

# Estructura y dinámica poblacional de crocodilianos en Estero Prieto, Puerto Arista, Tonalá, Chiapas

Ángel David Trujillo-Martínez<sup>1</sup>,  
Jerónimo Domínguez-Laso<sup>2</sup>,  
Jesús Manuel López-Vila<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> ECONAT A.C. Investigación Educativa para la Conservación de la Naturaleza. 11 sur oriente #650, Col. Obrera. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Correo-e: trujillo.martinezad@gmail.com | <sup>2</sup> COMAFFAS A.C. Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Flora y Fauna Silvestre. 4ª sur poniente #714, Col. Centro. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. | <sup>3</sup> Centro de Investigaciones Costeras, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Calle Juan José Calzada s/n, Colonia Evolución, C.P. 30500. Tonalá, Chiapas, México.

## RESUMEN

Este estudio se realizó en el humedal Estero Prieto dentro del sitio RAMSAR Sistema Estuarino Puerto Arista, municipio de Tonalá, Chiapas. El trabajo de campo se efectuó entre junio de 2014 y mayo de 2015 a través de 6 muestreos bimensuales que contemplaron las temporadas de lluvias y estiaje. Con el objetivo estudiar a las poblaciones de crocodilianos de este humedal, se cuantificaron y clasificaron a los organismos de *Crocodylus acutus* y *Caiman crocodilus chiapasius* mediante el método de Chabreck (1966). Este método consistió en detectar, durante la noche, a los especímenes dirigiendo un destello de luz hacia los ojos de los mismos. Los resultados mostraron que la población de *Crocodylus acutus* estuvo presente durante todo el estudio, pero fue más evidente durante la temporada de estiaje, ya que en ésta se obtuvo una tasa de encuentro de 28.5 ind/km y un estimado poblacional de  $5708 \pm 10.17$  cocodrilos. La estructura de clases para esta especie estuvo constituida principalmente por juveniles. En el caso de *Caiman crocodilus chiapasius*, su población aumentó considerablemente en la temporada de estiaje y presentó una tasa de encuentro de hasta 42.5 ind/km y un estimado poblacional de  $85.15 \pm 20.38$  individuos. La población de caimanes estuvo representada en su mayoría por juveniles. Los hallazgos de este estudio nos permiten argumentar que Estero Prieto es una zona de refugio y sitio prioritario para ambas especies, por lo que deberían incrementarse los esfuerzos para su conservación.

**Palabras clave:** caimanes, cocodrilos, densidad poblacional, ambiente estuarino.

## ABSTRACT

This study was performed in the Estero Prieto wetland within the RAMSAR site Sistema Estuarino Puerto Arista, municipality of Tonalá, Chiapas. The field work was carried out between June 2014 and May 2015 through 6 bi-monthly samplings that considered the rainy and dry seasons. In order to study the populations of crocodilians in this wetland, the organisms of *Crocodylus acutus* and *Caiman crocodilus chiapasius* were quantified and classified by the method of Chabreck (1966). This method consisted of detecting, during the night, the specimens directing a flash of light towards their eyes. The results showed that the population of *Crocodylus acutus* was present throughout the study, but it was more evident during the dry season because in this one we obtained an encounter rate of 28.5 ind/km, and the estimated population was  $5708 \pm 10.17$  crocodiles. The class structure for this species consisted mainly of juveniles. In the case of *Caiman crocodilus chiapasius*, its population increased considerably in the dry season and presented a rate of encounter of up to 42.5 ind/km and an estimated population of  $85.15 \pm 20.38$  individuals. The population of alligators was represented mostly by juveniles. The findings of this study allow us to argue that Estero Prieto is a refuge zone and a priority site for both species, so efforts to conserve it should be increased.

**Key words:** caimans, crocodiles, population density, estuarine environment.

## INTRODUCCIÓN

México alberga a tres especies de crocodilianos las cuales son: el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807)), cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii* (Duméril y Bibron, 1851)) y el caimán (*Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758)), además de la subespecie *Caiman crocodilus chiapasius* (Bocourt, 1876). En Chiapas *Crocodylus acutus* se distribuye en gran parte del estado

(planicies costeras del Golfo y del Pacífico, montañas del norte y del este, y la Depresión Central), mientras que *Crocodylus moreletii* lo hace en la planicie costera del Golfo, montañas del norte y del este (Johnson *et al.*, 2015). En el caso particular de *Caiman crocodilus chiapasius*, su distribución se limita exclusivamente a la parte norte de la costa de Chiapas (Escobedo – Galván *et al.*, 2015).

