regarding mangrove coverage. The presence of mangrove nursery grounds may influence the presence and frequency of EPG turtles as a result of providing "refuge and habitat" (García, 2014) in addition to food resources. Seminoff et al. (2002) shared that Chelonians may have a diet composed of animals and mangrove matter (Amarocho & Reina, 2007) due to their opportunistic feeding behaviors. Food and shelter in these locations may attract many EPG turtles, which may suggest why they have not been sighted by many survey participants along the eastern portion of PNZMAES and deeper waters on the western side.

Reefs can also be found around PNZMAES, with San Gabriel having the highest number of reef structures. These structures can act as feeding sites and refuge for green sea turtles and may account for recruitment of juveniles (Makowski et al., 2006). Other locations that also contain natural reef structures are Ensenada de La Ballena, Ensenada El Gallo, and Corralito

(Sánchez-Caballero et al., 2021). All but Corralito fall within the region described as *El Paraíso de las Tortugas*. The presence of reef structures may provide further explanation for the number of sightings of these organisms in specific locations.

Two points that are further off the coast but were also reported to have EPG turtle sightings are Fang Ming and Swany Reef. Swany Reef is composed of a natural reef, while Fang Ming is a wreck that serves as an artificial reef (Sánchez-Caballero et al., 2021). Although these two locations are further off the coast and fall within deeper cooler waters, they may also serve as a point of refuge for EPG turtles that can be found near PNZMAES.

Other contributing factors that may influence the presence of EPG turtles are anthropogenic activities such as snorkeling, swimming, fishing, anchoring of large vessels, boats, and harvesting activities (Programa de Manejo del Parque Nacional exclusivamente la Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo, 2014). Although fishing activities have decreased since PNZMAES became a protected marine area, it has experienced increasing tourism pressure due to its growing demand and popularity (Olmos-Martínez et al., 2018). Some of the places that have experienced tourism pressure are within *El Paraíso de las Tortugas* region, which is composed of many small islands and bays (Olmos-Martínez et al., 2018). 100% of the survey participants answered that they would either visit sites in this specific location or would pass through or by this region to reach locations further north. Despite the high amount of tourism activity in this region, many sightings of EPG turtles were reported by participants.

We would expect to have greater numbers of sightings and monitored EPG turtles in San Gabriel due to the presence of reef structures, mangroves, and seagrasses. However, activities permitted in this zone such as anchorage of small vessels, snorkeling, diving, and animal watching (Programa de Manejo del Parque Nacional exclusivamente la Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo, 2014) may be decreasing the number of EPG turtles that visit this bay. Higher amounts of anthropogenic activities may imply that these organisms are being deterred by the presence of boat activity and tourists. While in other locations, where there is less anthropogenic activity, there seems to be a higher number of them.

Ecotour sites that are frequented are within a kilometer radius of scientific monitored areas, where researchers assess the health of the population. Special interest is taken when analyzing samples since EPG turtles can have fibropapillomatosis, which is associated with a herpesvirus that may cause tumors (Reséndiz

et al., 2021). Of the 10 monitored areas, 14 diseased EPG turtles were captured in four sites: Ensenada El Gallo, Ensenada La Gallina, San Gabriel, and Punta Lupona. Nine sick individuals were found in La Gallina, three in San Gabriel, and one in El Gallo and Punta Lupona each.

It would be of interest to assess the health of EPG turtles in bays that have a high amount of tourism activities, such as Ensenada Grande and Ensenada del Candelero. Research done by Aguirre et al. (1995) has shown that individuals with fibropapillomatosis have high levels of chronic stress which may be due to environmental factors and is most prevalent in coastal habitats with anthropogenic activities (Herbst & Klein, 1995). Since these bays are feeding grounds for EPG turtles, they may also act as points of high transmission. Based on this, it may be suggested that points of high anthropogenic activity may be associated with the presence of sick EPG turtles. However, more data is needed to investigate this relationship.

CONCLUSION

Since the harvest of EPG turtles became prohibited in México, there have been more sightings of these endangered species. The waters of PNZMAES serve as essential habitat due to their provision of resources. These organisms have been observed feeding, seeking refuge, and swimming at all times of the year.

LEK from PNZMAES ecotourism guides is essential in aiding conservation efforts for EPG turtles. Based on anecdotal observation, new monitoring sites can be established where researchers may be able to assess the health status of the population of sea turtles surrounding this island. LEK is needed to improve these efforts since frequent visitors to the island hold knowledge that cannot be attained through bimonthly monitoring.

The results of this study were made to form a framework so that a baseline spatial assessment of the presence and frequency of EPG turtles can be made. This was completed based on the responses from 27 survey participants and data from scientific monitoring. More research and collaboration between researchers and ecotourism is needed to provide further findings on how the presence, frequency, and health status of the EPG turtle population continues to change around PNZMAES.

Acknowledgements.— We thank the Center for Marine Biodiversity and Conservation at Scripps Institution of Oceanography who provided funding for travel. The Grupo Tortuguero de las Californias (GTC) and Health Assessments in

Sea Turtles from Baja California Sur (HASTBCS) research teams for their assistance in fieldwork and data collection. GTC shared information regarding monitoring sites at PNZMAES. IES Travel guides who assisted in fieldwork and data collection. Rosa Martínez, Certified Translator. Special thanks to ecotour guides from La Paz, BCS, México, who contributed invaluable assistance and knowledge. To Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales for granting sea turtle monitoring permits Oficio No. SGPA/DGVS/01431/20; Oficio No. SGPA/DGVS/0600/21; Oficio No. SGPA/DGVS/03552/22.

Ethical Aspects.— Ethics Approval (Project # 802779) was reviewed by the IRB at UC San Diego (UCSD), and is exempt from IRB requirements under category 45 CFR 46.104(d)(2). The lead investigator can provide the documentation upon request.

CITED LITERATURE

- Acosta-Velázquez, J., S.J. Grimaldi, & J.G. Ochoa-Gómez. 2019. Servicios ecosistémicos de los manglares de la Isla Espíritu Santo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19512.29449> [Accessed in November 2022]
- Aguirre, A.A., G.H. Balazs, T.R. Spraker & T.S. Gross. 1995. Adrenal and hematological responses to stress in juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) with and without fibropapillomas. *Physiological Zoology* 68:831-854.
- Álvarez-Varas, R., M. Heidemeyer, C. Riginos, H.A. Benítez, E. Reséndiz, M. Lara-Uc, D.A. Godoy, J.P. Muñoz-Pérez & D.E. Alarcón-Ruales, G.M. Vélez-Rubio & A. Fallabrino. 2021. Integrating morphological and genetic data at different spatial scales in a cosmopolitan marine turtle species: challenges for management and conservation *Zoological Journal of the Linnean Society* 191:434-453.
- Amoroch, D. F. & R.D. Reina. 2007. Feeding ecology of the East Pacific green sea turtle *Chelonia mydas agassizii* at Gorgona National Park, Colombia. *Endangered Species Research* 3:43-51.
- ArcGIS Pro. 2020. Esri Inc. Version 2.5. <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/overview> [Accessed in October 2022]
- CONANP & SEMARNAT. 2014. Programa de Manejo del Parque Nacional exclusivamente la Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/141_libro_pm.pdf [Accessed in November 2022]
- Early-Capistrán, M.M., E. Solana-Arellano, F.A. Abreu-Grobois, N.E. Narchi, G. Garibay-Melo, J.A. Seminoff, V. Koch & A. Saenz-Arroyo. 2020. Quantifying local ecological knowledge to model historical abundance of long-lived, heavily-exploited fauna. *PeerJ* 8.
- Green Turtle. 2022. NOAA. <https://www.fisheries.noaa.gov/species/green-turtle> [Accessed in November 2022]
- INEGI. 2020. Número de habitantes. Baja California Sur. <https://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/bcs/poblacion/> [Accessed in November 2022]
- García, J.U. (Ed.). 2014. Desarrollo Regional en Baja California Sur: una Perspectiva de los Servicios Ecosistémicos. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México.
- García, P.R. & A. Lot. 1994. La distribución del manglar y de los pastos marinos en el Golfo de California, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica* 65:63-72.
- Herbst, L.H. & P.A. Klein. 1995. Green turtle fibropapillomatosis: challenges to assessing the role of environmental cofactors. *Environmental Health Perspectives* 103:27-30.
- Koch, V., L.B. Brooks & W.J. Nichols. 2007. Population ecology of the green/ black turtle (*Chelonia mydas*) in Bahía Magdalena, Mexico. *Marine Biology* 153:35-46.
- Laloë, J., J. Cozens, B. Renom, A. Taxonera & G. Hays. 2020. Conservation importance of previously undescribed abundance trends: Increase in loggerhead turtle numbers nesting on an Atlantic island. *Oryx* 54:315-322.
- Limpus, C.J., P.J. Couper & M.A. Read. 1994. The green turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: population structure in a warm temperature feeding area. *Memoirs of the Queensland Museum, Brisbane* 35:139-154.
- Lopez-Calderon, J., R. Riosmena-Rodríguez, J.M. Rodríguez-Baron, J. Carrión-Cortez, J. Torre, A. Meling-López, G. Hinojosa-Arango, G. Hernández-Carmona & J. García-Hernández. 2010. Outstanding appearance of *Ruppia maritima* along Baja California Sur, México, and its influence in trophic networks. *Marine biodiversity* 40:293-300.
- Makowski, C., J.A. Seminoff & M. Salmon. 2006. Home range and habitat use of juvenile Atlantic green turtles (*Chelonia mydas* L.)



- on shallow reef habitats in Palm Beach, Florida, USA. *Marine Biology* 148:1167-1179.
- Olmos-Martínez, E., O.A. Arizpe-Covarrubias, R.M. Ibáñez Pérez, & A. Ortega-Rubio. 2015. Servicios ecosistémicos con potencial turístico del parque nacional Archipiélago Espíritu Santo, México. *Teoría y Praxis* 158-173. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456144904009> [Accessed in December 2022]
- Olmos-Martínez, E., O.A. Arizpe Covarrubias, C.M. Maldonado-Alcudia & B. Roldán-Clarà. 2018. Conservation of Biodiversity vs Tourism and Fishing at the Archipelago Espiritu Santo in the Gulf of California, in: A. Ortega-Rubio (Eds.). *Mexican Natural Resources Management and Biodiversity Conservation*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90584-6_22 [Accessed in November 2022]
- Pacific Sea Turtle Recovery Team (U.S.), United States, National Marine Fisheries Service, U.S. Fish and Wildlife Service, Region 1. 1998. Recovery plan for U.S. Pacific populations of the East Pacific green turtle (*Chelonia mydas*). <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/15965> [Accessed in November 2022]
- Reséndiz, E., H. Fernández-Sanz, D. Ramos, V. Lucero-Silva, D.S. Barrientos-Torres & M. Lara. 2019. Determinación de Nuevos Ingredientes en la Dieta de Tortugas Verdes del Pacífico Oriental (*Chelonia mydas*) de Baja California Sur, México. Pp. 285-290. In E.A. Cuevas Flores, V. Guzmán Hernández, J.J. Guerra Santos, G.A. Rivas Hernández (Eds.). *El Uso del Conocimiento de las Tortugas Marinas como Herramienta para la Restauración de sus Poblaciones y Hábitats Asociados*. Universidad Autónoma del Carmen. México.
- Reséndiz, E., H. Fernández-Sanz, J.F. Domínguez-Contreras, A.H. Ramos-Díaz, A. Mancini, A.A. Zavala-Norzagaray & A.A. Aguirre. 2021. Molecular Characterization of Chelonid Alpha herpesvirus 5 in a Black Turtle (*Chelonia mydas*) Fibropapilloma from Baja California Sur, México. *Animals* 11:105.
- Reséndiz, E., H. Fernández-Sanz & M.M. Lara-Uc. 2018. Baseline health indicators of Eastern Pacific Green Turtles (*Chelonia mydas*) from Baja California Sur, Mexico. *Comparative Clinical Pathology* 27:1309-1320. <https://doi.org/10.1007/s00580-018-2740-3> [Accessed in December 2022]
- Reséndiz, E., S. Flores-Ramírez, V. Koch & A. Cordero-Tapia. 2016. First record of fibropapillomatosis in a green turtle *Chelonia mydas* from the Baja California Peninsula. *Journal of Aquatic Animal Health* 28:252-257.
- Sánchez-Caballero, C.A., J.M. Borges-Souza & A. Abelson. 2021. Can wrecks serve as exploitable surrogate habitats for degraded natural reefs?. *Marine Environmental Research* 169:105399.
- Seminoff, J.A., A. Reséndiz & W.J. Nichols. 2002. Diet of East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) in the central Gulf of California, Mexico. *Journal of Herpetology* 36: 447-453.
- Senko, J., A. Mancini, J.A. Seminoff & V. Koch. 2014. Bycatch and directed harvest drive high green turtle mortality at Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation* 169:24-30.

APPENDIX 1

Baseline assessment of presence and abundance of Eastern Pacific green sea turtles, *Chelonia mydas*, surrounding Isla Espíritu Santo, Baja California Sur, México

Thank you for your participation in this research!

Your responses will be essential in determining how green sea turtles utilize the waters surrounding Isla Espíritu Santo and will inform conservation efforts. Your responses will be kept confidential and will not be used for any other reasons than this study.

Questions:

1. How has ecotourism in La Paz changed over the past 20 years?
2. How has your work impacted your awareness of the environment?
3. On average, how many hours do you work in ecotourism per day?
4. What factors influenced your decision to work in ecotourism?
5. Is working in the ecotourism industry your primary source of income?
 - a. Yes
 - b. No
6. Which of the following tours are you a part of? Check all that apply.

<input type="checkbox"/> Whale watching	<input type="checkbox"/> Goat watching	<input type="checkbox"/> Manta ray watching
<input type="checkbox"/> Whale shark watching	<input type="checkbox"/> Marine birds watching	<input type="checkbox"/> Sea lion watching
<input type="checkbox"/> Turtle watching	<input type="checkbox"/> Diving	<input type="checkbox"/> Sport fishing
<input type="checkbox"/> Other: _____		
7. How many years have you been working in ecotourism?
8. How satisfied are you with your profession?

Very unsatisfied	Unsatisfied	Neutral	Satisfied	Very satisfied
------------------	-------------	---------	-----------	----------------
9. On average, how many monthly tourism trips do you participate around Isla Espiritu Santo?
 - a. _____ times
 - b. I do not take tourists to this area (*go to Q16*)
10. What month(s) do you make the most tours around Isla Espiritu Santo?

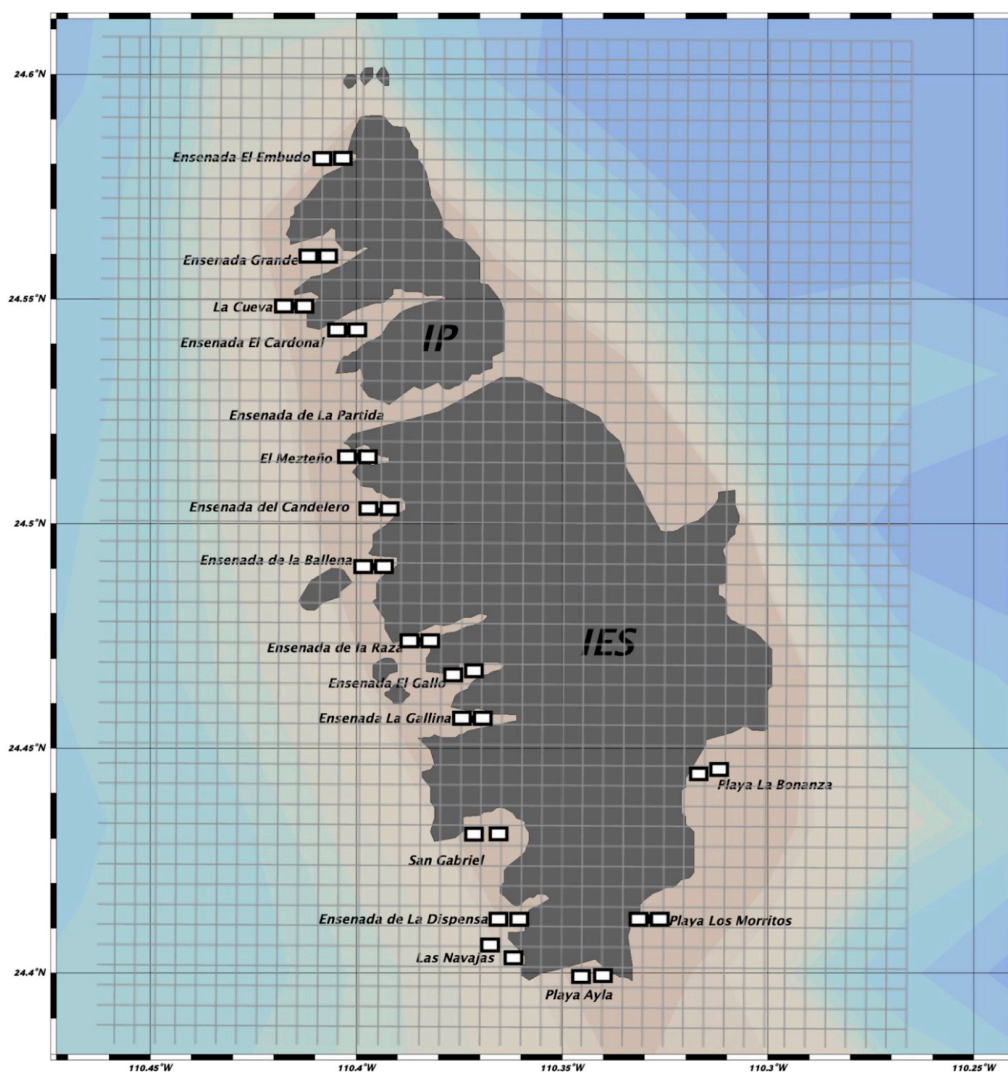
<input type="checkbox"/> January	<input type="checkbox"/> May	<input type="checkbox"/> September
<input type="checkbox"/> February	<input type="checkbox"/> June	<input type="checkbox"/> October
<input type="checkbox"/> March	<input type="checkbox"/> July	<input type="checkbox"/> November
<input type="checkbox"/> April	<input type="checkbox"/> August	<input type="checkbox"/> December



11. Do these months correspond with specific tours? Mark all that apply.

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Whale watching | <input type="checkbox"/> Goat watching | <input type="checkbox"/> Manta ray watching |
| <input type="checkbox"/> Whale shark watching | <input type="checkbox"/> Marine birds watching | <input type="checkbox"/> Sea lion watching |
| <input type="checkbox"/> Turtle watching | <input type="checkbox"/> Diving | <input type="checkbox"/> Sport fishing |
| <input type="checkbox"/> Other: _____ | <input type="checkbox"/> NA | <input type="checkbox"/> I am not sure |

12. Which places do you visit during the ecotours at Isla Espíritu Santo? Mark the square(s) on the map with a red color to indicate this.



