



Taller del Grupo de Especialistas en Cocodrilos

América Central y las Islas del Caribe



24 al 26

septiembre de 2025

San Salvador, El Salvador

IUCN • Species Survival Commission

**Crocodile
Specialist
Group**



GOBIERNO DE
EL SALVADOR

MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE

I Taller Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilos (CSG/UICN) para América Central y las Islas del Caribe

24 al 26 de Septiembre de 2025 – San Salvador, EL SALVADOR

AUSPICIANTES

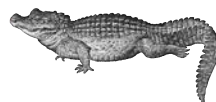


MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE



IUCN Species Survival Commission

**Crocodile
Specialist
Group**



Prólogo

La conservación de la vida silvestre, y en particular el estudio de especies emblemáticas como los cocodrilianos, requiere un esfuerzo sostenido, interdisciplinario y basado en la colaboración. Ese espíritu se vio claramente reflejado a fines de septiembre de 2025, cuando El Salvador fue sede del Taller Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilos (UICN-CSE) para América Central y las Islas del Caribe, reuniendo a representantes de numerosos países de la región. La amplia participación alcanzada marcó un punto de partida muy auspicioso para el fortalecimiento del trabajo conjunto en la región.

La organización del encuentro se llevó adelante en estrecha articulación entre la oficina regional del CSG para América Latina y las Islas del Caribe junto al Gobierno de El Salvador, a través de su Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Asimismo, se contó con el acompañamiento del Comité Directivo del CSG. La calidad de la infraestructura y tecnología como la adecuada logística y la activa participación de autoridades nacionales contribuyeron significativamente al desarrollo del taller, desde su apertura oficial, que incluyó las palabras del Ministro, el Sr. Fernando Andrés López Larreynaga y del Co-Chair del CSG, Alejandro Larriera.

Con un claro respaldo institucional, el taller reunió a más de 80 especialistas comprometidos con la conservación de los cocodrilianos. Previamente al inicio del evento, se llevó a cabo un taller práctico sobre el uso de drones aplicados al monitoreo de la biodiversidad, con foco en los cocodrilianos, promoviendo la incorporación de nuevas herramientas tecnológicas en el campo de la conservación.

Durante la primera jornada se presentaron los informes nacionales de Cuba, Costa Rica, Belice, Jamaica, El Salvador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, y República Dominicana. Aunque no fue posible contar con la presencia de representantes de Honduras, Haití y Puerto Rico, algunos participantes compartieron comentarios generales sobre las realidades de esos países

En ese contexto, Matthew Shirley (Presidente Regional del CSG para África Occidental y Central), Robinson Botero-Arias (miembro del CSG) y Pablo Siroski (Presidente Regional del CSG para América Latina y las Islas del Caribe), coordinaron dinámicas de trabajo grupal orientadas a la identificación de prioridades de conservación para las especies de la región.

En el segundo y tercer día se desarrollaron 35 ponencias científicas que abordaron una amplia diversidad de temáticas vinculadas a la conservación de cocodrilianos. Entre las instancias destacadas del encuentro, la mesa redonda “Mujeres en la Conservación” constituyó un espacio relevante de intercambio sobre trayectorias, donde Lucía Fernández, Treya Picking, Miryam Venegas-Anaya y Yairen Alonso con la coordinación de Marisa Tellez, tuvieron la oportunidad de compartir sobre sus visiones, desafíos y perspectivas en un ámbito históricamente con mayor proporción de hombres. La actividad permitió visibilizar experiencias y reflexionar sobre la importancia de promover entornos más inclusivos dentro de la disciplina, así como el reconocimiento del crecimiento del liderazgo femenino. En ese marco, se destacó la entrega del Premio “Castillo” a tres mujeres miembros del Grupo de Especialistas en Cocodrilos y la incorporación de dos mujeres al Comité Directivo y varias más a la Comisión Directiva del CSG. El mensaje compartido durante la mesa redonda fue claro: *la práctica científica debe desarrollarse en articulación con la empatía, la sensibilidad y la igualdad de género*.

En términos organizativos, el esfuerzo realizado para obtener fondos destinados a cubrir una parte significativa de las actividades permitió incluir todas las instancias de alimentación, favoreciendo un espacio más de intercambio social entre los participantes y fortaleciendo los vínculos profesionales.

El cierre del taller incluyó una salida de campo a Barra de Santiago y al Área Natural Protegida Playa Los Almendros, durante la cual se observaron varios ejemplares de *Crocodylus acutus*. La jornada continuó con un espacio de recreación y distensión en las playas de El Salvador, constituyendo un cierre acorde al éxito del evento.

En perspectiva, el taller cumplió con el objetivo general que era la necesidad de renovar y actualizar los contactos alineados a la visión regional del CSG, fortaleciendo una red de trabajo sólida y comprometida con la conservación de los cocodrilianos en América Latina y el Caribe.

Finalmente, se extiende un especial agradecimiento a Jordi Humberto Segura Yanes y a todo el equipo del Ministerio, cuya labor garantizó una organización eficiente del evento en todas sus etapas. Las páginas siguientes reflejan el trabajo colectivo desarrollado y constituyen un aporte al conocimiento y a la gestión de la biodiversidad, destacando la

importancia de integrar el rigor científico con enfoques colaborativos e inclusivos en este fascinante universo de los cocodrilianos.

Oficina Regional CSG - AL&C

Prologue

The conservation of wildlife, and particularly the study of emblematic species such as crocodilians, requires sustained, interdisciplinary, and collaborative effort. This spirit was clearly reflected at the end of September 2025, when El Salvador hosted the Regional Workshop of the IUCN SSC Crocodile Specialist Group (CSG) for Central America and the Caribbean Islands, bringing together representatives from numerous countries across the region. The broad participation achieved marked a highly promising starting point for strengthening joint work throughout the region.

The organization of the meeting was carried out in close coordination between the CSG Regional Office for Latin America and the Caribbean Islands and the Government of El Salvador, through its Ministry of Environment and Natural Resources. The workshop also received the support of the CSG Executive Committee. The quality of the infrastructure and technology, together with appropriate logistics and the active participation of national authorities, contributed significantly to the successful development of the workshop from its official opening, which included remarks by the Minister, Mr. Fernando Andrés López Larreynaga, and by the CSG Co-Chair, Alejandro Larriera.

With strong institutional support, the workshop brought together more than 80 specialists committed to crocodilian conservation. Prior to the beginning of the event, a practical training workshop was held on the use of drones for biodiversity monitoring, with a particular focus on crocodilians, thereby promoting the incorporation of new technological tools into the field of conservation.

During the first day, national reports were presented by Cuba, Costa Rica, Belize, Jamaica, El Salvador, Guatemala, Mexico, Nicaragua, Panama, and the Dominican Republic. Although it was not possible to have representatives from Honduras, Haiti, and Puerto Rico in attendance, some participants shared general comments on the situations in those countries.

Within this context, Matthew Shirley, CSG Regional Chair for West and Central Africa; Robinson Botero-Arias, CSG member; and Pablo Siroski, CSG Regional Chair for Latin America and the Caribbean Islands, coordinated group work activities aimed at identifying conservation priorities for the species of the region.

On the second and third days, 35 scientific presentations were delivered, addressing a broad diversity of topics related to crocodilian conservation. Among the most noteworthy components of the meeting, the roundtable discussion “Women in Conservation” provided a meaningful space for exchange on professional trajectories. Lucía Fernández, Treya Picking, Miryam Venegas-Anaya, and Yairen Alonso, under the coordination of Marisa Tellez, had the opportunity to share their views, challenges, and perspectives within a field that has historically had a higher proportion of men. The activity helped to highlight these experiences and to reflect on the importance of promoting more inclusive environments within the discipline, as well as recognizing the growing role of female leadership. In this context, special mention was made of the presentation of the “Castillo” Award to three CSG women members, the incorporation of two women into the Executive Committee, and the inclusion of several more women in the CSG Steering Committee. The message conveyed during the roundtable was clear: *scientific practice must be developed in articulation with empathy, sensitivity, and gender equality.*

From an organizational perspective, the efforts made to secure funding to cover a significant portion of the activities made it possible to include all meal services, thereby creating additional opportunities for social exchange among participants and strengthening professional relationships.

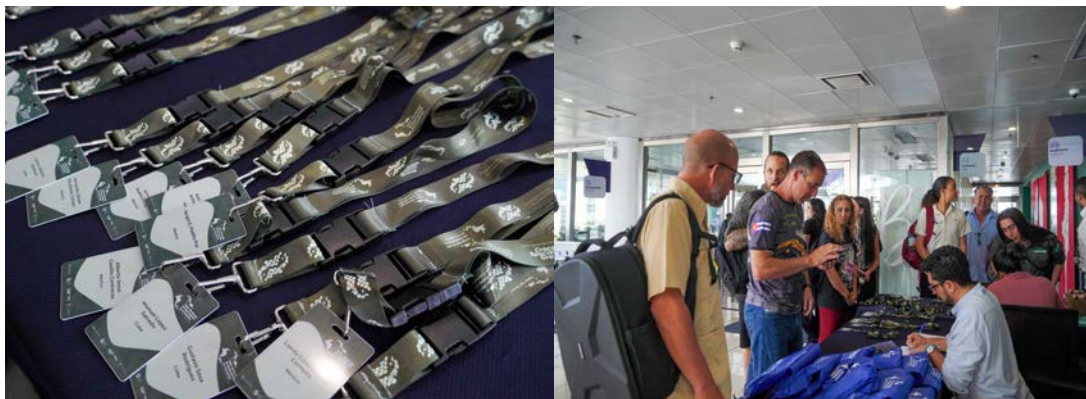
The closing of the workshop included a field visit to Barra de Santiago and the Playa Los Almendros Natural Protected Area, during which several specimens of *Crocodylus acutus* were observed. The day continued with a recreational and informal gathering on the beaches of El Salvador, providing a fitting conclusion to the success of the event.

In perspective, the workshop fulfilled its overall objective, the need to renew and update contacts aligned with the regional vision of the CSG, thereby strengthening a solid and committed network dedicated to the conservation of crocodilians in Latin America and the Caribbean.

Finally, special thanks are extended to Jordi Humberto Segura Yanes and to the entire team of the Ministry, whose work ensured the efficient organization of the event at every stage. The following pages reflect the collective work undertaken and constitute a contribution to the knowledge and management of biodiversity, highlighting the

importance of integrating scientific rigor with collaborative and inclusive approaches within the fascinating world of crocodilians.

Regional Office CSG - LA&C



Biblioteca Nacional de El Salvador es una institución pública nacional en El Salvador y el lugar elegido para la realización del taller regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilos (CSG).
The National Library of El Salvador (BINAES), a prominent national public institution, served as the host venue for the CSG Regional Workshop



Apertura del Taller: Palabras del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales el y del Co-Chair del CSG. Opening Ceremony: Opening remarks by the Ministry of Environment and Natural Resources and the CSG Co-Chair.



Diversas instancias de trabajo y participación activa de los especialistas asistentes al Taller Regional del CSG. Highlights and active participation of the specialists attending the CSG Regional Workshop.



Primera mesa redonda de mujeres para la Conservación de los cocodrilianos. Durante el segundo día del Taller del Grupo de Especialistas en Cocodrilos (IUCN-CSG) se llevó a cabo la Mesa Redonda de Mujeres, con la participación de Treya Picking, Yairen Alonso Jiménez, Miryam Venegas-Anaya, Marisa Téllez y Lucía Fernández. First round table of Women for Conservation of crocodilians. On the second day of the Crocodile Specialist Group Workshop (IUCN-CSG), the Women's Round table took place, with the participation of Treya Picking, Yairen Alonso Jiménez, Miryam Venegas, Marisa Téllez and Lucía Fernández.



Foto izq.: Especialistas y participantes del taller regional del CSG durante la definición de estrategias y prioridades de conservación para las especies de la región. **Foto der.:** Sesión de capacitación técnica sobre el uso de drones para el monitoreo de biodiversidad y gestión de recursos naturales. **Left:** CSG regional workshop specialists and participants defining conservation strategies and priorities for regional species. **Right:** Technical training session on the use of drones for biodiversity monitoring and natural resource management.



Jornada de relajación y cierre: los participantes del taller disfrutaban de una salida de campo a Barra de Santiago y el ANP Playa Los Almendros, coronada por el avistamiento de ejemplares de *Crocodylus acutus*. Closing and relaxation day: workshop participants enjoying a field trip to Barra de Santiago and the Playa Los Almendros Protected Area.



El Ballet Nacional de El Salvador brindó una presentación de bailes típicos, celebrando la identidad cultural de la región y como cierre del taller. As a grand finale for the workshop's closing, the National Ballet of El Salvador delivered a magnificent performance of traditional dances, celebrating the cultural identity of the region.



El equipo que participó en el Taller del Grupo de Especialistas en Cocodrilos (IUCN-CSG) para Centroamérica y el Caribe. The team that participated in the IUCN-CSG Crocodile Specialist Group Workshop for Central America and the Caribbean.

Indice

Programa Nacional de Conservación de Caimanes y Cocodrilos de El Salvador: Avances y Desafíos. Jordi Segura.....	17
Manejo y monitoreo de nidos de cocodrilianos en sitio Ramsar complejo Barra de Santiago, El Salvador (2021-2025). Juan Alberto Pérez Ramirez y Jordi Humberto Segura Yanes	18
Effects of Heavy Metals and Water Contaminants in Juvenile and Adult <i>C. moreletii</i> in Various Waterways in Belize. Andrea Torzone y Marisa Tellez	19
Situación actual del Cocodrilo Americano (<i>Crocodylus acutus</i>) en el Parque Nacional Lago Enriquillo e Isla Cabritos en la República Dominicana. Ramón Joel Espinal, Andrys Gómez y Robert Greco Jr.	33
Closing distribution gaps of <i>Crocodylus acutus</i> across the Caribbean slope and 9.30–9.50 Central Guatemala. Valerie A. Corado García, Venetia S. Briggs-Gonzalez, Frank J. Mazzotti y Sergio Balaguera-Reina.....	35
American crocodile, <i>Crocodylus acutus</i> . Joseph A. Wasilewski.....	37
Evaluación de poblaciones de Caimán de anteojos y Cocodrilo americano en el Sitio Ramsar Barra de Santiago. Vladlen Ernesto Henríquez, Carlos Roberto Avilés, Carlos Ernesto Hernández, Jazminne Sarai Paiz y Joel Espinal.....	41
Acciones de los Grupos S.O.S. Cocodrilo en México: Caso Tampico. César Norberto Cedillo Leal.....	45
Programa piloto de Headstarting de cocodrilo de cocodrilo americano (<i>Crocodylus acutus</i>) en el Parque Nacional Lago Enriquillo e Isla Cabritos 2024. Ramón Joel Espinal, Andrys Gómez , Robert Greco Jr. y Marisa Tellez	53
Primer registro de depredación por <i>Felis catus</i> en neonatos de <i>Crocodylus rhombifer</i> : Implicaciones para su conservación. Etiam Pérez-Fleitas y Gustavo Sosa Rodríguez	54
First Island-Wide Assessment of the American Crocodile (<i>Crocodylus acutus</i>) in Jamaica. Treya A. Picking, Frank J. Mazzotti, Sergio A. Balaguera-Reina, Max Duperrouzel y David C. Smith.	56
Determinación de Hidrocarburos aromáticos policíclicos en cocodrilo de pantano (<i>Crocodylus moreletii</i>) en la Ciénaga de Tamasopo San Luis Potosí. Pedro J.O Rivas, Omar Cruz, Cesar Ilizaliturri, Catalina Alfaro, Alfredo Castillo y Guillermo Espinosa.....	58
40 years of Croc Docs Crocodylian Collaborations in Latin America and The Caribbean. Venetia Briggs-Gonzalez, Sergio Balaguera-Reina, Valerie Corado-Garcia, Treya Picking, Jerónimo Domínguez-Laso, Andres Rodriguez-Cordero, Giovanni Herrera-Pachon y Frank Mazzotti.	60
Parásitos que infectan a <i>Crocodylus moreletii</i> en hábitats con distinto grado de impacto humano. Alberto J. Castillo-Contreras, Mauricio Jáuregui, Amelia Paredes-Trujillo Dalia C. Lázaro-Bello, Sergio E. Padilla Paz, Cesar N. Cedillo Leal y Landy L. Leon Cornelio.	62

Métodos y técnicas de conservación <i>ex situ</i> en crocodilianos mexicanos: <i>C. acutus</i> , <i>C. moreletii</i> y <i>Caiman crocodilus chiapasius</i> . Luis Sigler.....	64
La forma de la cabeza de cocodrilos silvestres en la Costa Atlántica Mexicana. Raziel A. Saez Euan, Mauricio González Jáuregui, Sergio E. Padilla Paz, Alberto J. Castillo Contreras, Landy L. León Cornelio y Cesar Cedillo Leal.	65
Reconocimiento de patrones de osteodermos dorsales mediante el uso de imágenes con dron para la identificación de individuos de cocodrilo americano (<i>Crocodylus acutus</i>) en el Parque Nacional Lago Enriquillo e Isla Cabritos, República Dominicana. Judá Isaí Martínez Uribe, Ramón Joel Espinal y Andrys Gómez.....	67
Crocodile Predation on Humans in the Indonesian Archipelago with an Attack Rate Correction Factor. Kyle J. Shaney, Amir Hamidy, Awal Riyanto y Brandon Sideleau.....	69
Managing Human-Crocodile Interactions in Campeche, Mexico. Sergio E. Padilla-Paz, César N. Cedillo-Leal y Mauricio González-Jáuregui.....	71
Variación de la forma de la cabeza en especies simpátricas de cocodrilos de la Península de Yucatán: un enfoque de Morfometría Geométrica. Joana F. Batalha, Marta M. Rufino, Sergio Padilla-Paz y Mauricio González-Jáuregui.....	73
Head shape variation in sympatric crocodile species of the Yucatán Peninsula: a Geometric Morphometrics approach. Joana F. Batalha, Marta M. Rufino, Sergio Padilla-Paz y Mauricio González- Jáuregui	75
Recent American Crocodile-Human Interaction Trends in Florida. Dan Navarro.....	76
Anidamiento del Cocodrilo americano (<i>Crocodylus acutus</i>) en el Lago Enriquillo, República Dominicana, en el año 2025. Andrys Gómez-Ovalles, Ramón Joel Espinal, Robert Greco Jr. y Marisa Tellez.....	78
Ecología de anidación del cocodrilo americano (<i>Crocodylus acutus</i>) en la Reserva Natural Privada SETAL, Guatemala. Javier A. Benítez Moreno, J. Rogelio Cedeño Vázquez, D. Nataly Castelbanco Martínez, Yann Henaut, Carlos Fernández y Pierre Charruau.....	80
Observaciones sobre los cuidados maternos de la hembra de cocodrilo de morelet (<i>C. moreletii</i>) en condiciones de cautiverio en Campeche, México. Camila Martínez-Canul y Sergio Padilla-Paz.....	82
Ecología y Genética Poblacional del Caiman crocodilus en el Lago Ocu, Herrera, Panamá. Christopher Gutiérrez, Stephany Del Rosario y Miryam Venegas-Anaya.....	84
Atención de Caimanes y cocodrilos en clínica veterinaria MARN Con apoyo de Humane World for Animals. Dennys Joaquín Valdez.....	88
Estado poblacional y estructura por tallas del caimán de anteojos (<i>Caiman crocodilus</i>) en el Área Natural Protegida Santa Rita, Ahuachapán, El Salvador. Carlos R. Avilés.....	90

Interacciones Humano-Cocodrilo en Jalisco y Nayarit (México): 19 Años de Experiencias, Desafíos y Respuestas Ejecutando el Protocolo Regional de Atención. Armando Rubio, Eva Torres, Lesly Solís, Carolina Reyes, Armando Andrade y Luis A. Tello.....93

Conservation Genetics of the American Crocodile (*Crocodylus acutus*) in Colombia: Evidence from wild and *ex situ* populations. Felipe Hernandez-Gonzalez, Juan F. Moncada-Jiménez, Sergio A. Balaguera-Reina y Mario Vargas-Ramírez.95

Programa Nacional de Conservación de Caimanes y Cocodrilos de El Salvador: Avances y Desafíos.

Jordi Segura^{1,2}

¹Coordinador Nacional del Programa Nacional de Conservación de Caimán y Cocodrilo, El Salvador (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador). ²Miembro del Grupo de Especialistas de Cocodrilo de la UICN/CSE.

Resumen

Los ecosistemas acuáticos de El Salvador albergan al cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) y al caimán de anteojos (*Caiman crocodilus*), especies consideradas "guardianes silenciosos" de estos hábitats. Históricamente, estas poblaciones han enfrentado amenazas críticas como la falta de datos, conflictos con comunidades humanas, destrucción del hábitat por el avance de la frontera agrícola y la pérdida de sitios de anidación. Ante este escenario, el Programa Nacional de Conservación de Caimán y Cocodrilo (PNCCC) surge como una respuesta estratégica. La construcción del programa inició conceptualmente en 2012 y se formalizó mediante el Acuerdo No. 180 en 2023.

El programa implementa pilares fundamentales que incluyen investigación y monitoreo mediante censos y cámaras trampa, así como protocolos de manejo y reubicación para reducir el conflicto humano-fauna. Se han establecido sitios prioritarios para la conservación y repoblación controlada, destacando zonas como Barra de Santiago y la Bahía de Jiquilisco. Los avances recientes incluyen la generación de conocimiento académico a través de tesis de grado sobre estructura poblacional, biología reproductiva y factores ecológicos en la anidación *in situ* y *ex situ* en colaboración con la Universidad de El Salvador (UES). Aunque se han implementado instrumentos técnicos como el "Protocolo de actuación para la atención y liberación de crocodilianos", persisten desafíos en la formalización de procesos de manejo y la redacción de manuales de buenas prácticas para el avistamiento responsable. El programa representa la transición de un vacío de información hacia una estrategia nacional estructurada para la supervivencia de los crocodilianos en el país.

Palabras clave: Conservación; Crocodylus acutus; Caiman crocodilus; El Salvador; Monitoreo; Gestión de Vida Silvestre.

Manejo y monitoreo de nidos de cocodrilianos en Sitio Ramsar Complejo Barra de Santiago, El Salvador (2021-2025).

Juan Pérez¹ y Jordi Segura^{2,3}

¹Guardarecurso del Sitio Ramsar Complejo Barra de Santiago, Ahuachapán, El Salvador.

²Técnico en Gestión de Vida Silvestre y Coordinador Nacional del Programa Nacional de Conservación de Caimán y Cocodrilo, El Salvador. ³Miembro del Grupo de Especialistas de Cocodrilo de la UICN/CSE.

Resumen

El Sitio Ramsar Complejo Barra de Santiago, ubicado en el occidente de El Salvador, posee una cobertura boscosa de 2,700 ha, predominantemente conformada por manglares e islotes que funcionan como zonas históricas de postura para el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*). No obstante, esta especie enfrenta amenazas críticas derivadas de fenómenos climáticos, pérdida de flujos hídricos, invasiones humanas y la expansión de la frontera agrícola. El presente estudio describe las estrategias de manejo implementadas entre 2021 y 2025, enfocándose en el uso de calendarios lunares para predecir fechas probables de anidación y el establecimiento de corrales de incubación controlados. Se aplicaron metodologías de monitoreo in situ y ex situ, registrando variables térmicas críticas; los rangos promedio en nidos in situ oscilaron entre 30.07°C y 31.75°C, mientras que en condiciones ex situ se registraron promedios de hasta 32.5°C. Durante el consolidado de 2024, se recolectaron un total de 224 huevos distribuidos en 8 nidos bajo vigilancia. Los resultados mostraron un éxito de eclosión significativo con 185 individuos nacidos, frente a 38 huevos no eclosionados y una mortalidad embrionaria mínima. Este esfuerzo de conservación técnica demuestra que el manejo controlado de nidos y la regulación de la temperatura de incubación son herramientas vitales para mitigar la pérdida de nidadas ante la presión antropogénica y climática en los humedales salvadoreños.

Palabras clave: Crocodylus acutus; Eclosión; Incubación; Barra de Santiago; Manejo de nidos; Conservación de humedales.