Aunque en el pasado dichas especies fueron intensamente explotadas en Chiapas (al grado de que algunas

poblaciones se han considerado desaparecidas (Casas, 1995)), hoy en día la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 protege a tres especies de crocodilianos y las considera como especies sujetas a protección especial (Pr) (SEMARNAT, 2010). La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), dentro de su Lista Roja considera a *Caiman crocodilus* en la categoría preocupación menor (LC) (IUCN Red List, 2018), sin embargo no existe una categoría para la subespecie *Caiman crocodilus chiapasius*. *Crocodylus acutus* se considera como vulnerable en la Lista Roja IUCN (IUCN Red List, 2018).

Estos organismos son importantes dentro del equilibrio de los ecosistemas acuáticos (Kushlan, 1974) debido a que son depredadores naturales que ocupan un lugar en la cúspide de la pirámide alimenticia (Casas, 2003), además participan en el reciclaje de nutrientes del ecosistema en el que habitan (Meffe y Carroll, 1994; Ross, 1998). A pesar de su importancia ecológica están siendo afectados por la pérdida de hábitat, contaminación y cacería (Ross, 1998) para el aprovechamiento de su carne y extracción de sangre bajo la creencia de que esta última posee propiedades medicinales (CONANP, 2010).

Debido a que las poblaciones de crocodilianos son muy cambiantes por las diferentes presiones que enfrentan, surge

la necesidad de conocer el estado actual de las poblaciones silvestres con la finalidad de poder establecer políticas y áreas prioritarias para su conservación (Thorbjarnarson *et al.*, 2006), manejo y aprovechamiento. Por tanto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la estructura y dinámica poblacional de *Crocodylus acutus* y *Caiman crocodilus chiapasius* en un sitio RAMSAR de la costa de Chiapas.

## ÁREA DE ESTUDIO

Estero Prieto se localiza en el municipio de Tonalá (15° 55' 57.66''N y 93° 48' 11.54''O) en la región Istmo Costa del estado de Chiapas y se encuentra dentro de los límites del polígono RAMSAR Sistema Estuarino Puerto Arista (FIR, 2007). Por sus características hidrológicas este estero se considera como un humedal cerrado y tiene una extensión lineal de 2 km. Su clima corresponde a cálido subhúmedo Awo (w) con lluvias en verano y una temperatura media anual de 26°C. La temporada de lluvias inicia en el mes de julio y se extiende hasta el mes de octubre (SEMARNAP, 2000). La vegetación circundante que destaca en el cuerpo de agua está constituido principalmente por mangle rojo (*Rizophora mangle*) y algunos arbustos de botoncillo (*Conocarpus erectus*), zacatal, matorral y tifal (*Typha dominguensis*) (FIR, 2007) (figura 1).

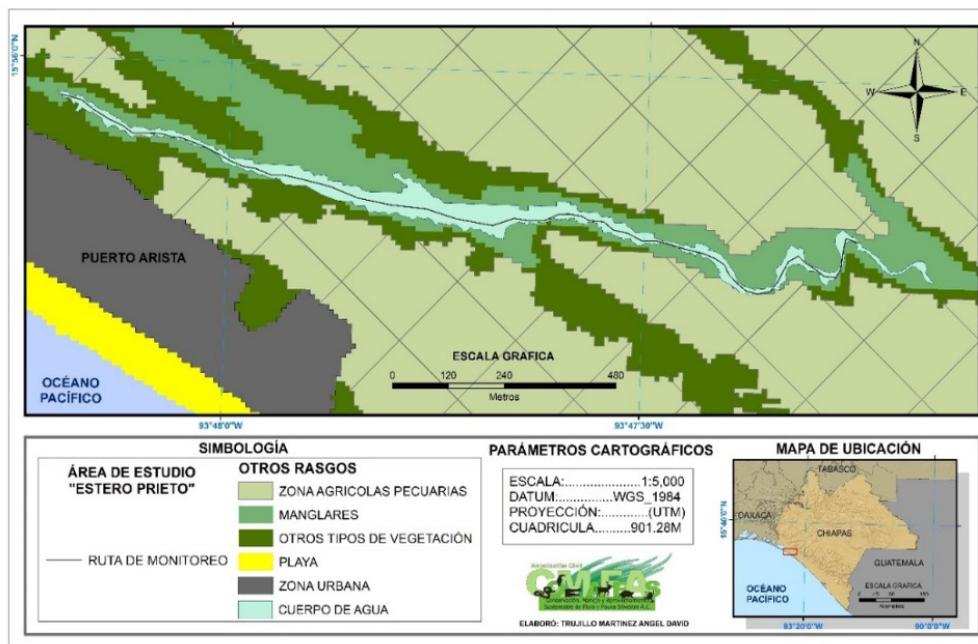


FIGURA 1

Área de estudio Estero Prieto»

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en el período de junio 2014 a mayo 2015 y durante este tiempo se efectuaron tres muestreos en lluvias y tres en estiaje. Para cada recorrido se utilizó una lancha de fondo plano de aluminio de 3 m con una propela eléctrica y/o remos. Para la detección, conteo y clasificación de los crocodilianos se utilizó la metodología propuesta por Chabreck (1966), la cual consistió en cuantificar a estos reptiles durante la noche dirigiendo un haz de luz de una lámpara (marca *spot light*) directamente hacia los ojos de los mismos. Debido a que las células oculares (conocidas como *Tapetum lucidum*) reflejan la luz que incide en los ojos, este método facilita encontrar a los crocodilianos en la oscuridad (Sigler *et al.*, 2011).