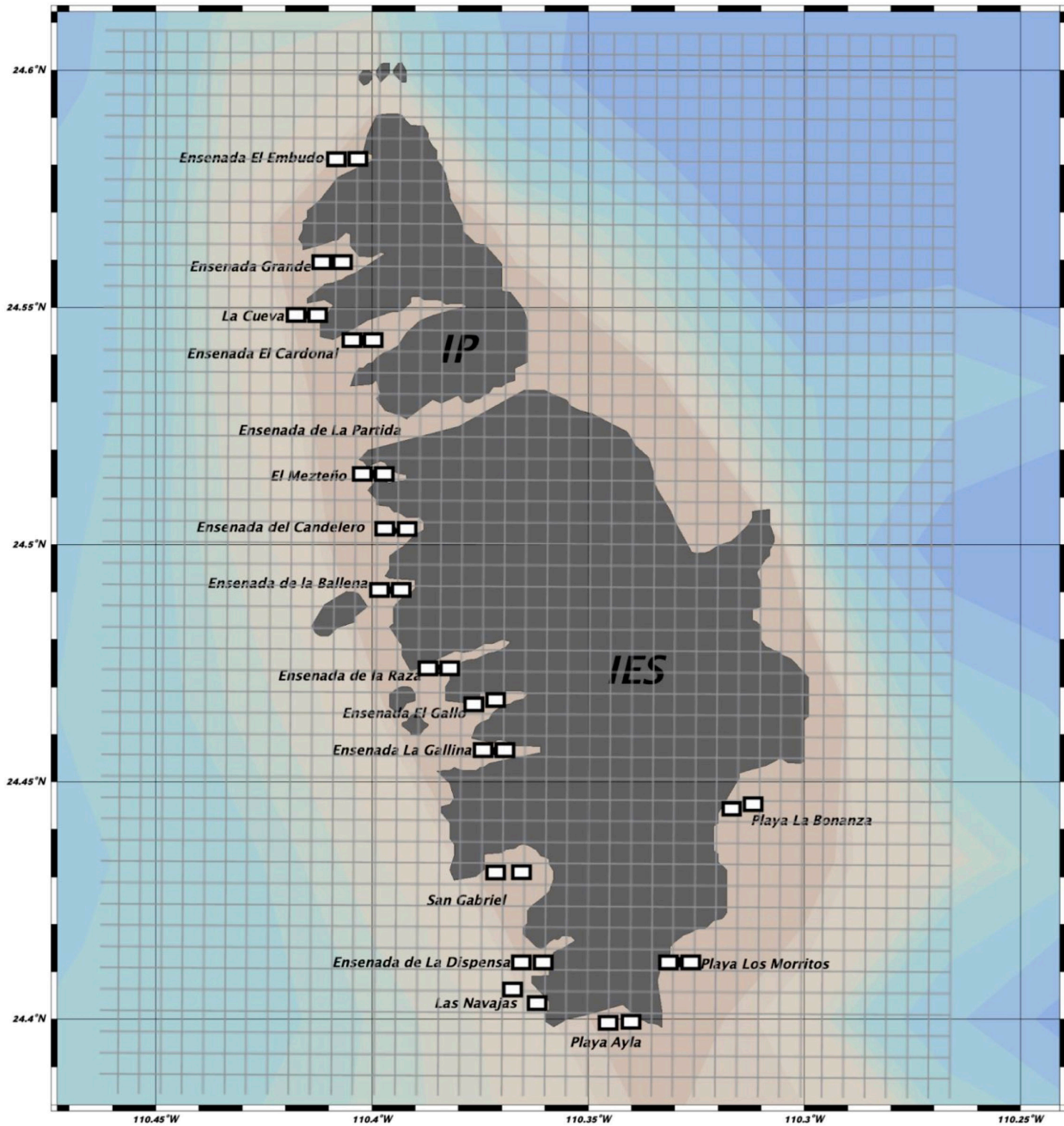
13. How likely are you to encounter a green sea turtle during the tours?

- Never Not likely Somewhat likely Very likely



14. In a typical month how many times would you encounter a green sea turtle? (*skip if answered "Never" in Q13*)

15. Mark the squares next to the site(s) you encounter green sea turtles with a green color.



16. For the most active site: _____,

a. How many green sea turtles do you see? _____

b. What month(s) do you see them?: Mark all that apply

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> January | <input type="checkbox"/> May | <input type="checkbox"/> September |
| <input type="checkbox"/> February | <input type="checkbox"/> June | <input type="checkbox"/> October |
| <input type="checkbox"/> March | <input type="checkbox"/> July | <input type="checkbox"/> November |
| <input type="checkbox"/> April | <input type="checkbox"/> August | <input type="checkbox"/> December |

17. Second most active site: _____,

a. How many green sea turtles do you see? _____

b. What month(s) do you see them?: Mark all that apply

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> January | <input type="checkbox"/> May | <input type="checkbox"/> September |
| <input type="checkbox"/> February | <input type="checkbox"/> June | <input type="checkbox"/> October |
| <input type="checkbox"/> March | <input type="checkbox"/> July | <input type="checkbox"/> November |
| <input type="checkbox"/> April | <input type="checkbox"/> August | <input type="checkbox"/> December |

18. Third most active site: _____,

a. How many green sea turtles do you see? _____

b. What month(s) do you see them?: Mark all that apply

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> January | <input type="checkbox"/> May | <input type="checkbox"/> September |
| <input type="checkbox"/> February | <input type="checkbox"/> June | <input type="checkbox"/> October |
| <input type="checkbox"/> March | <input type="checkbox"/> July | <input type="checkbox"/> November |
| <input type="checkbox"/> April | <input type="checkbox"/> August | <input type="checkbox"/> December |

19. Fourth most active site: _____,

a. How many green sea turtles do you see? _____

b. What month(s) do you see them?: Mark all that apply

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> January | <input type="checkbox"/> May | <input type="checkbox"/> September |
| <input type="checkbox"/> February | <input type="checkbox"/> June | <input type="checkbox"/> October |
| <input type="checkbox"/> March | <input type="checkbox"/> July | <input type="checkbox"/> November |
| <input type="checkbox"/> April | <input type="checkbox"/> August | <input type="checkbox"/> December |

20. Fifth most active site: _____,

a. How many green sea turtles do you see? _____

b. What month(s) do you see them?: Mark all that apply

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> January | <input type="checkbox"/> May | <input type="checkbox"/> September |
| <input type="checkbox"/> February | <input type="checkbox"/> June | <input type="checkbox"/> October |
| <input type="checkbox"/> March | <input type="checkbox"/> July | <input type="checkbox"/> November |
| <input type="checkbox"/> April | <input type="checkbox"/> August | <input type="checkbox"/> December |

21. What is the average number of green sea turtles you see per month?

- | | | |
|---------------|-------------|----------------|
| ____ January | ____ May | ____ September |
| ____ February | ____ June | ____ October |
| ____ March | ____ July | ____ November |
| ____ April | ____ August | ____ December |

22. During which tour(s) do you see the most green sea turtles? Mark all that apply

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Whale watching | <input type="checkbox"/> Goat watching | <input type="checkbox"/> Manta ray watching |
| <input type="checkbox"/> Whale shark watching | <input type="checkbox"/> Marine birds watching | <input type="checkbox"/> Sea lion watching |

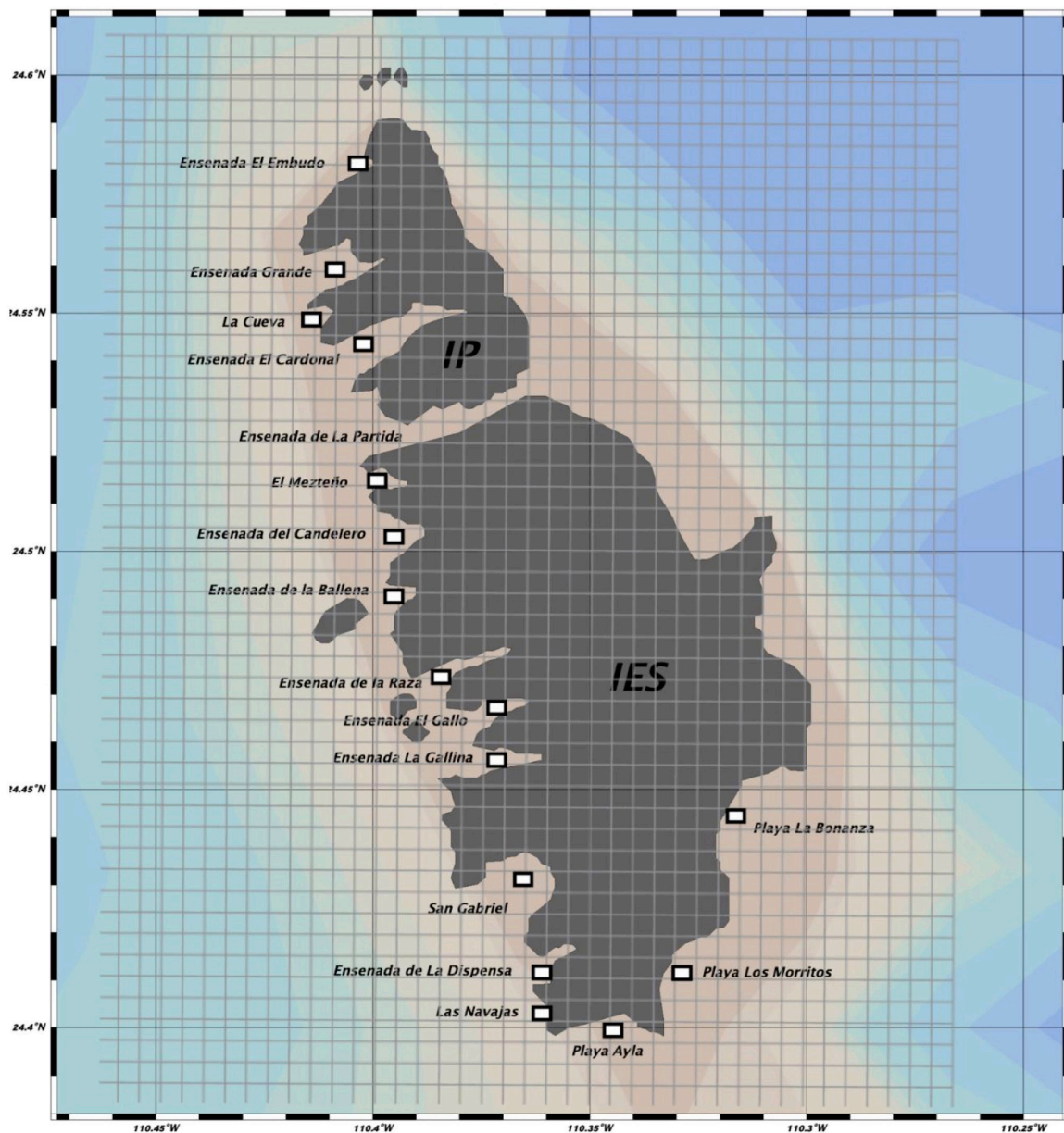
Turtle watching

Diving

Sport fishing

Other: _____

23. Are there sites where you never see green sea turtles? If yes, please identify on map.



24. For the past 20 years, has the green sea turtle population surrounding Isla Espíritu Santo been staying the same, getting smaller or larger?

- a. Smaller
- b. Staying the same
- c. Larger
- d. I am not sure

25. Is there anything else you would like to share about green sea turtles surrounding Isla Espíritu Santo?

26. What do you do for work? Select all that apply.

- a. Teacher
- b. Fisher
- c. Agriculture
- d. Sales employee
- e. Cook
- f. Boat driver
- g. Eco-tourist guide
- h. Other: _____

27. In which municipality do you live?

- a. Comondú
- b. Mulegé
- c. La Paz
- d. Loreto
- e. Los Cabos

28. For how long have you been living in this municipality ?

29. What year were you born?

Thank you for your time! Your participation is greatly appreciated.



PREDATION ATTEMPTS OF THE GRAY FOX (*UROCYON CINEREOARGENTEUS*) AND THE NEOTROPICAL OTTER (*LONTRA LONGICAUDIS*) BY THE CENTRAL AMERICAN BOA CONSTRICTOR (*BOA IMPERATOR*) IN THE NORTHERN PORTION OF THE SELVA LACANDONA, CHIAPAS, MEXICO

INTENTOS DE DEPREDACIÓN DE LA ZORRITA GRIS (*UROCYON CINEREOARGENTEUS*) Y DE LA NUTRIA DE RÍO (*LONTRA LONGICAUDIS*) POR PARTE DE LA MAZACUATA (*BOA IMPERATOR*) EN LA PORCIÓN NORTE DE LA SELVA LACANDONA, CHIAPAS, MÉXICO

ANA IRIS MELGAR-MARTÍNEZ¹, RAFAEL TARANO-GONZÁLEZ², ELÍ GARCÍA-PADILLA³, IVÁN VILLALOBOS-JUÁREZ^{4*}, MARIO C. LAVARIEGA⁵ & DAVID LAZCANO⁶

¹Centro Ecoturístico Tres Lagunas, San Javier, Lacanjá Chansayab, Ocosingo, Chiapas 29950, México.

²Puerto Bello Metzabok, Ocosingo, Chiapas, México.

³Biodiversidad Mesoamericana, Oaxaca de Juárez, Oaxaca 68050, México.

⁴Organización Los Hijos del Desierto, Aguascalientes, Aguascalientes, México.

⁵Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Hornos 1003, 71230 Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

⁶Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Herpetología, Apartado Postal-157, San Nicolás de los Garza, C.P. 66450, Nuevo León, México.

*Correspondence: eligarciapadilla25@gmail.com

Received: 2023-01-14. Accepted: 2023-02-20. Published: 2023-03-13.

Editor: Ernesto Raya-García, México.

Resumen.— Las interacciones depredador-presa en la naturaleza son escasamente observadas y foto documentadas. Este tipo de información de historia natural es vital para comprender la cadena trófica y la ecología de las especies involucradas. Presentamos nueva información relevante sobre la dieta de la Mazacuata (*Boa imperator*) en la porción norte de la Selva Lacandona, Chiapas, México. Esperamos que esta información sea de beneficio para el entendimiento de las redes tróficas en esta región multicultural y biodiversa del sur de México.

Palabras claves.— Mazacuata, Zorrita gris, Nutria de río, interacción presa-depredador, Selva Lacandona.

Abstract.— Predator-prey interactions in the wild are scarcely observed or photo documented. This kind of natural history information is vital to understanding trophic chains and the ecology of the species involved. We present relevant new information regarding the diet of the Mesoamerican Boa (*Boa imperator*) in the northern region of the Selva Lacandona in Chiapas, Mexico. We expect that this information will be beneficial for the understanding of trophic webs in this multicultural and biodiverse region from southern Mexico.

Key words.— Central American Boa Constrictor, Gray Fox, Neotropical Otter, prey-predator interactions, Selva Lacandona.

Predator-prey relationships play an important role in the structure of communities (Miller et al., 2006); this trophic interaction is fundamental for the functioning of natural communities (Barroso et al., 2013). Predation is the major cause of mortality in natural populations and can occur at any stage

in the life history of a given species (Vitt & Caldwell, 2013). Wildlife species consume the food that is available in their habitat, therefore, their diet functions as a link between the local resources, being a key driver of balance in ecosystems (Ojasti & Dallmeier, 2000). Studies on diet allow understanding of trophic

relationships between biotic communities (Villalobos et al. 2014; Viteri-Paschand & Marmot-Kattán, 2019). Predation events in the wild are difficult to observe and are scarce and rarely documented (Shepard, 2007; Brito De Carvalho et al., 2011).

The *B. imperator* is the largest snake found in Mexico (Heimes, 2016). The average adult size is 150–200 cm total longitud (TL). The longest specimen known to date measured 320 cm (Heimes, 2016). This heavy-bodied snake has a dorsal pattern of dark blotches and a median dark head stripe, vertical pupils, the head is covered by small scales on the top, dorsal scales smooth and in 55-79 rows at mid-body; small spine-like spurs on each side of the anal opening; narrow transverse ventral scales; subcaudals single (Heimes, 2016).

The current known distribution range of *B. imperator* in Mexico goes from central-south Tamaulipas along the Atlantic versant to the east of the Isthmus of Tehuantepec including the states of the Yucatan peninsula, and the state of Chiapas. They can also be found in all countries of Central America up until the northern region of Colombia in South America (Card et al., 2016). It inhabits subtropical and tropical thorn woodlands, tropical deciduous forests, evergreen seasonal forests, lowlands, submontane rain forests, savannas, and mangrove swamps. These snakes are mostly nocturnal, but adults are frequently observed moving about on the ground or in shrubs or trees during the day, particularly in densely forested areas. These snakes feed on a variety of small to moderately-sized vertebrates, including iguanas and other large lizards, birds, rats, opossums, agoutis, coatis, ocelots, and young deer (Heimes, 2016).

In this scientific note, we report two new different prey items in the diet of the Mesoamerican Boa (*B. imperator*) in southern Mexico. During fieldwork led by AIMM and RTG within the maya-lacandon communities of Nahá and Metzabok in the northern region of the Selva Lacandona (Mountains East of Chiapas), we observed a couple of prey-predator interactions involving in both cases the Mesoamerican Boa (*B. imperator*) preying on the Gray Fox (*Urocyon cinereoargenteus*) and Neotropical otter (*Lontra ongicaudis*).

Observation # 1: On the 13th of May 2014 during fieldwork in the community of Puerto Bello Metzabok (17°06'53"N, 91°37'32"W) a Mesoamerican Boa (*B. imperator*) was observed by RTG attempting to ingest a Neotropical otter (*L. longicaudis*). The whole process took place during several minutes and then the prey was regurgitated by the predator presumably due to the human interaction. The type of vegetation was that of



Figura 1. Un individuo adulto de la Boa Mesoamericana (*Boa imperator*) en el intento de alimentarse de un zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en la comunidad Maya-Lacandona de Puerto Bello Metzabok en la porción norte de la Selva Lacandona, Chiapas, México. Foto: Rafael Tarano González.

Figure 1. An adult individual of the Mesoamerican Boa (*Boa imperator*) preying on a Gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*) in the Mayan-Lacandon community of Puerto Bello Metzabok in the northern part of the Selva Lacandona in Chiapas, México. Photo: Rafael Tarano González.

tropical evergreen forest. After observation and taking some photographs, the specimens were left alone. The boa was observed once again at the same site by RTG in subsequent visits to the same area.



Figura 2. Un fallido intento de ingestión de la Nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) por un individuo adulto de *Boa imperator* en la comunidad de Puerto Bello Metzabok en la parte norte de la Selva Lacandona, Chiapas, México. Foto: Rafael Tarano-González.

Figure 2. A failed attempt of consumption of the Neotropical otter (*Lontra longicaudis*) by a second adult individual of *Boa imperator* in the community of Puerto Bello Metzabok in the northern region of the Selva Lacandona in Chiapas, México. Photo: Rafael Tarano-Gonzalez.