Effects of Heavy Metals and Water Contaminants in Juvenile and Adult *C. moreletii* in Various Waterways in Belize.

Andrea Torzone, y Dr. Marisa Tellez

Crocodile Research Coalition, Stann Creek, Belize (program.coordinator@crcbelize.org)

Abstract

Pollution in aquatic ecosystems represents one of the most pressing global challenges of the 21st century, with heavy metals and chemical contaminants altering ecosystem dynamics and threatening biodiversity. Within Belize, waterways such as the New River have faced severe eutrophication, elevated water temperatures, and accumulation of toxic metals including lead, mercury, and arsenic. These changes not only disrupt aquatic food webs but also threaten apex predators such as Morelet's crocodiles (*Crocodylus moreletii*), which serve as keystone species and environmental sentinels. As crocodilians are known for their robust immune systems, assessing their physiological response to pollution offers valuable insights into ecosystem health within a One Health framework. This study investigates the effects of heavy metals and water contaminants on the immune health of juvenile and adult *C. moreletii* across various waterways in Belize: Crooked Tree Wildlife Sanctuary, New River Lagoon, Monkey River, Sittee River, Habanero Lagoon, and Placencia Lagoon. From July to August 2025, a total of 43 crocodiles were safely captured during standardized nocturnal surveys. For each, morphometric data, growth measurements, and body condition scores were recorded. Biological sampling included blood collection for smears, hematological analysis, and immunological assays (pending), as well as osteoderm/ scute samples for heavy metals analysis. Following sample collection, all crocodiles were microchipped for future monitoring and safely released at their capture sites.

Preliminary results based on field blood chemistry results and hematocrit values reveal site-specific differences in crocodile health. Individuals from the New River Lagoon, historically impacted by industrial runoff and pollution events, showed lower body condition scores and irregular hematological profiles compared to counterparts sampled in less impacted systems such as Crooked Tree and Placencia Lagoon in juvenile crocodiles. These findings suggest that pollution stressors may already be influencing immune function and overall health in crocodile populations inhabiting more degraded

environments. Additional immunological assays currently in processing will provide further detail on immune responses to contaminant exposure.

By integrating crocodilian health monitoring with environmental assessments, this research highlights the importance of crocodiles as sentinel species for detecting ecosystem change. The outcomes will inform conservation strategies, strengthen pollution mitigation efforts, and emphasize the interconnectedness of human, animal, and environmental health. Ultimately, this study underscores the urgent need to address water quality challenges in Belize to preserve both biodiversity and ecosystem resilience.

Presentation: Oral

Introduction

Pollution has become a critical global issue, particularly since the onset of the Industrial Revolution in the 19th century. It now impacts environmental quality across water, soil, and air worldwide, leading to serious consequences for human, animal, and ecosystem health. The rise in pollution levels has escalated health risks in humans and wildlife, threatening biodiversity, disrupting habitats, and contributing to the decline of many species, including those that are endangered.

Addressing pollution through research is essential for reinforcing the enforcement of environmental regulations, advocating for habitat conservation, and supporting the protection of vulnerable species. The importance of pollution control can be underscored through the One Health framework, an integrated approach that aims to balance the health of people, animals, and the environment. A deeper understanding of the adverse effects of pollution on wildlife, particularly apex predators, will help improve strategies for environmental sustainability and biodiversity conservation.

Water pollution is a pressing concern. It occurs when harmful substances such as chemicals, heavy metals, and waste are introduced into water bodies, compromising water quality and disrupting aquatic ecosystems. Water pollution can have far-reaching impacts, affecting species that depend on aquatic environments for survival. For instance, approximately 50% of the Earth's oxygen is produced by marine organisms such as coral. When water quality is compromised, coral reefs, critical to ocean health, are at risk, which, in turn, can deteriorate air quality and exacerbate climate change.

Investigating the causes and solutions to water pollution is crucial not only for aquatic life but also for improving overall ecosystem health. Crocodiles, as apex predators in both

freshwater and saltwater habitats, play an essential role in maintaining the balance of ecosystems. Having evolved over 240 million years, crocodiles have developed one of the most robust immune systems in the animal kingdom, second only to the Komodo dragon. However, the increasing levels of water pollution in regions like Belize pose significant risks to their survival.

The New River in Orange Walk, Belize, has experienced elevated levels of eutrophication, increased water temperatures, and heightened concentrations of harmful metals such as lead, mercury, and arsenic. These pollutants are threatening crocodile populations by reducing oxygen levels and introducing toxic substances into the food web. Recent reports indicate that crocodiles in the New River have suffered from tooth loss linked to lead poisoning. In 2019, an epidemic exacerbated by pollution led to extensive fish kills and a noticeable rise in crocodile mortality.

To address these issues, it is vital to conduct a comprehensive investigation into the pollution levels in Belize's waterways and the specific impacts on crocodile immune systems. Given their exceptional resilience, crocodiles serve as an important indicator species for the overall health of aquatic ecosystems. By gaining a better understanding of how pollution affects their health, this research could contribute to broader One Health efforts, informing pollution reduction strategies and promoting environmental cleanup initiatives. The findings may also foster a greater sense of urgency to mitigate human impact on natural ecosystems and help ensure the sustainability of critical habitats for wildlife.

Objectives

The objective of this study is to determine the effects of heavy metals and pollution on the Morelet's crocodile's immune system. This information will be vital to promote awareness of the negative impacts of pollution and increase cleanup of the pollution existing.

By leveraging the crocodiles' naturally robust immune systems, the research will identify potential immunological markers of environmental stress. The findings will contribute to the One Health initiative by bridging wildlife health, ecosystem integrity, and human well-being, ultimately supporting conservation policy and pollution mitigation efforts in Belize and beyond.

Methods.

The study will begin July 1st and go through August 20th. Throughout these two months, a series of capture surveys will be conducted to collect samples from crocodiles throughout Belize. The rivers that will be used for sampling will include Crooked Tree, New River Lagoon, Monkey River, Habanero Lagoon, Sittie River, and Placencia Lagoon.

To capture crocodiles, a team consisting of Jonathan Triminio, Dr. Marisa Tellez, Matthew Guillette, Dr. Theresa Guillette, Carl Wallen, and Andrea Torzone will work together to safely capture crocodiles. The boat will be driven by Carl Wallen for each capture survey.

Since crocodiles are active hunters at night, the capture surveys will begin around seven to eight at night and go till roughly midnight. Eyeshine survey will be conducted by using large spotlights to scan around the edges of the mangroves in the river. When a reflection of red or orange is apparent, the boat will be brought towards the crocodile. My team will use a snare to safely catch the crocodile. Once the crocodile is snared behind their neck, a thick rope will be wrapped around their snout before pulling the crocodile onto the boat. After the crocodile is pulled into the boat, one person will use electrical tape to secure the snout of the crocodile and prevent anyone from being bit.

After the crocodile is safely restrained, a towel will be used to cover its eyes to reduce stress as sampling begins. To sample the crocodile, a 10mL syringe will be used with an 18g 1.5" needle to draw blood from post- occipital spinal venous. After a collection of blood has been obtained, the blood will be placed into an EDTA tubes, and three blood smears will be made. After the blood sampling, the crocodile will receive a marking code on their double and single whorl osteoderm in which scute samples will be saved. The scutes will be placed individually into microcentrifuge tubes with 500 microliters of DNA/ RNA shield. The last data collected will be growth measurements, weight, and body scoring. After the crocodile has undergone these samples, a microchip will be placed between the scutes behind the back left leg.

To safely release the crocodile, one person will be designated to hold its jaws shut and untaped their snout. Once the tape is successfully removed, the crocodile will be gently released overboard in the location they were captured. We will ensure that the crocodile swims away and does not have flaccid muscles/ high muscle enzymes from stress. After the crocodile swims away, we will move onto the next crocodile to be caught.

After crocodiles from each river have been caught over a series of capture surveys, the samples will be processed at the Crocodile Research Coalition facility. Blood smears will be stained and read under the microscope, PCV/ hematocrit tubes will be prepared and read, and a brix will be taken of the protein. The blood tubes and scutes will be stored in the fridge at -80 degrees Celsius. They will be shipped to Clemson University for heavy metal analysis and Michigan State University for oxidative stress assay analysis. The Belize Raptor Center will process small aliquots of plasma for full blood chemistry panels.

Results

The preliminary results of this study have been conducted. There are blood samples, water samples, and scute samples awaiting export and processing for assays including full blood chemistry, heavy metals analysis, oxidative stress, and pesticide screening. Although we do not have the laboratory results back from the lab, we are able to use the field blood chemistry results and visual observations to predict that pollutants are causing stress on the immune function and response in different sites in Belize.

Discussion

Patterns of crocodile body condition and health indicators across Belize suggest that anthropogenic stressors may be playing a critical role in shaping population health. During fieldwork, emaciated individuals were frequently observed in the New River Lagoon, often with bleached scutes, necrotic tissue, and evidence of fight wounds. These physical signs, coupled with preliminary body condition indices, raise concern for the long-term viability of this subpopulation. Interestingly, crocodiles sampled in Habanero Lagoon did not present with the same degree of outward pathology; however, when condition was quantified by comparing tail girth to snout–vent length posterior (SVL), results revealed that New River Lagoon and Habanero Lagoon crocodiles had similarly depressed health scores compared to other sites across Belize. This suggests that while external signs of disease and trauma are more apparent in the New River Lagoon, underlying factors impacting body condition may be more widespread.

Juvenile health was also examined through Brix refractometer measurements, which serve as a proxy for plasma protein levels and general nutritional status. These values provide an important baseline for understanding early-life stress in crocodile populations and may reveal how contaminants are impacting developmental stages. Because growth

and survival of juveniles directly influence recruitment into the adult population, the correlation between reduced Brix values and observed emaciation highlights the need for closer monitoring of young crocodiles in contaminated systems.

Behavioral observations further distinguished Habanero Lagoon from other sites. Crocodiles in this lagoon often approached or charged the research vessel, behavior not commonly documented elsewhere in Belize. This could reflect heightened territoriality or altered behavioral responses potentially tied to environmental stressors. Moreover, more females than males were captured in this area, and several active nesting sites were identified. These findings suggest that Habanero Lagoon may serve as a key reproductive habitat, underscoring the importance of assessing how contaminant loads could impact reproduction and maternal health.

Another notable challenge is the absence of a true reference site in Belize. Even locations that appear healthier, such as Habanero Lagoon, show evidence of compromised body condition when compared regionally. This complicates efforts to establish baselines for “normal” crocodile health and emphasizes the urgency of countrywide contaminant surveys.

To address these issues, multiple tiers of testing will be conducted. Adult samples will undergo oxidative stress assays to evaluate sublethal cellular damage, while full blood chemistry panels will be run on all samples to assess organ function and systemic health. Heavy metal analysis of scute tissue will provide long-term indicators of contaminant exposure. Parallel testing of water samples will quantify concentrations of heavy metals, pesticides such as DDT and DDE, and organic matter composition, providing ecosystem-level context to the crocodile health data. Together, these analyses will allow for more direct links between observed crocodile health and specific environmental contaminants. Looking forward, the goal of this work is not only to characterize the current health of *Crocodylus moreletii* in Belize but also to influence conservation policy. Results will be presented to the Belize Pesticide Control Board with the aim of restricting or banning harmful pesticides at the national level. Additionally, expanding this research to include longitudinal monitoring of pollutants and their physiological effects will allow for a clearer understanding of how contaminants, heavy metals, and organic pollutants are shaping crocodile populations and the ecosystems they inhabit. Future studies will also prioritize identifying a reliable reference population, monitoring reproductive outcomes in nesting females, and expanding health assessments to other trophic levels to create a more holistic view of ecosystem health.

Acknowledgements.

This project would not have been possible without the support and collaboration of numerous organizations and individuals. I would like to thank the Belize Raptor Center for assisting with full blood chemistry panels, which will be instrumental in proposing results to the Belize Pesticide Control Board. I am also deeply grateful to the Crocodile Research Coalition, particularly my mentor Dr. Marisa Tellez, for their guidance, support, and collaboration on scute heavy metal analysis and for their leadership in this project as a whole. Fieldwork and site access were made possible through partnerships with the Belize Audubon Society at Crooked Tree Wildlife Sanctuary and Programme for Belize at Rio Bravo Conservation and Management Area. I am also thankful to the Belize Forest Department for their ongoing support and oversight of this work. I would like to acknowledge the dedicated efforts of my field team. Karamjeet Khalsa provided invaluable assistance during all capture surveys and is an inspiring young biologist whose contributions were essential to the success of this project. Sean Beecher generously documented capture and sampling procedures through video, providing an important visual record of our work. I am also especially grateful to Matthew and Theresa Guillette, who offered mentorship, guidance, and hands-on support with animal handling, captures, and surveys throughout the project.

To all collaborators, mentors, and field partners, I extend my deepest appreciation for their commitment, expertise, and encouragement in making this research possible.

Graphs

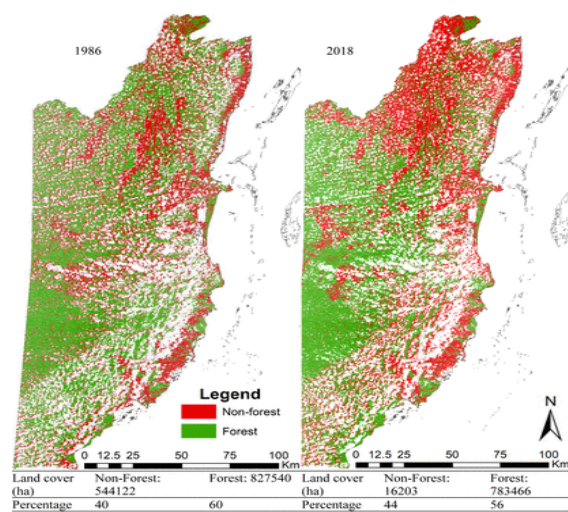


Figure 1. The shift in land use in Belize over 32 years. Deforestation is occurring to clear land for farming and development (Folkard- Trapp, H., 2020).



Figure 2. Photos depicting land used for crop farming in July 2025. Large machinery is used to spray pesticides across crops in Orange Walk Town, Belize.

Adult crocodile differences by site

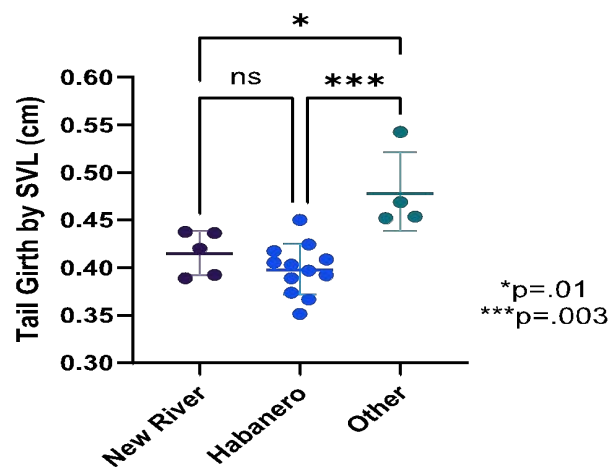


Figure 3. Adult crocodile body condition across sites in Belize.

Tail girth relative to snout–vent length (SVL) was compared among adult *Crocodylus moreletii* from the New River Lagoon, Habanero Lagoon, and other sites in Belize. Crocodiles from New River and Habanero lagoons exhibited significantly lower condition indices compared to other sites ($p = 0.003$), while no significant difference was found between New River and Habanero individuals. Data are shown as mean $\pm$ SD.

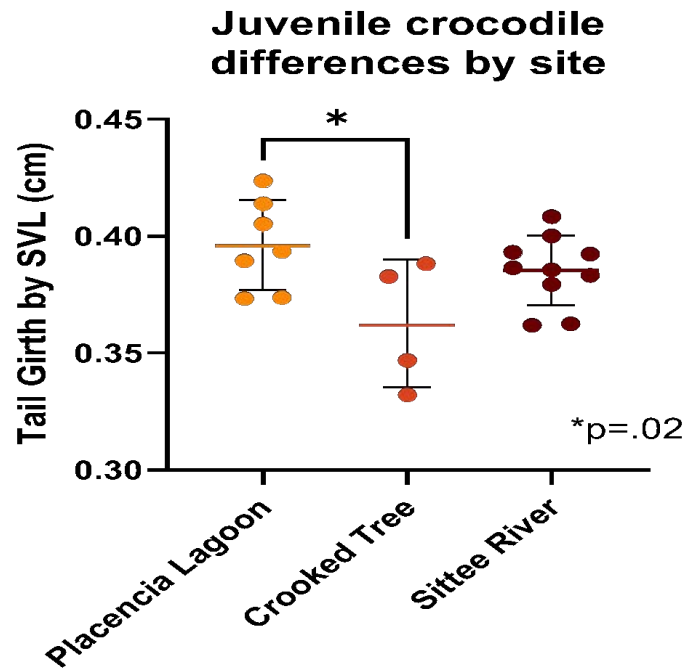


Figure 4. Juvenile crocodile body condition across sites in Belize.

Tail girth relative to snout–vent length (SVL) was measured in juvenile *Crocodylus moreletii* from Placencia Lagoon, Crooked Tree, and Sittee River. Juveniles from Crooked Tree exhibited significantly lower condition scores compared to Placencia Lagoon ($p = 0.02$), while no differences were observed between other sites. Data are shown as mean $\pm$ SD.

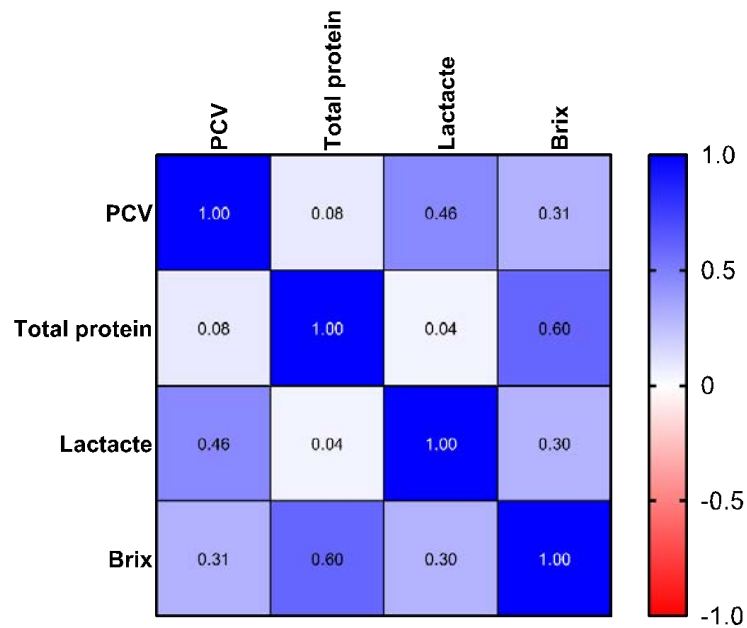


Figure 5. Correlation matrix of crocodile health parameters.

Heatmap showing pairwise correlations among packed cell volume (PCV), total protein, lactate, and Brix values in sampled crocodiles. Stronger correlations are indicated by darker blue shading, with total protein and Brix demonstrating the strongest positive relationship ($r = 0.60$).

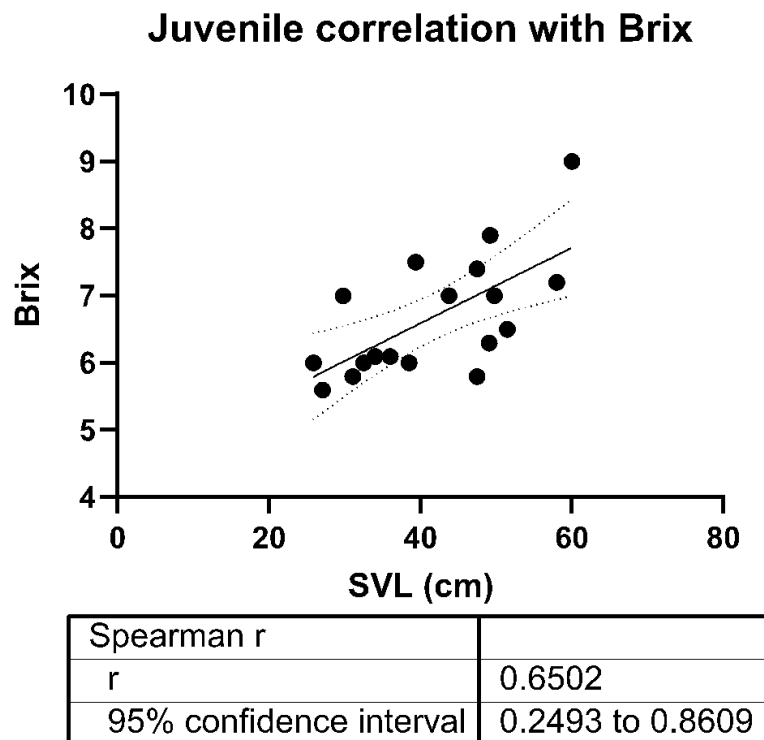


Figure 6. Relationship between Brix values and body size in juvenile crocodiles.

Scatterplot showing the correlation between Brix values and snout–vent length (SVL) in juvenile *Crocodylus moreletii*. A significant positive relationship was detected (Spearman’s $r = 0.65$, 95% CI: 0.25–0.86), indicating that larger juveniles tended to exhibit higher Brix values.

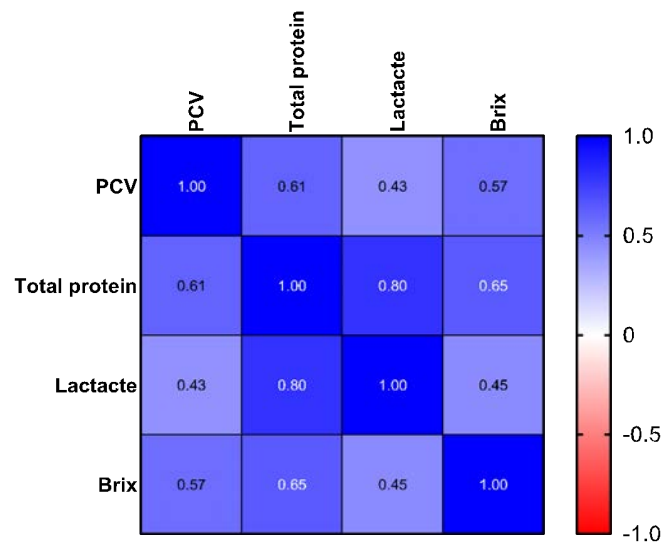


Figure 7. Correlation matrix of adult crocodile health parameters.

Heatmap showing pairwise correlations among packed cell volume (PCV), total protein, lactate, and Brix values in adult *Crocodylus moreletii*. The strongest positive relationships were observed between total protein and lactate ($r = 0.80$) and between total protein and Brix ($r = 0.65$).

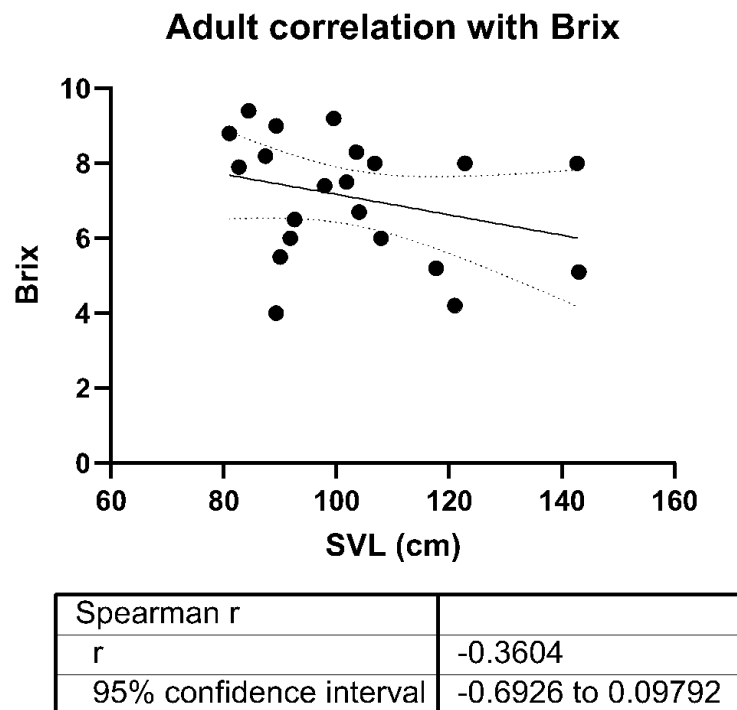


Figure 8. Relationship between Brix values and body size in adult crocodiles.