Durante cada avistamiento se registró la especie y se determinó la talla de los reptiles, tomando en cuenta la longitud total (LT), con base en las siguientes categorías para *Crocodylus acutus*: neonatos (NN <30cm), clase I (cría de 31- 60cm), clase II (juvenil 61- 120 cm), clase III (subadulto de 121- 180cm), clase IV (adulto de 181- 240 cm) (Platt y Thorbjarnarson, 2000) y se agregaron la clase V (adultos mayores de 241- 300 cm) y clase VI (posibles machos >300 cm). Para clasificar a *Caiman crocodilus chiapasius* se tomaron los criterios propuestos por Sigler (1998), los cuales fueron: neonatos (de 22- 27 cm), clase I (crías de 27- 40 cm), la clase II (juveniles 41- 80 cm), clase III (subadulto 81- 120 cm), clase IV (adulto > 120 cm). La categoría de indeterminados (ID) se utilizó para cuando no se logró determinar la especie o tamaño del ejemplar en ambas especies.

Para obtener el estimado poblacional y la tasa de encuentro de cada población (sin neonatos) durante las dos temporadas (lluvias y estiaje), así como para representar la estructura poblacional por clase-tallas presentes para cada especie, se utilizó el modelo propuesto por Mesel *et al.* (1981), con un límite de confianza del 95%. Dicho modelo toma en cuenta que los ejemplares observados representan la fracción visible de la población, ya que considera el número de crocodilianos que no fue posible observar por distintas causas (Schubert y Méndez, 2000; Escobedo-Galván, 2003). Debido a lo anterior la fracción visible se calculó de la siguiente manera:

$$p = \frac{m}{(2s + m)1.05}$$

Donde  $p$  es el porcentaje de la población observada durante un muestreo promedio,  $m$  es la media del número

de cocodrilos observados en el total de los muestreos,  $s$  es la desviación estándar del número de cocodrilos observados para el total de muestreos y el nivel de error es 1.05.

Una vez calculada la fracción visible fue posible estimar la población ( $N$ ) y el intervalo de confianza (ICN), con la siguiente ecuación:

$$N = \frac{m}{p} \pm \frac{[1.96(s)]^{\frac{1}{2}}}{p}$$

Dónde:  $N$ = estimado poblacional (abundancia relativa), 1.96 es el valor crítico tomado de  $F$  al 95% de confiabilidad. La densidad o tasa de encuentro, y su intervalo de confianza, se estimó de la siguiente manera:  $T.E = N/Ltr$  con su respectivo intervalo de confianza  $ICT.E = \pm ICN/Ltr$ . Donde la tasa de encuentro (T.E.) es la densidad expresada en individuos por kilómetro lineal.  $Ltr$ = Longitud total de la ruta.  $ICT.E$ = Intervalo de confianza de la tasa de encuentro (densidad relativa) y  $ICN$ = Intervalo de confianza del estimado poblacional.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Estero Prieto se registró una mayor abundancia poblacional en la temporada de estiaje en ambas especies, particularmente en el mes de febrero (figura 2). Durante esta temporada los cocodrilos (*Crocodylus acutus*) registraron un total de 85 avistamientos, con un promedio de  $28.3 \pm 13$  DE; el estimado poblacional fue de  $57.08 \pm 10.17$  cocodrilos. Cabe mencionar que esta especie se mantuvo bien representada en ambas temporadas, contrario a la población de caimanes (*Caiman crocodilus chiapasius*), de la cual tan solo se observaron 4 ejemplares en la época de lluvias. Sin embargo, en la temporada de estiaje se obtuvo un total de hasta 89 avistamientos con un promedio de  $29.7 \pm 25.7$  DE. El estimado poblacional fue de  $85.15 \pm 20.38$  caimanes, mayor a la estimación registrada para cocodrilos.