Observation # 2: On the 9th of September 2019 in the community of Puerto Bello Metzabok in the municipality of Ocosingo, Chiapas (17°06'54" N, 91°37'29"W), RTG observed an adult individual of the Mesoamerican Boa (*B. imperator*) attempting to ingest an adult Gray Fox (*U. cinereoargenteus*) individual. The event took place in a tropical evergreen forest. RTG decided not to disturb the moment and so he only took a couple of photographs and immediately left the area.

The gray fox, *U. cinereoargenteus*, is listed as "Least Concern" in the Red List of the International Union for the Conservation of Nature (Roemer et al., 2016). It is a medium-sized predator weighing between 3 kg and 5 kg (Fritzell & Haroldson, 1982), with solitary habits, and active during the daytime and nighttime hours (Fullerand & Cypher, 2004). This fox's distribution range goes from southern Canada to northern Venezuela and

Colombia, except for some mountainous regions in the northern United States and eastern Central America (Fritzell & Haroldson, 1982). In México, it can be found throughout the country (Roemer et al. 2016), inhabiting almost all vegetation types (Fritzell & Haroldson, 1982). For its part, the Neotropical otter (*L. longicaudis*) is a predator at the top of the food chain in the rivers where they live and mold the biotic communities at lower trophic levels. The neotropical otter, *L. longicaudis*, is widely distributed in the Americas, but despite its wide distribution range, it is becoming a threatened species as populations continue to decrease due to poaching, habitat loss, water pollution, and roadkills (Lavariega et al., 2020).

To the best of our knowledge, this is the very first time that these two types of prey items are formally documented as part of the diet of this massive constrictor snake in this natural

protected areas due to the Maya-Lacandon community efforts to guarantee the conservation of biodiversity for perpetuity.

Acknowledgements.- to the local authorities and members of the Maya-Lacandon community of Puerto Bello Metzabok.

CITED LITERATURE

- Barroso, E., S.C. Araújo & J.A. da Silva. 2013. Predation on *Leptodactylus macrosternum* (Anura: Leptodactylidae) by *Botaurus pinnatus* (Pelecaniformes: Ardeidae) in Northeastern Brazil. *Herpetology Notes* 6:201-202.
- Brito De-Carvalho, C., F.L. Santos, E. Borges & J.E. Do Nascimento-Júnior. 2011. Natural history notes. *Tropidurus hispidus* (Peters' Lava Lizard). Predation. *Herpetological Review* 42:434.
- Card, D.C., D.R. Schield, R.H. Adams, A.B. Corbin, B. W. Perry, A.L. Andrew, G.I.M Pasquesi, E.N. Smith, T. Jezkova, S.M. Boback, W. Booth & T.A. Castoe. 2016. Phylogeographic and population genetic analyses reveal multiple species of *Boa* and independent origins of insular dwarfism. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 102:104-116.
- Fritzell, E.K. & K.J. Haroldson. 1982. *Urocyon cinereoargenteus*. *Mammalian Species* 189:1-8
- Heimes, P. 2016. *Herpetofauna mexicana*. Vol. 1: Snakes of Mexico. Frankfurt am Main. Edition Chimaira. Germany.
- Lavariega M.C., E. Martínez-Ramírez, R.N. Santiago-Olivera, G.I. Cruz-Ruiz, R.M. Gómez-Ugalde & M. Briones-Salas. 2020. Ecology of the neotropical otter (*Lontra longicaudis*) in southern Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 91:e912820.
- Miller, D.A., J.B. Grand, T.F. Fondell & M. Anthony. 2006. Predator functional response and prey survival: direct and indirect interactions affecting a marked prey population. *Journal of Animal Ecology* 75:101-110.
- Ojasti, J. & F. Dallmeier. 2000. *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. Smithsonian Institution Washington, D. C., U.S.A.
- Roemer, G., B. Cypher & R. List. 2016. *Urocyon cinereoargenteus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22780A46178068
- Shepard, D.B. 2007. Habitat but not body shape affects predator attack frequency on lizard models in the Brazilian Cerrado. *Herpetologica* 63:193-202.
- Villalobos, A.E., A. Buenrostro-Silva & G. Sánchez-de la Vega. 2014. Dieta de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* y su contribución a la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca, México. *Therya* 5:355-363.
- Viteri-Pasch, M. & A. Mármol-Kattán. 2019. Dieta de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y su posible importancia en la dispersión de semillas de ciprés (*Juniperus comitana*) en Huehuetenango, *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:66-71.
- Vitt, L.J. & J.P. Caldwell. 2013. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Fourth Edition. San Diego, California, USA, Academic Press.



DEPREDACIÓN DE CULEBRA CORREDORA DE PETATILLOS (*DRYMOBIUS MARGARITIFERUS*) POR UN LUIS BIENTEVEO (*PITANGUS SULPHURATUS*) EN CAMPECHE, MÉXICO

PREDATION OF PETATILLOS CORRIDOR SNAKE (*DRYMOBIUS MARGARITIFERUS*) BY A GREAT KISKADEE (*PITANGUS SULPHURATUS*) IN CAMPECHE, MEXICO

ADRIÀ PEÑAS QUERALT¹, CARME MORA RUEDA² & PEDRO E. NAHUAT-CERVERA^{3*}

¹Naturalistes del Montnegre i la Tordera. Calle Farigola 12, C.P. 08398, Santa Susanna, Barcelona, España.

²Societat Catalana d'Herpetologia. Pl. Leonardo da Vinci 4-5, C.P. 08019, Barcelona, España.

³Ekunil Península de Yucatán. Calle 52 x 89 y 93 centro, C.P. 97000, Mérida, Yucatán, México.

*Correspondence: pedro.nahuat4@gmail.com

Received: 2023-01-18. Accepted: 2023-02-21. Published: 2023-03-13.

Editor: Adrian Leyte Manrique, México.

Abstract.— The Speckled racer (*Drymobius margaritiferus*) is a medium-sized member of Colubridae family that inhabits from the southern United States to Colombia. It feeds mainly on amphibians and has been recorded as prey for diurnal birds of prey. The Great kiskadee (*Pitangus sulphuratus*) is a member to the Tyrannidae family that occurs from the southern United States to central Argentina and has been recorded as a predator of amphibians and small reptiles. In this paper we report the first record of predation of *D. margaritiferus* by *P. sulphuratus*, adding the bird as a predator of this species of snake.

Key words.— Calakmul, Colubridae, diet, Passeriformes, Tyrannidae.

Resumen.— La Culebra corredora de petatillos (*Drymobius margaritiferus*) es un miembro de la familia Colubridae, de tamaño mediano, que habita desde el sur de Estados Unidos hasta Colombia. Se alimenta principalmente de anfibios y ha sido registrada como presa de aves rapaces diurnas. El Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*) es un ave perteneciente a la familia Tyrannidae que habita desde el sur de Estados Unidos hasta el centro de Argentina y ha sido registrada como depredador de anfibios y reptiles pequeños. En este escrito reportamos el primer registro de depredación de *D. margaritiferus* por *P. sulphuratus*, agregando al ave como depredador de esta especie de serpiente.

Palabras claves.— Calakmul, Colubridae, dieta, Passeriformes, Tyrannidae.

Drymobius margaritiferus (culebra corredora de petatillos) es una serpiente de tamaño mediano (TL, longitud total 134 cm) que pertenece a la familia Colubridae, y se caracteriza por su cuerpo delgado, grandes ojos con pupilas redondas y un patrón de coloración donde cada escama es de color negro con un centro color amarillo o amarillo-naranja, mientras que la zona de la cabeza y de la cola puede ser de color verde o turquesa. Su distribución abarca desde el sur de Texas, en Estados Unidos, hasta Panamá, y el norte de América del Sur, en Colombia. En México se le encuentra a lo largo de la vertiente del Pacífico y del Golfo de México, incluyendo la Península de Yucatán, en donde habita en matorral espinoso, selvas tropicales caducifolias y perennifolias, bosques de niebla y de pino-encino, así como áreas

abiertas, vegetación secundaria y bordes de selva, generalmente cerca de cuerpos de agua (Lee, 1996; Heimes, 2016).

Esta serpiente se alimenta principalmente de ranas y sapos, donde figuran especies como *Eleutherodactylus* spp., *Hypopachus variolosus*, *Incilius valliceps*, *Leptodactylus* spp., *Lithobates brownorum*, *Smilisca baudinii*, y *Rhinophrynus dorsalis*, aunque también puede aprovechar grillos, pequeños peces, lagartijas, serpientes, huevos de reptiles y pequeños mamíferos como roedores y musarañas (Lee, 1996; Heimes, 2016). Por otra parte, *D. margaritiferus* ha sido registrada como presa de aves de presa diurnas como el género *Butegallus* (Gerhardh et al., 1993; Novy & Van Putte, 2016), y *Herpetotheres* (Costa et al., 2014).





Figure 1. Speckled Racer (*Drymobius margaritiferus*) captured by Great Kiskadee (*Pitangus sulphuratus*). Photo: Carme Mora Rueda.

Figura 1. Culebra corredora de petatillos (*Drymobius margaritiferus*) capturada por un Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*). Foto: Carme Mora Rueda.

El Luis Bienteveo (*Pitangus sulphuratus*), también conocido como bienteveo común o pitohué, es un ave passeriforme perteneciente a la familia Tyrannidae que habita en América, con una amplia distribución que abarca desde el sur de Estados Unidos hasta el centro de Argentina, en América del Sur. En México, esta especie se distribuye tanto por la vertiente del Pacífico desde el sur de Sonora, así como en el noreste en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, hasta la región Sureste y la Península de Yucatán, en donde habita en una gran variedad de hábitats naturales y urbanizados hasta una altitud de 1500 m.s.n.m. (Howell & Webb, 1995).

La alimentación de esta especie de ave se compone principalmente de invertebrados como larvas, lombrices y artrópodos, y es complementada por frutas y vertebrados

pequeños como peces, roedores, anfibios, reptiles y crías de aves (Gorena, 1997; Latino & Beltzer, 1999). En relación con la herpetofauna, se considera que *P. sulphuratus* es una especie que se alimenta regularmente de estos vertebrados, al capturarlos en o cerca del piso, sujetándolos con el pico a la altura de la cabeza o el cuello, e incluso rompiendo sus estructuras óseas con un solo mordisco (Smith, 1978).

Entre los anfibios y reptiles que se han registrado como presa de *P. sulphuratus* se encuentran ranas (*Pleurodema borelli*; familia Leptodactylidae), tortugas (*Phrynops hilarii*), lagartijas (*Hemidactylus mabouia*; *Sceloporus melanorhinus*) y serpientes de talla pequeña, aunque en la literatura científica no se especifican las especies (Richard, 1986; Crump & Vaira, 1991; Argel-de-Oliveira et al., 1998; Salvador & Bodrati, 2013; Nieto-Toscano



Figure 2. Speckled racer (*Drymobius margaritiferus*) being hit against the roost by Great kiskadee (*Pitangus sulphuratus*). Photo: Carme Mora Rueda.

Figura 2. Culebra corredora de petatillos (*Drymobius margaritiferus*) al momento de ser golpeada contra el sitio de percha por un Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*). Foto: Carme Mora Rueda.

& Martínez-Coronel, 2021). En esta observación reportamos la depredación de una Culebra corredora de petatillos (*D. margaritiferus*) por un Luis Bienteveo (*P. sulphuratus*).

El 16 de septiembre de 2022, a las 11:53 h, se observó un ejemplar adulto de *P. sulphuratus* perchado en la rama de un tronco caído sobre un cuerpo de agua temporal (aguada) en la Reserva de la Biósfera de Calakmul, municipio de Calakmul, Campeche, México (18.308085°N, 89.857219°O, WGS84, 202 m s.n.m.). Al momento de la observación, el ave tenía sujeta a la serpiente con su pico, por el último tercio de su cuerpo (Fig. 1), golpeándola en la cabeza en repetidas ocasiones contra la rama donde se encontraba perchada (Fig. 2). La serpiente acabó

disminuyendo la intensidad y la frecuencia de sus movimientos, hasta dejar de moverse, debido a los golpes contra el tronco.

Después de que la serpiente dejó de moverse, el ave finalmente voló hacia un sitio distinto, fuera de nuestro alcance visual, sujetando a la serpiente con el pico. Es probable que el ave haya detectado la presencia humana cerca, o simplemente se desplazó a una zona más adecuada para ingerir la presa, sin el acecho de otros competidores.

Se especula que entre los factores que propiciaron la interacción entre estas especies se señalan el tamaño de *D. margaritiferus* depredado, que permitió que esta ave la capturara y consumiera. De igual manera, *D. margaritiferus* es una especie

de hábitos terrestres y diurnos que habita cerca de cuerpos de agua (Lee, 1996; Heimes, 2016), coincidiendo con que *P. sulphuratus* también habita con regularidad a los alrededores del agua y que forrajea cerca del suelo, a diferencia de otros miembros de la familia Tyrannidae que forrajean en el aire a alturas considerables (Mathura et al., 2005). Así mismo, el comportamiento de captura y alimentación observado por *P. sulphuratus* coincide con lo previamente reportado en cuanto al consumo de herpetofauna, al golpear repetidamente el cuerpo de su presa hasta provocar su muerte (Richard, 1986; Nieto-Toscano & Martínez-Coronel, 2021).

En nuestro conocimiento, esta observación representa el primer reporte formal de la interacción entre *D. margaritiferus* y *P. sulphuratus*, agregando al ave entre la lista de depredadores de esta serpiente.

Agradecimientos.- Agradecemos profundamente a Ezequiel Cauich Cauich por su guianza en el recorrido durante el cual se registró esta interacción.

LITERATURA CITADA

- Argel-de-Oliveira, M.M., N.A. Curi & T. Passerini. 1998. Alimentação de um filhote de Bem-te-vi, *Pitangus sulphuratus* (Linnaeus) (Passeriformes, Tyrannidae), em ambiente urbano. *Revista Brasileira de Zoologia* 15:1103-1109.
- Costa, H.C., L.E. Lopes, B.F. Marçal & G. Zorzin. 2014. The reptile hunter's menu: A review of the prey species of Laughing Falcons *Herpetotheres cachinnans* (Aves: Falconiformes). *North-Western Journal of Zoology* 10:445-453.
- Crump, M.L. & M. Vaira. 1991. Vulnerability of *Pleurodema borelli* tadpoles to an avian predator: effects of body size and density. *Herpetologica* 47:316-321.
- Gerhardt, R.P., P.M. Harris & M.A. Vázquez-Marroquín. 1993. Food habits of nesting Great Black Hawks in Tikal National Park, Guatemala. *Biotropica* 25:349-352.
- Gorena, R.L. 1997. Notes of feeding habits and prey of adult Great Kiskadees. *Bulletin of the Texas Ornithological Society* 30:18-19.
- Heimes, P. 2016. *Herpetofauna Mexicana, Vol. I, Snakes of Mexico*. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, Alemania.
- Howell, S. N. & S. Webb. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, USA.
- Latino, S., & A.H. Beltzer. 1999. Ecología trófica del benteveo *Pitangus sulphuratus* (aves: Tyrannidae) en el valle de inundación del río Paraná, Argentina. *Orsis*:14:69-78.
- Lee, J.C. 1996. *The Amphibians and Reptiles of the Yucatán Peninsula*. Cornell University Press. Ithaca, New York, USA.
- Mathura, N., S. O'Garro, D. Thompson, F.E. Hayes & U.S. Nandy. 2005. Foraging behavior of two tyrant flycatchers in Trinidad: The Great Kiskadee (*Pitangus sulphuratus*) and Tropical Kingbird (*Tyrannus melancholicus*). *Journal of Caribbean Ornithology* 18:18-21.
- Nieto-Toscano, L.F. & M- Martínez-Coronel. 2021. Nuevo registro de depredador para la Lagartija de árbol de nariz negra, *Sceloporus melanorhinus* (Phrynosomatidae). *Revista Latinoamericana de Herpetología* 4:182-183.
- Novy, S.A. & R.D. Van Putte. 2016. Behavioral notes and nesting of the Black Solitary Eagle (*Buteogallus solitarius*) in Belize. *Transactions of the Illinois State Academic of Science* 109:29-33.
- Richard, E. 1986. Predación del Benteveo sobre peces y tortugas. *Nuestras Aves* 11:3-4.
- Salvador, S.A. & A. Bodrati. 2013. Vertebrados y huevos en la alimentación de algunos Passeriformes de Argentina. *Biologica* 135-140.
- Smith, S.M. 1978. Predatory behaviour of young Great Kiskadees (*Pitangus sulphuratus*). *Animal Behaviour* 26:988-995.



AMPHISBAENA ANGUSTIFRONS (AMPHISBAENIDAE) EN LAS SIERRAS DE TANDILIA, BUENOS AIRES, ARGENTINA

AMPHISBAENA ANGUSTIFRONS (AMPHISBAENIDAE) IN THE SIERRAS DE TANDILIA, BUENOS AIRES, ARGENTINA

DAVID GUSTAVO VERA^{1*}, DIEGO OMAR DI PIETRO¹, MELISA CELIA JAZMÍN ROLÓN¹, MICAELA HARKES², FEDERICO PABLO KACOLIRIS¹ & IGOR BERKUNSKY³

¹Sección Herpetología, División Zoología Vertebrados, Museo de La Plata, Universidad Nacional de La Plata, Paseo del Bosque s/n, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

²Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Avda 122 y 60 s/n, La Plata, Argentina.

³Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable-CICPBA, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Arroyo Seco s/n, 7000, Tandil, Argentina.

*Correspondence: davidgvera@fcnym.unlp.edu.ar

Received: 2023-01-16. Accepted: 2023-02-23. Published: 2023-03-13.

Editor: Adriana Manzano, Argentina.

El género *Amphisbaena* comprende 102 especies, de las cuales 9 están presentes en la Argentina (Abdala et al., 2012; Montero, 2016; Uetz et al., 2023). En la provincia de Buenos Aires existen 3 especies: *Amphisbaena angustifrons*, *Amphisbaena darwinii* y *Amphisbaena kingii* (Montero, 1997, 2016).