Scatterplot showing the correlation between Brix values and snout–vent length (SVL) in

adult *Crocodylus moreletii*. A weak, non-significant negative trend was observed (Spearman's $r = -0.36$, 95% CI: -0.69 to 0.10).

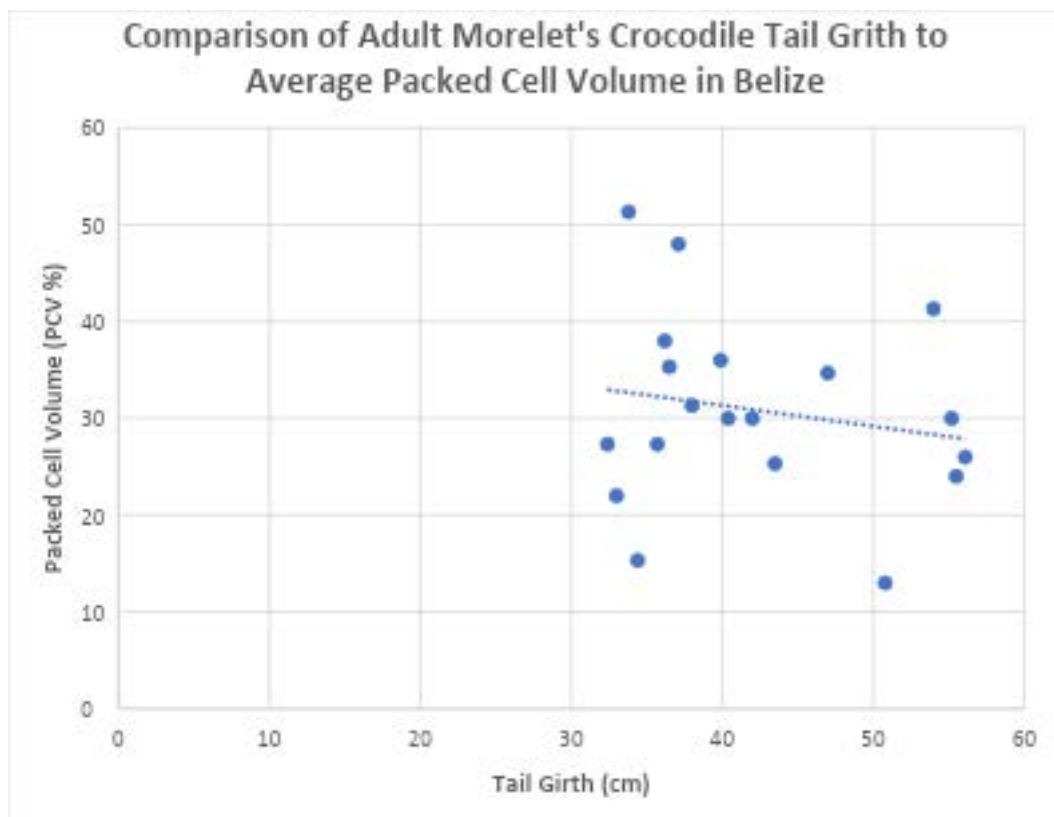


Figure 9. Relationship between body condition and packed cell volume in adult crocodiles.

Tail girth relative to snout–vent length (SVL) was compared with packed cell volume (PCV) in adult *Crocodylus moreletii* across Belize. A negative trend was observed, with the regression line described by $y = -0.2144x + 39.904$ ($R^2 = 0.0338$), indicating that adults with greater tail girth tended to have slightly lower PCV values.

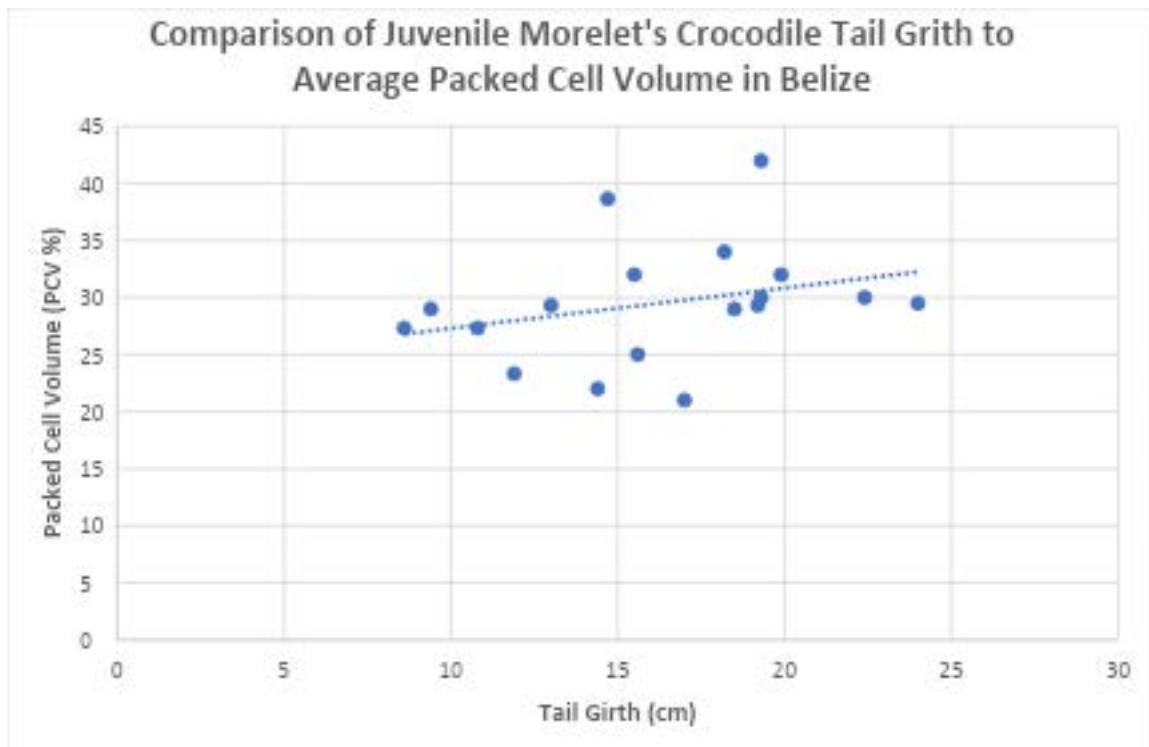


Figure 10. Relationship between body condition and packed cell volume in juvenile crocodiles.

Tail girth relative to snout–vent length (SVL) was compared with packed cell volume (PCV) in juvenile *Crocodylus moreletii* across Belize. A positive trend was observed, with the regression line described by $y = 0.3525x + 23.778$ ($R^2 = 0.0844$), suggesting that juveniles with greater tail girth tended to exhibit higher PCV values.

References.

- Amandala Press. (2019, August 10). *The New River is polluted*. Amandala. <https://amandala.com.bz/news/river-polluted/>
- Finger, J. W., Jr., & Gogal, R. M., Jr. (2013). Endocrine-disrupting chemical exposure and the American alligator: A review of the potential role of environmental estrogens on the immune system of a top trophic carnivore. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 65(4), 704–714. <https://doi.org/10.1007/s00244-013-9953-x>
- Folkard-Tapp, H. (2020). *Deforestation in Belize: What, where and why*. bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.01.23.915447>
- Lamar University. (n.d.). *Morelet's crocodile*. <https://www.lamar.edu/arts-sciences/biology/study-abroad-belize/jungle-critters/jungle-critters-2/morelets-crocodile.html>

- New England Aquarium. (2019, September 9). *Stagnation of the New River: What is being done and the prospect for improvement*. New England Aquarium. <https://www.neaq.org>
- Padgett, T. (2020, January 29). *Modern crocodiles are evolving at a rapid rate*. Smithsonian Magazine. <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/modern-crocodiles-are-evolving-rapid-rate-180978432/>
- Rainwater, T. R. (2003). *Ecotoxicology of Morelet's crocodile in Belize* (Doctoral dissertation, Texas Tech University). Texas Tech University Libraries.
- Triminio, J. (n.d.). *New River pollution crisis: Impact of contamination on Crocodylus moreletii in northern Belize*. The Rufford Foundation. Retrieved March 11, 2025, from <https://www.rufford.org/projects/jonathan-triminio/new-river-pollution-crisis-impact-contamination-crocodylus-moreletii-northern-belize/>
- Tatsat Chronicle. (2023, March 15). *Crocodiles are losing their teeth due to lead poisoning, finds study*. Tatsat Chronicle. <https://tatsatchronicle.com/crocodiles-are-losing-their-teeth-due-to-lead-poisoning-finds-study/>
- Zweig, C. L. (2003). *Body condition index analysis for the American alligator (Alligator mississippiensis)*. University of Florida.

Situación actual del Cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus*) en el Parque Nacional Lago Enriquillo e Isla Cabritos en la República Dominicana.

Ramón Joel Espinal¹, Andrys Gómez¹ y Robert Greco Jr²

¹*Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN). Av. Cayetano Germosén esq. Av. Gregorio Luperón, Ensanche El Pedregal, Santo Domingo, República Dominicana.*

(andgomez@ambiente.gob.do; respinal@ambiente.gob.do)

²*Universidad de Clemson, Departamento de Silvicultura y Conservación Ambiental, Clemson, Carolina del Sur 29634, EE. UU. (cjachow@clemson.edu)*

Resumen

El Lago Enriquillo está localizado en el suroeste de República Dominicana es el remanente de un antiguo canal marino que separaba la Isla Hispaniola en Paleoisla norte y Paleoisla sur. Constituye la mayor depresión del Caribe Insular (aproximadamente 43 m. b. n. m.) con un área estimada de 322 km²; (19Q 213347/2050799) en la zona denominada La Hoya de Enriquillo y es actualmente el único hábitat del cocodrilo americano en el país. La situación de las poblaciones de cocodrilos en el lago se ha visto afectada a través de los años, en la década de los 1980 la población del lago oscilaba entre 336-504 animales adultos, siendo considerada una de las poblaciones más grandes conocidas en América. En la actualidad el promedio de nidos por año es de 36.6 ± 3.26 y el promedio del número de huevos por nido es de 16.2. Los neonatos miden en promedio 24.39 cm y pesan 53 gramos. Debido al número estimado de individuos sexualmente maduros, restricción de hábitat, menos de 10,000 m², la población de cocodrilo americano está listado como En Peligro Crítico (CR). Desde el 2019 el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos y Recursos Naturales lleva a cabo un monitoreo exhaustivo de la temporada de reproducción y la población. Este monitoreo se lleva a cabo durante todo el año y se tienen identificadas nueve (9) zonas de anidamiento, 11 zonas de presencia, anidación, dos (2) apareamiento y cortejo, y cuatro (4) zonas de crías. En el 2020 se inició nuevamente un programa efectivo de recolección y translocación de neonatos que ha permitido incrementar el porcentaje de supervivencia al primer año. En 2022 se inició un programa piloto de *Headstarting* de cocodrilo americano bajo la asesoría de Rober Greco Jr., Marisa Téllez y Sixto Incháustegui con el cual se ha logrado desarrollar los individuos

hasta un tamaño en el cual ya no cuentan con enemigos naturales y son liberados en su hábitat natural. También se cuenta con una alianza con el Parque Zoológico Nacional para traslado de individuos decomisados y liberarlos en el Lago Enriquillo siempre que sea posible. Robert Greco está trabajando en definir el éxito y capacidad de supervivencia, dieta, rango de itinerancia y distribución de los individuos liberados del programa de headstarting y de vida silvestres de la misma cohorte. Los resultados preliminares sugieren que los *C. acutus* que se adelantan muestran movimientos, crecimiento, condición corporal, capacidad de supervivencia y dieta similares a los de los cocodrilos salvajes de la misma cohorte.

Palabras Clave: Lago Enriquillo, Cocodrilo americano, amenazas, Población.

Closing distribution gaps of *Crocodylus acutus* across the Caribbean slope and Central Guatemala.

Valerie A. Corado García¹, Venetia S. Briggs-Gonzalez², Frank J. Mazzotti² y Sergio Balaguera-Reina²

¹*Grupo de Cocodrileros de Guatemala, Guatemala City, Guatemala (valeriegarci@gmail.com)*

²*University of Florida, UF-IFAS-FLREC, 3205 COLLEGE Ave., Fort Lauderdale, Florida, USA
(vsbriggs@ufl.edu, fjma@ufl.edu, sergio.balaguera@ufl.edu)*

Abstract

The American crocodile (*Crocodylus acutus*) is distributed across 29 countries but faces severe threats in parts of its range, including local extirpations. It is globally classified as "Vulnerable" by the IUCN and listed under Appendix I of CITES (2017). In Guatemala, *C. acutus* is considered Critically Endangered and is listed as Category 1 by the National Council of Protected Areas (CONAP), due to small and fragmented populations, outdated data, and high extinction risk. According to the II Master Plan (2003-2007) in Izabal department mentions a scarce population of *Crocodylus acutus* due to the systematic extraction carried out in the 1960s, same as in the Wildlife Refuge Punta de Manabique, Izabal, but no formal studies have been conducted on *C. acutus* in Guatemala. In 2021, Corado-García carried out the first phase of a national survey, focusing on the Caribbean slope, including Río Dulce National Park, Sarstoon River, and Bocas del Polochic Wildlife Reserve. Encounter rates in Izabal were 2.13 crocodiles/km over a 56.3 km survey. Most observations occurred in Bocas del Polochic, an area facing significant human pressures. In 2024, surveys along the Southern Pacific slope revealed only 0.47 crocodiles/km, and identifying just two wild populations, both outside of protected areas. These findings highlight the need for a comprehensive national survey to assess distribution, population status, and threats. We are working on a final report focused on the first approach of what we know of crocodiles in Guatemala, defining conservation priorities, research priorities, and providing this assessment as a tool to inform conservation planning and raise awareness of the species' ecological importance in the country. Target regions include the Motagua River, protected areas in Izabal, and the Gulf of Mexico in Alta Verapaz—areas lacking data. This presentation is focused on

presenting the results of this countrywide assessment to date and is a collaborative effort of several projects in collaboration with local communities, NGOs, and government agencies.

Keywords: American crocodiles, conservation, countrywide assessment, population status.

Type of presentation: Oral

American crocodile, *Crocodylus acutus*

Joseph A. Wasilewski¹

Natural Selections of South Florida, 24305 SW 142 Ave, Homestead, FL 33032 USA

Gatorland Global, 14501 S Orange Blossom Trail, Orlando, FL 32837, USA

jawnatsel@bellsouth.net

+1 305 962-3363

Abstract

American crocodiles, *Crocodylus acutus* are a wide ranging neotropical species. The range of American crocodiles encompasses seventeen countries, from the USA in the northern part of the range, to Peru, the southern part of the range. American crocodiles have a unique natural history that has been studied extensively.

This presentation is the culmination of almost 40 years of studying and working in situ with the species. Much has been learned, with the past 20-30 years leading the way with important and breakthrough peer reviewed publications.

With all of this information and attempts for understanding the species, many inroads for conservation have been implemented. In fact, it wasn't until 1982 when the lingual salt gland was described.

One of the limits to their population is the actual habitat they prefer. American crocodiles are estuarine animals, preferring coastal saline environments. However, due to their preference for this type of habitat, nesting areas are limited. What is necessary for successful nesting, hatching and survival for hatchlings are the following: proper substrate for nests, including higher ground allowing for proper drainage and access to fresh (or fresher) water. The crocodiles hatch without salt excluding glands and the first several months post hatching is a crucial time for their survival. Typically, the timing for when American crocodiles hatch, no matter the country they inhabit will depend on the timing of the rainy season. At this time, the salinity concentration is lowest. After a rain, there is a fresh water "lens" on the top of the salt water, needing some time to comeingle. The species has been known to reach 7 meters (23ft), and there there have been human/crocodile conflicts. However, this species is less likely to attack humans, in contrast to their salt water (*Crocodylus porosus*) or Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*), which are responsible for hundreds of human fatalities each year.

Identifying crocodiles from around the world is often a difficult task, unless one is confident of their origin. American crocodiles have a unique nuchal scale count, but the typical scale count is anything but typical. Every specimen of *Crocodylus acutus* has a unique scale count, like a fingerprint.

Resumen

El cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) es una especie neotropical con una amplia distribución geográfica. Su área de distribución abarca diecisiete países, desde Estados Unidos en el norte hasta Perú en el sur. La historia natural de este cocodrilo es única y ha sido objeto de numerosos estudios.

Esta presentación representa el resultado de casi 40 años de estudio e investigación in situ sobre esta especie. Se ha aprendido mucho, y los últimos 20-30 años han sido fundamentales gracias a importantes publicaciones revisadas por pares. Gracias a toda esta información y a los esfuerzos por comprender mejor la especie, se han implementado numerosas medidas de conservación. De hecho, no fue hasta 1982 cuando se describió la glándula salina lingual.

Uno de los factores que limita la población de cocodrilos americanos es el tipo de hábitat que prefieren. Estos animales son típicamente de zonas estuarinas, y prefieren los ambientes costeros salinos. Sin embargo, debido a esta preferencia, las áreas de anidación son escasas. Para que la anidación, la eclosión y la supervivencia de las crías sean exitosas, se requieren ciertas condiciones: un sustrato adecuado para los nidos, preferiblemente en terreno elevado para un buen drenaje, y acceso a agua dulce o menos salina. Los cocodrilos recién eclosionados carecen de glándulas para la excreción de sal, por lo que los primeros meses de vida son cruciales para su supervivencia. En general, el momento de la eclosión de los cocodrilos americanos, independientemente del país donde habitan, depende de la época de lluvias. En ese período, la concentración de sal es menor. Tras las lluvias, se forma una capa de agua dulce en la superficie del agua salada, que necesita tiempo para mezclarse.

Esta especie puede alcanzar los 7 metros de longitud, y se han registrado conflictos entre humanos y cocodrilos. Sin embargo, es menos probable que esta especie ataque a los humanos, a diferencia del cocodrilo de agua salada (*Crocodylus porosus*) o el cocodrilo del Nilo (*Crocodylus niloticus*), que causan cientos de muertes humanas cada año. Identificar los cocodrilos de diferentes regiones del mundo suele ser complicado, a menos que se conozca su origen con certeza. El cocodrilo americano tiene un patrón de escamas

en el cuello único, pero este patrón no es uniforme en todos los individuos. Cada ejemplar de *Crocodylus acutus* tiene un patrón de escamas único, como una huella dactilar.

References.

- Brandt, L.A. 1989. Status and ecology of the American alligator (*Alligator mississippiensis*) in ParPond, Savannah River Site. Unpubl. M.S. Thesis, Department of Biological Sciences, Florida International University, Miami, Florida, USA.
- Messel, H., G.C. Vorlicek, A.G. Wells and W.J. Green. 1982. Status and dynamics of *Crocodylus porosus* populations in the tidal waterways of northern Australia. IUCN Publ. (N.S.) Suppl. Paper. pp. 127-173.
- Brandt, L. A., F.J. Mazzotti, J. R. Wilcox, P. D. Barker, G. L. Hasty, and J. Wasilewski. 1995. Status of the American crocodile (*Crocodylus acutus*) at a power plant site in Florida, USA. *Herpetological Natural History*, 3(1), 29-36.
- Dunson, W.A. and F.J. Mazzotti. 1989. Salinity as a limiting factor in the distribution of reptiles in Florida Bay: a theory for the estuarine origin of marine snakes and turtles. *Bulletin of Marine Science* 44: 229-244.
- Evans, D.H. and T.M. Ellis. 1977. Sodium balance in hatchling American crocodile *Crocodylus acutus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 58:159-162.
- Ferguson, M.J.W. 1985. Reproductive biology and embryology of the crocodilians. In: *Biology of the Reptilia*. Vol 14, (Ed. by C. Gans, F. Billet and P.F.A. Maderson), pp. 329-491. John Wiley and Sons, New York, New York.
- Kushlan, J. A., and F.J. Mazzotti. 1989a. Historic and present distribution of the American crocodile in Florida. *J. Herp.* 23. (1)1-7.
- Mazzotti, F. J., J. A. Kushlan, and A. Dunbar-Cooper. 1988. Desiccation and cryptic nest flooding as probable causes of egg mortality in the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Everglades National Park, Florida. *Florida Scientist* 51:65-72.
- Mazzotti, F.J. 1983. The ecology of *Crocodylus acutus* in Florida. Unpubl. Diss., Department of Biology, The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, USA.
- Ogden, J.C. 1978. Status and nesting biology of the American crocodile, *Crocodylus acutus* (Reptilia, Crocodylidae) in Florida. *J. Herp.* 12 (2): 183-196.

Richards, P.M. and D. L. DeAngelis, 2000. Population modeling of the American crocodile (*Crocodylus acutus*) for conservation and management in Florida. Greater Everglades Ecosystem Restoration Science Conference. Abstracts. p 146.

Evaluación de poblaciones de Caimán de anteojos y Cocodrilo americano en el Sitio Ramsar Barra de Santiago

**Vladlen Ernesto Henríquez¹, Carlos Roberto Avilés², Carlos Ernesto Hernández²,
Jazminne Sarai Paiz³ y Ramón Joel Espinal⁴**

²*Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, (qcole1969@gmail.com)*

³*Oceanic Alliance, Aserri, San José, Costa Rica, (spaiz4271@gmail.com)*

⁴*Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales República Dominicana, (ramon.espinal@ambiente.gob.do)*

Resumen

En el marco de la evaluación del estado de conservación de especies prioritarias en humedales costeros de El Salvador, se realizó un diagnóstico poblacional de *Crocodylus acutus* (cocodrilo americano) y *Caiman crocodilus* (caimán de anteojos) en sitios seleccionados del litoral. El levantamiento de información se llevó a cabo mediante recorridos nocturnos en embarcación y a pie, utilizando conteos visuales con luz artificial para estimar abundancia relativa y estructura por tallas.

En total, se registraron individuos de ambas especies en baja densidad, con valores menores a 0.2 ind/ha en la mayoría de los sitios. Para *C. acutus*, se observaron principalmente subadultos y juveniles, con escasa representación de adultos reproductores. En el caso de *C. crocodilus*, la detección fue aún más limitada, restringida a zonas con menor perturbación y cuerpos de agua permanentes.

Las principales amenazas identificadas incluyen pérdida y degradación de hábitat por actividades agrícolas y acuícolas, contaminación de cuerpos de agua y, en menor medida, extracción directa de individuos. La baja proporción de adultos sugiere presión histórica sobre las clases reproductoras y posible disminución de la capacidad de recuperación poblacional. Estos resultados constituyen una línea base para el monitoreo de ambas especies en El Salvador y evidencian la necesidad de implementar medidas de manejo que incluyan protección de hábitats críticos, control de amenazas y programas de educación ambiental con las comunidades locales.

Palabras clave: *Crocodylus acutus*, *Caiman crocodilus*, abundancia, estructura poblacional, conservación.

Introducción

El cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) y el caimán de anteojos (*Caiman crocodilus*) son los únicos crocodilianos presentes en El Salvador y cumplen un papel ecológico clave como depredadores tope en humedales costeros y sistemas fluviales. Su presencia influye en la dinámica de presas, la estructura de comunidades acuáticas y el transporte de nutrientes entre ecosistemas.

En el país, ambas especies se encuentran bajo presión debido a la pérdida y degradación de hábitats, la contaminación de cuerpos de agua y la extracción directa. La UICN clasifica al cocodrilo americano como Vulnerable a nivel global, mientras que el caimán de anteojos se considera de Preocupación Menor, aunque con poblaciones localmente amenazadas.

Método.

Este estudio tuvo como objetivo estimar la abundancia relativa y la estructura por tallas de *C. acutus* y *C. crocodilus* en humedales seleccionados del litoral salvadoreño, generando información de línea base para orientar estrategias de conservación.