La tasa de encuentro máxima para *Crocodylus acutus* fue  $28.5 \pm 5.09$  ind/km (tabla 1), cifra que fue superior a otros estudios realizados en Chiapas, tales como el de Sigler y Martínez (1998) en el Sistema Lagunar Chantuto-Panzacola en donde reportaron una tasa de encuentro de 0.89 ind/Km, o el de Sigler (1996) en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, México con 3.8 ind/Km. Trujillo-Martínez (2018) obtuvo 2 ind/km en Madre Sal-Manguito, Tonalá.

En otras partes de México Hernández-Hurtado (2010) registró 4.31 ind/km en La Tobará y 4.16 ind/km en el

transecto Los Negros-Zoquiapan en Nayarit. Valtierra (2001) reportó 14 ind/km en el río Cuitzmala, Jalisco. Sin embargo, estos estudios se realizaron en un área mayor a la de Estero Prieto, a diferencia de Cupul-Magaña *et al.* (2001) quienes reportaron una tasa de encuentro de 18.25 ind/km en Boca Negra, Jalisco en una extensión menor a Estero Prieto. Esto concuerda con lo propuesto por Hernández-Huertado (2010), quien observó que para cocodrilos la relación ind/km suele ser mayor en áreas pequeñas.

Temporalmente la población de caimanes experimentó cambios considerables durante este estudio, ya que en el mes de febrero (época de estiaje) se registró la mayor cantidad de avistamientos con 59 individuos, mientras que en agosto se avistaron 4 individuos; en junio y noviembre (época de lluvias) no se observaron caimanes. Un comportamiento similar fue reportado por Sigler (2000) en Estero Prieto durante la temporada de estiaje, ya que el mayor número de caimanes (146) se obtuvo en el mes de marzo. Esto podría deberse a lo reportado por Cabrera-Peña *et al.* (2003) en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, que durante la temporada de lluvia los caimanes se dispersan a otros sitios cuando disponen de mayor superficie de agua y durante la temporada de estiaje los caimanes regresan al cuerpo de agua permanente cuando los reservorios intermitentes se secan. Por lo tanto la población se ve obligada a concentrarse en Estero Prieto.

No obstante, al comparar la tasa de encuentro de caimanes en Estero Prieto ( $42.58 \pm 10.19$  ind/km, tabla 1) con otras poblaciones de Chiapas, se observó que dicha cifra fue superior a las presentadas por Sigler y Martínez (1998) (5.65 ind/km), Aguilar-Galindo (2005) (21.3 ind/km) y Romero-Tirado (2011) (1.92 ind/km) en distintas lagunas albergadas dentro de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada. Estas diferencias en la densidad se podrían atribuir principalmente a la desigualdad en el área de muestreo de cada estudio así como los factores relacionados con cada área. Sin embargo, no se descarta los cambios debido a la dinámica hídrica por temporalidad, lo que ocasiona dispersión de organismos (Cabrera-Peña *et al.*, 2003). Por otro lado, existen diversos factores antrópicos que afectan de forma negativa a las poblaciones de crocodilianos, principalmente la pérdida y transformación del hábitat, cacería, circulación de embarcaciones motorizadas, sobreexplotación del recurso pesquero y la contaminación del agua (Thorbjarnarson 1992, Brazaitis *et al.*, 1996, Magnusson *et al.*, 1997).

Temporadas	C. acutus		C. c. chiapasius	
	lluvias	estiaje	lluvias	estiaje
Km	2	2	2	2
m	10.7	28.3	1.3	29.7
s	6.5	13	2.3	25.7
p	0.429	0.4964	0.2133	0.3484
T.E	12.43	28.54	3.12	42.58
N	24.86	57.08	6.25	85.15
±	8.32	10.17	9.97	20.38

TABLA 1

Estimado poblacional y tasa de encuentro de *Crocodylus acutus* y *Caiman crocodilus chiapasius* en lluvias y estiaje en Estero Prieto.

Claves: **Km**: Distancia lineal de la ruta. **m**: Promedio de avistamientos. **s**: Desviación estándar. **p**: % de la fracción visible. **T.E** (ind/km) S/nn: Tasa de encuentro de cocodrilos o caimanes sin neonatos. **N** (M. Messel): Estimado poblacional con el modelo de Messel.

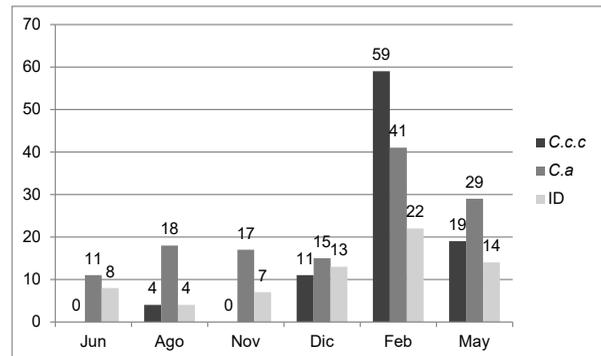


FIGURA 2

Frecuencia de avistamientos por muestreo de *Caiman crocodilus chiapasius* (C.c.c.), *Crocodylus acutus* (C.a) e indeterminados (ID) en Estero Prieto.