Las sierras de Tandilia se encuentran ubicadas en el centro de la provincia de Buenos Aires, cubriendo alrededor de 12,000 km² de superficie (Fig. 1; Dalla Salda et al., 2006). En este sistema

serrano solo se han registrado dos especies de Amphisbaenidae: *Amphisbaena darwinii* y *Amphisbaena kingii* (Vera et al., 2021). Tettamanti & Vera (2022) mencionan la probable presencia de *Amphisbaena angustifrons* en casi toda la provincia de Buenos Aires, incluyendo además las sierras de Tandilia (Fig. 1). Sin embargo, estos autores no mencionan localidades concretas ni material de referencia para dicho sistema serrano. En el presente trabajo, se confirma la presencia de *Amphisbaena angustifrons*

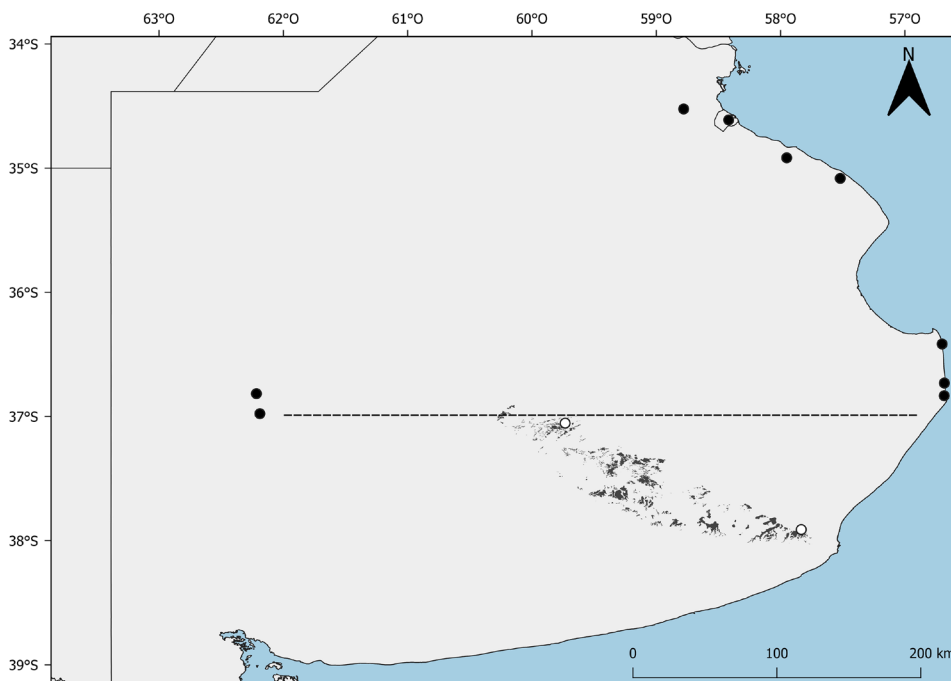


Figure 1. *Amphisbaena angustifrons* localities in Buenos Aires province, Argentina. Black circles: historical records (Montero, 2016); white circles: present study; grey-shaded: Tandilia Mountain System; dashed line: previously known southern limit.

Figura 1. Localidades de *Amphisbaena angustifrons* en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Círculos negros: registros históricos (Montero, 2016); círculos blancos: presente estudio; sombreado gris: sistema serrano de Tandilia; línea punteada: límite austral previamente conocido.



Figure 2. *Amphisbaena angustifrons* (MLP R. 6838) found in Reserva Paititi, Sierra de los Padres Department, Buenos Aires.

Figura 2. *Amphisbaena angustifrons* (MLP R. 6838) hallado en Sierra de los Padres, Partido de Sierra de los Padres, Buenos Aires.

en el sistema serrano de Tandilia sobre la base de ejemplares observados en el campo.

Se colectaron dos ejemplares de anfisbénidos que fueron depositados en la Colección Herpetológica del Museo de La Plata (MLP R.). Los ejemplares, en ambos casos, presentaron las siguientes características diagnósticas, verificadas por Ricardo Montero: aspecto robusto; cuello marcado; ausencia de anillo autotómico caudal evidente; presencia de 4 escamas supralabiales; escamas uniformemente pigmentadas. El día 22 de septiembre de 2022 se halló un ejemplar de *Amphisbaena angustifrons* (Fig. 2, MLP R. 6838) bajo una piedra, en un ambiente de pastizal serrano, en la Reserva Natural Privada Paititi, localidad de Sierra de los Padres, Partido de General Pueyrredón, Buenos Aires (37.91098°S, 57.833258°O, WGS 84). Posteriormente, el 27 de octubre de 2022 se halló otro ejemplar (Fig. 3, MLP R. 6849) bajo piedra, en ambiente serrano, en la Reserva Natural Boca de la Sierra, Localidad de Pablo Acosta, Partido de Azul, Buenos Aires (37.054055°S, 59.732745°O; WGS 84).

El registro más austral de esta especie que figura en Montero (1997; mencionada ahí como *Amphisbaena a. angustifrons*) es la

localidad de Claromecó. Sin embargo, Montero (2016) cuestiona la identificación de estos ejemplares y sugiere que pueden ser formas híbridas entre *Amphisbaena angustifrons* y *A. plumbea*, por lo que pone en duda la real identificación de los ejemplares de Claromecó (MACN 33888; 34372). Entonces, el límite austral de los ejemplares confirmados de *Amphisbaena angustifrons* (*sensu* Montero, 2012) parecía estar marcado por el paralelo 37, entre las localidades de Bonifacio al oeste (Gans, 1965) y Punta Médanos al este (Kacoliris et al., 2006). Los registros aquí presentados extienden la distribución confirmada de *Amphisbaena angustifrons* en casi un grado de latitud, a 157 km al sur de Punta Médanos. Además, representan hasta la fecha, los únicos registros en zonas serranas dentro de la provincia de Buenos Aires, y añaden una especie más a la lista de reptiles publicada por Vera et al. (2021) para el sistema serrano de Tandilia.

Agradecimientos- Agradecemos a Ricardo Montero por ayudarnos en la identificación de los ejemplares colectados; a la Dirección de Flora y Fauna de la provincia de Buenos Aires por otorgarnos los permisos de colecta (DISPO-2022-47-GDEBA-DFYFMDAGP); Oscar Espinoza (Fanazul) y Esteban Zugasti (Reserva Natural Privada Paititi); a Jorge Daniel Williams por sus sugerencias, Manuel Eirin, Sofía Vivani y Tomás Álvarez



Figure 3. *Amphisbaena angustifrons* (MLP R. 6849) found in Boca de la Sierra, Azul Department, Buenos Aires. In this view, the 4 supralabial scales characteristic of the species can be seen.

Figura 3. *Amphisbaena angustifrons* (MLP R. 6849) hallado en Boca de la Sierra, Partido de Azul, Buenos Aires. En esta vista se aprecian las 4 escamas supralabiales características de la especie.

por su contribución en el campo. Este trabajo fue apoyado por CONICET y Neotropical Grassland Conservancy.

LITERATURA CITADA

- Abdala, C.S., J.L. Acosta, J.C. Acosta, B.B. Álvarez, F. Arias, L.J. Ávila, G.M. Blanco, M. Bonino, J.M. Boretto, G. Brancatelli, M.F. Breitman, M.R. Cabrera, S. Cairo, V. Corbalán, A. Hernando, N.R. Ibarguengoytía, F.P. Kacoliris, A. Laspiur, R. Montero, M. Morando, N. Pelegrin, C.H. Fulvio Pérez, A.S. Quinteros, R.V. Semhan, M.E. Tedesco, L. Vega & S.M. Zalba. 2012. Categorización del estado de conservación de las lagartijas y anfisbenas de la República Argentina. Cuadernos de Herpetología 26:215-247.
- Dalla Salda, L., L. Spalletti, D. Poire, R. De Barrio, H. Echeveste & A. Benialgo. 2006. Tandilia/ Tandilla. Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica 21:17-46.
- Gans, C. 1965. Notes on amphisbaenids (Amphisbaenia, Reptilia). A redescription and discussion of *Amphisbaena angustifrons* Cope and *Amphisbaena camura* Cope of southern South America. American Museum Novitates 2225:1-32
- Kacoliris, F., N. Horlent & J. Williams. 2006. Herpetofauna, Coastal Dunes, Buenos Aires Province, Argentina. Check List 2:15-21.
- Montero, R. 1997. Lista de las localidades de los Amphisbaenidae de la República Argentina. Cuadernos de Herpetología 10:25-46.
- Montero, R. 2016. On the validity of several argentinian species of *Amphisbaena* (Squamata, Amphisbaenidae). Journal of Herpetology 50:642-653.
- Tettamanti, G. & D.G. Vera. 2022. *Amphisbaena angustifrons*. Pp. 162. En Povedano H. (Ed), Reptiles de Buenos Aires. Ediciones LBN, Buenos Aires, Argentina.
- Uetz, P., P. Freed, R. Aguilar, F. Reyes & J. Hošek. (Eds.). 2023. The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org>, [Consultado en enero 2023]
- Vera, D.G., D.O. Di Pietro, G. Tettamanti, M. Eirin, C. Trofino Falasco, M.F. Aranguren, J.D. Williams, F.P. Kacoliris & I. Berkunsky. 2021. An annotated list of the reptiles of the highland grassland of Tandilia Mountains, Argentina. Neotropical Biology and Conservation 16:185-204.



DEPREDACIÓN DE LA VÍBORA DE CASCABEL DEL PACÍFICO SUR *CROTALUS HELLERI CALIGINIS* POR EL HALCÓN PEREGRINO *FALCO PEREGRINUS* EN LA ISLA CORONADO SUR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

PREDATION OF THE SOUTHERN PACIFIC RATTLESNAKE *CROTALUS HELLERI CALIGINIS* BY THE PEREGRINE FALCON *FALCO PEREGRINUS* ON CORONADO SUR ISLAND, BAJA CALIFORNIA, MEXICO

IVÁN VILLALOBOS-JUÁREZ^{1*}, ELÍ GARCÍA-PADILLA², JOSÉ JESÚS SIGALA-RODRÍGUEZ³ & DANIEL ALEXANDER CARRILLO MARTÍNEZ³

¹Organización Los Hijos del Desierto, Aguascalientes, 20427, México.

²Biodiversidad Mesoamericana. Oaxaca de Juárez, Oaxaca, 68023, México.

³Colección Zoológica, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Av. Universidad 940, edificio 132, Ciudad Universitaria, 20131, Aguascalientes.

*Correspondence: lepidushunter@gmail.com

Received: 2023-02-06. Accepted: 2023-02-24. Published: 2023-03-13.

Editor: Ernesto Raya-García, México.

Abstract.— We recorded the predation on the rattlesnake *Crotalus helleri caliginis*, endemic to Coronado Sur Island, Baja California, based on the discovery of bone remains of two snakes in the falcon pellets of the Peregrine Falcon *Falco peregrinus*. This record represents the first confirmed predation of the insular snake and expands our knowledge of the Peregrine Falcon diet on the island.

Key words.— Diet, falcon pellets, Falconidae, Coronado Islands, Viperidae.

Resumen.— Registramos la depredación de la serpiente de cascabel *Crotalus helleri caliginis*, endémica de la Isla Coronado Sur, Baja California, basados en el hallazgo de restos óseos de dos serpientes en las egagrópilas del Halcón peregrino *Falco peregrinus*. Este registro representa la primera depredación confirmada para la serpiente isleña y amplía el conocimiento de la dieta del Halcón peregrino en la isla.

Palabras claves.— Dieta, egagrópilas, Falconidae, Islas Coronado, Viperidae.

La posición taxonómica de la serpiente de cascabel de la Isla Coronado Sur (ICS) o serpiente de cascabel del Pacífico Sur no ha sido clara, debido a que pertenece al complejo de especies de *Crotalus viridis*, en el que Klauber (1972) incluyó nueve subespecies: *C. v. abyssus*, *C. v. cerberus*, *C. v. concolor*, *C. v. helleri*, *C. v. lutosus*, *C. v. nuntius*, *C. v. oreganus* y *C. v. viridis*.

Desde entonces, ha habido esfuerzos para descifrar la relación entre el complejo de especies y aún sigue habiendo incertidumbre para integrar a la población de la ICS. Klauber (1949), la colocó dentro de *C. viridis*, posteriormente fue elevada a especie por Grismer (2002) como *C. caliginis*, después se integró a la especie *C. oreganus* (Campbell & Lamar, 2004), y, por último, ha sido posicionada dentro de *C. helleri* (Douglas et al., 2002; Davis et al., 2016), con base en un estudio molecular y morfométrico.

En general, los registros de depredación de serpientes de cascabel del género *Crotalus* son escasos y en su mayoría, los casos documentados han sido por mamíferos tanto silvestres como domésticos, pero, estos sucesos son raros en comparación con la cantidad de depredación que realizan los humanos hacia las serpientes de cascabel (Campbell & Lamar, 2004). Sin embargo, también existen registros de serpientes de cascabel siendo devoradas por otras culebras como son las falsas coralillo del género *Lamrpropeltis* y las chirrioneras de los géneros *Masticophis* y *Drymarchon* (Klauber, 1971).

Entre las aves que se han documentado depredando serpientes de cascabel, se encuentra la depredación de la cascabel cornuda *C. cerastes* por el cernícalo americano *Falco sparverius*, el correcominos *Geococcyx californianus* y el verdugo americano *Lanius ludovicianus* (Secor & Nagy, 1994). Asimismo, existe el



Figure 1. A) Bony remains of the snake *C. h. caliginis* found in a Peregrine Falcon pellet, B) Peregrine Falcon *Falco peregrinus* on an antenna of telecommunications used as a perch and nest. C) Pacific rattlesnake *C. h. caliginis* on South Coronado Island.

Figura 1. A) Restos óseos de la serpiente *C. h. caliginis* encontrados en una egagrópila de Halcón Peregrino, B) Halcón Peregrino *Falco peregrinus* sobre una antena de telecomunicaciones usada como percha y nido. C) Cascabel del Pacífico *C. h. caliginis* en la Isla Coronado Sur.

registro del Gavilán de Cooper *Accipiter cooperi* alimentándose de la Víbora de cascabel diamantada del este *C. adamanteus* (Heckel et al., 1994) y, por último, el caso de presuntamente una Aguililla cola roja *Buteo jamaicensis* o búho manchado *Strix occidentalis* sobre la víbora de cascabel *C. willardi* (Holycross et al., 2001).

Durante un muestreo en campo en la ICS en abril de 2018, en las coordenadas 32.410990° N, 117.245863° O 182 m s.n.m, WGS 84, encontramos 14 egagrópilas bajo una antena de telecomunicaciones, usada como nido y sitio de percha por el halcón peregrino *Falco peregrinus*. Dos de las egagrópilas



Figure 2. Detail of the head remains of *C. h. caliginis* found in a Peregrine Falcon pellet on South Coronado Island.

Figura 2. Detalle de restos de la cabeza de *C. h. caliginis* encontrada en una egagrópila de Halcón Peregrino en Isla Coronado Sur.

contenían restos óseos de dos individuos juveniles de serpiente de cascabel *Crotalus helleri caliginis* (Fig. 1).

Las serpientes encontradas en las egagrópilas se pudieron identificar fácilmente debido que logramos localizar sus cráneos entre los restos óseos (Fig. 2), los cuales, presentan una dentición solenoglifa, lo que caracteriza a las serpientes vipéridas, y esa característica diferencia fácilmente a *C. helleri caliginis* de las otras serpientes *Hypsiglena ochrorincha klauberi* y *Pituophis catenifer coronalis* que habitan en ICS.

Desconocemos cómo es el método de caza de halcón peregrino para capturar a las serpientes de cascabel en la ICS, debido a que esta serpiente presenta glándulas venenosas, lo que la hace potencialmente mortal. De hecho, ha habido casos de aves rapaces muertas a causa de las mordeduras de serpientes de cascabel al tratar de ser capturadas (Heckel et al., 1994). Inferimos que probablemente los halcones en ICS se vean obligados a consumir serpientes debido a que en varias ocasiones que visitamos la isla en diferentes épocas del año, notamos que la actividad observable de ratones y lagartijas parece disminuir en la época de sequía. Además, las serpientes encontradas en las

egagrópilas parecen ser neonatos por lo que pudieran ser más fáciles de capturar que los organismos adultos. No obstante, se requiere realizar un estudio específico sobre la dieta de los halcones en ICS y la abundancia de sus presas, así como estudios etológicos sobre la caza de serpientes venenosas.

Agradecimientos.- Agradecemos infinitamente a Tamara Blázquez Haik por la ayuda con el acomodo de las imágenes.

LITERATURA CITADA

- Campbell, J.A. & W.W. Lamar. 2004. Venomous reptiles of the Western Hemisphere. Cornell University Press. USA.
- Davis, A.M., M.R. Douglas, M.L. Collyer & M.E. Douglas. 2016. Deconstructing a species complex: Geometric morphometric and molecular analyses define species in the western rattlesnake (*Crotalus viridis*). PLoS ONE 11:e0146166
- Douglas M.E., M.R. Douglas, G.W. Schuett, L.W. Porras & A.T. Holycross. 2002. Phylogeography of the western rattlesnake (*Crotalus viridis*) complex, with emphasis on the Colorado Plateau. Pp. 11–50. En Schuett G.W., M. Hoggren, M.E. Douglas & H.W. Greene, editors. Biology of the Vipers: Eagle Mountain Publishing. USA.
- Heckel, J.O., D.C. Sisson & C.F. Quist. 1994. Apparent fatal snakebite in tree hawks. Journal of Wildlife Diseases 30:616-619.
- Holycross, A. T. & S. R. Goldberg. 2001. Reproduction in northern populations of the Ridgenose rattlesnake, *Crotalus willardi* (Serpentes: Viperidae). Copeia. 2001: 473-481.
- Klauber, L.M. 1949. Some new and revived subspecies of rattlesnakes. Transactions San Diego Society Natural History 11:61-116.
- Klauber, L.M. 1971. Classification, distribution, and biology of the venomous snakes of northern Mexico, the United States, and Canada: *Crotalus* and *Sistrurus*. Pp. 115-156. En Bücherl, W. & E.E. (Eds.). Venomous Animals and Their Venoms. Academic Press. USA.
- Klauber, M.L. 1972. Rattlesnakes: Their Habits, Life Histories, and Influence in Mankind. Second Edition. University of California Press, Berkeley. USA.
- Secor, S.M. & K.A. Nagy. 1994. Bioenergetic correlates of foraging mode for the snakes *Crotalus cerastes* and *Masticophis flagellum*. Ecology 75:1600-1614.



FIRST REPORT OF PREDATION OF *IMANTODES CENCHOA* (COLUBRIDAE) ON *BASILISCUS GALERITUS* (CORYTOPHANIDAE) IN A TROPICAL HUMID FOREST IN COLOMBIA

PRIMER REPORTE DE DEPREDACIÓN DE UN *BASILISCUS GALERITUS* (CORYTOPHANIDAE) POR UNA *IMANTODES CENCHOA* (COLUBRIDAE) EN UN BOSQUE HÚMEDO TROPICAL EN COLOMBIA

CRISTIAN GONZÁLEZ-ACOSTA^{1*}, ERIC ERB² & JAIME CULEBRAS^{3,4,5}

¹Grupo de Investigación en Evolución, Ecología y Conservación (EECO), Programa de Biología, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

²Northern Ohio Association of Herpetologist

³Photo Wildlife Tours, Quito, Ecuador

⁴Fundación Cóndor Andino, Quito, Ecuador

⁵The Biodiversity Group, Tucson, Arizona, United States

*Correspondence: ccgonzaleza@uqvirtual.edu.co

Received: 2022-09-13. Accepted: 2023-02-23. Published: 2023-03-24.