El trabajo de campo se realizó del 15 de abril al 30 de junio de 2024 en tres áreas representativas del sitio Ramsar Barra de Santiago: El Zapatero, Costa Azul, Minguilla, Toncontín y Zanjón El Chino. En cada sitio se definieron recorridos de 2 a 3 km de distancia que se desarrollarían a pie o en bote con motor fuera de borda según fuera necesario. Para el conteo se utilizó el método de Detección Visual Nocturna (Herrera et al., 2011). En ambos casos se utilizaron lámparas mayores o iguales a 1000 lúmenes para detectar el brillo del *tapetum lucidum* de caimanes y cocodrilos, registrando en cada avistamiento datos de coordenadas GPS, talla (en caso de ser posible), profundidad, temperatura del agua. Para esta investigación se utilizaron los métodos de marcaje y captura propuestos por Woodward y Marion (1978). Tomando datos morfométricos, sexado y marcaje de individuos (Herrera et al. 2011).

Para el análisis de datos se estimó la Tasa de Encuentro (TE) como un parámetro de densidad poblacional, así como la Fracción Visible (Cupul-Magaña, 2009) para calcular el porcentaje de individuos observados durante los recorridos. Posteriormente se determinó el tamaño poblacional utilizando el método de Messel (*et.al.*, 1981).

Resultados.

Se obtuvieron variaciones de Tasa de Encuentro por sector entre 4.11 ind/Km en Costa Azul a 26.45 ind/Km en Zanjón El Chino, presentando en total de TE para todo el sitio RAMSAR de 11.16 ind/Km. Un 43% de las observaciones corresponden a la clase I (crías), la clase II con un 21%, seguido por la clase III con el 8% y las clases IV y V con 2% cada una, la categoría SO (solo ojos) obtuvo un 23%.

La TE por especie presentó márgenes bastante bajos para *C. crocodilus* entre los 4.48 ind/Km en Zanjón El Chino donde se identificó mayor presencia hasta 2 ind/Km en el río Toncontín que se identifica como una de las zonas con poblaciones considerables. La proporción de sexos se determinó en una relación de hembras/machos de 2:1.

Posteriormente se aplicó la formula establecida por Messel et al. (1981), donde se obtuvieron datos para el sitio RAMSAR de 77 ± 23 individuos (entre 54 y 100 individuos), sectorizando EZ: 11 ± 1 individuos, RT: 5 ± 2 individuos, CA 17 ± 5 individuos, ZC: 81 ± 6 individuos.

Discusión.

Las bajas densidades registradas para ambas especies son consistentes con reportes previos que documentan una disminución sostenida de las poblaciones en El Salvador. La escasa proporción de adultos reproductores, especialmente en *C. acutus*, puede estar asociada a la extracción selectiva histórica y a la pérdida de sitios de anidación.

La ausencia de crías de *C. crocodilus* sugiere baja reproducción o elevada mortalidad temprana, posiblemente por depredación, pérdida de refugios y alteración de microhábitats.

Aunque *C. acutus* mostró mayor presencia y tolerancia a ambientes alterados, sus poblaciones siguen fragmentadas y vulnerables a las presiones humanas. La coexistencia de amenazas de alta severidad —pérdida de hábitat, contaminación y perturbación directa— limita la capacidad de recuperación natural de ambas especies.

Referencias.

Cupul-Magaña F. G. 2009. ¡A contar cocodrilos! Comentarios y ejercicios básicos sobre algunos métodos para evaluar poblaciones silvestres. Ciencias y Mar. XIII (38): 3-14.

Messel H., Vorlicek G.C., Wells A.G. and Green W.J. (1981) Surveys of Tidal River Systems in the Northern Territory of Australia and their Crocodile Populations. Monograph: Volume 1. The Blyth-Cadell River Systems Study and the Status of *Crocodylus porosus* in Tidal Waterways of Northern Australia. Methods for Analysis, and Dynamics of a Population of *C. porosus*. Pergamon Press, Sydney.

Sánchez Herrera, O., G. López Segurajáuregui, A. García Naranjo Ortiz de la Huerta y H. Benítez Díaz. 2011. Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 270 pp.

Woodward, A R. & W.R. Marion. 1978. An evaluation of factors affecting night-light counts of alligators. Proceedings Annual Conference of the Southeastern Association of Fish Wildlife Agencies 32: 291-302.

Acciones de los Grupos S.O.S. Cocodrilo en México: caso Tampico

César Norberto Cedillo Leal¹

*Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre
Universidad Autónoma de Campeche. Avenida Héroe de Nacozari #480, C.P. 24079, San
Francisco de Campeche, Campeche, México. cncedill@uacam.mx*

Resumen

Las interacciones humano-cocodrilo en México son una problemática socioambiental en crecimiento constante, donde la ciudad de Tampico, Tamaulipas es un foco rojo en este tema con *Crocodylus moreletii* por lo que se activó el Protocolo de Atención a Contingencias Humano-Crocodilianos mediante la conformación del Grupo S.O.S. Cocodrilo Tampico para tender estas interacciones negativas. El objetivo fue documentar las acciones realizadas por el Grupo S.O.S. Cocodrilo en Tampico. Se documentó las acciones de detección de zonas potenciales de riesgo, atención de interacciones y difusión del proyecto. Se detectaron múltiples zonas de riesgo, se atendieron 208 reportes de cocodrilos que representaban un riesgo para la población y se impactaron 5500 niños con temas de educación ambiental relacionado con el tema de interacciones. La sinergia interinstitucional es la clave para atender de manera segura las interacciones y poder tener una coexistencia entre especies.

Palabras clave: Grados de interacción, Tamaulipas, contingencia, atención de interacciones

Introducción

Las interacciones negativas humano-cocodrilo (IH-C) en México son una problemática socioambiental en constante aumento (García-Grajales y Buenrostro-Silva, 2019), donde los diferentes hábitats naturales de las especies están siendo modificados y disminuidos mediante el cambio de uso de suelo (Marzluff et al., 2001; Fahrig, 2003) para actividades agrícolas, industriales o urbanas, causando una fragmentación o pérdida total del hábitat. Estas actividades ocasionan una competencia directa o indirecta por el recurso espacio, agua y alimento (Jayson et al., 2006; Amarasinghe et al., 2015), causando encuentros entre los humanos y cocodrilos cada día más frecuentes, y donde algunos de estos resultan

en personas lesionadas o muertas a causa de estos encuentros. Derivado de esta problemática las autoridades federales mexicanas publicaron un Protocolo de Atención a Contingencias Humano-Crocodilianos (PACH-C) en el año 2018 (SEMARNAT 2018), clasificando los tipos de interacciones y sugiriendo acciones como la conformación de un grupo de primera respuesta denominada Grupos S.O.S. Cocodrilo quienes tienen el objetivo de atenderlas y minimizar las interacciones negativas. A este respecto, el estado de Tamaulipas no está exento a presentar estas interacciones con cocodrilos con la especie *Crocodylus moreletii*, donde en las últimas dos décadas ha tenido un crecimiento exponencial, ocupando el primer lugar en interacciones negativas con esta especie desde animales fuera de su hábitat, personas lesionadas y muertas (Cedillo-Leal et al., 2024). Siendo la zona sur del estado un foco rojo, por lo que desde el año 2021 a 2024 el gobierno municipal de Tampico llevó a cabo el proyecto “Monitoreo poblacional del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y sus interacciones Hombre-Cocodrilo en la Laguna del Carpintero” donde se activo el PACH-C y se conformó el grupo S.O.S. Cocodrilo Tampico para atender esta problemática socioambiental llevando a cabo diferentes acciones, preventivas y correctivas en los diferentes cuerpos de agua municipal, principalmente en la Laguna del Carpintero, una laguna urbana con alto flujo de actividades deportivas, recreativas y turísticas. Por lo que el objetivo fue documentar las acciones realizadas por el Grupo S.O.S. Cocodrilo en Tampico.

Métodos

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Tampico, ubicado en el sur del estado de Tamaulipas, México. La temperatura media anual es de 24 °C, presentando una temperatura media máxima de 36.8 °C y una temperatura media mínima de 9.7 °C. La precipitación media anual es de 788.6 a 1044.1 mm. El mes de julio presenta la mayor precipitación aproximadamente 1000 mm (INEGI, 2022; SMN, 2023).

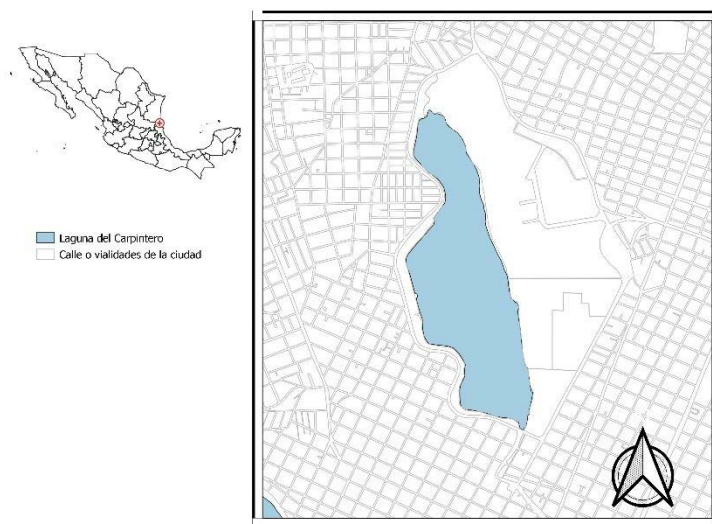


Figura 1. Laguna del Carpintero en la ciudad de Tampico, Tamaulipas, México.

Las severidad de las interacciones humano-cocodrilo (IH-C) fueron clasificadas en cinco grados (Grado 1. Avistamiento; Grado 2. Encuentro; Grado 3. Depredación; Grado 4. Interacción no mortal; y Grado 5. Interacción mortal) según el PACH-C. para este proyecto se realizaron una serie de actividades preventivas para minimizar y atender las IH-C en el municipio de Tampico, como:

Detección de zonas potenciales a presentar IH-C. Se realizaron recorridos por la margen de la Laguna del Carpintero para identificar sitios de asoleaderos, donde el camino estuviera muy cerca del espejo de agua (≤ 4 m), donde no existiera malla perimetral o donde el camino presentará una pendiente significativa hacia el espejo de agua, sitios de anidación identificados previamente y sitios donde se hubieran presentado encuentros no fatales y fatales con cocodrilos.

Conformación de grupo de primera respuesta. Se conformó el grupo S.O.S. Cocodrilo de Tampico involucrando a autoridades federales, estatales, municipales, del área de la salud y especialistas en cocodrilos, asignando roles y actividades específicas a cada uno de los integrantes.

Atención de IH-C. Las diferentes interacciones se atendieron mediante el 911, acudiendo al sitio y clasificando el grado de interacción según el PACH-C. Cuando se trató de interacción grado 1, 2 y 3 solo atendió el personal operativo conformado por bomberos y especialistas; cuando se trató de interacciones grado 4 y 5 se atendió por todo el grupo. Adicionalmente se atendieron hembras anidantes defendiendo o cuidando su nido.

Difusión del proyecto/educación ambiental. Se difundió el proyecto mediante charlas y conferencias con líderes de la sociedad civil, escuelas y congresos nacionales e internacionales.

Resultados

Detección de zonas potenciales a presentar IH-C

Se realizaron 3 recorridos por la periferia de la Laguna del Carpintero durante el año 2021 y se detectaron 50 zonas potenciales a presentar interacciones humano-cocodrilo (Figura 2), donde se colocaron 4 tipos diferentes de señalética informativa-preventiva (Figura 2).



Figura 2. Laguna del Carpintero y los sitios potenciales a presentar interacciones humano-cocodrilo; señalética informativa-preventiva diseñada y colocada en la periferia de la laguna.

Conformación de grupo de primera respuesta.

En el año 2021 se conformó el grupo S.O.S. Cocodrilo Tampico (Figura 3) el primer grupo conformado para la especie *Crocodylus moreletii* y el segundo grupo conformado oficialmente en México. este grupo esta conformado por Autoridades federales (SEMARNAT y PROFEPA), autoridades estatales (Comisión de Caza y Pesca de Tamaulipas, Guardia Estatal), autoridades municipales (Dirección de Ecología, Protección Civil, Bomberos, Parques y Jardines, Servicios Públicos), área de la Salud (Cruz roja Mexicana y Hospital General de Tampico) y especialistas en Crocodilianos.



Figura 3. Reunión de conformación de Grupo S.O.S. Cocodrilo Tampico con presencia de autoridades de los tres órdenes de gobierno, área de la salud y especialistas.

Atención de IH-C.

Se han atendido un total de 208 interacciones humano-cocodrilo en Tampico de 2021 a 2024 (Figura 4), con un promedio de 52 reportes anuales. Donde las interacciones grado 2 encuentros representan el 70 %. El año 2024 fue atípico presentando una lluvia intensa y provocando un aumento de cocodrilos fuera de su hábitat. El 38% de los cocodrilos capturados fueron machos y un porcentaje importante no fue posible sexarlos (Figura 5). Se translocaron 10 nidos del 2022 a 2024 con un total de 326 huevos (Figura 6).

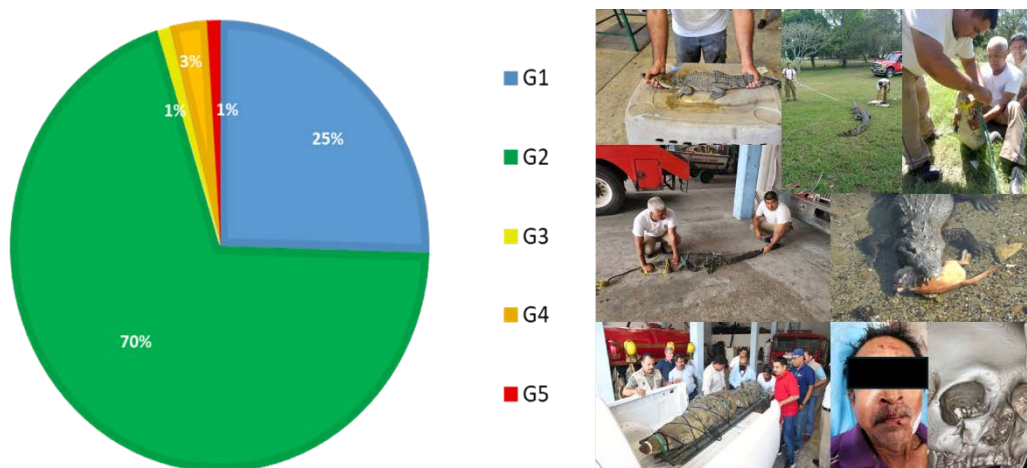


Figura 4. Grados de interacción humano-cocodrilo registrados en Tampico, Tamaulipas México de 2021 a 2024.

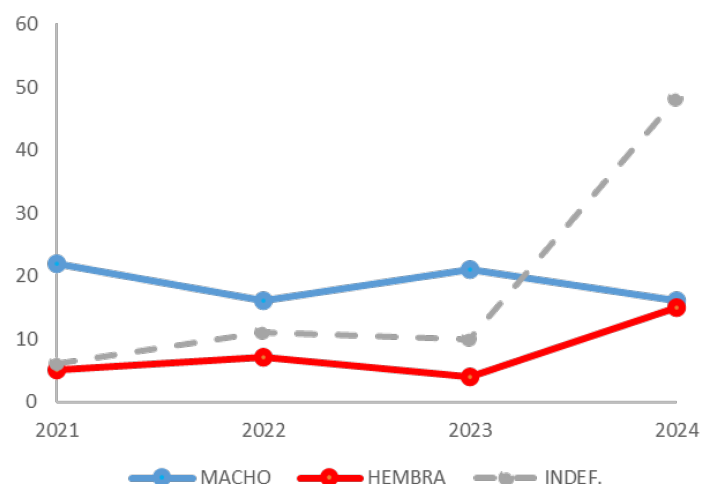


Figura 5. Sexo de los cocodrilos por año capturados en las interacción humano-cocodrilo registrados en Tampico, Tamaulipas México de 2021 a 2024.

Difusión del proyecto/educación ambiental.

Se han realizado más de 50 reuniones con sociedad civil y autoridades para abordar el tema de interacciones y las acciones realizadas (Figura 7). Se han dado más de 60 entrevistas a medios locales, nacionales e internacionales (Figura 7). Se han visitado más de 40 escuelas impartiendo 160 charlas de educación ambiental e impactando a 5500 niños (Figura 7). Se han enviado y publicado 4 artículos a revistas internacionales. Se han realizado 2 reuniones nacionales de los Grupo S.O.S. Cocodrilo abordando diversos temas referentes a la atención de interacciones tanto en el manejo y contención de cocodrilos como la atención por primeros respondientes de personas heridas (Figura 8).

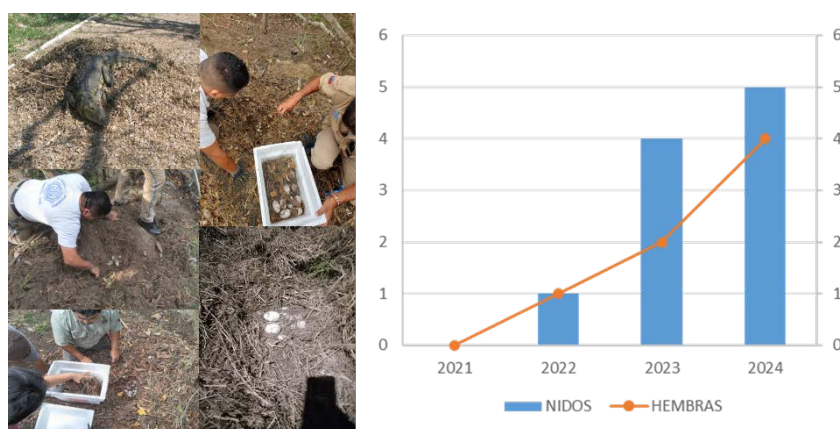


Figura 6. Colecta y Translocación de nidos silvestres de *Crocodylus moreletii* pertenecientes a la Laguna del Carpintero en Tampico, Tamaulipas, México.



Figura 7. Reuniones, entrevistas y platicas de educación ambiental que se dieron abordando el tema de las interacciones humano-cocodrilo en Tampico.



Figura 8. Reuniones y Talleres realizados en materia de interacciones humano-cocodrilo en México.

Conclusiones

La sinergia entre las autoridades de los tres órdenes de gobierno, área de la salud y especialistas es fundamental para atender de manera eficiente y eficaz las diferentes interacciones entre humanos y cocodrilos. El municipio de Tampico es un foco rojo en el tema de interacciones no fatales y fatales en México, siendo la Laguna del Carpintero una preocupación en este tema. Mediante el proyecto integral que tiene el municipio, se han realizado diversas estrategias que han ayudado a atender y minimizar las diferentes interacciones.

Referencias

- Amarasinghe AA, Madawala MB, Karunarathna DMS, Manolis C, De Silva A, and Sommerlad R. 2015. Human– crocodile conflict and conservation implications of saltwater crocodiles *Crocodilus porosus* (Reptilia: Crocodylia: Crocodylidae) in Sri Lanka. *Journal of Threatened Taxa* 7: 7111–7130. <https://doi.org/10.11609/JOTT.O4159.7111-30>
- Cedillo-Leal CN, Padilla-Paz SE y Barrios-Quiroz G. 2024. Interacciones negativas humano-cocodrilo en el estado de Tamaulipas, México. VII Congreso sobre investigación y conservación de anfibios y reptiles, Puerto Escondido, México.
- Fahrig L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487–515.
- García-Grajales J, Buenrostro-Silva A. 2019. Assessment of human–crocodile conflict in Mexico: patterns, trends and hotspots areas. *Marine and Freshwater Research*, 70: 708-720
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2022. Censo de población y vivienda 2022. Número de habitantes. Tamaulipas. México, DF. Recuperado de <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tam/poblacion/default.asp>
- Jayson EA, Sivaperuman C, Padmanbhan P. 2006. Review of the reintroduction programme of the mugger crocodile *Crocodylus palustris* in the Neyyar Reservior, India. *Herpetological journal*. 16:69-76.
- Marzluff J, McGowan K, Donnelly R, Knight R. 2001. Causes and consequences of expanding America populations. In Marzluff J, Bowman R, Donnelly R (Eds). *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer Academic Press, Norwell, MA. 585 pp.
- SEMARNAT. 2018. Protocolo de Atención a Contingencias Humano-Crocodilianos. Componente de manejo de Poblaciones del Programa de Acción para la Conservación de Especies (PACE): Crocodylia (*Crocodylus acutus*, *Crocodylus moreletii*, *Caiman crocodilus chiapasius*). SEMARNAT/CONANP, México.
- Servicio Meteorológico Nacional. 2023. Normales climatológicas por estado, Tamaulipas. Consultado 12 de octubre de 2023. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=tamps>

Programa piloto de Headstarting de cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) En el Parque Nacional Lago Enriquillo e Isla Cabritos 2024.

Ramón Joel Espinal¹, Andrys Gómez¹, Robert Greco Jr² y Marisa Tellez³

¹*Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA). Av. Cayetano Germosén esq. Av. Gregorio Luperón, Ensanche El Pedregal, Santo Domingo, República Dominicana.*

²*Universidad de Clemson, Departamento de Silvicultura y Conservación Ambiental, Clemson, Carolina del Sur 29634, EE. UU. (cjachow@clemson.edu)*

³*Crocodile Research Coalition, Maya Beach, Stann Creek, Belize (marisa.tellez@crcbelize.org)*

Resumen

El headstarting es una de las técnicas de conservación más utilizadas para favorecer la recuperación poblacional de cocodrilos. En el Parque Nacional Lago Enriquillo e Isla Cabritos se implementa actualmente un programa piloto de headstarting de cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*), para lo cual el proyecto Sur Futuro-Biopama construyó dos estanques de 15 m² de área y 1 m de profundidad. En estos se colocaron 25 neonatos de menos de un mes de edad, con el objetivo de evaluar la factibilidad de incrementar el número de individuos en años posteriores. El equipo de monitoreo recolectó los ejemplares en distintas zonas de anidamiento y registró datos morfométricos iniciales, tales como longitud hocico-cloaca (HC), longitud total (LT) y peso (P).

Ingresaron 25 crías; tres (3) 12 mayo de del 2024, 12 el 18 de mayo de del 2024, siete (7) el 22 de mayo de del 2024 y tres (3) el 6 de junio de del 2024. Los cocodrilos fueron alimentados cada dos días con peces vivos, de manera que desarrollaran habilidades de caza. Además, cada dos meses se realizaron registros biométricos más detallados, que incluyeron, longitud del hocico (longitud y ancho de la cabeza, diámetro de la cola y peso. Durante el período de manejo, la temperatura promedio del ambiente fue de 29 °C y la del agua de 26 °C. El crecimiento observado mostró un incremento de 3 cm en LT y 10 g en peso durante el primer mes (junio-julio); posteriormente, un aumento promedio de 5 cm en LT y 48 g en peso por mes entre julio y septiembre, y de 65 g por mes en peso en la tercera medición (septiembre-diciembre). Finalmente, el 5 de febrero de 2025 fueron liberados 12 individuos al medio natural. Durante el proceso murieron tres neonatos y tres fueron liberados en su ambiente natural los días 5 de diciembre y 1 de agosto del 2024.