Respecto a los cocodrilos, *Crocodylus acutus* presentó una estructura poblacional compuesta principalmente por juveniles ( $34.5 \pm 13.98$  individuos), seguido por las crías ( $13.23 \pm 8.68$ ) y neonatos ( $10.04 \pm 11.45$ ). Los subadultos estuvieron representados por  $8.49 \pm 11.46$  individuos, mientras que en las distintas clases de los adultos las cifras fueron menores (tabla 2). Este tipo de estructura ha sido observada por Domínguez-Laso (2002) en la Biósfera de Sian Ka' an, Quintana Roo; por Cupul-Magaña *et al.* (2001) en Boca Negra, Jalisco y por Brandon-Pliego (2007) en la Palmita, Oaxaca. En el último caso se registraron más individuos juveniles, con respecto a los adultos, debido a que los nacimientos

ocurrieron en el mes de junio y que las condiciones favorables, como disponibilidad alimenticia, tipo de vegetación, profundidad y bajo número de adultos que generen una presión, permitieron a las crías llegar en corto tiempo a la etapa juvenil. Asimismo se considera la presencia de al menos tres hembras reproductoras, mismas que son las progenitoras de las congregaciones de neonatos localizadas durante este estudio.

En el caso de la estructura poblacional de *Caiman crocodilus chiapasius* en Estero Prieto, los juveniles fueron los más notables con  $36.92 \pm 23.81$  individuos, seguidos de los subadultos con  $11.54 \pm 9.49$  y los menos representados fueron los adultos (tabla 3). Este tipo de estructura poblacional, con bajo número de adultos, es típica de poblaciones que se encuentran en recuperación (Ouboter y Nanhoe, 1989). Dicha estructura presentó diferencias con lo registrado por Sigler (2000) en Estero Prieto, quien reportó mayor cantidad de subadultos, sugiriendo de este modo que la población se encontraba en un mejor estado de conservación.

Cabe mencionar que no se observaron neonatos de caimán en el área de estudio, sin embargo Sigler (2000) reportó en esta zona congregaciones de hembras jóvenes con crías en la temporada de estiaje (enero-junio).

La ausencia de neonatos en nuestro período de estudio podría deberse al bajo número de adultos o a que la anidación probablemente sucedió en pozas cercanas al cuerpo de agua permanente (Aguilar-Galindo, 2005), o a la modificación de su comportamiento debido a las interacciones interespecíficas con *Crocodylus acutus*. Cada especie presentó una distribución distinta al no observarse avistamientos de caimanes en una parte del estero donde únicamente se observó cocodrilos, sin embargo los cocodrilos si se observaron en zonas con mayor frecuencia de avistamientos de caimanes probablemente debido a que los cocodrilos son la especie dominante (Álvarez del Toro, 1974) (figura 3).

A pesar de la importancia de Estero Prieto como un cuerpo de agua permanente y sitio de refugio para ambas especies, se encuentra dentro de los márgenes de una zona en proceso de urbanización (poblado de Puerto Arista) y actualmente se encuentra rodeado por zonas agrícolas/pecuarias en las áreas aledañas. Esto podría, en algún momento, provocar la incidencia de impactos negativos a las poblaciones de crocodilianos, así como extinguirse localmente por eventos antrópicos (Kushlan y Mazzotti, 1989; Cupul-Magaña *et al.*, 2001) tales como la deforestación de manglares e incendios de vegetación aledaña.