Editor: Andrés Rymel Acosta Galvis, Colombia.

Resumen.– Reportamos el primer evento de depredación del Basilisco de cabeza roja (*Basiliscus galeritus*) por la serpiente bejuquilla (*Imantodes cenchoa*) en un bosque húmedo tropical en Colombia. Este nuevo registro contribuye a una mejor comprensión de la historia natural y la ecología trófica de dos especies de reptiles en su interacción depredador-presa.

Palabras clave.– Basilisco, depredador, historia natural, presa, reptiles.

Abstract.– We report the first predation event of the red-headed Basilisk (*Basiliscus galeritus*) by the Blunt-headed treesnake (*Imantodes cenchoa*) in a tropical rainforest in Colombia. This new record contributes to a better understanding of the natural history and trophic ecology of two species of reptiles in their predator-prey interaction.

Key words.– Basilisk, predator, prey, reptiles, natural history.

The genus *Imantodes* (Duméril, 1853), commonly known as Blunt-headed treesnake, has a broad Neotropical distribution from Mexico through Central America to Argentina, inhabiting diverse environments from tropical forests to savannas (Myers, 1982; Savage, 2002). Currently the genus is comprised of eight arboreal species: *I. choconensis* Torres-Carvajal et al., 2012, *I. gemmistratus* Cope, 1861, *I. guane* Missassi & Prudente, 2015, *I. inornatus* Boulenger, 1896, *I. lentiferus* Cope, 1894, *I. phantasma* Myers, 1982, *I. tenuissimus* Cope, 1867 and *I. cenchoa* Linnaeus, 1758, but research suggests *I. inornatus* belongs to a different clade (Mulcahy, 2007; Daza et al., 2009; Torres-Carvajal et al., 2012). *Imantodes cenchoa* Linnaeus, 1758 is one of the most common species of the genus presenting a wide distribution from Mexico to Argentina (Myers, 1982). In Colombia, this species has a wide distribution ranging from the Pacific lowlands, present in the Magdalena and Cauca valleys, Amazonia region, to the

high mountains passing through the three mountain ranges (Cordillera Occidental, Central and Oriental) at elevations from sea level to above 2000 m a.s.l. (Castro-Herrera & Vargas-Salinas, 2008; Rojas-Morales et al., 2014).

Imantodes cenchoa lives in a wide variety of natural and transformed places (human settlements, crops). Its habits are mainly nocturnal and arboreal, it is a species that actively forages among the branches of trees and shrubs (Henderson & Nickerson, 1976; Savage, 2002; Cisneros-Heredia, 2006). Its diet is based on small and medium-sized prey, with *Anolis* lizards as its main preys (Henderson & Nickerson, 1976; Zug et al., 1979; Martins & Oliveira, 1998; Savage, 2002; Sousa et al., 2014). However other lizards, such as *Gonatodes* (Martins & Oliveira, 1998; Sousa et al., 2014), and frogs (Zug et al., 1979; Martins and Oliveira, 1998; Rojas-Morales et al., 2021) have been reported

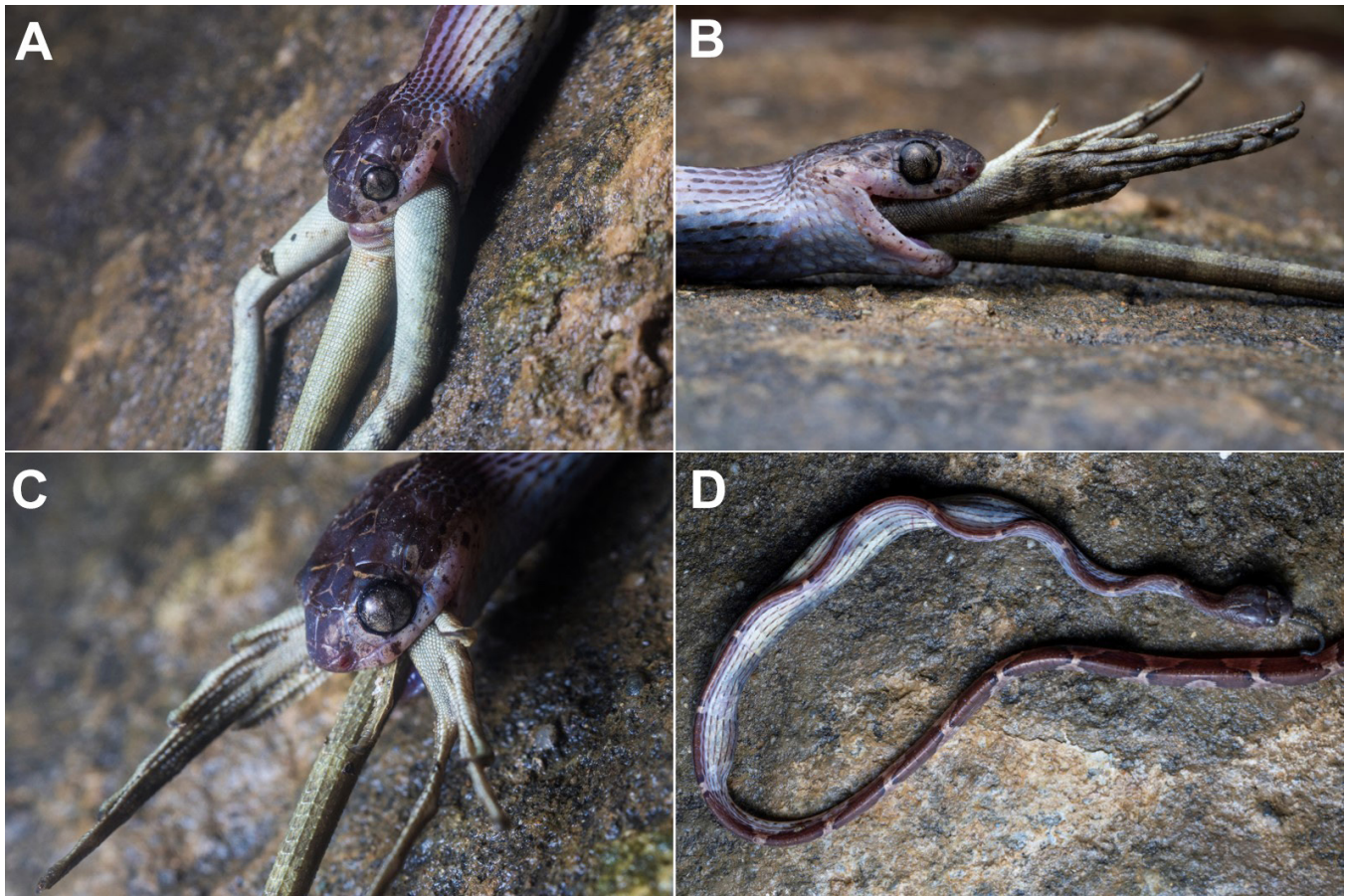


Figura 1. Secuencia un evento en que *Imantodes cenchoa* depreda a un juvenil de *Basiliscus galeritus* en la Reserva Forestal San Cipriano, Colombia. A. ingiriendo la presa por la cabeza, B.C. Vista lateral y frontal del cuerpo de la presa ya casi ingerida, D. *I. cenchoa* termina de ingerir a su presa.

Figure 1. Sequence of the predation event of *Imantodes cenchoa* preying on a juvenile *Basiliscus galeritus* at the San Cipriano Forest Reserve, Colombia. A. Swallowing the prey by the head, B.C. Lateral and frontal view of prey's body already almost completely swallowed, D. *I. cenchoa* ends up swallowing its prey.

in its diet. Although Landy et al. (1966) recorded 3 reptile eggs, “probably *Anolis*”, in the stomach of an *Imantodes cenchoa*, Sousa et al. (2014) suggests it was because that snake ate a gravid female of *Anolis* that was digested faster than its eggs. Here, we report the first predation case of a *Basiliscus galeritus* by an *Imantodes cenchoa*.

On 9 May 2022 at 00:04 h, we found an adult of *Imantodes cenchoa* preying on a juvenile of *Basiliscus galeritus* (Snout–vent length [SVL] = ~150 mm) (Fig. 1) on a water drainage tube at the San Cipriano Forest Reserve, Buenaventura, Valle del Cauca Department, Colombia (3.83177° N, 76.89038° W, 87 m a.s.l.). Although in the region of the Colombian Pacific two species of *Basiliscus* (*B. galeritus* and *B. basiliscus*) have been recorded (Vargas & Bolaños, 1999; Castro-Herrera & Vargas-Salinas, 2008; Cardona-Botero et al., 2013), in the San Cipriano Forest Reserve only *B. galeritus* has been recorded. Because of this, we assumed

with a high confidence that the lizard preyed is *B. galeritus*. When the predation event was found, the basilisk had already been killed and ingested by the head up to the middle of its body (Fig. 1A, B). This event was photographed until the snake ingested the entire basilisk, (Fig. 1C, D) taking about 20 minutes. After that, the snake slowly moved away from the sighting site. None of the species were collected.

Interactions between reptiles in the predator-prey context are common and have been recorded many times in nature (Lewis & Grant, 2010; Vitt & Caldwell, 2013; Gomez-Hoyos et al., 2015; Sousa et al., 2020; Oliveira-Souza et al., 2021). Probably snakes are one of the main lizard predators, using a variety of strategies to hunt and swallow their prey (Moon et al., 2019; Grundler et al., 2021). For instance, it has been suggested that attacking and swallowing the prey by the head has been a strategy to reduce energy expenditure and avoiding any damage caused by the

movement of the limbs (Greene et al., 1976; Moon et al., 2019). Like in other studies, our observations suggest that *I. cenchoa* is a snake that forages at night with slow movements, attacking and swallows its preys by the head (Savage, 2002; Rojas-Morales et al., 2021).

Prey recorded for *I. cenchoa* have been medium and small-sized prey (20-55 mm SVL for *Anolis* and *Gonatodes* lizards). However, Myers (1982) reports a female of *I. cenchoa* (1,480 mm total length) contained an adult *Anolis frenatus* (163 mm SVL) in its stomach. Our observation of the first case of a predation event by a snake of the genus *Imantodes* on a lizard of the genus *Basiliscus* confirms once again that despite its physical appearance with a compressed body and neck, *Imantodes cenchoa* has the ability to gradually expand its neck to ingest large preys, as Myers (1982) suggested. This new record contributes to a better understanding of the natural history and trophic ecology of two squamate reptile species in their predator-prey interaction.

Acknowledgements.- We thank the community of the San Cipriano foundation for the logistic support, we thank Juan Moreno for his guidance at the San Cipriano Forest Reserve. Also, the authors thank Priscilla Horta, Daniel Solis, Lonnie Pace, Lauren Lozano, William Ramirez, David Dubon, Paul Norberg and Shawn Harrington for their help and support in field.

CITED LITERATURE

- Cardona-Botero, V.E., R.A. Viáfara-Vega, A. Valencia-Zuleta, A. Echeverry-Bocanegra, O.D Hernández-Córdoba, A.F. Jaramillo-Martínez, R. Galvis-Cruz, J.A. Gutiérrez & F. Castro-Herrera. 2013. Diversidad de la herpetofauna en el Valle del Cauca (Colombia): un enfoque basado en la distribución por ecorregiones, altura y zonas de vida. *Biota Colombiana* 14:156-233.
- Castro-Herrera, F. & F. Vargas-Salinas. 2008. Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 9:298-299.
- Cisneros-Heredia, D.G. 2006. Notes on the distribution and natural history of the blunt-headed vine snake, *Imantodes cenchoa*, in Ecuador. *Herpetological Bulletin* 97:4-6.
- Cope, E.D. 1861. Contributions to the ophiology of lower California, Mexico and Central America. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 13:292-306.
- Cope, E.D. 1894. On the species of *Himantodes* Dumeril & Bribon. *American Naturalist* 28:612-614.
- Cope, E.D. 1867. Fifth contribution to the herpetology of tropical America. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 18:317-323.
- Daza, J.M., E.N. Smith, V. P. Páez & C.L. Parkinson. 2009. Complex evolution in the Neotropics: The origin and diversification of the widespread genus *Leptodeira* (Serpentes: Colubridae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 53:653-667.
- Duméril, C. 1853. *Prodrome de la classification des reptiles ophidiens*. *Mémoire de l'Acad. des Sciences* 23:399-536.
- Gómez-Hoyos, D.A., S. Escobar-Lasso, T. Suarez-Joaqui & J.A. Velasco. 2015. Predation on the bush anole *Polychrus gutturosus* by the parrot snake *Leptophis ahaetulla*, with a new record of the bush anole for the Gorgona Island National Natural Park, Colombia. *Herpetology Notes* 8:297-301.
- Gutierrez, P.D. & J.C. Arredondo. 2005. *Imantodes cenchoa* (Chunk-headed Snake, Bejuquilla) diet. *Herpetological Review* 36:324.
- Greene, H.W. 1976. Scale Overlap, a Directional Sign Stimulus for Prey Ingestion by Ophiophagous Snakes 1. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 41:113-120.
- Grundler, M.C. & D.L. Rabosky. 2021. Rapid increase in snake dietary diversity and complexity following the end-Cretaceous mass extinction. *PloS Biology* 19:e3001414.
- Henderson, R.W. & M.A. Nickerson. 1976. Observations on the behavioral ecology of three species of *Imantodes* (Reptilia, Serpentes, Colubridae). *Journal of Herpetology* 10:205-210.
- Landy, M.J., A.L. David, E.O. Moll & H.M. Smith. 1966. A collection of snakes from Volcan Tacaná, Chiapas. Mexico. *Journal of the Ohio Herpetological Society* 5:93-101.
- Lewis, T.R. & P.B. Grant. 2010. Predation attempt by *Oxybelis aeneus* (Wagler) (Mexican Vinesnake) on *Basiliscus plumifrons* (Cope). *Acta Herpetologica* 5:19-22.
- Linnaeus, C. 1758. *Systema Naturae*. 10th Edition. Stockholm, Sweden.



- Martins, M. & M.E. Oliveira. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* 6:78-150.
- Moon, B.R., D.A. Penning, M. Segall & A. Herrel. 2019. Feeding in snakes: form, function, and evolution of the feeding system. Pp. 527-574, En V. Belsand & I. Whishaw (Eds.), *Feeding in vertebrates: Evolution, Morphology, Behavior, Biomechanics*. Springer, Cham, Switzerland.
- Mulcahy, D.G. 2007. Molecular systematics of neotropical cat-eyed snakes: A test of the monophyly of Leptodeirini (Colubridae: Dipsadinae) with implications for character evolution and biogeography. *Biological Journal of the Linnean Society* 92:483-500.
- Myers, C.W. 1982. Blunt-headed vine snakes (*Imantodes*) in Panama, including a new species and other revisionary notes. *American Museum Novitates* 2738:1-40.
- Oliveira-Souza, A.E., A.S. Pena, J.S. Costa-Anaissi, F.S. Melo, R.T. Pinheiro & C.E. Costa-Campos. 2021. Predation by the vinesnake *Oxybelis aeneus* (Squamata, Colubridae) on the gecko *Gonatodes humeralis* (Squamata, Sphaerodactylidae) in a Brazilian Amazon Forest fragment, with a compilation of its prey. *Herpetology Notes* 14:1111-1115.
- Rojas-Morales, J.A., H.F. Arias-Monsalve & I. Mendoza-Mendoza. 2014. Geographical distribution of *Imantodes cenchoa* (Serpentes: Dipsadidae) in Colombia: Filling gaps for the Montane cloud forests of northern South America. *Herpetotropicos* 10:09-16.
- Rojas-Morales, J.A., J.V. González, J.C. Cepeda-Duque, M. Marín-Martínez, R.F. Díaz-Ayala & T.B. Guedes. 2021. On delicate night hunters: observations of the feeding behaviour of *Imantodes cenchoa* (Linnaeus, 1758) and *Sibon nebulatus* (Linnaeus, 1758) through staged and natural encounters (Serpentes: Dipsadidae: Dipsadinae). *Herpetology Notes* 14:717-723.
- Savage, J.M. 2002. *The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas*. University of Chicago press, Chicago, USA.
- Sousa, K.R., A.L.C. Prudente & G.F. Maschio. 2014. Reproduction and diet of *Imantodes cenchoa* (Dipsadidae: Dipsadinae) from the Brazilian Amazon. *Zoologia* 31: 8-19.
- Sousa, J.D., J.H. Andrade-Lima & M.N. Kokubum. 2020. Predation of *Tropidurus hispidus* (Squamata, Tropiduridae) by *Oxybelis aeneus* (Squamata, Colubridae) in two biomes in the state of Pernambuco, Northeast of Brazil. *Herpetology Notes* 13:171-173.
- Torres-Carvajal, O., M.H. Yáñez-Muñoz, D. Quirola, E.N. Smith & A. Almendáriz. 2012. A new species of blunt-headed vine snake (Colubridae, *Imantodes*) from the Chocó region of Ecuador. *ZooKeys* 244:91-110.
- Vargas, F. & M.E. Bolaños. 1999. Anfíbios y reptiles presentes en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical en el bajo Anchicayá, Pacífico colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23:499-511.
- Vitt, L.J. & J.P. Caldwell. 2013. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*, 4rd Edition Academic press, San Diego, California, USA.
- Zug, G., R.S.B. Hedges & S. Sunkel. 1979. Variation in reproductive parameters of three neotropical snakes, *Coniophanes fissidens*, *Dipsas catesbyi*, and *Imantodes cenchoa*. *Smithsonian Contributions to Zoology* 300:1-20.



BIRD-HERPETOFAUNA INTERACTIONS IN THE USUMACINTA RIVER BASIN, MEXICO

INTERACCIONES ENTRE AVES Y HERPETOFAUNA EN LA CUENCA DEL RÍO USUMACINTA, MÉXICO

BELKIS SÁNCHEZ ÁLVAREZ¹, FREDDY PÉREZ GARDUZA¹, ALAN MONROY OJEDA², VÍCTOR MANUEL SANTIAGO PLATA¹, SANTIAGO LÓPEZ MONDRAGÓN¹ & PIERRE CHARRUAU^{1*}

¹Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad A.C., Villahermosa, 86080, Tabasco, México

²KiekariTerra A.C., Xico, 91240, Veracruz, México

*Correspondence: charruau_pierre@yahoo.fr

Received: 2022-11-23. Accepted: 2023-03-03. Published: 2023-03-24.

Editor: César Antonio Ríos-Muñoz, México.

Resumen.– Las interacciones interespecíficas entre vertebrados de distintos grupos son comunes, pero también complejas y de gran importancia para la estructura de las comunidades. En particular, la depredación, considerada una interacción trófica, desempeña un papel significativo en la estructura de las redes tróficas y en los efectos selectivos sobre las presas en los ecosistemas naturales. En este trabajo aportamos nueva información sobre la relación trófica entre aves y herpetofauna (reptiles y anfibios) en la compleja y biodiversa cuenca del río Usumacinta, a través de 10 observaciones registradas entre 2012 y 2021. Las observaciones muestran interacciones con fines alimenticios de ocho especies de aves, incluyendo garzas (*Tigrisoma mexicanum*), charas (*Psilorhinus morio*), rapaces (*Caracara cheriway*, *Pseudastur albicollis*, *Harpagus bidentatus*, *Buteo plagiatus*), bucos (*Malacoptila panamensis*), y patos (*Dendrocygna autumnalis*), con serpientes (*Coniophanes quinquevittatus*), tortugas (*Chelydra rossignonii*, *Trachemys venusta*), lagartijas (*Iguana iguana*, *Sceloporus serrifer*), cocodrilos (*Crocodylus moreletii*), y ranas (*Smilisca baudinii*).

Palabras claves.– Amphibia, Aves, carroñero, depredación, interacciones interespecíficas, relaciones tróficas, Reptilia.

Abstract.– Interspecific interactions between vertebrates of different groups are common but also complex and of great importance for community structure. In particular, predation, considered a trophic interaction, plays a significant role in food webs structure and selective effects on prey in natural ecosystems. In this paper we provide new information on the trophic relationship between birds and herpetofauna (reptiles and amphibians) in the complex and biodiverse Usumacinta river basin, through 10 observations recorded between 2012 and 2021. The observations show interactions for feeding purposes of eight bird species, including herons (*Tigrisoma mexicanum*), jays (*Psilorhinus morio*), raptors (*Caracara cheriway*, *Pseudastur albicollis*, *Harpagus bidentatus*, *Buteo plagiatus*), puffbirds (*Malacoptila panamensis*), and ducks (*Dendrocygna autumnalis*), with snakes (*Coniophanes quinquevittatus*), turtles (*Chelydra rossignonii*, *Trachemys venusta*), lizards (*Iguana iguana*, *Sceloporus serrifer*), crocodiles (*Crocodylus moreletii*), and frogs (*Smilisca baudinii*).

Key words.– Amphibia, Aves, interspecific interactions, predation, Reptilia, scavenger, trophic relationships.

Interspecific interactions between vertebrates of various groups are common but also complex, and of great importance for community structure (Palomares & Caro, 1999; Arim & Marquet, 2004; Sergio & Hiraldo, 2008; Lourenço et al., 2011). Within these interspecific interactions, predation is defined as a trophic interaction in which one organism (predator) consumes another (prey) as a source of energy, and in vertebrate predators this interaction almost always implies the death of the prey (Lourenço et al., 2014). Predation plays a significant role in the food webs structure, and also has an important selective effect on preys

in natural ecosystems (Brose et al., 2019). In this sense, certain species of reptiles are important part in the diet of predator bird species, especially raptors. For example, in the case of the Laughing Falcon (*Herpetotheres cachinnans*), its diet is composed mainly of snakes (Costa et al., 2014).

The Usumacinta river basin is a strategic area for biodiversity, freshwater supply, and a wide range of environmental services, which makes it highly relevant regionally and globally (De la Maza & Carabias, 2011; Carabias et al., 2015; Saavedra Guerrero

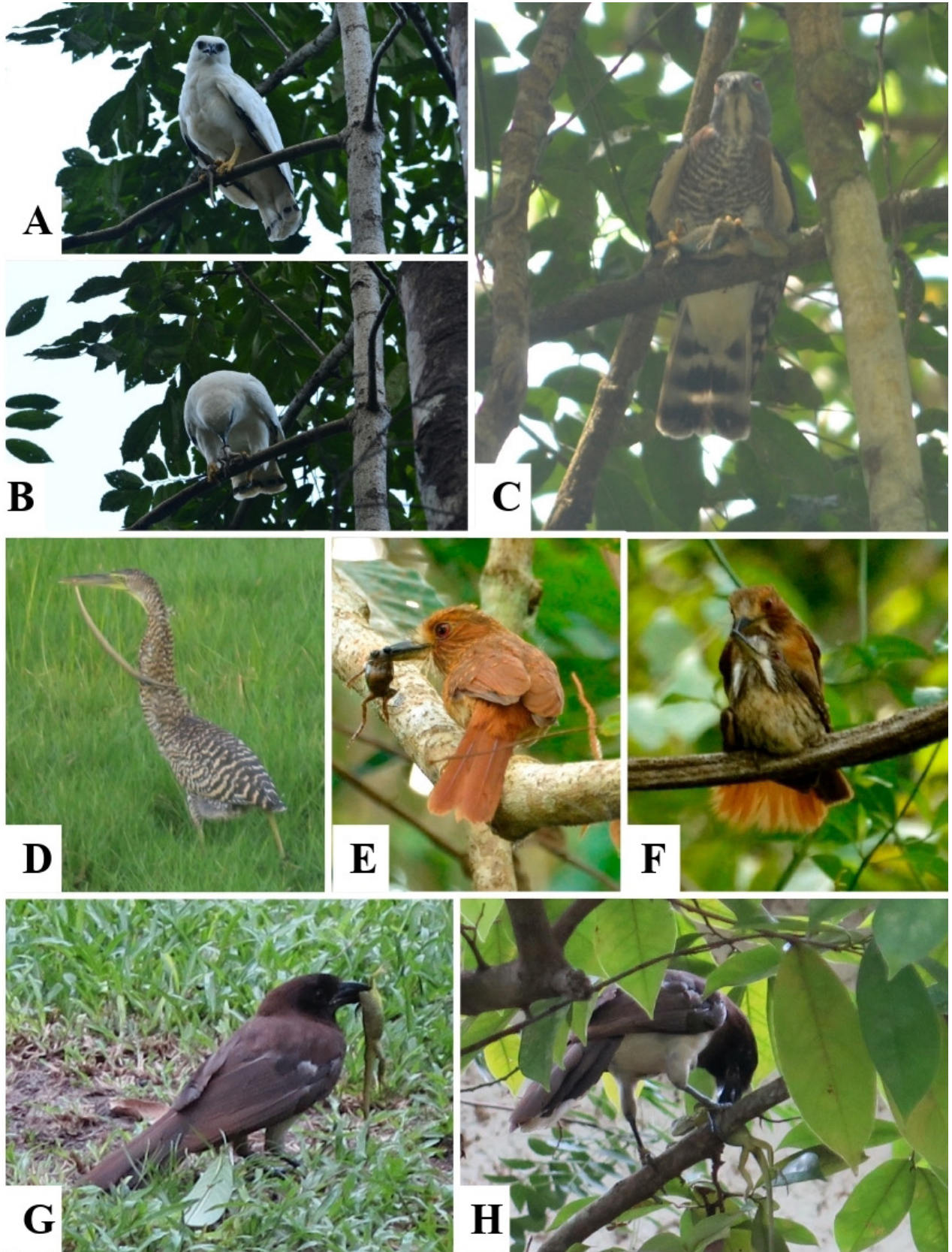


Figura 1 (página anterior). Fotografías de interacciones entre herpetofauna y aves en la cuenca del río Usumacinta. A-B) *Pseudastur albicollis* alimentándose de *Sceloporus serrifer*; C) *Harpagus bidentatus* alimentándose de *Sceloporus serrifer*; D) *Tigrisoma mexicanum* alimentándose de una serpiente; E) Un macho *Malacoptila panamensis* alimentándose de una *Smilisca baudinii*; F) Macho y hembra *Malacoptila panamensis* copulando; G-H) *Psilorhinus morio* alimentándose de una Iguana *iguana*. Photos: Silvano López (A, B, C, E, F), Pierre Charruau (D, G, H).

Figure 1 (previous page). Photography of bird-herpetofauna interactions in the Usumacinta river basin, México. A-B) *Pseudastur albicollis* feeding on *Sceloporus serrifer*; C) *Harpagus bidentatus* feeding on *Sceloporus serrifer*; D) *Tigrisoma mexicanum* feeding on a snake; E) A male *Malacoptila panamensis* feeding on a *Smilisca baudinii*; F) A male and a female *Malacoptila panamensis* copulating; G-H) *Psilorhinus morio* preying on a young Iguana *iguana*. Photos: Silvano López (A, B, C, E, F), Pierre Charruau (D, G, H).

et al., 2019; Charruau et al., 2022). It contains a great variety of vegetation types and diverse ecosystems such as forests, jungles, plains and mangroves (Meave et al., 2022). These characteristics favor the complexity of interspecific interactions and in particular of food webs. In this context, in this paper we present 10 occasional records of predatory interactions between herpetofauna (reptiles and amphibians) and bird species, recorded between 2012 and 2021, in the Usumacinta river basin. The scientific and common names of birds, reptiles and amphibians follow the nomenclature of the American Ornithological Society checklist (<https://checklist.americanornithology.org/>, Chesser et al., 2022), the reptile database (<http://www.reptile-database.org/>, Uetz et al., 2022), and Amphibian Species of the World (<https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>, Frost, 2023), respectively.

Observation 1. White Hawk (*Pseudastur albicollis*) predation on Rough-scaled Lizard (*Sceloporus serrifer*). At 12:46 h on 11 November 2012, Silvano López observed and photographed a White Hawk hunting and feeding on a Rough-scaled Lizard in Yaxchilán Natural Monument, on the banks of the Usumacinta river (Lat. 16.897054°, Long. -90.964769°, WGS84, 150 m a.s.l.). The hawk was first detected when it perched in a 10 m high tree, below the forest canopy. While perched, the White Hawk tore the lizard with its beak while holding the body with its claws (Figs. 1A-B). The hawk remained on the perch for 15 min feeding, then flew out of the observers' detection range. The White Hawk is a silent perch hunter and is considered to have a "reptilian" diet, consisting primarily of snakes, lizards, frogs, small mammals, large insects, and occasionally birds (Stiles & Skutch, 2007; Draheim et al., 2012; Whitacre, 2012). Draheim et al. (2012) recorded the following lizards species in the diet of *P. albicollis*: Schwartz's Skink (*Mesoscincus schwartzei*), Eastern Casquehead Iguana (*Laemanctus longipes*), Hernandez's Helmeted Basilisk (*Corytophanes hernandesii*), several species of the lizards of the genera *Anolis*, *Ameiva* spp., and Brown Basilisk (*Basiliscus vittatus*). Our observation would represent the first documented White Hawk predation on *Sceloporus serrifer*.

Observation 2. Double-toothed Kite (*Harpagus bidentatus*) predation on Rough-scaled Lizard (*Sceloporus serrifer*). At 12:01 h on 26 March 2014, Silvano López observed and photographed a Double-toothed Kite hunting and feeding on a Rough-scaled

Lizard in Yaxchilán Natural Monument, on the banks of the Usumacinta river (Lat. 16.875233°, Long. -90.974814°, WGS84, 150 m a.s.l.). The kite was detected perched on a horizontal wooden vine 20m high below the forest canopy. While perched the Double-toothed Kite tore the lizard with its beak while holding the body with its claws (Fig. 1C). According to Schulze et al. (2012), the diet of the Double-toothed Kite is mainly composed of insects (54%) and lizards (42.9%). Of the lizards reported in the diet of *H. bidentatus* are anolis, geckos, helmeted basilisks and scincids (Schulze et al., 2012; Whitacre, 2012). Our observation represents the first record of hunting and feeding by a Double-toothed Kite on a *Sceloporus* lizard, expanding the list of reptiles known to be preyed upon by the raptor.

Observation 3. Bare-throated Tiger-Heron (*Tigrisoma mexicanum*) predation on snake. According to Selas (2001), some reptiles, such as snakes, are easier prey for birds to capture, which implies lower energy expenditure. The Bare-throated Tiger-Heron generally inhabits fresh or brackish water areas without waves (MacKinnon, 2017), preferring open habitats and large bodies of water such as river banks, edges of estuaries and lakes, ponds, marshes and mangroves (Stiles & Skutch, 2007). Here we describe the record of predation of an undetermined species of snake by a Bare-throated Tiger-Heron in the ejido El Cometa (Lat. 18.517194°, Long. -92.425779°, WGS84, 0 m a.s.l.) in the municipality of Frontera, state of Tabasco, Mexico. On September 20, 2014 at 17:12 h, a juvenile individual of Bare-throated Tiger-Heron was observed holding a snake in its beak at the edge of a body of water in a pasture (Fig. 1D), the heron was moving away from the body of water and it could not be determined if it ended up eating it.

Observation 4. White-whiskered Puffbird (*Malacoptila panamensis*) predation on Common Mexican Treefrog (*Smilisca baudinii*). Puffbirds belong to the family Bucconidae which is a Neotropical family of forest or forest-edge birds (Howell & Webb, 1995). Their diet consists primarily of insects, other small invertebrates, and frogs and lizards (Stiles & Skutch, 2007). At 10:18 h on 12 April 2017, Silvano López observed an adult male White-whiskered Puffbird hunting and feeding on a Common Mexican Treefrog in Yaxchilán Natural Monument, on the banks of the Usumacinta river (Lat. 16.897054°, Long. -90.964769°,

WGS84, 150 m a.s.l.). The White-whiskered Puffbird was first detected perching on a 3 m high vine in the lower stratum of the forest. While perched, the puffbird held the frog in its beak and tapped it on the vine before eating it (Fig. 1E). After feeding, the same male was seen copulating with an adult female on a nearby liana (Fig. 1F).

Observation 5. Brown Jay (*Psilorhinus morio*) predation on Green Iguana (*Iguana iguana*). The Brown Jay is a bird of the family Corvidae, considered a generalist and omnivorous species as far as its diet is concerned; thus, most of the time they look for their food in trees, but they have no problem getting down to the ground. They generally feed on insects, fruits, a wide variety of invertebrates and vertebrates, with a preference for lizards. On June 29, 2017 at 18:35 h, at Rancho San Román, municipality of Palizada, state of Campeche, Mexico (Lat. 18.112599°, Long. -92.093182°, WGS84, 5 m a.s.l.), an individual of Brown Jay was observed hunting a juvenile Green Iguana. It captured it among the branches of a bush, and when it had it well secured by the neck (Fig. 1G), it lowered it to the ground and then climbed up another tree to feed on it (Fig. 1H). Iguanas are primarily herbivores and spend most of the day among the branches and canopy of trees or bushes to feed and bask in the sun. When in danger they often use their tail as a whip, however, survival success also depends on their ability to hide among vegetation, their ability to climb and even to fall and run at high speed. Its main predators apart from humans are considered to be felines, snakes, coatis, raccoons, dogs, domestic cats and birds, among which the Great-tailed Grackle (*Quiscalus mexicanus*) (Cupul-Magaña et al., 2018; Cruz-Sáenz et al., 2020) and the Yellow-crowned Night-heron (*Nyctanassa violacea*) stand out (Engeman et al., 2005).

Observation 6. Crested Caracara (*Caracara cheriway*) feeding on Mesoamerican Slider (*Trachemys venusta*) carcass. On September 23, 2017 at 11:23 h on the entrance road to the area known as La Veleta (Lat. 18.631914°, Long. -92.385231, WGS84, 2 m a.s.l.) in the municipality of Campeche, Campeche State, Mexico, a Crested Caracara was observed feeding on the carcass of a Mesoamerican Slider (Figs. 2A-B) with a carapace length of 20-25 cm. The Crested Caracara is a medium-sized raptor, with generalist and opportunistic habits, feeding mainly on carrion but also

including a variety of live prey such as small and medium-sized vertebrates and even insects (Ramírez-Albores et al., 2017). The Mesoamerican Slider is a species of freshwater turtle native to southern Mexico, Belize, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panama and Colombia (Legler, 1990); it is commonly found in aquatic environments such as reservoirs, lagoons and rivers, preferring calm, permanent waters with a certain depth, vegetation and sunbathing areas. There are reports of predation of turtles by some old world bird species such as *Ardea cinerea* (Ehrlich, 2008; Martínez-Silvestre et al., 2020), *Corvus albus* (Fincham & Lambrechts, 2014), and *Pica pica* (Martínez-Silvestre & Soler-Massana, 2000). Although the size of the turtle is a determining factor in predation by birds, unlike ardeids, raptors and scavengers such as the Crested Caracara can consume carcasses they find, where the weight and size of the turtle is not a determining factor. As may be the case in our record since we did not observe if the Crested Caracara captured and killed the turtle.

Observation 7. Interactions between Snapping Turtle (*Chelydra rossignonii*), Black-bellied Whistling-Duck (*Dendrocygna autumnalis*), and Morelet's Crocodile (*Crocodylus moreletii*). On August 20, 2018 at 7:41 h, an interaction between a Snapping Turtle, a Black-bellied Whistling-Duck, and a Morelet's Crocodile was observed in the Lacanjá lagoon (Lat. 16.402596°, Long. -90.758045°, WGS84, 131 m a.s.l.), Montes Azules Biosphere Reserve, state of Chiapas, Mexico. This event was recorded and a 45-second video was obtained. In the first 30 seconds, the turtle can be seen to have trapped a duck, biting its legs, and the duck tries to flee by flapping its wings and squawking in alarm mode (Fig. 2C). After several attempts by the duck we observe the arrival of an adult Morelet's Crocodile that pounced on both species, trying first to capture the duck (Fig. 2D), which fled flying after the turtle released it, and then the turtle (Fig. 2E), which fled as well. This sequence lasts six seconds. In the last nine seconds, the crocodile can be seen standing still and then leaving.

Predator-prey interactions are difficult to observe because they are unpredictable events in time and space, very often occurring at short intervals (Lawrence & Peterson, 2010). Therefore, having captured an event involving three species in

Figura 2 (siguiente página). Fotografías de interacciones entre reptiles y aves en la cuenca del río Usumacinta. A) Cadáver de *Trachemys venusta*; B) *Caracara cheriway* alimentándose del cadáver de *T. venusta*; C) *Chelydra rossignonii* sujetando la pata de un individuo de *Dendrocygna autumnalis*; D) *Crocodylus moreletii* tratando de capturar a *Dendrocygna autumnalis*; E) *Crocodylus moreletii* tratando de capturar a *Chelydra rossignonii*. Fotos: Pierre Charruau (A, B), Alan Monroy Ojeda (C, D, E).

Figure 2 (next page). Photography of bird-reptile interactions in the Usumacinta river basin, México. A) Carcass of *Trachemys venusta*; B) *Caracara cheriway* feeding on the carcass of *T. venusta*; C) *Chelydra rossignonii* holding the leg of an individual of *Dendrocygna autumnalis*; D) *Crocodylus moreletii* trying to capture the *Dendrocygna autumnalis* individual; E) *Crocodylus moreletii* trying to capture the *Chelydra rossignonii* individual and *Dendrocygna autumnalis* escaping. Photos: Pierre Charruau (A, B), Alan Monroy Ojeda (C, D, E).

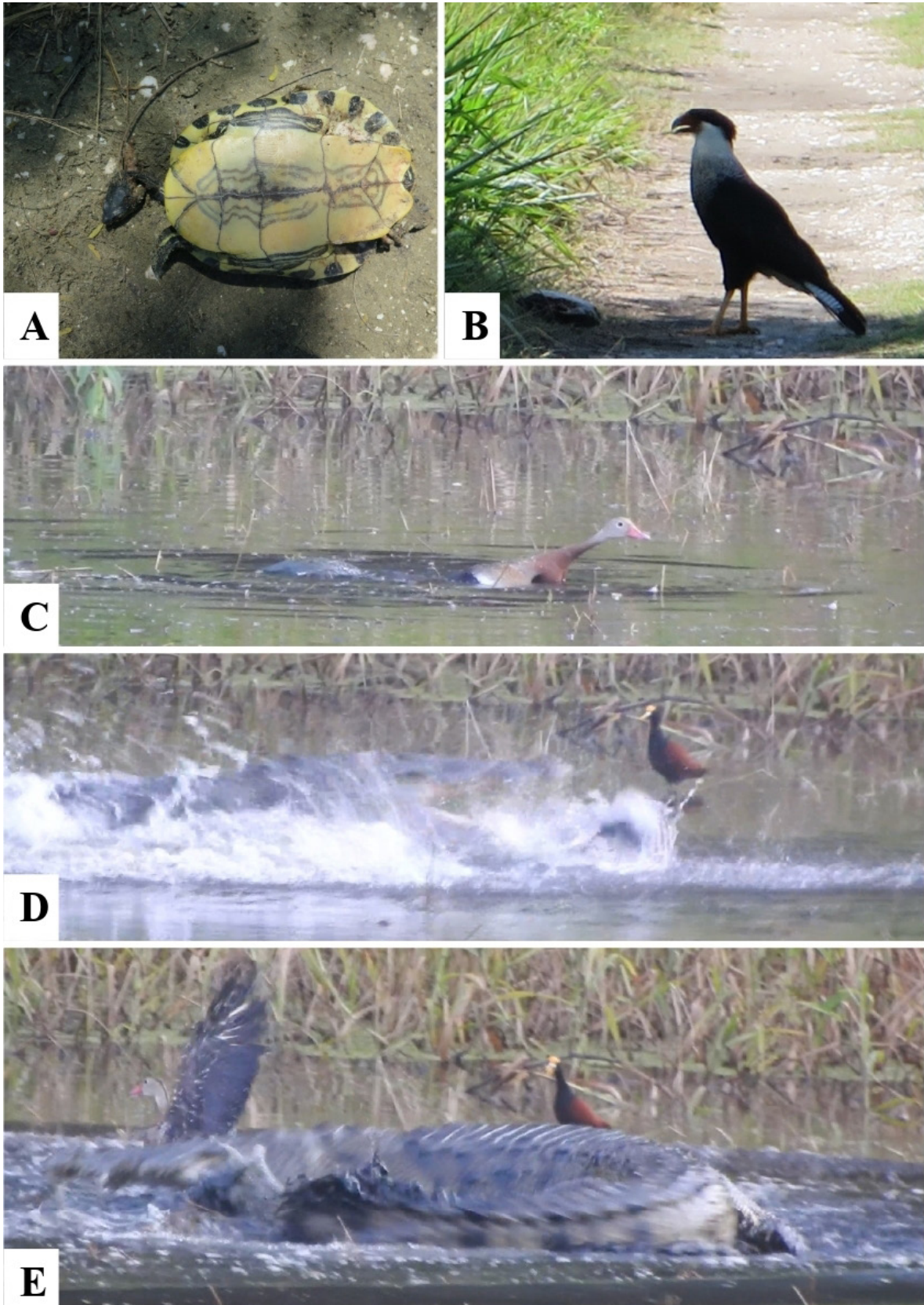




Figura 3. Fotografías de interacciones entre reptiles y aves en la cuenca del río Usumacinta. A) *Tigrisoma mexicanum* sujetando a una cría de *Crocodylus moreletii*; B) *Tigrisoma mexicanum* sosteniendo en su pico a un ejemplar de *Coniophanes quinquevittatus*; C-D) *Buteo plagiatus* alimentándose de una *Iguana iguana*. Fotos: Victor M. Santiago Plata (A), Freddy Pérez Garduza (B), Francisco Centeno (C, D).

Figure 3. Photography of bird-reptile interactions in the Usumacinta river basin, México. A) *Tigrisoma mexicanum* holding a hatchling of *Crocodylus moreletii* in its beak; B) *Tigrisoma mexicanum* holding a specimen of *Coniophanes quinquevittatus* in its beak; C-D) *Buteo plagiatus* feeding on *Iguana iguana*. Photos: Victor M. Santiago Plata (A), Freddy Pérez Garduza (B), Francisco Centeno (C, D).

one body of water is of utmost importance. The aquatic habits of these three species made them converge at this site and although there was no successful predation during the observation we obtained valuable information about the relationship between these species. There are antecedents of predation of species of the family Anatidae by turtles of the genus *Chelydra* (Kenow et al., 2009; Davis, 2017) but this could be the first observation of attempted predation by *Chelydra rossignonii* on *Dendrocygna autumnalis*. For its part, *Crocodylus moreletii* is known to integrate waterfowl and turtles into its diet (Pérez-Higareda et al., 1989; Platt et al., 2006). However, in our case it is very likely that the crocodile was only trying to prey on the duck. Snapping Turtles are large turtles, such as the individual observed here, and even though the crocodile observed is also large, the size and hardness of the turtle's shell prevents the crocodile from ingesting or breaking it.

Observation 8. Bare-throated Tiger-Heron (*Tigrisoma mexicanum*) predation on Morelet's Crocodile (*Crocodylus moreletii*). We report on the predation of a hatchling Morelet's Crocodile by a Bare-throated Tiger-Heron (Fig. 3A) in the state of Tabasco, southern Mexico. At 12:00 h on 27 August 2018, a camera trap placed on the banks of La Gloria stream in the community of Bitzales seventh section in the municipality of Macuspana (Lat. 18.07489°, Long. -92.506938°, WGS84, 8 m a.s.l.), captured several images where an adult individual of Tiger Heron is observed with a Morelet's Crocodile hatchling in its beak, first held by the base of the head and in another image from the base of the tail. *Crocodylus moreletii* is known to inhabit mainly fresh or brackish waters with slow currents and abundant vegetation cover, and like the Tiger Heron lives in lagoons, rivers, dams, swamps, marshes and canals, and is relatively abundant in the region (Platt et al., 2010; Flores-Escalona et al., 2021). Crocodiles participate in the dynamics of trophic processes regardless of their size and life stage, since as adults they are effective predators of various groups, but in early stages (i.e., eggs, hatchlings) they serve as food for larger mammals, birds and fish (Somaweera et al., 2013). In crocodylians, the vulnerability of hatchlings to predators is reduced by different adaptations: parental protection that can occur for days to years depending on the species, secretive and aggregatory behaviors of hatchlings, and morphological traits such as color patterns and dermal armor (Somaweera et al., 2013). *Crocodylus moreletii* hatchlings were already recognized as part of the Bare-throated Tiger-Heron diet (Álvarez del Toro, 1974; Somaweera et al., 2013).

Observation 9. Bare-throated Tiger-Heron (*Tigrisoma mexicanum*) predation on Fife-striped Snake (*Coniophanes quinquevittatus*). This is the third time that the Bare-throated

Tiger-Heron is mentioned as the predator species in this study. Although in its description it is common to mention that Bare-throated Tiger-Heron feeds on fish, crabs, amphibians, small mammals and some reptiles, when they refer to snakes they mention it in a general way since it is often not possible to identify the species preyed upon (see observation 3). On this occasion we had the opportunity to observe the predation and identify the snake species, which in this case is a Fife-striped Snake (Fig. 3B). This species of snake is terrestrial and semi-aquatic, inhabits permanent or seasonal bodies of water and bases much of its diet on aquatic species such as freshwater prawns (Pérez-Higareda et al., 2007). The image was captured with a camera trap installed for a crocodile nest study, in an area of the Unidad de Manejo Ambiental (UMA) Nicté-ha in Ciudad del Carmen, state of Campeche, Mexico (Lat. 18.268868°, Long. -91.673978°, WGS84, 0 m a.s.l.), on September 15, 2019 at 18:50 h. Although the photo does not show the Tiger Heron swallowing the snake, it can be seen that it is holding it in its beak.

Observation 10. Gray Hawk (*Buteo plagiatus*) predation on Green Iguana (*Iguana iguana*). Gray Hawks are bold and dashing raptors and their diet consists primarily of lizards, small birds, and occasionally insects and small mammals (Clark & Schmitt, 2017). At 10:31 h on 21 August 2021, Francisco Centeno observed and photographed a Gray Hawk hunting a Green Iguana in Yaxchilán Natural Monument, on the banks of the Usumacinta river (Lat. 16.870087°, Long. -90.981469°, WGS84, 110 m a.s.l.). The hawk was first detected when it perched on a 7 m leafless tree next to the river. The hawk was holding with his left foot a live juvenile Green Iguana that was resisting and trying to break free (Fig. 3C). Then, the hawk took several bites on the neck and sides of the iguana (Fig. 3D).

The observations described show interspecific interactions with feeding purposes of eight bird species (four raptors, one heron, one jay, one duck, and one puffbird) with seven reptile species (two of snake, two of turtle, two of lizard, and one of crocodile) and one amphibian species, providing new information on the trophic relationship between birds and herpetofauna in the Usumacinta river basin.

Acknowledgements- This work was financed by projects FOMIX TAB-2012-CO2-194316: Retos para la Sustentabilidad en la Cuenca del río Usumacinta en Tabasco: Ecosistemas, Cambio Climático y Respuesta Social; FORDECYT 273646: Cambio Global y Sustentabilidad en la Cuenca del Usumacinta y Zona Marina de influencia. Bases para la Adaptación al Cambio Climático y la Gestión del Territorio, and PROCER-2018: Identificación y Mitigación de Amenazas para la Conservación de la Nutria de Río

en Pantanos de Centla. We thank Marco Antonio López Luna for his help in the identification of snake species. We thank Silvano López, Francisco Centeno and Siyaj Chan for their contribution to this manuscript.

CITED LITERATURE

- Álvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México: estudio comparativo. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.
- Arim, M. & P.A. Marquet. 2004. Intraguild predation: a widespread interaction related to species biology. *Ecology Letters* 7:557-564.
- Brose, U., P. Archambault, A.D. Barnes, L.-E. Bersier, T. Boy, J. Canning-Clode, et al. 2019. Predator traits determine food-web architecture across ecosystems. *Nature Ecology & Evolution* 3:919-927.
- Carabias, J., J. de la Maza & R. Cadena (Coords.). 2015. Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias. *Natura y Ecosistemas Mexicanos*, México.
- Charruau, P., I. Michallet & C. Monzón Alvarado (Coords.). 2022. Los Sedimentos de la Cuenca del Usumacinta en 12 Preguntas. El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Chesser, R. T., S. M. Billerman, K. J. Burns, C. Cicero, J. L. Dunn, B. E. Hernández-Baños, R. A. Jiménez, A. W. Kratter, N. A. Mason, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, Jr., D. F. Stotz & K. Winker. 2022. Check-list of North American Birds (online). American Ornithological Society. <https://checklist.americanornithology.org/taxa/> [March 2023]
- Clark, W. & N.J. Schmitt. 2017. *Raptors of Mexico and Central America*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Costa, H.C., L.E. Lopes, B. de Freitas Marçal & G. Zorzín. 2014. The reptile hunter's menu: A review of the prey species of laughing Falcons, *Herpetotheses cachinnans* (Aves: Falconiformes). *North-Western Journal of Zoology* 10:445-453.
- Cruz-Sáenz, D., D. Lazcano, J.O. Ríos-Martínez, J.A. García-Salas, A. Rodríguez-López & L.D. Wilson. 2020. Notes on the Herpetofauna of Western Mexico 24: Predation on *Lithobates neovolcanicus* (Hillis & Frost, 1985) by *Quiscalus mexicanus* (Gmelin, 1788) in the Gardens of Guadalajara Zoo, Jalisco, Mexico. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 55:153-157.
- Cupul-Magaña, F.G., F. Mc Cann & A.H. Escobedo-Galván. 2018. Observaciones generales de la dieta del zanate mexicano *Quiscalus mexicanus* en Puerto Vallarta, México. *Huitzil* 19:96-99.
- Davis, D.R. 2017. *Chelydra serpentina* (Snapping Turtle). *Diet*. *Herpetological Review* 48:174-175.
- De la Maza, J. & J. Carabias (Eds.). 2011. *Usumacinta: Bases para una política de sustentabilidad ambiental*. México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, *Natura y Ecosistemas Mexicanos*.
- Draheim, G.S., D.F. Whitacre, A.M. Enamorado, O.A. Aguirre & A.E. Hernández. 2012. White Hawk. Pp 120-138. In D. F. Whitacre (Ed.), *Neotropical Birds of Prey: Biology and Ecology of a Forest Raptor Community*. Cornell University Press, Ithaca, USA.
- Ehrlich, M. 2008. Intento de depredación de la garza real (Ardeacinerea) sobre un galápago exótico. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 19:57-58.
- Engeman, R.M., E.M. Sweet & H.T. Smith. 2005. *Iguana iguana* (Green Iguana). *Predation*. *Herpetological Review* 36:320.
- Fincham, J.Z. & N. Lambrechts. 2014. How many tortoises do a pair of pied crows *Corvus alba* need to kill to feed their chicks? *Ornithological Observations* 5:135-138.
- Flores-Escalona, C.I., P. Charruau, M.A. López-Luna, C.E. Zenteno-Ruiz, J.A. Rangel-Mendoza & C. Peralta-Carreta. 2021. Population status and habitat preference of *Crocodylus moreletii* Duméril & Bibron, 1851 (Crocodylia: Crocodylidae) within the limits of two protected natural areas in southeastern Mexico. *Herpetology Notes* 14:55-62.
- Frost, D.R. 2023. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.1. Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- Howell, S.N.G. & S. Webb. 1995. *A Guide to the Birds of México and Northern Central America*. Oxford University Press, Oxford, USA.
- Kenow, K.P., J.M. Kapfer & C.E. Korschgen. 2009. Predation of radio-marked mallard (*Anas platyrhynchos*) ducklings by Eastern



- Snapping Turtles (*Chelydra serpentina serpentina*) and Western Fox Snakes (*Pantherophis vulpinus*) on the upper Mississippi River. *Journal of Herpetology* 43:154-158.
- Lawrence, D. & S.L. Peterson. 2010. Common Snapping Turtle preys on an adult Western Grebe. *Waterbirds* 33:105-109.
- Legler, J.M. 1990. Chapter 7. The genus *Pseudemys* in Mesoamerica: taxonomy, distribution, and origins. Pp. 82-105. In J. Whitfield Gibbons (Ed.), *Life History and Ecology of the Slider Turtle*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA.
- Lourenço, R., V. Penteriani, J.E. Rabaça & E. Korpimäki. 2014. Lethal interactions among vertebrate top predators: a review of concepts, assumptions and terminology. *Biological Reviews* 89:270-283.
- MacKinnon, B. 2017. *Sal a Pajarear Yucatán. Guía de Aves. 2da Edición*. La Vaca Independiente, México.
- Martínez-Silvestre, A. & J. Soler Massana. 2000. Comportamiento depredatorio de la urraca (*Pica pica*) sobre puestas y neonatos de *Testudo hermanni*. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 11:69-71.
- Martínez-Silvestre, A., A.S. Artigas, D.F. Ferré & J. Soler-Massana. 2020. Confirmación de depredación de garza real (*Ardea cinerea*) sobre un galápagos exótico americano. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 31:22-24.
- Meave J.A., J.A. Gallardo-Cruz, C.A. Méndez Hernández, R. Martínez-Camilo, M.E. Véliz Pérez & J. Carabias (Coords.). 2022. Tipos de vegetación de la cuenca del río Usumacinta. Universidad Iberoamericana A.C., México.
- Palomares, F. & T.M. Caro. 1999. Interspecific killing among mammalian carnivores. *The American Naturalist* 153:492-508.
- Pérez-Higareda, G., M.A. López-luna & H.M. Smith. 2007. Serpientes de la Región de Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. Guía de identificación ilustrada. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Pérez-Higareda, G., A. Rangel-Rangel & H.M. Smith. 1989. Comments on the food and feeding habits of Morelet's crocodile. *Copeia* 1989:1039-1041.
- Platt, S.G., L. Sigler & T.R. Rainwater. 2010. Morelet's Crocodile *Crocodylus moreletii*. Pp. 79-83. In S.C. Manolis & C. Stevenson (Eds.), *Crocodyles. Status Survey and Conservation Action Plan. 3rd Edition*. Crocodile Specialist Group, Darwin, Australia.
- Ramírez-Albores, J.E., T. Tinajero & L. Chapa Vargas. 2017. Cara a cara con el quebrantahuesos. *Biodiversitas* 130:12-16.
- Saavedra Guerrero, A., D.M. López López & L.A. Castellanos Fajardo. 2019. Análisis Integral del Paisaje Elementos conceptuales y Metodologías: Estudios de caso Cuenca del Río Usumacinta. Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, México.
- Selas, V. 2001. Predation on reptiles and birds by the common buzzard, *Buteo buteo*, in relation to changes in its main prey, voles. *Canadian Journal of Zoology* 79:2086-2093.
- Sergio, F. & F. Hiraldo. 2008. Intraguild predation in raptor assemblages: a review. *Ibis* 150:132-145.
- Schulze, M.D., J.L. Córdova, N.E. Seavy & D. Whitacre. 2012. Double-toothed Kite. Pp 68-81. In D. F. Whitacre (Ed.), *Neotropical Birds of Prey: Biology and Ecology of a Forest Raptor Community*. Cornell University Press, Ithaca, USA.
- Somaweera, R., M. Brien & R. Shine. 2013. The role of predation in shaping crocodylian natural history. *Herpetological Monograph* 27:23-51.
- Stiles, F.G. & A.F. Skutch. 2007. *Guía de Aves de Costa Rica*. INBio, Costa Rica.
- Uetz, P., P. Freed, R. Aguilar, F. Reyes & J. Hošek (Eds.). 2022. The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, [November 2022]
- Whitacre, D.F. (Ed). 2012. *Neotropical birds of prey: biology and ecology of a forest raptor community*. Cornell University Press, Ithaca, USA.



SPHAERODACTYLUS HOMOLEPIS (SQUAMATA: SPHAERODACTYLIDAE)

CHRISTIAN G. HERRERA-MARTÍNEZ^{1,2,3*} & ALEXANDER GÓMEZ-LÉPÍZ⁴

¹Asesoría en Gestión de la Biodiversidad (AGB), San José, Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0003-1171-4183>

²Programa de Maestría en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad, Escuela de Posgrado, CATIE, 30501, Turrialba, Cartago, Costa Rica.

³Posgrado Regional en Ciencias Veterinarias Tropicales, Universidad Nacional, 304-3000, Heredia, Costa Rica.

⁴Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Apartado 1350-300, Heredia, Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0001-5309-2939>

*Correspondence: christian.herrera@agbcr.org

Received: 2022-02-17. Accepted: 2023-03-07. Published: 2023-03-30.

Editor: Carlos Alberto Hernández Jiménez, México.

Costa Rica: Provincia de Heredia: Cantón de Heredia, Los Ángeles, Concepción de San Rafael (10.031869° N, 84.081781° W, WGS 84, 1478 m s.n.m., Fig. 1.), 27 de enero del 2022 a las 18:17 h. Este registro representa el primer reporte del gecko enano caribeño

Sphaerodactylus homolepis Cope, 1886 en el Valle Central de Costa Rica, específicamente en la zona de vida Bosque Húmedo Premontano (bh-P), piso altitudinal Premontano (Holdridge, 1967; Bolaños et al., 2005). Las localidades más cercanas se

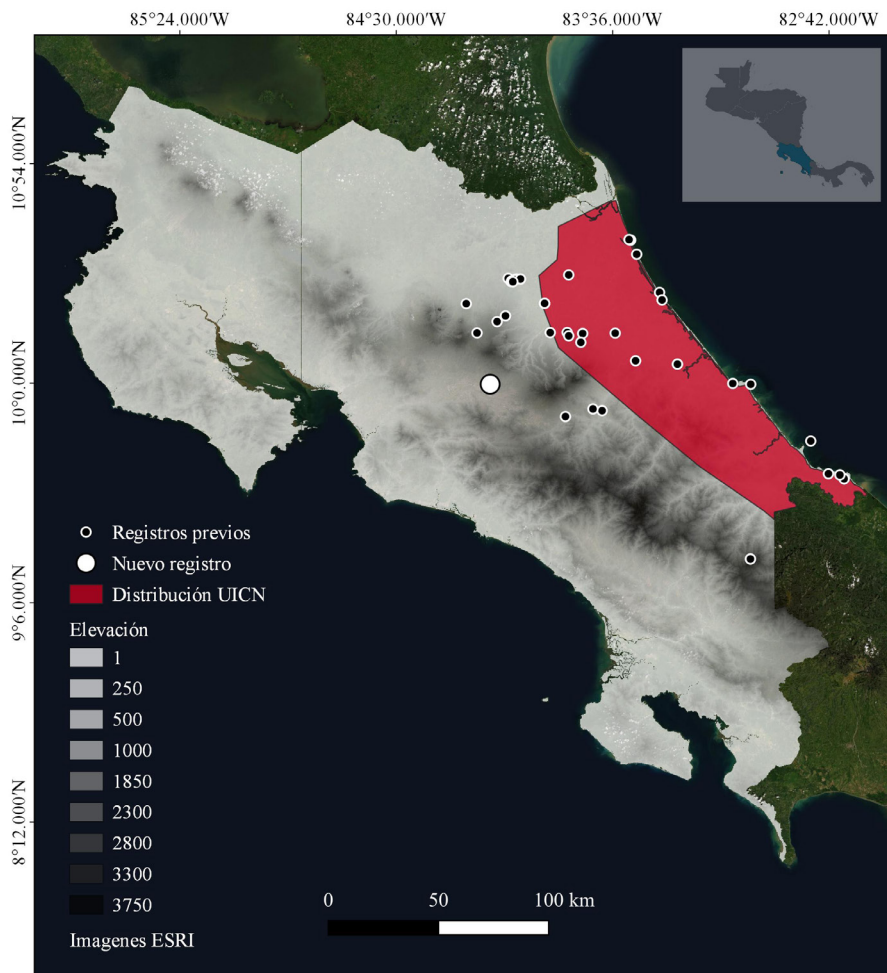


Figure 1. Geographic distribution of *Sphaerodactylus homolepis* in Costa Rica. Black dots represent previous reports (GBIF, 2021) and the white dot represents new report of the species. Geographic coordinate system WGS84. Map made in QGIS 3.4.15 with vector files from the Atlas of Costa Rica (Ortiz, 2014) and the distribution of the species according to IUCN (NatureServe and IUCN, 2013) and ESRI satellite images (©2022 ESRI).

Figura 1. Distribución geográfica de *Sphaerodactylus homolepis* en Costa Rica. Los puntos negros representan los registros previos (GBIF, 2021) y el punto blanco el nuevo registro de la especie. Sistema de coordenadas geográficas WGS84. Mapa realizado en QGIS 3.4.15 con archivos vectoriales del Atlas de Costa Rica (Ortiz, 2014) y la distribución de la especie según IUCN (NatureServe and IUCN, 2013) e imágenes satelitales de ESRI (©2022 ESRI).



Figure 2. Individual of *Sphaerodactylus homolepis* in Concepción de San Rafael, Heredia, Costa Rica.

Figura 2. Individuo juvenil de *Sphaerodactylus homolepis* en Concepción de San Rafael, Heredia, Costa Rica.

encuentran en Cinchona, Provincia de Alajuela, a 21.8 km de distancia en línea recta en dirección noroeste, representada por un individuo colectado en 1962 (LACM 147950; GBIF, 2022; Fig. 1.) y la observación de un individuo a 36 km de distancia en línea recta en dirección sureste en la Provincia de Cartago (iNaturalist No: 8868778). En la provincia de Heredia la especie se ha reportado en la Reserva Biológica Tirimbina, La Virgen, a 155 m de elevación (UCR 23074; Hilje et al., 2020), en Río Frío (Harris & Kluge, 1984) y en la Estación Biológica La Selva, Puerto Viejo de Sarapiquí (Guyer & Donnelly, 2005).

El individuo del presente registro fue observado y fotografiado cuando se realizaban labores de jardinería en un terreno baldío con vegetación arbustiva en un área residencial densamente poblada. El individuo se identificó siguiendo los caracteres propuestos por Kohler (2008): escamas dorsales y parietales

fuertemente aquilladas. Los machos adultos de esta especie se caracterizan por tener la cabeza rayada, manchada o reticulada de color amarillo brillante al igual que la cola. Las hembras y los juveniles son de color variable, predominantemente de color marrón crema con pequeñas manchas dorsales oscuras transversales en el cuerpo y la cola (Cope, 1886; Savage, 2002; Leenders, 2019; Fig. 2.).

El registro fotográfico en esta nota se encuentra depositado en el Catálogo Digital del Museo de Zoología de la Universidad Nacional (UNA-MZR: 00002; Fig. 2.). El individuo de la presente observación fue identificado como un juvenil, debido a que se caracterizan por presentar dos bandas negras en el cuello, entre la cabeza y los hombros, las cuales ayudan a distinguir esta especie de otros individuos de patrón similar, principalmente *Sphaerodactylus millepunctatus* Hallowell, 1861, (Leenders, 2019).

Sphaerodactylus millepunctatus tiene menos bandas oscuras en el cuerpo, y por lo general sólo muestra una marca negra con un contorno pálido en la región del hombro y otra en la zona de la pelvis (Leenders, 2019). Sin embargo, la similitud entre ambas especies ha creado bastante confusión en su identificación (Leenders, 2019), así como en su rango de distribución. *Sphaerodactylus homolepis* se distribuye en las tierras bajas del Atlántico desde el sureste de Nicaragua atravesando la vertiente Caribe de Costa Rica y Panamá, hasta llegar al noroeste de Colombia (Harris & Kluge, 1984; Savage, 2002; Guyer & Donnelly, 2005; Kohler, 2008; Sunyer, 2014; Grisales-Martínez & Rendón-Valencia, 2019). Habita en bosques húmedos y muy húmedos de tierras bajas de la vertiente atlántica en un rango altitudinal por debajo de los 745 m s.n.m. (Savage, 2002; Köhler, 2008; Acosta-Chávez et al., 2013).

En Costa Rica se considera una especie relativamente común en su rango de distribución, pero difícil de registrar por su tamaño pequeño y sus hábitos conspicuos (p.ej. Abellá et al., 2008; Guyer & Donnelly, 2005; Bonilla et al., 2013; Hilje et al., 2020), ya que habita principalmente en la hojarasca de bosques poco alterados (Leenders, 2019). Por lo tanto, el presente registro amplía el rango de distribución latitudinal de la especie en 21.8 km al oeste y el rango altitudinal en 733 m s.n.m. Además, aporta información relevante sobre sus hábitos y su resiliencia a la perturbación, ya que fue observada en un área densamente poblada. Aunque se considera una especie de preocupación menor (Acosta-Chávez et al., 2013), recientemente fue incluida en el listado de prioridades de conservación de las especies endémicas de herpetofauna de Centro América (Mata-Silva et al., 2019).

Debido a la escasa información disponible en el país (Taylor, 1956; Savage, 2002; Guyer & Donnelly, 2005; Leenders, 2019) y en la región Centroamericana (Cope, 1886; Harris & Kluge, 1984; Köhler, 2008), es fundamental generar más información sobre su historia natural, aspectos biológicos y ecológicos, dicha información es necesaria para evaluar la distribución y el estado de conservación actual de la especie.

Agradecimientos. - Se agradece a los revisores anónimos por los comentarios realizados para mejorar este manuscrito, a María Isabel Lépiz de la O por coleccionar el individuo para su posterior identificación. Este trabajo se llevó a cabo siguiendo los lineamientos para realizar investigaciones sobre biodiversidad en Costa Rica y las disposiciones de la Ley de Conservación de Vida Silvestre 7317 y Ley de Biodiversidad 7788.

LITERATURA CITADA

- Abellá, I., R. Gómez & M. López. 2008. Annotated amphibian and reptiles check-list of Pacuare nature reserve, Costa Rica. Boletín de la Asociación Herpetológica Española 19:64-67.
- Acosta, V., A. Batista, A. García, G. Saborío & J. Vargas. 2013. *Sphaerodactylus homolepis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T203176A2761476. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T203176A2761476.en>. [Consultado en febrero 2022].
- Bolaños, M.R., C.V. Watson & O.J. Tosi. 2005. Mapa Ecológico de Costa Rica (Zonas de vida). <http://www.cct.or.cr>, [Consultado en febrero 2022].
- Bonilla-Murillo, F., D. Beneyto & M. Sasa. 2012. Anfibios y reptiles de los pantanos dominados por la palma de yolillo *Raphia taedigera* (Arecaceae) en el noreste de Costa Rica. Revista de Biología Tropical 61:143-161.
- Cope, E.D. 1886. Thirteenth contribution to the herpetology of tropical America. Proceedings of the American Philosophical Society 23:271-287
- GBIF. 2022. *Sphaerodactylus homolepis* occurrence data. <https://doi.org/10.15468/39omei> [Consultado en febrero 2022].
- Grisales-Martínez, F. A & B. Rendón-Valencia. 2019. Registro del gecko caribeño *Sphaerodactylus homolepis* Cope, 1886 (Squamata: Sphaerodactylidae) en Colombia. Cuadernos de Herpetología. 33:41-43.
- Guyer, C., M.A. Donnelly. 2005. Amphibians and Reptiles of La Selva, Costa Rica, and the Caribbean Slope. A Comprehensive Guide. University of California Press, Berkeley, California, USA.
- Harris, D.M & A.G. Kluge. 1984. The *Sphaerodactylus* (Sauria: Gekkonidae) of Middle America. Occasional Papers of the Museum of Zoology University of Michigan 706:1-59.
- Hilje, B., G. Chaves, J. Klank, F. Timmerman, J. Feltham, S. Gillingwater, T. Piraino & E. Rojas. 2020. Amphibians and reptiles of the Tirimbina biological reserve: a baseline for conservation, research and environmental education in a lowland tropical wet forest in Costa Rica. Check List 16:1633-1655.
- Holdridge, L.R. 1967. Life Zone Ecology. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica.

- Köhler, G.K. 2008. Reptiles of Central America. 2nd Edition. Herpeton, Offenbach, Germany.
- Leenders, T. 2019. Reptiles of Costa Rica: A Field Guide. Zona Tropical Publications. Nueva York, USA.
- NatureServe and IUCN. 2013. *Sphaerodactylus homolepis*. <http://www.iucnredlist.org>. [Consultado en febrero 2022].
- Ortiz, E. 2014. Atlas Digital de Costa Rica (ATLASCR 2014). Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Savage, J.M. 2002. The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between Two Continents, between Two Seas. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- Sunyer, J. 2014. An updated checklist of the amphibians and reptiles of Nicaragua. Mesoamerican Herpetology 1:186-202.
- Taylor, E.H. 1956. A review of the lizards of Costa Rica. University of Kansas Science Bulletin 38:3-322.
- Mata-Silva, V., D.L. DeSantis, E. García-Padilla, J.D. Johnson & L.D. Wilson. 2019. The endemic herpetofauna of Central America: a casualty of anthropocentrism. Amphibian & Reptile Conservation 13:1-64.



ANUNCIOS

Agradecimientos a los Editores & Revisores 2022 – 144-147

LISTA DE AGRADECIMIENTO EDITORES & REVISORES 2022

La Revista Latinoamericana de Herpetología (RLH) está profundamente agradecida con l@s Editores y Revisores que dando su tiempo y sin remuneración económica han ayudado a mantener la calidad de los manuscritos publicados. Este es un reconocimiento a su labor. Así mismo hacemos un llamado a todos l@s interesad@s en formar parte de esta labor editorial para que la herpetología latinoamericana a través de la RLH siga creciendo.

Juan Gabriel Abarca Alvarado

Cristian Abdala

Aldemar Acevedo

Victos Acosta Chaves

Andrés Rymel Acosta Galvis

María Gabriela Agostini

Gustavo A. Agudelo-Cantero

César Aguilar

José Luis Aguilar-López

David Ramiro Aguillón-Gutiérrez

Javier Alvarado Díaz

Augusto Alves

Anthonie Ivanovich Andino Mazariegos

Gabriel Andrade Soto

Manuel Aranda Coello

Katyuscia Araujo-Vieira

Sandra Fabiola Arias Balderas

Diego Arias Montiel

Alejandro F. Arteaga

Luciano Ávila

Edgar Ahmed Bello Sánchez

Javier Arturo Benítez Moreno

Christian Said Berriozabal Islas

Claudio Borteiro

Taggert Butterfield

Andrea Caballero Gini

Hugo Cabral

Pier Cacciali

José Rancés Caicedo Portilla

Jonathan Campbell

Gustavo Campillo García

Dario Cardozo

Fahd Henry Carmona Torres

Juan F. C. Carrillo

Juan Manuel Carvajalino

Alessandro Catenazzi

Diego Chaparro Herrera

Gerardo Antonio Chaves Cordero

Yolocalli Cisneros Bernal

Thaís Condez

Carlos Eduardo Costa De Campos

Julio César Cruz

Raciel Cruz-Elizalde

Daniel Cruz-Sáenz

Sulamita Da Rocha

Ignacio De La Riva

Miguel Ángel De La Torre Loranca

Rafael O. de Sá

Saúl Domínguez Guerrero

Hublester Domínguez-Vega

Nazly Datniza Durán Peñaranda

Jazmín Enríquez Roa

Armando H. Escobedo Galván

Marissa Fabrezi

Ariadne Fares Sabbag

Leonardo Fernández Badillo

Camila Ferrara

Renato Filogonio

Bruno Fiorillo

Oscar A. Flores-Villela

Henrique Folly

Daniela Franco-Mena

Patricia Galina-Tessaro

Andrés García Aguayo

Mirna Grisel García Castillo

Jesús García Grajales

Luis García Prieto

Adrián García Rodríguez

Uri Omar García Vázquez

Carlos Garín

Ana Gatica Colima

Alejandro Giraudo

Tiago Gomes

Carlos Rodrigo Gómez-Alés

Adriana Judith Xóchitl González Hernández

Irene Goyenechea Mayer Goyenechea

Juan Manuel Guayasamin

Thais Guedes

Henrique Guimarães Riva

Martha Anahi Guizado Rodríguez

Paul David Alfonso Gutiérrez Cárdenas

Guadalupe Gutiérrez Mayén

Anibal Helios

Julio César Hernández Hernández

Carlos Alberto Hernández Jiménez

Omar Hernández Ordoñez

Victor Hugo Jiménez Arcos

Vanessa Kruth Verdade

Antoniera Labra Lillo

Rafael Alejandro Lara Resendiz

Esteban Lavilla

Julio Lemos

Gerardo Leynaud

Adrián Leyte Manrique

Javier López

Marco Antonio López Luna

Mariana L. Lyra

Rodrigo Macip Ríos

Ricardo Itzcóatl Maldonado Reséndiz

Raúl Maneyro

Javier Manjarrez

Norma Leticia Manríquez Moran

Adriana Manzano

Vicente Mata-Silva

Norberto Martínez Méndez

Marcio Martins

Regina Medina

Nancy Raquel Mejía-Domínguez

Adriana Méndez Bernal

Cinthya Mendoza Almeralla

Alexander Monico

Juliane Petry De Carli Monteiro

Ricardo Montero

Jorge Éufrates Morales

Lina Moreno Azocar

Marta Motte

Suelem Muniz Leão

Rubén Muzio

Sergio Naretto

Carlos Navas

Karina Núñez

Leticia Margarita Ochoa Ochoa

José Manuel Padial

Vivian Patricia Páez

Ricardo Palacios Aguilar

Ezequiel Palumbo

Danel Passos

Carlos Joaquin Pavón Vázquez

Andrea Paz

Nicolas Pelegrin

Ricardo J Pérez

Eduardo Octavio Pineda Arredondo

Paulino Ponce Campos

Nadya Pupin

Silvia Quinzio

Felipe Rabanal

Daniel Gerardo Ramirez Arce

Aurelio Ramírez Bautista

Edgar Reina Ponce

María Laura Ponsa

Ernesto Raya García

Claudio Reyes Olivares

Jacobo Reyes Velasco

Liliana Ríos

César A. Ríos Muñoz

Mauricio Rivera Correa

Sean Rovito

Margarita Ruiz De Gamboa

David Salazar

Laura Cecilia Sanchez

Laura Sánchez

Mahmood Sasa Marín

Gustavo Scrocchi

José Manuel Serrano

Israel Solano-Zavaleta

Mónica Soliz

Marco Alejandro Suárez Atilano

Ireri Suazo Ortuño

Armando Sunny

Javier Sunyer

Roberto Tenorio Mendoza

Mauricio Tepos Ramírez

Arturo Jonatan Torres Pérez Coeto

Jaime Troncoso-Palacios

Carmen Úbeda

Jenny Urbina

Anyelet Valencia-Aguilar

Fernando Vargas Salinas

Víctor Vásquez-Cruz

Juan Daniel Vásquez-Restrepo

Leopoldo Daniel Vásquez-Reyes

Julian A. Velasco

Nelson Velásquez Ivan Villalobos Juárez

Marvalee Wake

Guillermo Alfonso Woolrich Piña

Justin Yeager

Héctor Zumbado-Ulate

**Si existiera alguna omisión les pedimos encarecidamente se comuniquen al correo revista.latin.herpetologia@gmail.com