Primer registro de depredación por *Felis catus* en neonatos de *Crocodylus rhombifer*: Implicaciones para su conservación

Etiam Pérez-Fleitas¹ y Gustavo Sosa Rodríguez²

¹ Empresa para la Conservación de la Ciénaga de Zapata, Km 30 Carretera Playa Larga, Ciénaga de Zapata, Cuba (etiamperez37@gmail.com)

² Empresa para la Conservación de la Ciénaga de Zapata, Km 30 Carretera Playa Larga, Ciénaga de Zapata, Cuba (gsr78rh@gmail.com)

Resumen

El cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*) es una especie en Peligro Crítico de Extinción debido a la hibridación con *Crocodylus acutus*, la modificación de hábitat y la caza furtiva. Su área de distribución, la más pequeña dentro del género *Crocodylus*, lo hace especialmente vulnerable a perturbaciones locales. La introducción de especies exóticas en el ecosistema de la Ciénaga de Zapata representa una amenaza adicional, por lo que la detección temprana de estas especies y la evaluación de su impacto son prioridades para la conservación de *C. rhombifer*. Los gatos domésticos (*Felis catus*) están entre las 100 especies invasoras más dañinas del mundo. Su presencia en ecosistemas insulares es particularmente destructiva, ya que las especies nativas carecen de adaptaciones para defenderse de ellos. En este estudio, se documenta por primera vez la depredación de crías de *C. rhombifer* en el Criadero de Cocodrilos de la Ciénaga de Zapata (CCCZ) por gatos asilvestrados. Entre octubre y noviembre de 2022, se registró la pérdida de 145 ejemplares de cuatro meses de edad, cuyos restos (cabezas y colas) fueron encontrados dentro y alrededor de los corrales. Las marcas en el suelo y pelos en las mallas indicaron la presencia de gatos, confirmada posteriormente con el uso de cámaras trampa. Las imágenes mostraron un gato adulto cazando crías de *C. rhombifer* dentro de los corrales, principalmente al anochecer y madrugada. Debido al número de crías depredadas en una sola noche (hasta 15), se infirió que actuaban varios individuos. Tras instalar trampas no letales, se capturaron siete gatos, cesando los ataques. Aunque este evento parece aislado, sugiere que depredaciones previas no documentadas podrían atribuirse a gatos asilvestrados. Los cocodrilos son menos vulnerables a depredadores terrestres gracias a su hábitat acuático y cuidado maternal, pero las crías, al independizarse, quedan expuestas durante la termorregulación en tierra. Además, los

ejemplares de *C. rhombifer* criados en cautiverio podrían no reconocer a los gatos como amenaza, aumentando el riesgo de convertirse en presas fáciles para los felinos. Estos resultados sugieren la necesidad de incluir en el Programa de Conservación estrategias de seguimiento y manejo de gatos asilvestrados en hábitats de *C. rhombifer* y estudios sobre distribución y dieta de *F. catus* en Ciénaga de Zapata para evaluar su impacto real. Esta medida es crucial para proteger a una especie ya gravemente amenazada por factores antropogénicos e invasores biológicos.

Palabras claves: Cocodrilo cubano, conservación, invasiones biológicas

First Island-Wide Assessment of the American Crocodile (*Crocodylus acutus*) in Jamaica

Treya A. Picking^{1,2}, Frank J. Mazzotti⁴, Sergio A. Balaguera-Reina⁴,
Max Duperrouzel¹ y David C. Smith³

1 National Environment and Planning Agency, 10-11 Caledonia Avenue, Kingston 5, Jamaica (Treya.picking@gmail.com, yallallama@gmail.com) 2 Department of Life Sciences, University of the West Indies, Kingston 7, Jamaica 3 Centre for Environmental Management, University of the West Indies, Kingston 7, Jamaica (david.smith03@uwi.edu) 4 University of Florida, Fort Lauderdale Research and Education Center, Florida, USA (fjma@ufl.edu, sergio.balaguera@ufl.edu)

Abstract

The American crocodile (*Crocodylus acutus*) is the most widely distributed new world crocodylian; inhabiting lowland and coastal wetlands of the Americas. Despite its broad range, many populations remain threatened, and survey data are limited, including Jamaica, where habitat loss and illegal hunting pose significant threats. We conducted the first islandwide assessment of *C. acutus* in Jamaica to evaluate encounter rates, distribution, size-class structure, and nesting activity. We also analyzed habitat use to identify Crocodile Conservation Units (CCUs), the areas most critical for the species long-term conservation. Over two years (2020-2022), we conducted 105 spotlight surveys across 35 habitats and extracted 1,974 geolocations from historical and current records. Crocodiles were confirmed across their historical South coast range with small, scattered populations on the North coast. We encountered non-hatchling crocodiles at a rate of 2.5 crocodiles/km (1,049 crocodiles/427.2 km), with relative abundance varying across different habitats. Sewage ponds, mangrove swamps, and rivers supported the highest encounter rates, while juveniles (27%) and hatchlings (14%) were the most frequently observed. Our findings highlight the species' ability to adapt and persist in a changing environment, inhabiting artificial wetlands and disturbed landscapes. We identified seven CCUs that encompass critical natural and artificial habitats, 81.2% of which fall within existing protected areas. To ensure the species long-term survival, we recommend a combination of strategies including protecting critical habitats (CCUs), education programs, stronger enforcement and further research. With several of these efforts already

underway, our study provides a framework to guide ongoing conservation action for *C. acutus* in Jamaica.

Key Words. encounter rates; artificial habitats; crocodile conservation units; habitat analysis

Determinación de Hidrocarburos aromáticos policíclicos en cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en la Ciénaga de Tamasopo San Luis Potosí.

Pedro J.O Rivas¹, Omar Cruz², Cesar Ilizaliturri³, Catalina Alfaro⁴, Alfredo Castillo³ y Guillermo Espinosa³.

¹*Laboratorio Nacional de Variabilidad Climática, Teledetección y evaluación de Riesgos de la UASLP, San Luis Potosí México (osiriseguia@gmail.com).*

²*Departamento de Ciencias ambientales, División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.*

³*Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y Tecnología de la UASLP.*

⁴*Facultad de Ciencias Químicas de la UASLP.*

Resumen

Los ecosistemas de alto valor ecológico, se ven afectados principalmente por prácticas agrícolas adyacentes, sin olvidar algunas otras como la sobreexplotación de agua y recursos, o la utilización de agroquímicos que deterioran su integridad y amenazan a la biodiversidad, específicamente a depredadores tope como los cocodrilos. Se utilizaron biomarcadores con el objetivo de identificar hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y sus efectos en individuos de *Crocodylus moreletii* provenientes de la ciénaga de Tamasopo y una UMA en Veracruz. Se aplicaron distintas metodologías, la cuantificación de HAP se realizó mediante cromatografía de gases masas; la actividad de GST se determinó por el método modificado por Gagné (2014); los parámetros hematológicos se obtuvieron conforme a las recomendaciones del equipo Hemocue Hb201; y el índice de condición de Fulton se calculó según la metodología propuesta por Cedeño Vázquez (2011), para determinar el origen de los HAP se utilizó el método de diagnóstico de proporciones de Tobiszewski y Namieśnik (2012). En ambos sitios se identificaron diez hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en plasma, con una concentración significativamente mayor en la ciénaga en comparación con la UMA. La actividad de GST fue significativamente más alta en la ciénaga. No se detectaron diferencias en los niveles de hemoglobina, pero el hematocrito fue superior en los cocodrilos de la UMA. En cuanto al índice de condición de Fulton, los ejemplares de la ciénaga presentaron valores significativamente mayores. El análisis de origen indicó una

procedencia pirogénica (66% n= 8/10) de los HAP en la ciénaga y petrogénica (90% n= 8/10) en la UMA. Este estudio es un aporte importante para los estudios ecotoxicológicos en reptiles, ya que a nivel mundial existe poca información para este grupo taxonómico. También, es una contribución fundamental para establecer valores o niveles de seguridad enfocados en la protección de la fauna que habita en humedales. Los resultados sugieren que, a pesar de encontrarse en buena condición corporal, los cocodrilos de la ciénaga están expuestos a estresores ambientales, probablemente derivados de la quema de biomasa asociada a la zafra.

Palabras clave: Cromatografía; Humedal; Plasma; Zafra.

40 years of Croc Docs Crocodylian Collaborations in Latin America and the Caribbean

**Venetia Briggs-Gonzalez^{1,2}, Sergio Balaguera-Reina¹, Valerie Corado-Garcia³,
Trey Picking^{4,5}, Jerónimo Domínguez-Laso⁶, Andres Rodriguez-Cordero⁷,
Giovanny Herrera-Pachon⁸ y Frank Mazzotti^{1,2}**

¹*University of Florida, Fort Lauderdale Florida, USA (vsbriggs@ufl.edu,
sergio.balaguera@ufl.edu, fjma@ufl.edu)*

²*Lamanai Field Research Center, Indian Church, Belize*

³*Grupo de Cocodrileros de Guatemala, Guatemala City, Guatemala (valeriegarci@gmail.com)*

⁴*National Environment and Planning Agency, 10-11 Caledonia Avenue, Kingston 5, Jamaica,*

⁵*Department of Life Sciences, University of the West Indies, Kingston 7, Jamaica
(Treya.picking@gmail.com)*

⁶*COMAFFAS AC, Chiapas, Mexico (jeroxdl@yahoo.com.mx)*

⁷*Department of Biological Sciences, Texas Tech University, Lubbock, Texas, USA
(andres.l.rodriguez-cordero@ttu.edu)*

⁸*Semillero de Evolución y Conservación (SEC), Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá,
Colombia (est.giovanny.herrera@unimilitar.edu.co)*

Abstract

The Crocs Docs is a team of researchers based at the University of Florida in Fort Lauderdale. Our research is largely focused on crocodilian ecology and conservation in Florida but over the past 40 years we have extended our research on crocodiles to Latin America and the Caribbean. We have been actively working and collaborating with researchers in Belize, Jamaica, Colombia, Bolivia, Guatemala, and Mexico, in addition to our home-base in Florida. The main objective of this presentation is to highlight ongoing crocodile research and to share our research vision throughout Latin America and the Caribbean. Of these collaborative efforts we have published more than a dozen manuscripts and have at least five graduate students from these countries. We have worked with all 11 species of crocodiles in the Neotropics and plan to further develop projects focused on ecology, conservation and in some cases, effective management. In Belize, we have a 20+year long-term monitoring project on the population ecology of *C. moreletii*, where we work with the local community and integrate an eco-tourism funded research project. We have worked with American crocodiles (*Crocodylus acutus*) in

Mexico as a partnership focused on conservation and management. In Jamaica, a localized telemetry project evolved into a comprehensive country-wide survey, and in Guatemala we are focused on a countrywide distribution of the three native crocodylian species (*C. acutus*, *C. moreletii*, and *Caiman crocodilus*). In Colombia we are working on the phylogeography of the *Paleosuchus* genus in South America as well as the conservation status and management of crocodylian species in Colombia. Similarly, we have been using species distribution models to assess conservation priorities for crocodylians in Bolivia, which also include dwarf caiman (*Paleosuchus palpebrosus*), *Caiman yacare*, spectacled caiman (*C. crocodilus*), *Caiman latirostris*, *Melanosuchus niger* and *P. trigonatus*. Our projects are built on solid collaborations with local researchers and communities and has given us the opportunity to broaden our scope and continue to address questions on crocodylian ecology while providing useful tools for managers toward effective crocodylian conservation.

Keywords: crocodiles, conservation, ecology, population status

Parásitos que infectan a *Crocodylus moreletii* en hábitats con distinto grado de impacto humano

Alberto J. Castillo-Contreras¹, Mauricio González-Jáuregui², Amelia Paredes-Trujillo³, Dalia C. Lázaro-Bello², Sergio E. Padilla Paz², Cesar N. Cedillo Leal² y Landy L. Leon Cornelio¹

¹Maestría en Ciencias Biológicas y Sustentabilidad, Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU) de la Universidad Autónoma de Campeche (UACAM), Avenida Héroe de Nacozari #480, C.P. 24079, San Francisco de Campeche, Campeche, México, (al056561@uacam.mx) (al049859@uacam.mx)

²Laboratorio de Ecología de Fauna Silvestre y Ciencias de la Conservación, Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU) de la Universidad Autónoma de Campeche (UACAM) (mgonzale@uacam.mx) (dalia.lazaro@alumnos.udg.mx) (sepadill@uacam.mx) (cncedill@uacam.mx)

³Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel, C.P. 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (amelia.paredes@unicach.mx)

Resumen

El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) es una de las tres especies de cocodrilianos ampliamente distribuidas en México, país que concentra alrededor del 85% de su rango global. Habita principalmente en ambientes de agua dulce como lagunas, ríos y pantanos, aunque puede encontrarse también en aguas salobres. A pesar de su amplia distribución, los estudios sobre helmintos parásitos en esta especie son escasos y se han concentrado en poblaciones de Tabasco, Veracruz y Yucatán. Entre julio de 2021 y abril de 2023 se recolectaron muestras del tracto digestivo de 97 ejemplares de *C. moreletii* en Campeche, Quintana Roo y Yucatán, en 12 localidades con distintos niveles de perturbación antrópica (conservadas, moderadamente perturbadas y altamente perturbadas). Los ejemplares de cocodrilo fueron marcados, pesados, medidos y liberados tras la extracción de contenido estomacal mediante lavado. Los nematodos obtenidos se fijaron en formalina al 4% y fueron identificados morfológicamente. El análisis parasitológico identificó siete taxones de nematodos: *Contracaecum* sp. tipo 1, *Contracaecum* sp. tipo 2, *Terranova crocodili*, *Micropleura* sp., *Dujardinascaris helicina*, *Eustrongylides* sp. y *Goezia nonipapillata*, pertenecientes a cuatro familias:

Ascarididae, Anisakidae, Micropleuridae y Dioctophymidae. Las especies más prevalentes fueron *Contracaecum* sp. tipo 1 (51%), seguido de *Contracaecum* sp. tipo 2 (41%) y *D. helicina* (28%), mientras que *Eustrongylides* sp. mostró la prevalencia más baja (4,1%). La composición parasitaria difirió significativamente entre sitios con distintos niveles de perturbación antropogénica (PERMANOVA, $p < 0,05$). *Contracaecum* sp. tipo 1 alcanzó una prevalencia del 100% en hábitats moderadamente perturbados. Además, *Contracaecum* sp. tipo 2, *D. helicina* y *T. crocodili* exhibieron una prevalencia de moderada a alta en todas las localidades estudiadas, independientemente de los niveles de perturbación del hábitat. *Eustrongylides* sp. y *G. nonipapillata* se encontraron exclusivamente en entornos urbanos. La presencia de estos nematodos constituye un nuevo registro geográfico para *C. moreletii* en los trópicos, y aporta información valiosa para comprender la relación entre la diversidad parasitaria, la perturbación antrópica y la salud de las poblaciones silvestres de esta especie.

Nematodos, Parásitos, Cocodrilos, perturbación antrópica.

Métodos y técnicas de conservación *ex situ* en crocodilianos mexicanos: *Crocodylus acutus*, *C. moreletii* y *Caiman crocodilus chiapasius*.

Luis Sigler

The Dallas World Aquarium. 1801 N. Griffin St. Dallas, TX. USA. 75202

(luis@dwazoo.com)

Resumen

Se describen los métodos y técnicas de conservación *ex situ* empleadas por el autor en las tres especies de crocodilianos mexicanos; tanto en condiciones de vida silvestre, como bajo cuidado profesional. Dichos métodos y técnicas incluyen: Recolección de huevos silvestres para incubación artificial, Trasplante de nidadas silvestres (Incubación Natural Forzada), Recolección de crías silvestres para desarrollo bajo cuidados profesionales, Reproducción en condiciones controladas, y Actividades de liberación de ejemplares producidos en condiciones controladas. Se muestran los resultados obtenidos por estas actividades y se brindan recomendaciones para cada caso.

Palabras claves: Conservación *ex situ*, *Crocodylus*, *Caiman*, México.

Abstract

The methods and techniques of *ex situ* conservation employed by the author in the three species of Mexican crocodilians are described; both in wild conditions and under professional care. Such methods and techniques include: Collection of wild eggs for artificial incubation, Transplantation of wild clutches (Forced Natural Incubation), Collection of wild hatchlings for development under professional care, Reproduction under controlled conditions, and Release activities of crocodilians produced under controlled conditions. The results obtained by these activities are shown and recommendations are provided for each case.

Keywords: *Ex situ* conservation, *Crocodylus*, *Caiman*, Mexico.

La forma de la cabeza de cocodrilos silvestres en la Costa Atlántica Mexicana.

Raziel A. Saez Euan¹, Mauricio González Jáuregui², SergioE. Padilla Paz², Alberto J. Castillo Contreras³, Landy L. León Cornelio³ y Cesar Cedillo Leal²

¹Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México

(al060929@uacam.mx)

²Laboratorio de Ecología de Fauna Silvestre y Ciencias de la Conservación del Centro de Estudios en Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre de la Universidad Autónoma de Campeche, México (mgonzalez@uacam.mx)

³Maestría en ciencias Biológicas y Sustentabilidad del Centro de Estudios en Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre de la Universidad Autónoma de Campeche, México

Resumen

Crocodylus moreletii se distribuye desde la planicie costera del Golfo de México en el estado de Tamaulipas hasta el Caribe mexicano, donde se encuentra en simpatria con *Crocodylus acutus*. Diversos estudios recientes han documentado evidencia de la introgresión de genes e hibridación entre estas dos especies, particularmente en la zona costera de la península de Yucatán.

La morfometría geométrica es una herramienta que permite analizar la forma pura de los objetos, resultando de gran utilidad para evidenciar las similitudes y diferencias morfológicas. En este estudio evaluamos la forma de la cabeza de ejemplares de cocodrilos capturados en 17 localidades de la vertiente atlántica de México, comparándola con la forma pura de la cabeza de ejemplares de poblaciones silvestres de *C. moreletii* y *C. acutus* en localidades sin evidencia de hibridación.

Para evaluar la forma pura de la cabeza, empleamos fotografías del dorso cefálico obtenidas con dispositivos móviles comunes (smartphones) con apoyo de una regleta de escala y una lámpara de luz de fondo. Se utilizaron tres fotografías por ejemplar y se digitalizaron 17 landmarks y 11 semi-landmarks.

Analizamos fotografías de 168 ejemplares con un largo total promedio de 108 cm (mín = 29 cm, máx = 310 cm). Registramos una relación alométrica significativa ($p < 0.001$)

entre la forma pura de la cabeza y el tamaño del ejemplar. Encontramos diferencias significativas ($p < 0.001$) entre la forma de la cabeza de *C. acutus* y *C. moreletii*. Del mismo modo, identificamos diferencias significativas ($p = 0.001$) entre la forma de la cabeza de *C. acutus* de localidades sin evidencia de hibridación respecto a los ejemplares de localidades en la zona de contacto de las especies. Sin embargo, no encontramos diferencias significativas ($p = 0.13$) entre ejemplares de *C. moreletii* de localidades sin evidencia de hibridación y ejemplares de la zona de contacto.

Los resultados sugieren que en la región de contacto e hibridación entre *C. moreletii* y *C. acutus*, la morfología de la cabeza de los individuos híbridos presenta una tendencia hacia la forma típica de *C. moreletii*. Esta asimetría en la introgresión morfológica podría indicar un flujo génico direccional o diferencias en la presión selectiva que favorecen características morfológicas específicas de *C. moreletii* en las zonas de hibridación. Estos hallazgos contribuyen al entendimiento de los procesos evolutivos en zonas de contacto secundario y tienen implicaciones importantes para la conservación y manejo de estas especies de cocodrilos en México.

Palabras clave: *Crocodylus moreletii*, *C. acutus*, Hibridación, Morfometría geométrica, Morfoespacio.

Reconocimiento de patrones de osteodermos dorsales mediante el uso de imágenes con dron para la identificación de individuos de cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en el Parque Nacional Lago Enriquillo e Isla Cabritos, República Dominicana.

Judá Isaí Martínez Uribe¹, Ramón Joel Espinal² y Andrys Gómez²

¹Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), Av. Alma Mater, Santo domingo, 10105, República Dominicana; judaisaimtzu@gmail.com

²Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN). Av. Cayetano Germosén esq. Av. Gregorio Luperón, Ensanche El Pedregal, Santo Domingo, República Dominicana. (andgomez@ambiente.gob.do; respinal@ambiente.gob.do)

Resumen

Se evaluó la viabilidad del método de identificación individual por imágenes cenitales en *Crocodylus acutus* de la población del Parque Nacional Lago Enriquillo e Isla Cabritos, República Dominicana, utilizando los patrones de distribución de osteodermos dorsales. Para ello, se aplicó una metodología novedosa basada en el uso de naves aéreas no tripuladas (UAV, drones), lo que permitió obtener registros visuales sin interferir con el comportamiento de los animales. El análisis comparativo de individuos siguió el protocolo de Balaguera-Reina et al. (2017), que genera un patrón binario por cada línea transversal (LTO) y longitudinal de osteodermos (LLO). El estudio se centró en los osteodermos dorsales comprendidos entre la nuca y las patas anteriores. En los casos con gran similitud en estos patrones, se incorporó la comparación de rasgos craneales morfológicos, como pliegue occipital, elevación preorbital media y hendidura premaxilar. Las imágenes cenitales se obtuvieron con un dron *DJI Mavic Mini 3 Pro*. Posteriormente, fueron procesadas y vectorizadas con Adobe Photoshop 2025. El análisis priorizó las escamas con quillas o elevaciones notorias, debido a su mayor tamaño y bordes fácilmente distinguibles. Para estandarizar las tomas, se utilizó la regla de tercios digital de la cámara y los sensores de proximidad del dron. Se lograron documentar e identificar siete individuos adultos de cocodrilo americano, equivalentes al 10% de la población estimada para el área. Todos mostraron diferencias claras en los patrones de osteodermos, lo que constituye un indicio sólido de la viabilidad del método como herramienta para el monitoreo. En particular, las líneas transversales de osteodermos entre la LTO #1 y la

LTO #4 resultaron suficientes para diferenciar a los individuos. Se recomienda ampliar los estudios con un mayor seguimiento temporal, a fin de evaluar posibles cambios ontogénicos en la formación de osteodermos durante las etapas de neonatos, juveniles y subadultos. Asimismo, se sugiere continuar con el marcaje de escamas caudales, lo que permitiría corroborar la identidad de los individuos ante eventuales modificaciones en los osteodermos dorsales. La implementación de esta técnica de identificación individual abre nuevas posibilidades para conocer los patrones de desplazamiento de los cocodrilos en Lago Enriquillo, lo que contribuiría a detectar zonas de uso preferente, posibles comportamientos de territorialidad y variaciones en la movilidad durante la temporada reproductiva.

Palabras Clave: Lago Enriquillo, Osteodermos dorsales, Dron, Identificación.

Crocodile Predation on Humans in the Indonesian Archipelago with an Attack Rate Correction Factor.

Kyle J. Shaney¹, Amir Hamidy², Awal Riyanto² y Brandon Sideleau³

¹ *Department of Biological & Health Sciences, Texas A&M University-Kingsville, USA
(kyle.shaney@tamuk.edu)*

² *Research Center for Biosystematics & Evolution-National Research and Innovation Agency,
Indonesian Institute of Sciences, BRIN, Indonesia (hamidyamir@gmail.com)*

³ *Charles Darwin University, NT 0909, Australia (bsideleau@gmail.com)*

Abstract

Large carnivore attacks on humans are an increasing challenge for conservation and management efforts across many regions of the world. Saltwater crocodiles in southeast Asia are responsible for one of the highest attack rates on humans of any large carnivore and the Indonesian archipelago is at the geographic epicenter of rising attack occurrences. The recent construction of a crocodile attack database has elucidated many temporal and spatial attack patterns; however, it remains unclear what proportion of attacks go unreported. Collectively, 2377 Saltwater crocodile attacks were reported from the Indonesian archipelago between 1845 and 2021, and 1416 between 2012 and 2021. Between 2012-2021, 378 attacks were recorded in Borneo and only 73 attacks were recorded from New Guinea, even though New Guinea covers a larger geographic area. In 2023, we travelled to one of the more remote regions of Indonesia, West Papua, to compare documented attack rates in the crocodile attack database with undocumented attacks to calibrate an attack rate correction factor for remote regions. We travelled through the Raja Ampat island system of West Papua and conducted surveys with locals at six settlements to cross reference known crocodile attacks throughout the area. For every 200-400 km of shoreline, we estimate there could be at least 4-5 times more crocodile attacks on humans than are currently documented in the Raja Ampat area over the last decade. Although this is only a case study, this could be a conservative estimate considering we could not visit all remote areas, interview all potential witnesses, and we could not account for the disappearance of solo travelers with unknown fates. If a seven-fold correction factor is applied to documented attack rates in other remote regions, there

are likely hundreds of undocumented attacks that have occurred in the last decade, at a minimum.