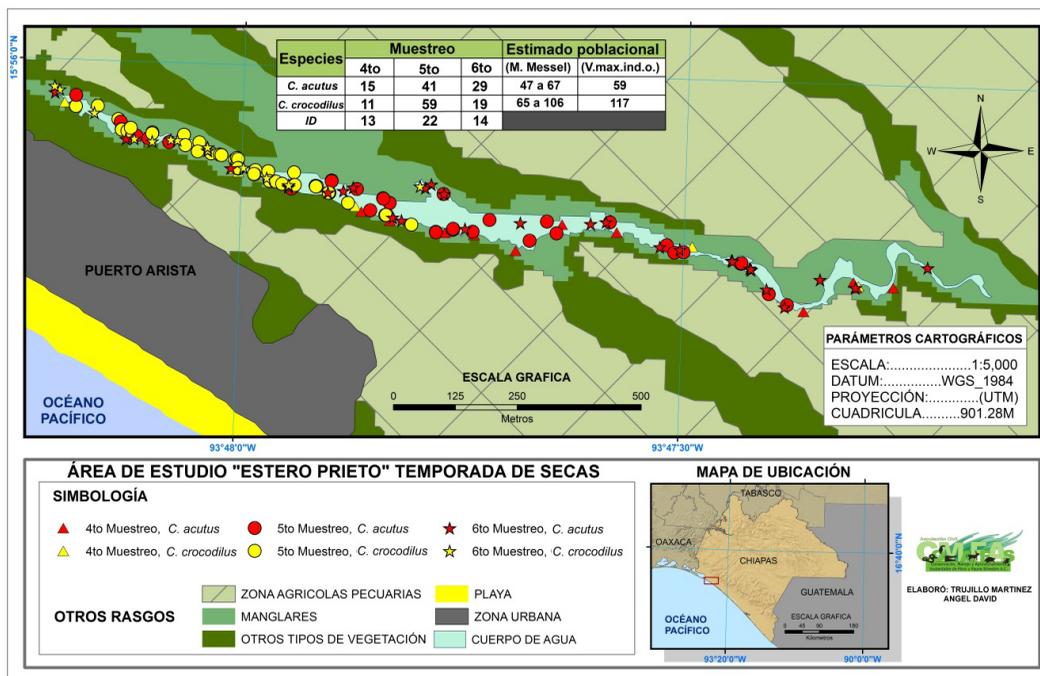


FIGURA 3

Distribución poblacional durante la temporada de estiaje.

Clases	jul-14	ago-14	nov-14	dic-14	feb-15	jun-15	m	s	p	T.E	N	±
NN	7	7	0	0	0	0	2.3	3.6	0.2324	5.02	10.04	11.45
I	0	2	7	8	9	0	4.3	4.1	0.3277	6.61	13.23	8.68
II	2	3	7	6	24	26	11.3	10.8	0.3285	17.25	34.5	13.98
III	0	2	0	0	8	1	1.8	3.1	0.216	4.24	8.49	11.46
IV	0	3	2	1	0	0	1	1.3	0.2698	1.85	3.71	5.84
V	1	0	1	0	0	2	0.7	0.8	0.2761	1.21	2.41	4.58
VI	1	1	0	0	0	0	0.3	0.5	0.2324	0.72	1.43	4.33

TABLA 4

Estimado poblacional por clase de *C. acutus* en "Estero Prieto".

Claves: *m*: Promedio de avistamientos. *s*: Desv. estándar. *p*: % de la fracción visible. T.E (ind/km): Tasa de encuentro de cocodrilos N: Estimado poblacional con el modelo de Messel.

Clases	jul-14	ago-14	nov-14	dic-14	feb-15	jun-15	m	s	p	T.E	N	±
I	0	0	0	3	6	0	1.5	2.5	0.2191	3.42	6.85	10.12
II	0	1	0	4	35	8	8	13.6	0.2167	18.46	36.92	23.81
III	0	3	0	1	9	7	3.3	3.8	0.2888	5.77	11.54	9.49
IV	0	0	0	3	9	4	2.7	3.6	0.2596	5.14	10.27	10.18

TABLA 5

Estimado poblacional por clase de *C. crocodilus chiapasius* en Estero Prieto.

Claves: *m*: Promedio de avistamientos. *s*: Desv. estándar. *p*: % de la fracción visible. T.E (ind/km): Tasa de encuentro de caimanes N: Estimado poblacional con el modelo de Messel.

## CONCLUSIONES

Se observó la convivencia simpátrica de cocodrilos y caimanes, sin embargo se apreció una marcada división entre ambas especies sobre el cuerpo de agua que ocupan, sugiriendo factores de dominancia por parte de *Crocodylus acutus*. La tasa de encuentro y la estimación poblacional de *Crocodylus acutus* fue menor con respecto a la población de *Caiman crocodilus chiapasius*. No obstante se observó mayor frecuencia de avistamientos para las dos especies durante la temporada de estiaje, siendo *Caiman crocodilus chiapasius* la que presentó una considerable fluctuación en ambas temporadas registrando la mayor frecuencia de avistamientos en el mes de febrero. De este modo se deja en evidencia la importancia de Estero Prieto en la dinámica poblacional de *Caiman crocodilus chiapasius* durante la temporada de estiaje al igual que

zona de refugio de las poblaciones de ambas especies al estar constituida principalmente por organismos juveniles. Por lo anterior se recomienda que el sitio se establezca como espacio de conservación permanente, así como estudios más profundos que nos permitan tener mayor conocimiento sobre el estado de conservación de las poblaciones.

## AGRADECIMIENTOS

A COMAFFAS A.C. por brindar el apoyo y recursos necesarios durante los monitoreos, así como a José Rounding por abrirnos las puertas en Jose's Cabañas (Puerto Arista), de igual forma a los colegas y amigos Cinthia Margarita Torres Martínez, Berenice García Reyes y Luis Andrés Gómez Urieta, por su apoyo en alguna etapa de este estudio.

## LITERATURA CITADA

AGUILAR-GALINDO, A., 2005. Evaluación del estado de conservación del *Caiman crocodilus fuscus* (Mertens, 1943) durante el año 2003-2004, en el Sistema lagunar de Chantuto, Reserva de la Biosfera, La Encrucijada, Chiapas, México. Informe final de Servicio Social. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento El Hombre y Su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. 63 pp.

- ÁLVAREZ DEL TORO, M., 1974. *Los Crocodylia de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. D.F. 70 pp.
- BRANDON-PLIEGO, J.D., 2007. Estudio poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) (Reptilia: Crocodylia) en Jamiltepec Oaxaca. *Ciencia y Mar*. 11: (33): 29-37.
- BRAZAITIS, P., G.H. REBÉLO, C. YAMASHITA, E.A. ODIERNA & E. WATABANE. 1996. Threats to Brazilian crocodylian populations. *Oryx* 30 (4):275-284.
- CABRERA PEÑA J., M.P. QUESADA, M. URRIOLA-HERNÁNDEZ Y R. CUBERO-MURILLO, 2003. Distribución y abundancia de *Caiman crocodilus* en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 51 (2): 571-578.
- CASAS-ANDREU. G., 1995. Los cocodrilos de México como recurso natural. Presente, pasado y futuro. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 46: 153-162.
- CASAS-ANDREU G., 2003. Ecología de anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylia) en la desembocadura del Río Cuitzmala, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 89: 111-128.
- CHABRECK, R.H., 1966. Methods of determining the size and composition of alligators populations in Louisiana. *Proceeding 20th Annual Conference Southeastern Association of Game and Fish Commissioners* 20: 105-112.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, 2010. *Estudio previo justificativo para la ampliación del polígono del santuario playa Puerto Arista, Tonalá, Chiapas*. 57 p.
- CUPUL-MAGAÑA F., G. RUBIO-DELGADO, A. REYES-JUÁREZ, Y H. HERNÁNDEZ-HURTADO, 001. Sondeo poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en el Estero Boca Negra, Jalisco. *Revista, Ciencia y Mar* 6. 45-50.
- DOMÍNGUEZ-LASO, J., 2002. *Análisis poblacional de Crocodylus acutus (Cuvier 1807) y Crocodylus moreletii (Dumeril, 185) en el Sistema Lagunar Norte de La Reserva de la Biosfera Sian Ka án, Quintana Roo, México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. México DF. 104 pp.
- ESCOBEDO-GALVÁN, A.H., 2003. Periodos de actividad y efecto de las variables ambientales en cocodrilos (*Crocodylus acutus* Cuvier 1807): evaluando los métodos de determinación de la fracción visible. *Ecología Aplicada*, 2 (1): 136-140.
- ESCOBEDO-GALVÁN, A.H., G. CASAS-ANDREU Y G. Y BARRIOS-QUIROZ, 2015. On the occurrence of *Caiman crocodilus* in Oaxaca, Mexico: a misunderstanding for over 140 years. *Mesoamerican Herpetology*. 2 (2): 220-223.
- FICHA INFORMATIVA DE LOS HUMEDALES DE RAMSAR (FIR), 2007. *Sistema estuarino Puerto Arista*. 14 p.
- HERNÁNDEZ-HURTADO H., 2010. *Evaluación del cocodrilo de río (Crocodylus acutus) en los esteros del municipio de San Blas, Nayarit*. Universidad Autónoma de Nayarit. Posgrado de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tesis de Doctorado Bahía de Matanchen, Nayarit, diciembre de 2010. México. 185 p.
- JOHNSON, J. D., V. MATA-SILVA, E. GARCÍA-PADILLA Y L. DAVID WILSON, 2015. The herpetofauna of Chiapas, Mexico: composition, distribution, and conservation. *Mesoamerican Herpetology*. 2 (3): 272-329.

- KUSHLAN, J.A., 1974.** Observation on the role of the American alligator (*Alligator mississippiensis*) in the Southern Florida wetlands. *Copeia* 4: 993-996.
- KUSHLAN J.A. & F.J. MAZZOTTI, 1989.** Population biology of the American crocodile. *Journal of Herpetology*. 23 (1): 7-21.
- MAGNUSSON, W.E., A.P. LIMA, V.L. COSTA, A.C. LIMA Y M.C. ARAÚJO, 1997.** Growth during middle age in Schneider's Dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus*. *Herpetological Review* 28 (4):183.
- MEFFE, G.K & C.R. CARROLL, 1994.** *Principles of conservation biology*. Sinauer Associates, INC, Massachusetts, 600 p.
- MESSEL, H., G.C. VORLICEK, A.G. WELLS & W.J. GREEN, 1981.** *Surveys of tidal river systems in northern territory of Australia and their crocodile populations*. Monograph No. 1. Pergamon Press. Sydney.
- OUBOTER, P. & L. NANHOE, 1989.** Notes on the Dynamics of a Population of *Caiman crocodilus crocodilus* in Northern Suriname and its Implications for Management. *Biological Conservation* 48: 243-264.
- Platt, S.G. & J.B. Thorbjarnarson, 2000.** Status and conservation of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. *Biological Conservation* 96: 13-20.
- ROMERO-TIRADO, R., 2011.** *Estructura poblacional y distribución de Caiman crocodilus en la Reserva La Encrucijada*. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Tapachula, Chiapas. 35p.
- ROSS J. P. (ED.), 1998.** *Crocodiles. Status survey and conservation action plan*. 2nd Edition. IUCN/SSC Crocodile Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. viii + 96 p.
- SCHUBERT, A. Y H. MÉNDEZ, 2000.** *Métodos para estimar el tamaño de la población del cocodrilo americano (Crocodylus acutus) en el Lago Enriqueillo, República Dominicana*. 372-381 pp. Crocodiles. Proceedings of the 15th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN. The World Conservation Union. Gland, Switzerland and Cambridge. UK.
- SEMARNAP, 2000.** *Estudio especializado de acuacultura y ordenamiento ecológico en el estado de Chiapas*. 92 p.
- SEMARNAT. 2010.** NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación* 30 de diciembre de 2010 (disponible en línea: [www.dof.gob.mx/documentos/4254/semarnat/semarnat.htm](http://www.dof.gob.mx/documentos/4254/semarnat/semarnat.htm))
- SIGLER L., 1996.** Conservation of the American crocodile *Crocodylus acutus* in Cañón del Sumidero National Park, Chiapas, México. En: Memorias de la 13ª reunión del grupo de especialistas en cocodrilianos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. U.I.C.N./C.S.G. Argentina. pp: 162 - 165.
- SIGLER L., 1998.** Monitoreo y captura de cocodrilianos silvestres. En: *Cocodrilos de México*. Instituto Nacional de Ecología. México. 28p.
- SIGLER L. Y J.A. MARTÍNEZ I., 1998.** (En prensa). *Diagnóstico del estado actual de las poblaciones de los cocodrilianos (Caiman crocodilus y Crocodylus acutus) en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México*. SIBESJ/IHN. Chiapas.

- SIGLER L., 2000.** Monitoreo poblacional de Caimanes *Caiman crocodilus chiapasius* en Estero Prieto, Tonalá, Chiapas. En memorias de la 6ª Reunión Nacional de Herpetología. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Sociedad Mexicana de Herpetología*.
- SIGLER, L., J. CEDEÑO-VÁZQUEZ Y F. CUPUL-MAGAÑA, 2011.** Método de Detección Visual Nocturna (DVN). En: Sánchez-Herrera, O., López-Segurajauregui., García Naranjo Ortiz de la Huerta, A. y Benítez Díaz, H. (Eds.). *Programa de monitoreo del Cocodrilo de Pantano (Crocodylus moreletii) México-Belice-Guatemala*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp. 105-127.
- THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES. VERSION 2015.4.** www.iucnredlist.org. Consultado el 09 February 2018.
- THORBJARNARSON, J.B., 1992.** Crocodiles: An action plan for their conservation. En: H. Messel, F. W. King y J. P. Ross (eds.) *IUCN/ SSC Crocodile Specialist Group*, Gland.
- THORBJARNARSON, J.B., F. MAZZOTTI, E. SANDERSON, F. BUITRAGO, M. LAZCANO, M. & K. MINKOWSKI, 2006.** Regional habitat conservation priorities for the american crocodile. *Biological Conservation* 128: 25-36.
- TRUJILLO-MARTÍNEZ, A.D., 2018.** *Evaluación poblacional del Caiman crocodilus chiapasius y Crocodylus acutus en dos sistemas estuarinos Ramsar de Tonalá, Chiapas*. Tesis de licenciatura en Biología Marina. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México. 115 p.
- VALTIERRA, A.M., 2001.** *Estado actual de la población de Crocodylus acutus en la Reserva de Biosfera Chamela- Cuixmala; trece años de protección: recomendaciones para un manejo sostenible*. Memorias de la Tercera Reunión del Subcomité del Proyecto de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia de México (COMACROM), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Culiacán, Sinaloa. p. 61-68.