Key Words: Human-crocodile conflict, Indonesia, remote

Managing Human-Crocodile Interactions in Campeche, Mexico

Sergio E. Padilla-Paz, César N. Cedillo-Leal y Mauricio González-Jáuregui

Laboratorio de Ecología de Fauna Silvestre y Ciencias de la Conservación, Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre, Universidad Autónoma de Campeche. Av. Héroe de Nacozari # 480 C.P. 24079. San Francisco de Campeche, Campeche, México. (sepadill@uacam.mx)

Abstract

The increasing frequency of human-crocodile encounters in Mexico has prompted greater attention from government authorities and wildlife specialists. To address this challenge, the Commission of Natural Protected Areas published the Protocol for the Attention of Human-Crocodile Interactions (PACH-H) in 2016. Throughout Mexico, various initiatives have emerged to implement this protocol and establish response procedures for crocodile emergencies. Most regions operate this protocol at the municipal level through programs called "SOS Crocodile Patrol," where local authorities collaborate with fire departments and civil protection agencies to respond to crocodile incidents. The State of Campeche faced a unique challenge: the absence of a dedicated wildlife management service. To address this gap, we developed a state-level implementation of the protocol through a collaborative network involving academic institutions, government agencies, firefighters, and civil protection agencies. While this approach added an additional communication challenge, it proved highly effective. Municipal authorities respond more quickly to invitations to crocodile management training workshops made through the state government than to those made by municipal or academic institutions. Our strategy focused on three key areas: 1) Community Prevention: Identifying high-risk zones for crocodile-human interactions and conducting educational workshops with local communities; 2) First Responder Training: Preparing first responders in PACH-H protocol application and safe crocodile capture and handling techniques and 3) Animal rescue and relocation (when necessary). Since launching this initiative in July 2023, our collaborative efforts have produced significant results. We conducted four comprehensive training workshops focused on safe crocodile capture and handling techniques. Our team responded to 27 human-crocodile interactions, which primarily consisted of wildlife observation activities and animal rescue operations. Additionally,

we installed preventive signage to help reduce future incidents. The partnership between academic institutions and government agencies has significantly enhanced community communication and response capabilities. This collaborative model has proven effective for both preventing crocodile-human conflicts and managing incidents when they occur in Campeche, Mexico.

Keywords: Human-Crocodile Interaction, collaborative network, Campeche Mexico.

Variación de la forma de la cabeza en especies simpátricas de cocodrilos de la Península de Yucatán: un enfoque de Morfometría Geométrica

Joana F. Batalha¹, Marta M. Rufino², Sergio Padilla-Paz³ y Mauricio González-Jáuregui³

¹*Ghent University (UGent), Ghent, Belgium (m.joana.batalha@gmail.com)*

²*Portuguese Institute for the Sea and Atmosphere (IPMA), Lisbon, Portugal (mmrufino@fc.ul.pt)*

³*Universidad Autónoma de Campeche (UACAM), San Francisco de Campeche, Mexico (mgonzalez@uacam.mx)*

Resumen

Las dos especies de cocodrilos *Crocodylus acutus* y *C. moreletii* tienen una distribución simpátrica extensa, donde han estado hibridizando durante un vasto período de tiempo. Estos híbridos crípticos presentan similitudes fenotípicas con una de las especies parentales, con o sin características atípicas. La mayoría de estudios previos sobre morfología del cráneo entre estas dos especies se han enfocado en diferencias de forma morfométrica lineal del cráneo sin incluir individuos con mezcla genética. En el presente trabajo, utilizamos técnicas de Morfometría Geométrica (MG) basadas en hitos (landmarks) anatómicos e hitos deslizantes para comparar la forma del cráneo de individuos vivos de los tres grupos. Compilamos una base de datos fotográfica de poblaciones parentales genéticamente confirmadas que abarcan la Península de Yucatán en el sureste de México (*C. moreletii* del estado de Tabasco, Campeche y Yucatán, *C. acutus* de Oaxaca y Quintana Roo) y añadimos imágenes recolectadas de una población con mezcla genética capturada durante trabajo de campo en el Área Natural Protegida Yum Balam (norte de la Península de Yucatán). Se encontró que las formas del cráneo de los grupos eran estadísticamente diferentes, obteniendo también efectos significativos del cambio de forma en función del tamaño (alometría). Las grillas de deformación “thin-plate spline” permitieron la visualización de las diferencias entre las formas del cráneo, mientras que varios métodos de clasificación que van desde aprendizaje automático hasta análisis multivariado se utilizaron para explorar la efectividad de las técnicas de MG en

la evaluación entre las especies o el grupo con mezcla genética basándose en la variación de la forma del cráneo. Nuestros resultados subrayan la importancia de un enfoque multidisciplinario para la conservación y manejo efectivos de poblaciones de cocodrilos y destacan el valor de las técnicas de Morfometría Geométrica para identificar grupos fenotípicamente similares.

Palabras clave: Especies simpátricas, Hibridización, Similitudes fenotípicas, Morfología.

Head shape variation in sympatric crocodile species of the Yucatán Peninsula: a Geometric Morphometrics approach

Joana F. Batalha¹, Marta M. Rufino², Sergio Padilla-Paz³ y Mauricio González-Jáuregui³

¹*Ghent University (UGent), Ghent, Belgium (m.joana.batalha@gmail.com)*

²*Portuguese Institute for the Sea and Atmosphere (IPMA), Lisbon, Portugal
(mmrufino@fc.ul.pt)*

³*Universidad Autónoma de Campeche (UACAM), San Francisco de Campeche, Mexico
(mgonzale@uacam.mx)*

Abstract

The two crocodile species *Crocodylus acutus* and *C. moreletii* have an extended sympatric distribution, where they have been hybridizing for a vast period of time. These cryptic hybrids present phenotypical similarities to one of the parental species, with or without atypical characteristics. Most previous studies on head morphology between these two species have focused on skull linear morphometric shape differences without including admixture individuals. In the current work, we used Geometric Morphometric techniques (GM) based on landmarks and sliding landmarks to compare the head shape of live individuals from the three groups. We compiled a photographic database from genetically confirmed parental populations spanning the Yucatán Peninsula in the southeast of Mexico (*C. moreletii* from the state of Tabasco, Campeche and Yucatán, *C. acutus* from Oaxaca and Quintana Roo) and added collected images of an admixture population captured during fieldwork in the Yum Balam Protected Area (northern Yucatán Peninsula). The head shapes of the groups were found to be statistically different, while also getting significant effects of shape change in function of size (allometry). Thin-plate spline deformation grids allowed the visualization of the differences between the head shapes, whereas several classification methods ranging from machine-learning to multivariate analysis were used to explore the effectiveness of GM techniques in assessing between the species or the admixture group based on head shape variation. Our results underscore the importance of a multidisciplinary approach for effective conservation and management of crocodile populations and highlight the value of Geometric Morphometric techniques to identify phenotypically similar groups.

Keywords: Sympatric species, Hybridization, Phenotypical similarities, Morphology.

Recent American Crocodile-Human Interaction Trends in Florida.

Dan Navarro

Florida Fish and Wildlife Conservation Commission (FWC), Okeechobee, Florida, USA
(luis.gutierrez@myfwc.com)

Abstract

Since 2005, the Florida Fish and Wildlife Conservation Commission (FWC) has implemented the Statewide Nuisance Alligator Program (SNAP) to address and resolve conflicts between American Alligators (*Alligator mississippiensis*) and the public. Under this umbrella, the Crocodile Response Program was instituted not long afterwards to specifically address issues and concerns pertaining to American Crocodiles (*Crocodylus acutus*). While both species are federally protected, there are stark differences between their distributions and population statuses, therefore, separate and distinct protocols were created regarding how issues are addressed and resolved. Because of the relatively small number of American Crocodiles in Florida, FWC has the ability to evaluate each call received concerning crocodiles on a case-by-case basis in order to determine the most appropriate course of action. The overall goal of the program is to prioritize public safety while also taking into consideration the needs of a recovering species. Calls regarding crocodiles are typically received and documented through the SNAP call center and forwarded to the Crocodile Response Program. While some calls are made just to report a sighting or to gain more information on crocodiles or FWC's programs, the majority of calls that are received come from residents who have observed a crocodile near their home and are concerned about its presence. Many residents inquire about the possibility of removing the individual in these situations. Some cases merit removal in some form, others are resolved over the phone or through a site visit along with some education and advice from a Crocodile Response Program team member, some others might need a community outreach event, etc. Over the last several decades we have seen an increase in the human population in Florida as well as an increase in the American Crocodile population with more frequent sightings in highly urbanized areas. Logically, this has led to an increase in potential for interactions between humans and crocodiles. Here we illustrate trends over the last four years in the way of calls from the public received through SNAP, crocodile handlings, and crocodile bite incidents. Though the trends show

an increase in calls, that has not translated to a proportionate increase in handlings. With the first crocodile bite incident in 10 years occurring in March 2024 (second on record in Florida), negative encounters between humans and American Crocodiles in Florida remain extremely rare.

Keywords: human-wildlife conflict, crocodiles, Florida

Anidamiento del Cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en el Lago Enriquillo, República Dominicana, en el año 2025.

Andrys Gómez-Ovalles¹, Ramón Joel Espinal¹, Robert Greco Jr² y Marisa Tellez³

¹Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (MMARN) Av. Cayetano Germosén esq. Av. Gregorio Luperón, Ensanche El Pedregal, Santo Domingo, República Dominicana. (andgomez@ambiente.gob.do; respinal@ambiente.gob.do)

²Universidad de Clemson, Departamento de Silvicultura y Conservación Ambiental, Clemson, Carolina del Sur 29634, EE. UU. (cjachow@clemson.edu)

³Crocodile Research Coalition, Maya Beach, Stann Creek, Belize
(marisa.tellez@crbelize.org)

Resumen

El cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) es la especie más ampliamente distribuida entre los cocodrilos del Nuevo Mundo. En República Dominicana, su población se ha reducido drásticamente por la cacería ilegal, el saqueo de nidos y el consumo humano. Actualmente, la única población silvestre conocida se restringe al Parque Nacional Lago Enriquillo e Isla Cabritos. En este contexto, el monitoreo de los sitios de anidación resulta esencial para comprender su dinámica reproductiva y diseñar medidas de conservación efectivas. En el Caribe, *C. acutus* anida principalmente en la estación seca y sus nidos eclosionan al inicio de la temporada lluviosa. Durante la temporada de anidación 2025 en Lago Enriquillo, la puesta de huevos comenzó a principios de febrero y las últimas eclosiones se registraron en junio. Se contabilizaron 39 nidos y 659 huevos en seis de las nueve playas de anidación registradas en el lago. El tamaño promedio de las hembras nidificantes andan rondando los 217.8 ± 9.3 cm con un mínimo de 202.78 y un máximo de 228.39 n = 9. La localidad de La Charca fue la más importante, con 20 nidos y 416 huevos, aunque mostró uno de los menores éxitos de eclosión (48.6%). Esto sugiere que, a pesar de concentrar la mayor actividad reproductiva, factores ambientales o de perturbación podrían estar limitando el desarrollo embrionario. La playa con mayor porcentaje de eclosión fue Punta Oeste (84.7%, 111 huevos), seguida de Los Borbollones (84.6%, 13 huevos). Sitios como KM 5 (58.0%), Playita (54.1%) y Los Briganes (61.5%) mostraron valores intermedios. La variación en la puesta de huevos también fue notable. En La Charca las hembras depositaron un promedio de 20.8, representando las mayores

puestas registradas. En Punta Oeste y KM 5 se obtuvieron promedios de 13.9 y 13.8 respectivamente, mientras que en Playita las puestas fueron más reducidas, con un promedio de 9.2 huevos. En cuanto al tamaño y peso de los huevos, se hallaron diferencias entre localidades. El ancho promedio osciló entre 3.7 cm en La Charca y 4.6 cm en Los Borbollones, mientras que el largo varió de 6.3 cm en La Charca a 7.7 cm en Punta Oeste. El peso promedio fue menor en La Charca (54.6 g) y mayor en Punta Oeste (85.9 g), alcanzando hasta 97 g. Estas diferencias reflejan variaciones en la condición de las hembras reproductoras y en los factores ambientales que influyen en la incubación.

Palabras Clave: Lago Enriqueillo, Anidamiento, Huevos, Eclosiones

Ecología de anidación del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en la Reserva Natural Privada SETAL, Guatemala.

Javier A. Benítez Moreno¹, J. Rogelio Cedeño Vázquez¹, D. Nataly Castelbanco Martínez^{1,4}, Yann Henaut², Carlos Fernández⁵ y Pierra Charruau³

¹*Departamento Sistemática y Ecología Acuática, El Colegio de la Frontera Sur, Av. Centenario km. 5.5, CP 77014, Chetumal, México. (j.benitez96@hotmail.com;*

rogeliocedeno@gmail.com; castelblanco.nataly@gmail.com)

²*Departamento Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, Av.*

Centenario km. 5.5, CP 77014, Chetumal, México. (yhenaut@ecosur.mx)

³*Departamento Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, Carretera a Reforma Km. 15.5, CP 86280, Villahermosa, México. (charruau_pierre@yahoo.fr)*

⁴*Fundación Internacional para la Naturaleza y la Sustentabilidad, Chetumal, México.*

⁵*Reserva Natural Privada SETAL, ruta nacional 7E a 4.5 Kilómetros de El Estor.*

(cfernandez.ambiente@gmail.com)

Resumen

El Programa de Monitoreo del Cocodrilo Americano (PMCA) en la Reserva Natural Privada SETAL (RNPS) es uno de los elementos clave en la conservación de la especie en el departamento de Izabal, Guatemala, que actualmente está catalogada “En Peligro” (apéndice I de su Lista de Especies Amenazadas) debido a las distintas amenazas que enfrenta en el país. Con el objetivo de documentar las características de la temporada de anidación de la especie e interacciones con el ambiente y mejorar la implementación del PMCA, se ha realizado esta investigación durante las temporadas de anidación de febrero a junio del 2023 al 2025, documentando aspectos del área de anidación, las nidadas, presencia de contaminantes y rasgos conductuales de los neonatos. Durante las 3 temporadas se registraron un total de 149 nidos, distribuidos en 45 en 2023, 50 en 2024 y 54 en 2025; se contaron y midieron (diámetro menor, diámetro mayor y peso) un total de 3415 huevos, 846 en 2023, 1058 en 2024 y 1511 en 2025; además se midieron (largo total, largo hocico-cloaca, largo del cráneo, peso) y marcaron un total de 1913 neonatos, 512 en 2023, 714 en 2024 y 687 en 2025. El éxito de eclosión fue de 40% para 2023, 61% para 2024 y 67% para 2025. La ubicación, el tamaño y posición de los nidos se registró también para obtener información sobre uso y cambios del área de anidación. Estos y otros datos han permitido implementar nuevas estrategias en el PMCA en la Reserva

Natural Privad SETAL priorizando siempre el manejo adecuado y en pro de la conservación.

Palabras clave: cocodrilo americano, anidación, programa de manejo, especie amenazada.

Observaciones sobre los cuidados maternos de la hembra de cocodrilo de morelet (*C. moreletii*) en condiciones de cautiverio en Campeche, México.

Camila Martínez-Canul¹ y Sergio Padilla-Paz²

¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Av. Exhacienda Kala, Universidad Autónoma de Campeche, 24085, San Francisco de Campeche, Campeche, México, (al060068@uacam.mx)

²Laboratorio de Ecología de Fauna Silvestre y Ciencias de la Conservación, Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU), Av. Héroes de Nacozari 480, Universidad Autónoma de Campeche, 24070, Campeche, México. (sepadill@uacam.mx)

Resumen

Los cocodrilos son reptiles que proporcionan cuidado parental, incrementando con esta estrategia la capacidad de supervivencia de su descendencia. Se trata de un comportamiento estudiado en poblaciones silvestres, pero con investigaciones limitadas en cautiverio. En el presente trabajo se instalaron cámaras trampa (Moultrie modelo MCG-13129) para observar la actividad maternal del cuidado del nido de la hembra durante un periodo de 60 días en los meses de mayo-junio de 2024 en la Unidad de Manejo para la Conservación y Vida Silvestre “San Vicente Xtun” en Castamay, Campeche, México. Para la obtención de la temperatura del nido se emplearon dispositivos datalogger (Hobo). Se seleccionaron 2 ejemplares hembras pertenecientes a diferentes encierros para el seguimiento de su comportamiento a través de la toma de fotografías y videos cortos y el registro de las temperaturas dentro del nido. En ambas hembras el horario de visita al nido fue predominantemente nocturno, con variaciones en el número de visitas por día. La temperatura estandar de los nidos presenta diferencias, el primer nido con 32° C a 33° C y el segundo con 34° C. Durante el periodo de monitoreo los nidos recibieron visitas de distintos vertebrados, algunos de ellos, reportados como visitantes de los nidos de cocodrilo de morelet en poblaciones silvestres. Entre los que se encuentran paloma de alas blancas (*Z. asiática*), zanate común (*Q. mexicanus*), garrapatero pijuy (*C. sulcirostris*), mirlo café (*T. grayi*), basilisco rayado (*B. vittatus*), iguana negra (*C. similis*) y zopilote aura (*C. aura*). La conducta de los individuos de la especie *Crocodylus moreletii* es variable en condiciones de cautiverio, inclusive en las

acciones de cuidado maternal, aunque se comparten acciones de cuidado del nido durante la incubación de los huevos, las veces que las hembras visitan el nido para vigilar, acomodar o defender contra depredadores no fue similar. Conocer el panorama del cuidado maternal del cocodrilo de pantano en confinamiento permite establecer similitudes, pautas y distinciones con poblaciones silvestres, brindando la oportunidad de mejorar las estrategias de manejo de cría en cautiverio de la especie.

Palabras clave: anidación, incubación, reproducción, hábitos

Ecología y genética poblacional del *Caiman crocodilus* en el Lago Océ, Herrera, Panamá.

Christopher R. Gutiérrez C.¹ y Miryam Venegas-Anaya²

¹Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Ciudad de Santiago, Panamá (christopher22gu@gmail.com)

²Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Ciudad de Panamá, Panamá (miryam.venegas@utp.ac.pa)

Resumen

El *Caiman crocodilus*, conocido comúnmente como caimán de anteojos, es una especie ampliamente distribuida en América Latina, cuya ecología y genética en Panamá han sido poco exploradas fuera de zonas específicas como el Golfo de Montijo. En el Lago Océ, provincia de Herrera, se ha reportado la presencia estable de esta especie, pero no existen estudios formales que describan su abundancia, estructura poblacional ni diversidad genética. Este trabajo busca llenar ese vacío aplicando metodologías de campo y laboratorio que integran conteos nocturnos, registros morfométricos y análisis moleculares mediante microsatélites. Con todo ello se pretende obtener datos sobre la densidad, la proporción de sexos, la estructura etaria y la variabilidad genética, así como evaluar la posible presencia de linajes mezclados por liberaciones no reguladas. Los resultados obtenidos ofrecerán información relevante para la conservación y el manejo de la especie en la región central de Panamá, aportando una línea base para futuros estudios y fortaleciendo la gestión de humedales a nivel nacional.

Palabras clave: Caiman crocodilus, genética poblacional, ecología, Lago Océ

Introducción

El *Caiman crocodilus* cumple un rol fundamental en los ecosistemas acuáticos tropicales, actuando como regulador de poblaciones y bioindicador de la calidad ambiental (Platt & Thorbjarnarson, 2000). En Panamá, aunque se han realizado estudios importantes sobre la especie, como los desarrollados en el Golfo de Montijo (Venegas-Anaya et al., 2019), todavía existen regiones sin caracterización formal. El Lago Océ representa uno de estos vacíos de información, donde la población local no ha sido descrita en términos de

abundancia ni diversidad genética. A nivel global, la especie está categorizada como de “Preocupación menor” por la UICN (Balaguera-Reina & Velasco, 2019); además, en Panamá se cataloga como Vulnerable (Resolución MiAmbiente N.º DM-0657-2016), por lo que es urgente establecer una línea base de datos ecológicos y genéticos.

Métodos

Para evaluar la población se realizarán recorridos nocturnos durante la estación seca aplicando el método de encandilamiento, ampliamente utilizado en estudios de crocodílidos (Chabreck, 1963; Jones, 1996; Cherkiss et al., 2005). Los individuos serán registrados visualmente y, cuando sea posible, capturados para obtener datos morfométricos y muestras de tejido. Las tallas se clasificarán siguiendo criterios basados en reflejo ocular (Seijas, 2011).

Las muestras genéticas serán analizadas mediante microsatélites, reconocidos como marcadores efectivos para estudios de diversidad en crocodílidos (Oliveira et al., 2014; Peakall & Smouse, 2006, 2012). Los datos serán procesados con el software GenAlEx, recomendado para genética poblacional (Peakall & Smouse, 2006, 2012), y se calcularán parámetros como heterocigosidad observada, esperada y número de alelos por locus.

Resultados

Se espera estimar densidad relativa, distribución por tallas y sexos, además de indicadores de diversidad genética en la población del Lago Océ. El análisis molecular permitirá detectar posibles señales de mezcla, aislamiento o endogamia (Frankham et al., 2010). Los resultados se compararán con estudios previos en Panamá y Centroamérica (Venegas-Anaya et al., 2019; Fernández et al., 2015; Solórzano et al., 2021) para identificar similitudes y diferencias con otras poblaciones de la región.

Discusión y Conclusión.

Este estudio proporcionará la primera caracterización ecológica y genética de *Caiman crocodilus* en el Lago Océ. La combinación de metodologías de campo y análisis moleculares fortalecerá la gestión de la especie en Panamá, en un contexto donde aún se desconoce el estado de varias poblaciones (Venegas-Anaya et al., 2008; Balaguera-Reina & Velasco, 2019). Los hallazgos contribuirán a la conservación de crocodílidos en humedales nacionales y ofrecerán un marco comparativo útil para la región centroamericana.

Agradecimientos.

A la Dra. Miryam Venegas-Anaya por su asesoría, al STRI por el acceso a laboratorio, y al CEMCIT AIP por apoyo económico.

Referencias.

- Chabreck, R. H. (1963). Methods of capturing, marking, and sexing alligators. Proceedings of the Seventeenth Annual Conference of the Southeastern Game and Fish Commission, 17, 47–50. <https://seafwa.org/journal/1963/methods-capturing-marking-and-sexing-alligators>
- Jones, F. K. Jr. (1996). Techniques and methods used to capture and tag alligators in Florida. Florida Game and Fresh Water Fish Commission. <https://seafwa.org/sites/default/files/journal-articles/JONES-98.pdf>
- Platt, S. G., & Thorbjarnarson, J. B. (2000). Status and conservation of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. Biological Conservation, 96(1), 13–20. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00043-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00043-5)
- Cherkiss, M. S., Fling, H. E., Mazzotti, F. J., & Rice, K. G. (2005). Counting and capturing crocodilians: CIR1451 UW198, 11 2004. EDIS, 2005(1). University of Florida, IFAS Extension. <https://doi.org/10.32473/edis-uw198-2004>.
- Peakall, R., & Smouse, P. E. (2006). GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Molecular Ecology Notes, 6(1), 288–295. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2005.01155.x>
- Venegas-Anaya, M., Crawford, A. J., Escobedo-Galván, A. H., Sanjur, O. I., Densmore, L. D., & Bermingham, E. (2008). Mitochondrial DNA phylogeography of *Caiman crocodilus* in Mesoamerica and South America. Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology, 309A(10), 614–627. <https://doi.org/10.1002/jez.502>
- Frankham, R., Ballou, J. D., & Briscoe, D. A. (2010). Introduction to Conservation Genetics (2nd ed.). Cambridge University Press: Cambridge.
- Seijas, A. E. (2011). Población del caimán de anteojos (*Caiman crocodilus*) en los llanos de Venezuela: estimaciones de abundancia y estructura de tamaños. Ecotrópicos, 24(2), 85–96.
- Peakall, R., & Smouse, P. E. (2012). GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research—an update. Bioinformatics, 28(19), 2537–2539. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts460>

- Meredith, R. W., Hekkala, E. R., Amato, G., & Gatesy, J. (2014). A phylogenetic hypothesis for *Crocodylus* (Crocodylia) based on mitochondrial DNA: Evidence for transoceanic dispersal during the Miocene. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 70, 183–194. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.09.009>
- Oliveira, E. C. S., Marioni, B., Silveira, R., & Magnusson, W. E. (2014). Development and characterization of microsatellite loci for *Caiman crocodilus* and cross-amplification in other Alligatoridae. *Conservation Genetics Resources*, 6(1), 201–203. <https://doi.org/10.1007/s12686-013-0050-1>
- Fernández, L. M., Arias, M., & Khazan, E. S. (2015). Analysis of population density and distribution of Spectacled Caiman (*Caiman crocodilus*) in Caño Palma, Northeast Costa Rica. *Herpetological Conservation and Biology*, 10(3), 959–968. https://www.herpconbio.org/Volume_10/Issue_3/Fernandez_etal_2015.pdf
- Ministerio de Ambiente (2016). Resolución N.º DM-0657-2016, por la cual se aprueba el listado de especies amenazadas de fauna y flora silvestres de la República de Panamá. *Gaceta Oficial de Panamá*.
- Balaguera-Reina, S. A., & Velasco, A. (2019). *Caiman crocodilus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T46584A3009688. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T46584A3009688.en>
- Venegas-Anaya, M., Bermingham, E., Crawford, A. J., Escobedo-Galván, A. H., Sanjurjo, O. I., & Densmore, L. D. (2019). Geomatics in conservation: Habitat status and population ecology of crocodiles and alligators of the Gulf of Montijo wetland, Panama. In 2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC) (pp. 114–119). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IESTEC46403.2019.00029>.
- Solórzano, A., Gómez, R., & Zamora, J. (2021). Population structure and sex ratio of *Caiman crocodilus* in the wetlands of northeastern Costa Rica. *Tropical Zoology*, 34(1), 32–42. <https://doi.org/10.4081/tz.2021.77>

Atención De Caimanes Y Cocodrilos En La Clínica Veterinaria MARN El Salvador. Período 2019-2025.

Dennys J. Valdez¹ y Andrea Chinchilla¹

¹Humane World for Animal, San José, Costa Rica (latinamerica@homaneworld.org)

Resumen

En el periodo comprendido entre el año 2016 al presente 2025 han ingresado cocodrilos y caimanes provenientes de diferentes sitios, motivos de ingreso y de diferentes edades, contabilizando un total de 12 cocodrilos de los cuales son 2 crías, 6 juveniles y 3 adultos. Mientras que caimanes han ingresado 15 especímenes; 6 crías, 3 juveniles y 6 adultos. Respecto al estado de salud al momento de su ingreso, de los totales antes mencionados 6 cocodrilos y 10 caimanes han ingresado con buena condición de salud y se ha procedido a su liberación inmediata, mientras que 3 cocodrilos y 3 caimanes más han requerido una atención veterinaria debido a que han ingresado con una condición de salud de leve a moderado y posterior a dicha atención se han enviado a liberación; 3 cocodrilos ingresaron graves los cuales no sobrevivieron y 2 caimanes ingresaron muertos. Entre los casos atendidos se destacan aquellos que tienen origen en interacción humana, atacados por personas particular o cayendo en redes de pesca y entregados posteriormente a MARN, en la necropsia de un cocodrilo se encontraron parásitos nemátodos en tejido pulmonar mientras que en otra cría ingresada en septiembre de 2022 se detectó un cuerpo extraño dentro de cavidad celómica a través de técnicas de imagen; respecto a casos de caimanes, ingresó un individuo muerto con una lesión en cabeza ocasionada por proyectil o por objeto cortopunzante que comprometió estructuras del encéfalo provocándole la muerte mientras que los últimos caimanes ingresados en octubre de 2024 fue un grupo de 6 crías de los cuales 2 presentaron desviación de cola, estos fueron atendidos en clínica y enviados a liberar en noviembre del mismo año.

Between the period from 2016 to the present year 2025, crocodiles and caimans have been admitted from different locations, for various reasons, and of different ages. A total of 12 crocodiles have been recorded, including 2 hatchlings, 6 juveniles, and 3 adults. Meanwhile, 15 caimans have been admitted: 6 hatchlings, 3 juveniles, and 6 adults.

Regarding their health status upon arrival, of the aforementioned totals, 6 crocodiles and 10 caimans were in good health condition and were released immediately. Meanwhile, 3 crocodiles and 3 caimans required veterinary attention due to arriving in mild to moderate health condition; after receiving care, they were subsequently released. Three crocodiles arrived in critical condition and did not survive, and 2 caimans were found dead upon arrival. Among the cases treated, notable ones involve human interaction — including individuals attacked by people or caught in fishing nets and later handed over to MARN. In the necropsy of one crocodile, nematode parasites were found in lung tissue, while in another hatchling admitted in September 2022, a foreign object was detected in the coelomic cavity through imaging techniques. Regarding caiman cases, one individual was admitted dead with a head injury caused by a projectile or sharp object that damaged brain structures and resulted in death. The most recent caiman admissions, in October 2024, consisted of a group of 6 hatchlings, 2 of which presented with tail deformities. These were treated in the clinic and released in November of the same year.

Estado poblacional y estructura por tallas del caimán de anteojos (*Caiman crocodilus*) en el Área Natural Protegida Santa Rita, Ahuachapán, El Salvador.

Carlos R. Avilés

*Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El
Salvador, San Salvador, El Salvador, (qcole1969@gmail.com)*

Resumen

El caimán de anteojos (*Caiman crocodilus*) es uno de los dos crocodilianos presentes en El Salvador y desempeña un papel clave en la dinámica de los humedales tropicales. En el Área Natural Protegida (ANP) Santa Rita, históricamente considerada un sitio importante para su reproducción, observaciones locales sugieren una disminución poblacional. Se evaluó el tamaño y estructura poblacional mediante recorridos diurnos y nocturnos, capturas manuales y marcaje. Se estimó una densidad promedio de 0.14 ind/ha y una población total de 41 individuos, con una tasa de encuentro de 0.24 ind/km, uno de los valores más bajos reportados en la región. La estructura por tallas mostró dominancia de crías (44%) y baja proporción de adultos. Estos resultados evidencian la necesidad de implementar monitoreos periódicos y medidas de manejo que garanticen la viabilidad de la población.

Palabras clave: Caiman crocodilus, Santa Rita, conservación, humedales.

Introducción

El caimán de anteojos (*Caiman crocodilus*) es un depredador tope de importancia ecológica en humedales tropicales. Su presencia regula poblaciones de otras especies y contribuye al ciclo de nutrientes. En El Salvador, la información sobre sus poblaciones es escasa. El ANP Santa Rita es un sitio clave para la especie, pero la reducción de hábitats de anidación, la modificación de cauces y la presión antrópica han sido señaladas por los guardarecursos como factores de disminución de avistamientos. Este estudio buscó estimar el tamaño poblacional y estructura por tallas como base para acciones de conservación.

Método

El estudio se realizó en tres sectores del ANP Santa Rita: Río Sacramento (RS), El Corredor (EC) y Poza El Silencio–Zanjón El Chino (PZ). Se efectuaron recorridos diurnos (8:00–11:00 h) y nocturnos (19:00–22:00 h) a pie, registrando avistamientos, capturas y rastros. Los ejemplares fueron capturados manualmente o con lazo, medidos (LT, LHC, LTC, AMC, AMX, APM, CC) y sexados. Se aplicó marcaje mediante extracción de crestas caudales. La densidad y población se calcularon usando el método de fracción visible (Escobedo-Galván, 2004) y fórmulas de Messel et al. (1981). La estructura por tallas siguió las clases de De La Ossa (2002).

Resultados

Se realizaron 42 recorridos en 21 días (137 h y 102 km). Se registraron 27 observaciones: 12 capturas (44%), 5 avistamientos (19%) y 10 rastros (37%). La tasa de encuentro promedio fue de 0.24 ind/km (máx. 0.66 en septiembre). La densidad promedio fue de 0.14 ind/ha, equivalente a 41 individuos en todo el ANP. La estructura por tallas presentó dominancia de clase I (44%), seguida por clase II (20%), III (15%), IV (10%) y V (15%) (Tabla 1). La relación de sexos fue 1:4 a favor de hembras, con los individuos más grandes concentrados en RS y EC.

Clase	% Individuos	Longitud promedio (cm)
I	44%	59.25
II	20%	92.0
III	15%	115.0
IV	10%	131.8
V	15%	153.3

Tabla 1. Relación entre longitud total y temperatura del agua para ejemplares capturados.

Discusión

La densidad encontrada es baja comparada con otros sitios de Centroamérica y México, lo que podría asociarse a la pérdida de hábitats de refugio en época seca, presión por cacería selectiva de adultos y modificaciones hidrológicas. La alta proporción de crías sugiere reclutamiento activo, pero las bajas clases II y III podrían reflejar mortalidad elevada o desplazamiento fuera del ANP. La correlación positiva entre temperatura del

agua y presencia de individuos coincide con preferencias térmicas reportadas en la literatura.

Referencias

De la Ossa, J. 2002. Efectos de la temperatura de manejo sobre el crecimiento de *Crocodylus acutus*. *Revista Biología Tropical*, 289-293.

Escobedo, A. H., C. Dueñas y C. Martínez. 2004. Notes on crocodiles in El Salvador. *Croc. Spec. Group Newsletter*. 23(4).

Messel H., Vorlicek G.C., Wells A.G. and Green W.J. 1981 Surveys of Tidal River Systems in the Northern Territory of Australia and their Crocodile Populations. Monograph: Volume 1. The Blyth-Cadell River Systems Study and the Status of *Crocodylus porosus* in Tidal Waterways of Northern Australia. Methods for Analysis, and Dynamics of a Population of *C. porosus*. Pergamon Press, Sydney. De La Ossa, J. (2002). Estructura poblacional de crocodílicos en Colombia.

Seijas E.A. 2011. Los Crocodylia de Venezuela. Ecología y conservación. Colección de Estudios, Divulgación Científica y Tecnología. Venezuela. 279 pp.

Interacciones Humano-Cocodrilo en Jalisco y Nayarit (México): 19 Años de Experiencias, Desafíos y Respuestas Ejecutando el Protocolo Regional de Atención.

**Armando Rubio^{1,3}, Eva Torres^{1,3}, Lesly Solís^{2,3}, Carolina Reyes^{1,3},
Armando Andrade^{2,3} y Luis A. Tello^{1,3}**

¹*S.O.S. Cocodrilo Jalisco. Zacatecas 255, Col. Azteca. CP. 48450 Tomatlán, Jalisco, México.*

(lats.255@gmail.com)

²*S.O.S. Cocodrilo Nayarit. Paseo de las Palmas no.4 Nuevo Nayarit, Nayarit, México.*

(cocos.pc.badeba@gmail.com)

³*Comison de Interacciones Humano – Cocodrilo Pacifico Norte. Belisario Domínguez 136,*

Ixtapa, Puerto Vallarta, Jalisco, México. (reptilvta@gmail.com)

Resumen.

Se tiene conocimiento que desde los 1990's han ocurrido Interacciones entre Humanos y Cocodrilos (IHC) gracias a notas informativa y noticias, sin embargo, no se había realizado una atención y análisis de incidentes, motivo por el que, desde el año 2006, en Puerto Vallarta, Jalisco, se comenzó a dar seguimiento a la ocurrencia de los casos por primera vez en México. A la vez, ante la colindancia con el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, desde el 2008 se mantiene un trabajo conjunto a los expertos de este estado, logrando extender esta iniciativa a lo largo de ambos estados. Aunque las actividades se realizan de manera independiente, existe una coordinación entre instituciones gubernamentales como la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) quienes facultan una comisión para atender los accidentes suscitados. Ante cada evento de IHC, se asiste al lugar de los hechos para obtener evidencias. Se realizan entrevistas a las personas afectadas y primeros respondientes en brindar atención. A la vez, se analizan las laceraciones de los damnificados y occisos, midiendo las impresiones dentales y su posición (>200 registros), y con base a un modelo de estimación, se deduce el tamaño del organismo con la finalidad de identificar al ejemplar implicado. En el caso de fallecimientos, se estudió la naturaleza de las heridas, donde identificamos si estas son

antemortem o *postmortem*. Hasta ahora son 50 casos entre Jalisco (32) y Nayarit (18), de los cuales ocho son decesos. Así que, ante las situaciones de IHC acontecidas, al igual que, el trabajo bilateral que se realiza de investigadores y autoridades competentes de ambas entidades federativas se logró que, desde el 2009 y 2010 se convocaran reuniones locales entre los diferentes actores para comenzar las iniciativas de generar y ejecutar un protocolo de atención a IHC. Durante el mismo 2010, se celebra la primera reunión nacional de expertos en cocodrilos y en conjunto de las autoridades federales en Cd. Del Carmen, Campeche, con tema prioritario “Conflicto Humano-Cocodrilo” donde se desarrolla la iniciativa del proyecto nacional denominado “S.O.S. COCODRILO” siendo aquí que, en conjunto de los especialistas reunidos, se reorganice el concluir el protocolo de atención a IHC, el cual fue publicado en el año 2018 en las plataformas oficiales de la SEMARNAT y La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y que ahora es aplicado en cada estado del país.

Palabras claves: Cocodrilo, Interacciones, humano

Tipo de exposición: Oral

Conservation Genetics of the American Crocodile (*Crocodylus acutus*) in Colombia: Evidence from wild and ex situ populations

**Felipe Hernandez-Gonzalez¹, Juan F. Moncada-Jiménez²,
Sergio A. Balaguera-Reina³ y Mario Vargas-Ramírez¹**

¹ *Grupo de Biodiversidad y Conservación Genética, Instituto de Genética, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia (carhernandezgo@unal.edu.co, maavargasra@unal.edu.co)* ² *Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia (jffmoncadaj@ut.edu.co)* ³ *Fort Lauderdale Research and Education Center, University of Florida, Fort Lauderdale, FL, USA (sergio.balaguera@ufl.edu)*

Abstract

The American Crocodile (*Crocodylus acutus*) is one of the most widely distributed crocodilian species in the Neotropics, yet its Colombian populations have suffered severe declines due to historical overexploitation for the skin trade, extensive habitat loss, and increasing human–crocodile interactions. Despite being classified as Vulnerable at the global scale and nationally recognized as an Endangered species of special conservation concern, little genetic information was previously available to guide its management in Colombia. The lack of baseline genetic data has limited the design of evidence-based strategies for wild population recovery and the evaluation of captive breeding programs, which now harbor thousands of individuals. In this study, we carried out the first population genetics assessment of *C. acutus* in Colombia by analyzing both wild populations from the Caribbean region and the Magdalena River Basin, as well as an ex-situ breeding cohort maintained at a conservation farm. A total of 14 polymorphic microsatellite markers were used to evaluate genetic diversity, population structure, connectivity, and effective population sizes. The study further explored the genetic composition of the exsitu population to assess its potential role in supporting conservation and reintroduction efforts. Our analyses revealed the presence of eight genetically distinct clusters across the sampled regions, indicating significant genetic structuring and restricted gene flow among populations. Overall levels of genetic diversity were low, with heterozygosity values and allelic richness suggesting recent genetic erosion. Effective population sizes were critically small, underscoring the vulnerability of these populations to genetic drift and inbreeding. The ex situ population exhibited admixture derived from

at least two wild populations, a finding that raises concerns regarding the maintenance of local adaptations and the potential erosion of unique genetic lineages. To address these challenges, we developed a decision-support tool designed to optimize breeding management within the ex situ population. This tool integrates genetic data to prioritize pairings that minimize inbreeding, retain rare alleles, and preserve genetic integrity, thereby improving the suitability of captive-bred individuals for future reintroduction into their respective wild populations. This research provides an essential foundation for redefining conservation units of *C. acutus* in Colombia and for establishing genetic guidelines to strengthen both in situ and ex situ management. By combining population genetic insights with applied breeding recommendations, the study offers actionable strategies to mitigate genetic risks, enhance recovery programs, and ensure the long-term sustainability of the species in both wild habitats and captive settings.

Keywords: Population Genetics, Management Units, Wildlife Farming, Genetic Rescue.

Introduction

The American Crocodile (*Crocodylus acutus*; Cuvier, 1807), locally known in Colombia as “caimán aguja”, is the most widely distributed crocodilian in the New World, ranging across 18 countries from Florida to northern South America (Rainwater et al., 2021). It inhabits brackish coastal systems such as estuaries, lagoons, and mangroves, though freshwater populations persist inland (Thorbjarnarson, 2010). As a top predator, it plays a critical role in maintaining ecosystem balance (Morales-Betancourt et al., 2013). In Colombia, *C. acutus* historically occurred across coastal regions of the Caribbean and Pacific, as well as interAndean valleys, but suffered severe population declines due to intensive skin hunting between 1928 and 1965, when nearly two million skins were exported (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018). These pressures, together with habitat loss and human–crocodile conflict, led to its classification as Critically Endangered nationally in 2002 (Ministerio del Medio Ambiente, 2002) and as Endangered in subsequent assessments (Morales-Betancourt et al., 2015). Conservation responses have included CITES Appendix I listing, hunting bans, and the promotion of captive breeding programs intended both to supply skins and support wild population recovery (Congreso de Colombia, 2000; CITES, 2025). However, unclear reintroduction guidelines, limited ecological data, and reports of illegal practices such as “skin laundering” reduced the effectiveness of these strategies (Polanco, 2000; Mancera-

Rodriguez & Reyes-Garcia, 2008). More recently, Colombian authorities introduced genetic profiling requirements for crocodile farms, aiming to strengthen traceability, ensure genetic integrity in reintroduction programs, and rebuild international confidence (MAVDT, 2010; MADS, 2014). Although mitochondrial studies have revealed multiple genetic lineages of *C. acutus* in Colombia (Bloor, Ibáñez, & Vilorio-Lagares, 2015; Vilorio-Lagares, 2017; Moncada-Jimenez et al., 2023), there has been no comprehensive evaluation of population-level parameters such as genetic diversity, effective size, inbreeding, or connectivity based on nuclear markers. This lack of information hampers the definition of conservation units and the design of evidencebased management strategies for both wild and captive populations. Here, we present the first microsatellite-based population genetic analysis of *C. acutus* in Colombia, integrating wild populations from the Caribbean and Magdalena River Basin with an ex situ breeding cohort. Our objectives were to (1) evaluate genetic diversity, population structure, effective size, and gene flow across wild populations; (2) assess the genetic composition and risks of a representative captive population; and (3) develop a decision-support tool for optimizing ex situ breeding management. These results provide essential guidelines to strengthen both in situ conservation and ex situ programs, contributing to the long-term recovery of *C. acutus* in Colombia.

Methods

We analyzed a total of 100 *Crocodylus acutus* samples, including 80 from ten wild localities in Colombia (Caribbean and Magdalena River Basin) and 20 from a representative ex situ population. Genomic DNA was extracted and genotyped using 14 polymorphic microsatellite markers previously developed for the species (Saldarriaga-Gómez et al., 2023). PCR products were amplified and analyzed through fragment analysis. Genotypes were screened for null alleles, allele dropout, and scoring errors using Micro-Checker (Van Oosterhout et al., 2004). Deviations from Hardy-Weinberg equilibrium (HWE) and linkage disequilibrium (LD) were tested in Arlequin (Excoffier & Lischer, 2010), and loci showing consistent deviations were excluded. Standard diversity indices were calculated for each locality and cluster, including number of alleles (Na), allelic richness (AR), observed (Ho) and expected (He) heterozygosity, private allelic richness (PAR), and inbreeding coefficient (FIS). Effective population sizes (Ne) were estimated using the linkage disequilibrium method in NeEstimator (Do et al., 2014), applying a minor allele frequency threshold of 0.02. Genetic structure was assessed using

multivariate and Bayesian approaches. Principal Component Analyses (PCA) were performed in the adegenet R package (Jombart, 2008), using both the full dataset and a reduced dataset excluding single-sample localities. Bayesian clustering analyses were conducted in STRUCTURE (Pritchard, Stephens, & Donnelly, 2000) under the admixture model ($K = 1-10$, 20 replicates per K , 1.5M iterations, 500K burn-in). Optimal K values were inferred using STRUCTURESELECTOR (Li & Liu, 2018), and consensus barplots were generated in CLUMPP (Jakobsson & Rosenberg, 2007) and STRUCTURE PLOT (Krishnan Ramasamy et al., 2014). To incorporate spatial information, we performed GENELAND (Guillot, Mortier, & Estoup, 2005) analyses ($K = 1-10$, correlated allele frequencies model, 1.5M iterations, 500K burn-in), integrating geographic coordinates with 150 km uncertainty. Genetic differentiation was further evaluated using AMOVA and pairwise F_{ST} in Arlequin. Recent and historical bottlenecks were tested using complementary approaches. Heterozygosity excess and modeshift analyses were performed in BOTTLENECK (Piry, Luikart, & Cornuet, 1999) under the TPM model, while historical signatures were assessed through the M-ratio test in Arlequin, with critical values estimated in CRITICAL_M (Estoup & Angers, 1998). Recent migration rates among clusters were inferred using BAYESASS (Wilson & Rannala, 2003), which estimates directional gene flow over the past few generations. Captive individuals were genetically assigned to wild clusters using STRUCTURE with USEPOPINFO, incorporating high-confidence wild individuals ($Q > 0.9$) as reference priors. Complementary PCA analyses in adegenet further assessed affinities between ex situ and wild samples. Within the captive cohort, diversity indices, rare allele identification, and individual homozygosity-by-loci (HL; Aparicio, Ortego, & Cordero, 2006) scores were estimated to identify genetically valuable breeders. Pairwise relatedness was evaluated in ML-RELATE (Kalinowski, Wagner, & Taper, 2006) to detect kinship categories. To integrate results into management practice, we developed a Shiny-based decision-support tool combining ancestry (Q-values), HL scores, rare allele data, and kinship estimates with biological information (sex, body size). The tool generates optimized breeding recommendations, classifying potential pairings into categories for reintroduction (“Release”) or internal management (“Use”).

Results

Multivariate and Bayesian analyses converged on strong structure. In PCA including all sites, Acandí and Catatumbo were outliers and Flamencos clustered with CGSM/VIPIS (Fig. 1A). A second PCA (excluding singletons) sharpened separation: Upper Magdalena (Bogotá/Cabrera) and Middle Magdalena (Negro) formed tight clusters, while Caribbean sites (CGSM, VIPIS, Tayrona) were more diffuse (Fig. 1B). STRUCTURE supported substructure at $K=6$ under Puechmaille's approach. Admixture was evident in 6 individuals, especially at VIPIS ($\approx 1/3$ admixed with CGSM), and in Tayrona, Paramillo, and CGSM; Negro showed negligible admixture ($>92\%$ assignment to a single cluster; Fig. 2). Spatially explicit GENELAND also converged on $K=6$ (Fig. 3), delimiting clusters consistent with hydrographic boundaries: Ciénaga Grande (CGSM/VIPIS), Upper Sinú (Paramillo), Upper Magdalena (Bogotá/Cabrera), Middle Magdalena (Negro), Middle/Eastern Caribbean (Tayrona/VIPIS), and Magdalena Delta (VIPIS). AMOVA showed that 29.6% of variation was explained by differences among groups ($p < 0.001$), showing substantial differentiation and highlighting that around 70% of variation is found at the intrapopulation level.

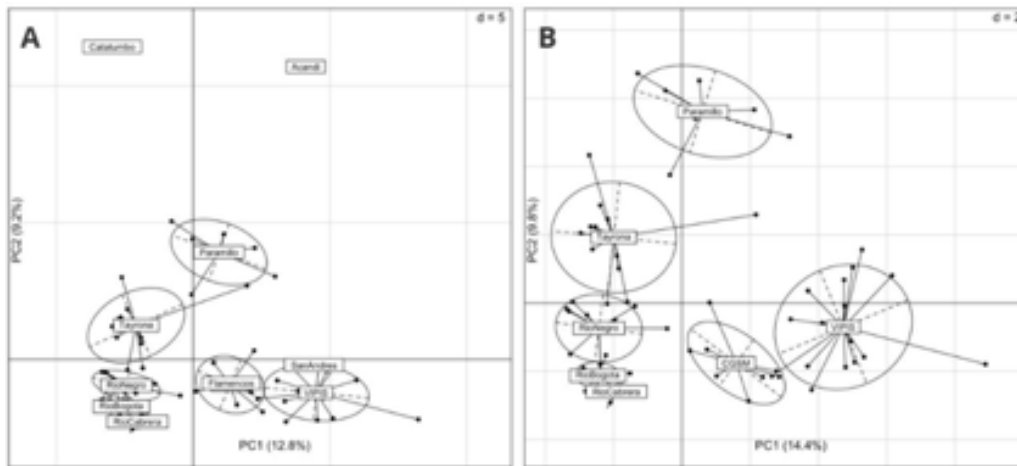


Figure 1. Principal Components Analysis (PCA) of two genetic datasets of *Crocodylus acutus* in Colombia. A) Includes all populations with $N \geq 1$. B) Includes only populations with $N \geq 2$.

Ellipses represent 95% confidence intervals for each population.

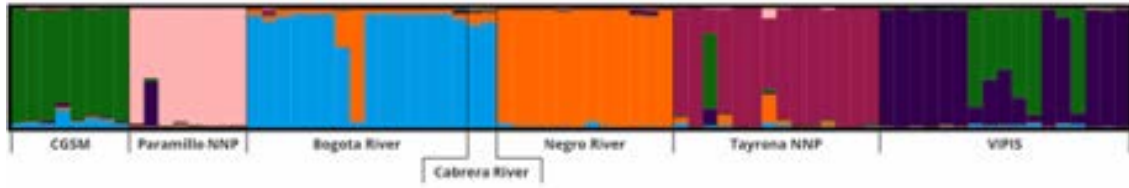


Figure 2. Bayesian clustering results from STRUCTURE analysis of *Crocodylus acutus* in Colombia. Genetic structure inferred with $K=6$ using the Puechmaille method. Each color represents a distinct genetic cluster, and individuals are grouped by sampling locality.

Pairwise F_{ST} among clusters were all significant ($p < 0.001$), peaking between Upper Sinú vs. Upper Magdalena (0.494) and lowest between Ciénaga Grande vs. Magdalena Delta (0.066). For subsequent cluster-level summaries we excluded highly admixed individuals (main $Q < 0.70$). Across the six clusters, N_a was low and similar (≈ 2.3 – 2.7). Allelic richness (AR) ranged from 1.56 (Upper Magdalena) to 2.41 (Ciénaga Grande); PAR was generally low (0.17–0.43), highest in Upper Sinú. H_o/H_e were low–moderate (min Upper Magdalena: H_o 0.333, H_e 0.327; max Magdalena Delta: H_o 0.622, H_e 0.492). F_{IS} was non-significant in all clusters. Linkagedisequilibrium N_e estimates were consistently small in most clusters; the two best-sampled provided the most interpretable ranges: Upper Magdalena $N_e \approx 0.8$ – 10.3 ; Middle Magdalena $N_e \approx 1.3$ – 105.8 (95% CIs often broad elsewhere). Bottleneck tests indicated historical declines across all clusters (M -ratio $< M_c$ everywhere). Under TPM, the heterozygosity excess test was significant in Magdalena Delta ($p = 0.047$) and marginal in Upper Sinú ($p = 0.051$); mode-shift signals (recent decline) appeared in Magdalena Delta, Upper Sinú, and Tayrona, whereas Ciénaga Grande, Middle and Upper Magdalena showed L-shaped spectra. Recent gene flow BAYESASS detected a single robust migration signal consistent with downstream movement from Middle Magdalena toward Tayrona cluster (9.22% of Tayrona individuals are first to third generation migrants). A weaker signal from Middle Magdalena to Ciénaga Grande had a 95% CI overlapping zero and was not retained as significant. No other routes showed credible recent migration. All 20 farm individuals (10♂/10♀) genotyped across retained loci clustered with Middle or Upper Magdalena; only 7/20 (35%) had $Q > 0.90$ for a single cluster (all Middle Magdalena). Most showed admixture between the two Magdalena clusters, with minor components from Upper Sinú or Tayrona. Within the captive cohort: mean $N_a = 2.25$, AR = 2.07, $H_o = 0.329$, $H_e = 0.273$, RA = 7.17, $F_{IS} = -0.212$ (ns). Individual HL values varied widely (e.g., high:

ZooNS19/17 >0.8; low: ZooNS1/2 <0.35). Rare alleles were unevenly distributed (e.g., ZooNS15/19/20 carried ≥ 4), and kinship analyses revealed multiple FS/HS pairs, underscoring inbreeding risk without genetic management. Integrating ancestry (Q), HL, rare alleles, relatedness, sex, and size in a Shiny app yielded an initial conservation-grade recommendation: ♀ZooNS14 $\times$ ♂ZooNS18 (both >90% Middle Magdalena, unrelated, intermediate HL, acceptable size difference), acknowledging it would not maximize rare-allele retention. Given that only 20 F1 were genotyped, high-value crosses were rare (~1%); genotyping the full F1 cohort is expected to uncover additional releases-suitable pairings and options to preserve rare alleles across clusters.

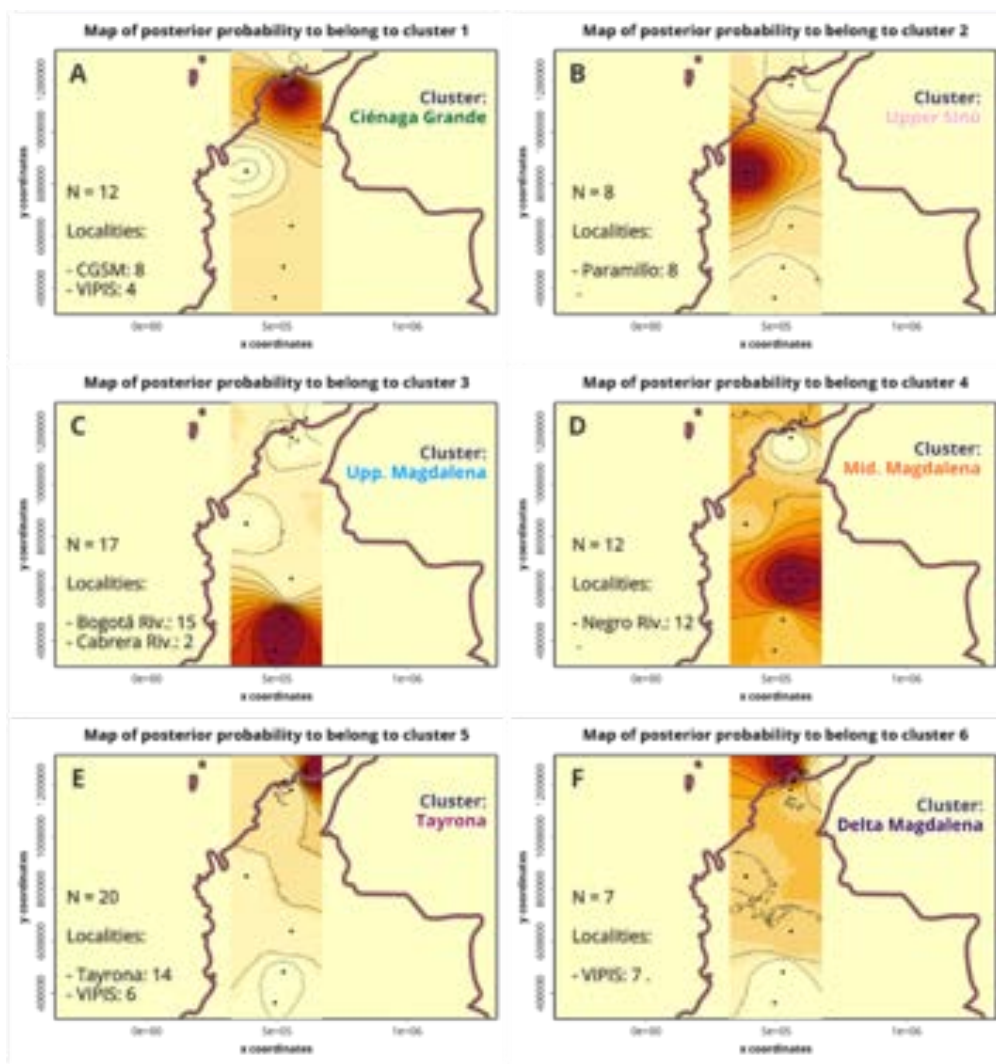


Figure 3. Spatial posterior probability maps by GENELAND showing the geographic distribution of the six genetic clusters inferred for *Crocodylus acutus* in Colombia. Each panel (A–F) represents the probability of membership to a specific cluster, with darker colors indicating higher posterior probabilities. Dots correspond to sampled individuals. Clusters were named based on

geographic and hydrological criteria: (A) Lower Magdalena, (B) Upper Sinú, (C) Upper Magdalena, (D) Middle Magdalena, (E) Middle/Eastern Caribbean, and (F) Magdalena Delta. Subpopulations assigned to each cluster and sample sizes (N) are indicated in each panel.

Discussion

Analyses consistently revealed pronounced genetic structuring in Colombian *Crocodylus acutus*. STRUCTURE and GENELAND converged on six core clusters aligned with major hydrographic and coastal regions, while PCA patterns (including singleton localities) suggest additional differentiation in Darién (Acandí) and Catatumbo, pointing to ≥ 8 putative management units pending denser sampling. The arrangement of clusters follows watershed boundaries and known geographic barriers, and matches mtDNA evidence for distinct Colombian lineages (Moncada-Jimenez et al., 2023). Together, these results indicate limited historical and contemporary gene flow and support treating regions as discrete genetic units. Across clusters, allelic richness and heterozygosity were low, paralleling values reported for highly reduced crocodilian populations. Effective population sizes (N_e) were consistently small, with the best-sampled clusters still falling well below thresholds associated with avoiding inbreeding (< 50) and maintaining adaptive potential (< 500) (Frankham, Bradshaw, & Brook, 2014). Although FIS values were not significantly different from zero, this likely reflects genetic drift in small populations (which can mask inbreeding signals) rather than true panmixia (Allendorf, Luikart, & Aitken, 2013). Bottleneck tests showed a pervasive historical signal ($M_{ratio} < M_c$ in all clusters) and recent reductions in some coastal groups (heterozygosity excess/mode-shift), consistent with mid-20th-century overexploitation and ongoing pressures. Given generation times (~ 16 years; Briggs-Gonzalez et al., 2017), these signatures imply long-lasting genetic scars unlikely to recover without intervention. BAYESASS detected modest, directional downstream migration from Middle Magdalena toward Caribbean groups, but magnitudes are too low to counteract drift. In the current socio-ecological context—habitat fragmentation and human–crocodile conflict along key stretches—dispersers are unlikely to survive and reproduce at rates that restore connectivity (Hernández-González et al., 2023). Management should therefore not rely on natural recolonization. The captive cohort analyzed (Nelly Sierra & CIA) shows mixed ancestry primarily from Middle and Upper Magdalena, reflecting historical pooling of founders from multiple regions. While admixture can raise within-facility diversity, it erodes population integrity for releases if unmanaged (Hoffmann, Miller, &

Weeks, 2021). Our Shiny-based decision-support tool operationalizes genetics into practice—integrating ancestry (Q), homozygosity-by-loci (HL), rare alleles, relatedness, sex, and size—to (i) identify release-suitable crosses that match wild units and (ii) maintain diversity via management crosses within captivity. Findings support recognizing eight management units (e.g., Catatumbo, Darién, Upper Magdalena, Middle Magdalena, Magdalena Delta, Ciénaga Grande, Tayrona, and Upper Sinú) and managing them separately. Given low diversity, small N_e , and minimal gene flow, genetic rescue should be planned under a population-matching principle: releases or reinforcements should genetically match the recipient unit to avoid homogenization, unless prove of mutation load is found (Whitlock, 2000; Ochoa et al., 2022). Colombia’s regulatory pathway (Res. 1772/2010; Res. 1316/2014) anticipates mandatory genotyping of parental stocks once validated markers/protocols exist; this study provides the technical basis (marker set, assignment framework, and decision tool) to operationalize those requirements.

Conclusions

C. acutus in Colombia comprises multiple, genetically distinct, demographically fragile units. Without targeted, genetics-informed action—unit-specific protection, population matched reinforcement, and coordinated use of ex situ stocks under stringent genetic criteria continued loss of diversity and adaptive capacity is likely. Our marker set, clustering/assignment framework, and decision-support tool provide a practical roadmap to align management and policy with the species’ current genetic reality.

Acknowledgements

Special thanks to MINCIENCIAS (Colombia) for scholarship support, to the University of Ibagué, CAR Cundinamarca and the Nelly Sierra & CIA farm for facilitating access and donating samples. Fieldwork was made possible through the assistance of Willington Martínez and Carlos Moreno. We are indebted to the members of CROColombia for their support and constructive opinions, and to Miryam Venegas and Andrea Tonolli for their thoughtful comments and insights. We also recognize the Estación de Biología Tropical Roberto Franco for inspiring conservation efforts focused on critically endangered crocodilians.

References

- Allendorf FW, Luikart G & Aitken S. 2013. Conservation and the Genetics of Populations. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
- Aparicio JM, Ortego J & Cordero PJ. 2006. What should we weigh to estimate heterozygosity, alleles or loci? *Molecular Ecology* 15: 4659–4665.
- Bloor P, Ibáñez C & Vilorio-Lagares TA. 2015. Mitochondrial DNA analysis reveals hidden genetic diversity in captive populations of the threatened American crocodile (*Crocodylus acutus*) in Colombia. *Ecology and Evolution* 5: 130–140.
- Briggs-Gonzalez V, Bonenfant C, Basille M, Cherkiss M, Beauchamp J & Mazzotti F. 2017. Life histories and conservation of long-lived reptiles, an illustration with the American crocodile (*Crocodylus acutus*). *Journal of Animal Ecology* 86: 1102–1113.
- CITES. 2025. Apéndices I, II y III. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres.
- Congreso de Colombia. 2000. Ley 611 del 17 de Agosto del 2000 ‘Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática’. Bogotá DC, Colombia: Congreso de Colombia.
- Cuvier G. 1807. Sur les différentes especes de crocodiles vivans et sur leurs caracteres distinctifs. *Annales du Museum National d’Histoire Naturelle*. Paris 10: 8–86.
- Do C, Waples RS, Peel D, Macbeth GM, Tillett BJ & Ovenden JR. 2014. NeEstimator v2: re-implementation of software for the estimation of contemporary effective population size (N_e) from genetic data. *Molecular Ecology Resources* 14: 209–214.
- Estoup A & Angers B. 1998. Microsatellites and Minisatellites for Molecular Ecology: Theoretical and Empirical Consideration. *Advances in Molecular Ecology*: 313.
- Excoffier L & Lischer HEL. 2010. Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Molecular Ecology Resources* 10: 564–567.
- Frankham R, Bradshaw CJA & Brook BW. 2014. Genetics in conservation management: Revised recommendations for the 50/500 rules, Red List criteria and population viability analyses. *Biological Conservation* 170: 56–63.
- Guillot G, Mortier F & Estoup A. 2005. Geneland: a computer package for landscape genetics. *Molecular Ecology Notes* 5: 712–715.
- Hernández-González F, Mendez-Galeano M, Martinez-Barreto W, Vargas-Ramírez M & Moreno C. 2023. Informe final del componente ‘Acciones para la conservación del Caimán del Magdalena’ del convenio interadministrativo 3131 entre la Corporación

Autónoma Regional de cundinamarca y la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá DC. Hoffmann AA, Miller AD & Weeks AR. 2021. Genetic mixing for population management: From genetic rescue to provenancing. *Evolutionary Applications* 14: 634–652.

Jakobsson M & Rosenberg NA. 2007. Genetics and population analysis CLUMPP: a cluster matching and permutation program for dealing with label switching and multimodality in analysis of population structure. 23: 1801–1806.

Jombart T. 2008. Adegnet: A R package for the multivariate analysis of genetic markers. *Bioinformatics* 24.

Kalinowski ST, Wagner AP & Taper ML. 2006. ML-RELATE: A computer program for maximum likelihood estimation of relatedness and relationship. *Molecular Ecology Notes* 6: 576–579.

Krishnan Ramasamy R, Ramasamy S, Bushan Bindroo B & Girish Naik V. 2014. STRUCTURE PLOT: a program for drawing elegant STRUCTURE bar plots in user friendly interface.

Li Y & Liu J. 2018. StructureSelector: A web-based software to select and visualize the optimal number of clusters using multiple methods. *Molecular Ecology Resources* 18: 176177.

Mancera-Rodriguez N & Reyes-Garcia O. 2008. Comercio de Fauna Silvestre en Colombia. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 61: 4618–4645.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. Resolución N° 1772 del 14 de septiembre de 2010 "Por la cual se establecen los requisitos para adelantar la fase comercial y su registro ante la Secretaría Cites de los zoocriaderos en ciclo cerrado que manejan especies incluidas en el Apéndice I de la CI. Bogotá DC, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2014. Resolución N° 1316 del 14 de agosto de 2014 'Por la cual se adiciona la Resolución 1772 de 2010'. Bogotá DC, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Resolución 2298 del 6 de Diciembre del 2018 "Por la cual se levanta parcialmente la veda establecida en la resolución 573 de 1969 del INDERENA para la especie caimán de aguja o caretabla (*Crocodylus acutus*), de la población de *Crocodylus acutus* del Distri. Bogotá DC, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Resolución 584 del 26 de Junio de 2002 ‘Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se adoptan otras disposiciones’. Bogotá DC, Colombia: Ministerio del Medio Ambiente.

Moncada-Jimenez JF, Hernandez-gonzalez F, Prada-quirola CF, García-calderon LM, García Y, Hernandez E, Lopez A, Argel A, Polo JM, Farfan-ardila N & Balaguera Reina SA. 2023. Phylogeography of the American crocodile, *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) in Colombia: a conservation perspective. *Biological Journal of the Linnean Society*: 1–15.

Morales-Betancourt MA, Lasso C, De La Ossa J & Fajardo-Patiño A. 2013. Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia. (V Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia, Ed.). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Morales-Betancourt M, Balaguera-Reina SA, Ulloa-Delgado G & Lasso CA. 2015. *Crocodylus acutus*. In: Morales-Betancourt MA, Lasso CA, Páez VP, Bock BC, eds. Libro rojo de reptiles de Colombia. Bogotá DC, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia, 192–197.

Ochoa A, Onorato DP, Roelke-Parker ME, Culver M & Fitak RR. 2022. Give and take: Effects of genetic admixture on mutation load in endangered Florida panthers. *Journal of Heredity* 113: 491–499.

Van Oosterhout C, Hutchinson WF, Wills DPM & Shipley P. 2004. MICRO-CHECKER: Software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. *Molecular Ecology Notes* 4: 535–538.

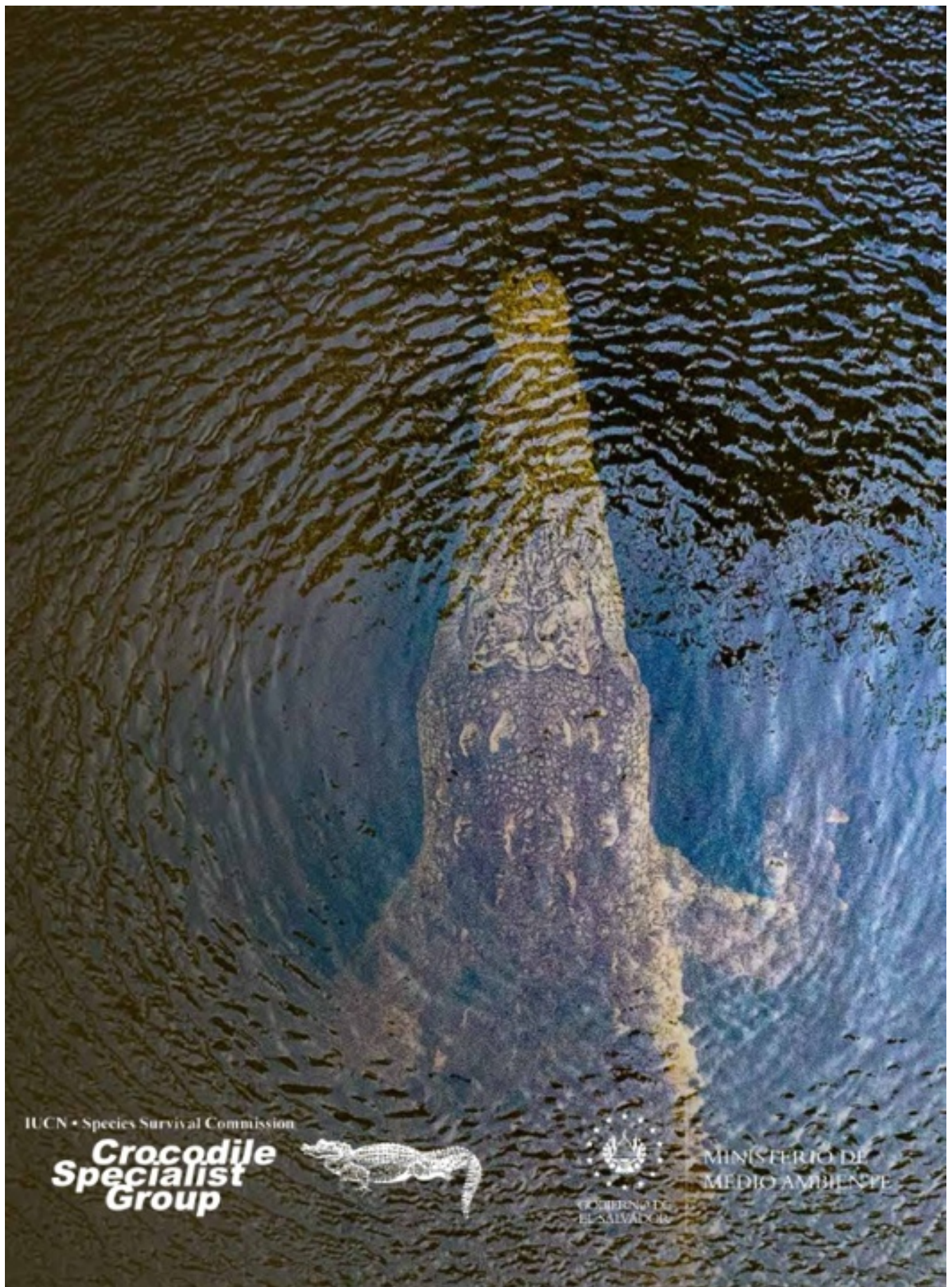
Piry S, Luikart G & Cornuet JM. 1999. BOTTLENECK: A computer program for detecting recent reductions in the effective population size using allele frequency data. *Journal of Heredity* 90: 502–503.

Polanco R. 2000. Diagnóstico del uso y comercio de fauna silvestre en Colombia. In: Universidad Nacional de Colombia, ed. Libro de Resúmenes. Primer Congreso Colombiano de Zoología. Bogotá DC, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 113–114.

Pritchard JK, Stephens M & Donnelly P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155: 945–959.

Rainwater TR, Platt SG, Charruau P, Balaguera-Reina SA, Sigler L, Cedeño-Vázquez JR & Thorbjarnarson JB. 2021. *Crocodylus acutus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T5659A212805700.

- Saldarriaga-Gómez AM, Ardila-Robayo MC, Medem F & Vargas-Ramírez M. 2023. Hope is the last thing lost: Colombian captive-bred population of the critically endangered Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) is a genetic reservoir that could help to save the species from extinction. *Nature Conservation* 103: 85–103.
- Thorbjarnarson JB. 2010. American Crocodile (*Crocodylus acutus*). In: Manolis SC, Stevenson C, eds. *Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan*. Darwin: Crocodile Specialist Group, 46–53.
- Viloria-Lagares TA. 2017. Filogeografía del cocodrilo aguja (*Crocodylus acutus*) en Colombia basado en secuencias de ADN mitocondrial. M.Sc. Thesis. Universidad Nacional de Colombia.
- Whitlock MC. 2000. Fixation of new alleles and the extinction of small populations: Drift load, beneficial alleles, and sexual selection. *Evolution* 54: 1855–1861.
- Wilson GA & Rannala B. 2003. Bayesian inference of recent migration rates using multilocus genotypes. *Genetics* 163: 1177–1191.



IUCN • Species Survival Commission

**Crocodile
Specialist
Group**



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE