



El Colegio de la Frontera Sur

Unidad Tapachula, Chiapas

Maestría en ciencias en recursos naturales y desarrollo rural

Estructura poblacional y distribución de *Caiman crocodilus* en la Reserva “La Encrucijada”

Tesis

presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

Por

Rodrigo Romero Tirado

rromerot@ecosur.mx

2011

RESUMEN

La Reserva de la Biósfera La Encrucijada, en Chiapas, es la única área natural protegida a nivel federal que contiene poblaciones de *Caiman crocodilus*. Factores como la pérdida de hábitat y caza ilegal han derivado a que la especie sea catalogada en alguna categoría de riesgo tanto a nivel nacional como internacional. En México han sido escasos los estudios de las poblaciones de caimán y actualmente no se conoce el estado de conservación de la especie. Además no se ha evaluado si estos organismos permanecen en los mismos sitios a lo largo del año. Este trabajo se desarrolló con el objetivo de aportar conocimientos sobre la ecología de *C. crocodilus*, por lo cual se evaluó su estado de conservación, a través del análisis de la estructura poblacional, proporción de sexos, la abundancia y su relación con los cambios estacionales en la salinidad y temperatura del agua. Además se caracterizaron de forma cualitativa los tipos de hábitat utilizados por los caimanes en el área de estudio.

El estudio se realizó de enero a septiembre de 2010 en cuatro transectos (29.3 km) dentro de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada. El tamaño y densidad poblacional se estimaron a través del cálculo de la fracción visible-no visible. Se realizaron pruebas de bondad de ajuste de ji-cuadrada para determinar diferencias entre clases de edad y de proporción de sexos. Para determinar la relación de la temperatura y salinidad con el número de avistamientos, se realizaron análisis de correlación de Spearman. Se realizaron 277 avistamientos, se estimó una población de 72 caimanes y una densidad promedio de 1.92 individuos (ind) km^{-1} para los cuatro transectos. El valor máximo de densidad se obtuvo en el transecto I con 8.7 ind km^{-1} , seguido por el transecto IV con 1.6 ind km^{-1} , 0.9 ind km^{-1} en el III y 0.7 ind km^{-1} en el transecto II. Se capturaron 64 caimanes, 43 machos y 18 hembras, con una proporción

de sexos macho-hembra de 2.4 : 1. Las clases de edad más abundantes fueron la II (juveniles) con 48.4% y la IV (adultos) con 37.5%, seguidas por 9.4% para la clase I (crías) y 4.7% en la clase III (pre-adultos).

Se determinó que el aumento en salinidad tiene un efecto negativo en el número de avistamientos, mientras que la temperatura se mantuvo constante a lo largo del año, sin aparente efecto sobre los avistamientos. El tipo de vegetación más abundante registrado en la zona fue el manglar dominado por *Rhizophora mangle*; el 99% de los caimanes se observaron asociados a los árboles de esta especie y en el 53% de los casos, los caimanes de las cuatro clases de edad se encontraron asociados a la presencia de *R. mangle* + vegetación flotante.

Palabras claves: Caimán, reserva, densidad poblacional, sexos, biósfera, abundancia.

INTRODUCCIÓN

Las especies del orden Crocodylia se consideran clave por que mantienen la estructura y función de los ecosistemas que habitan, a través de actividades como la depredación selectiva de especies de peces y el reciclamiento de nutrientes. Los caimanes facilitan el mantenimiento de canales que comunican a los cuerpos de agua y construyen refugios donde se pueden resguardar y reproducir los peces durante la época de sequía. Sus excretas favorecen la proliferación de grandes cantidades de plancton, que es consumido por alevines de peces (Fittkau, 1973; SEMARNAP, 2000).

En México habitan dos especies de cocodrilos (*Crocodylus acutus* Cuvier, 1807 y *C. moreletti* Duméril, 1851), y una especie de caimán (*Caiman crocodilus* Linnaeus, 1758). El caimán se ha registrado en los estados de Oaxaca y Chiapas. Se le encuentra en la zona costera de Chiapas desde 0-50 m de altitud, habitando lagunas, ríos, arroyos, pantanos y estanques en llanuras, bosques y marismas costeras (Álvarez, 1974; SEMARNAP, 2000). Factores como la fragmentación del hábitat y la captura y comercio ilegales han provocado que *C. crocodilus* se encuentre listado como especie sujeta a protección especial por la Norma Oficial Mexicana NOM-059- ECOL-2010 (SEMARNAT, 2010). La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres lo cataloga dentro de su Apéndice II (CITES, 2011) y aparece como especie con bajo riesgo en las listas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2011). La reserva de la Biósfera La Encrucijada en Chiapas, es la única área natural protegida (ANP) en México, donde *C. crocodilus* se encuentra protegido a nivel federal. En el estado de Chiapas existen dos ANP's de menor tamaño de carácter estatal, donde la especie está protegida: El Gancho-Murillo (7,284 ha) y Cabildo-Amatal (3,611 ha).

A pesar de lo mencionado, las investigaciones que se han realizado para conocer el tamaño de las poblaciones silvestres de *C. crocodilus* y su distribución actual han sido escasas (SEMARNAP, 2000). Entre los primeros trabajos se encuentran los de Casas y Guzmán (1970) y Álvarez (1974), quienes describieron algunas características ecológicas y la distribución del caimán en México. Dentro de “La Encrucijada” se han realizado tres estudios en áreas con manglares y uno en el área de pantanos, pero estos trabajos no ofrecen un panorama preciso sobre el estado de conservación de *C. crocodilus chiapasius* Bocourt, 1876.

El primer estudio abarcó un área extensa, el sistema lagunar Chantuto-Panzacola, (Martínez *et al.*, 1997) donde se reportan densidades de 0.7-33.8 ind km⁻¹; para Laguna Chantuto reportan una densidad de 3.3 ind km⁻¹. Sin embargo, el estudio se limitó a analizar la abundancia poblacional y fue realizado casi exclusivamente durante la temporada de lluvias (abril-agosto) con una frecuencia de muestreo menor a la del presente estudio. Los otros estudios sí consideraron la estructura poblacional, sin embargo existe el reporte de valores de densidad imprecisos, como es el caso de Flores (2005), quien sobreestima las densidades poblacionales en magnitudes de por lo menos un dígito, reportando un valor máximo de 111.73 ind km⁻¹ para la primavera de 2002 en la localidad de El Castaño. Posteriormente, en la zona de pantanos de la ranchería Las Garzas, de nuevo se reportan valores sobreestimados hasta de 1.94 ind m⁻², lo cual equivale a 19,400 ind ha⁻¹ (Flores 2010).

Por otro lado, Aguilar (2006) reporta para Laguna Chantuto y Estero Las Mujeres una densidad promedio de 9.1 ind km⁻¹. Tanto Flores (2005) como Aguilar (2006) observaron una proporción de sexos 1.9 : 1 macho-hembra y una estructura poblacional

dominada por organismos de las clases I (crías) y IV (adultos), y por las clases IV y I respectivamente.

Otro punto relevante es que a pesar de que la especie carece de glándulas linguales para regular la sal (Taplin *et al.*, 1982), en la literatura se menciona que puede habitar aguas salobres (Álvarez del Toro, 1974; SEMARNAP, 2000). Sin embargo, no se ha estudiado hasta qué concentraciones pueden tolerar los individuos antes de desplazarse a cuerpos de agua menos salinos y los patrones de movilidad que esto ocasiona. Esto es particularmente importante en el área de estudio, donde la salinidad del agua varía estacionalmente de 10 a 25 UPS (Contreras *et al.*, 1997) e incluso se han reportado concentraciones de 40 UPS para Laguna Chantuto (Aguilar, 2006). Además de que las actividades humanas desarrolladas en “La Encrucijada” y sus áreas de influencia han provocado una disminución de la biodiversidad, fragmentación y pérdida de hábitat, degradación y pérdida de suelos, deterioro de la calidad y azolvamiento de los cuerpos de agua (INE, 1999, Calva *et al.*, 2006), lo cual representa un panorama incierto para la conservación de la especie.

Debido a lo mencionado, resulta imprescindible la realización de estudios de campo para determinar con mayor precisión el estado actual y dinámica de las poblaciones de caimanes, así como los patrones de movimientos y tipos de hábitat utilizados por la especie a lo largo del año. El objetivo de esta investigación fue conocer la densidad, tamaño y estructura poblacional de *C. crocodilus chiapasius* en la zona de estudio, así como determinar la influencia de la salinidad y temperatura sobre la abundancia de organismos y su distribución. La información generada de esta forma podrá ser de utilidad para los tomadores de decisiones, para la conservación y la elaboración de planes de manejo del área y las especies que la habitan.

MÉTODO

Área de estudio

El estudio se realizó en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, particularmente en el área comprendida entre la desembocadura del Río San Nicolás, municipio de Mapastepec, y la laguna de Chantuto, Acapetahua (ver figuras 1 y 2). El área se ubica entre las coordenadas geográficas 15° 17' 13" y 15° 10' 44" N, y 92° 58' 17" y 92° 51' 53" W.

La Reserva de la Biósfera La Encrucijada fue decretada en 1996, posee una superficie de 144,868 hectáreas y se localiza en el sur del estado de Chiapas, en la región fisiográfica denominada Planicie Costera del Pacífico. Comprende parte de los municipios de Pijijiapan, Mapastepec, Acapetahua, Huixtla, Villa Comaltitlán y Mazatán. Se conforma por los sistemas estuarinos-lagunares de Carretas-Pereyra y Chantuto-Panzacola. Cuenta con una amplia red hidrográfica constituida principalmente por ríos, lagunas costeras, esteros, canales y bocabarras, que permiten establecer un intercambio entre las aguas continentales y el mar (Carabias, 1999).

La heterogeneidad físico-biótica de la región responde a cambios en la salinidad del agua (Ocampo y Flores, 1995), la cual puede variar de 10 a 40 UPS (Contreras *et al.*, 1997; Aguilar, 2006). Los esteros y lagunas presentan variaciones estacionales debido a la gran cantidad de agua que aportan los ríos en la temporada de lluvias, generando así un entorno hidrológico idóneo para el desarrollo de organismos típicamente estuarinos (Contreras *et al.*, 1997).

El clima de la región es del tipo Am (w) cálido-húmedo, con lluvias abundantes en verano y temperatura media anual de 28 °C. La precipitación pluvial oscila entre los 2,500 y 3,000 mm, repartidos entre 100 y 200 días lluviosos al año. La temporada de

lluvias comienza en el mes de mayo y se extiende hasta noviembre, con un período de sequía intraestival en julio-agosto; el resto del año es seco o con lluvias ocasionales en febrero o marzo (García, 1973; INE, 1999). Existen diversos tipos de vegetación, tales como: mangle (*Rhizophora mangle*, *R. harrisonii*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*), zapotonales (*Pachira aquatica*), selva mediana subperennifolia, tulares (*Tipha dominguensis*), vegetación flotante y subacuática como lirio acuático (*Eichornia crassipes*), lechuga de agua (*Pistia stratiodes*) y balona (*Nymphaea ampla*) (Romero y Tovilla, 2009; Tovilla, 2007; Carabias, 1999).

Entre la fauna se encuentran *C. crocodilus*, *C. acutus*, *Iguana iguana*, tortugas marinas (*Dermochelys coriacea*, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys olivacea*), y de agua dulce (*Staurotypus salvinii*, *Rhinochlemys pulcherrima*, *Pseudemys venusta grayi*, *Kinosternon scorpioides*) (INE, 1999), jaguar (*Panthera onca*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), nutria (*Lontra longicaudis*) (Espinosa, 2003), aves playeras como *Calidris alba*, *Himantopus mexicanus* y *Numenius phaeopus*, patos (*Dendrocygna autumnalis*, *Cairina moschata*) y especies de loros como *Amazona auropaliata*, *A. albifrons* y *Aratinga canicularis*. Entre los peces destacan el pejelagarto o pez armado (*Atractosteus tropicus*), robalo (*Centropomus robalito* y *C. nigrescens*), lisa (*Mugil cephalus*, *M. curema*), pargo (*Lutjanus* sp), mojarra (*Cichlasoma trimaculatum*, *Amphilophus macracanthus*) y sambuco (*Dormitator latifrons*) (Miller, 2009).

Los asentamientos humanos en la reserva son de origen mestizo; desarrollan tres tipos de actividades económicas principales: la pesca, ganadería y agricultura de tipo extensivo. Algunos habitantes del área se dedican a la caza y comercialización ilegal de fauna silvestre (INE, 1999).

Muestreos

El estudio abarcó los meses de enero a septiembre de 2010. Se establecieron cuatro transectos: I.- El Castaño-Barra el Castaño con una longitud de 5.2 km, II.- Bocabarra El Castaño-Catrín (9.4km), III.- Laguna Chantuto (9.9 km), IV.- Estero Las Mujeres (4.8km). Se llevaron a cabo un total de 13 salidas al campo con una duración de tres noches cada una. En cada salida se recorrió una vez cada transecto.

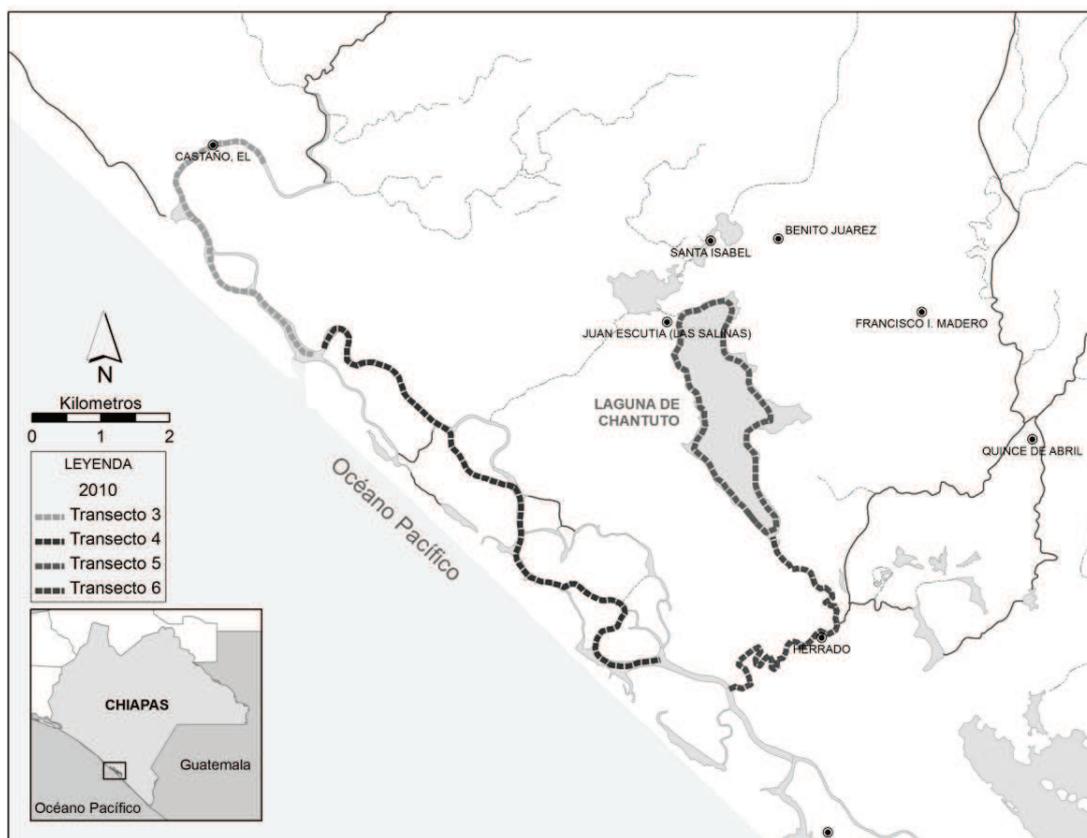


Figura 1. Zona de estudio

Los recorridos se realizaron a bordo de una lancha de fibra de vidrio de 4.5m de eslora, con un motor fuera de borda de 30 HP. Estos iniciaron dos horas después de la puesta del sol (Sigler, 2001). Se utilizaron lámparas de mano para ubicar a los caimanes, mediante la observación de la luz roja reflejada por el “tapetum lucidum” de

la retina de los animales, de acuerdo a la metodología propuesta por Platt y Thorbjarnarson (2000). También se realizaron capturas de animales, los caimanes menores a 1 m se capturaron con la mano; mientras que para los organismos mayores se utilizó una pértiga de madera de 3 m de longitud, a la cual estaba sujeto un aro de alambre de acero unido a una “cuerda” corrediza.

A cada ejemplar capturado se le midió la longitud total; en los mayores a 80 cm se determinó el sexo a través de la exploración de la cloaca con el dedo índice palpando el pene (Brazaitis, 1968). A los organismos menores se les determinó el sexo presionando el pubis y vientre con los dedos, y doblando al mismo tiempo la cola en dirección al vientre, el pene emerge en el caso de los machos (Chabreck, 1963). Los organismos capturados se clasificaron por talla, de acuerdo a los criterios propuestos por Sigler (1998): neonatos y crías (< 40 cm), juveniles (40.1 - 80 cm), subadultos (80.1 - 120 cm) y adultos (> 120.1 cm); los ejemplares se marcaron de forma permanente mediante la numeración a través del corte de escutelos (crestas de las escamas de la cola) conforme al método de Webb y Messel (1977), para liberarlos posteriormente. Esta técnica permite conocer el desplazamiento realizado por el ejemplar, además de saber de forma precisa el incremento en longitud y variaciones en peso entre una captura y su recaptura.

Cada uno de los sitios de avistamiento y/o captura se georreferenció con un GPS **Garmin**, adicionalmente se registró la profundidad con una cuerda graduada cada 10 cm, la temperatura se midió con un termómetro y salinidad del agua con un refractómetro. La vegetación asociada se determinó cualitativamente de forma visual, considerando el tipo de vegetación arbórea dominante, así como la vegetación acuática presentes en el sitio de avistamiento y de captura.

Análisis de datos

El tamaño y densidad poblacional de los caimanes se estimó de acuerdo al método propuesto por Messel *et al.* (1981). Para lo cual se calculó la fracción visible (p) y la fracción no visible (q) de la población de caimanes presentes. Posteriormente se calculó el factor de corrección (FC) para la zona y finalmente se estimó el tamaño (PE) y densidad (DE) poblacional de los transectos mediante las fórmulas:

$$p = x / (2d + x) ; q = 1 - p ; FC = 1/p ; PE = N * FC ; DE = PE / Re$$

Donde x= promedio de avistamientos por transecto; d= desviación estándar; N= Número de avistamientos totales durante el período de estudio; Re= Kilómetros totales recorridos.

Se realizaron pruebas de bondad de ajuste (Sokal y Rohlf, 1995) para determinar diferencias entre las proporciones de ejemplares pertenecientes a cada clase de edad capturada; así como para determinar diferencias en la proporción de sexos en la población. Además se evaluó la relación de las variables temperatura y salinidad sobre el número de avistamientos de caimanes durante el período de estudio, por medio de un análisis de correlación de Spearman (Sokal y Rohlf, 1995). Con el objetivo de analizar de forma visual la distribución de los organismos a lo largo del año en los diferentes transectos, se elaboraron mapas con los puntos de observación para diferentes fechas de muestreo en el programa ArcGis Vers. 9.0

RESULTADOS

Densidad poblacional

En el período de enero-septiembre de 2010 se realizaron un total de 277 avistamientos, a partir de lo cual se estimó una población total de 72 caimanes y una densidad promedio de 1.92 ind km^{-1} para los 29.3 km correspondientes a los cuatro transectos muestreados. En el transecto I se obtuvo la densidad de caimanes más alta con 8.7 ind km^{-1} . Para el transecto IV se estimó una densidad de 1.6 ind km^{-1} , seguido del transecto III con 0.9 ind km^{-1} y el transecto II con 0.7 ind km^{-1} .

Proporción de sexos

En la zona de estudio se capturaron un total de 64 caimanes, entre los cuales se encontraron 43 machos y 18 hembras, resultando en una proporción de sexos macho-hembra de 2.4 : 1. Se encontraron diferencias significativas en dicha proporción sexual ($\chi^2 = 10.2459$, g.l. 1, $p = 0.00137$). Los tres individuos en los que no fue posible determinar el sexo con precisión fueron ejemplares menores a 50 cm.

Clases de edades

La estructura de la población estuvo dominada por organismos juveniles, pertenecientes a la clase II con 48.4% (31 ind), seguida de la clase IV con 37.5% (24 ind) (cuadro 1). Las clases de edad menos abundantes fueron las clases I y III, las cuales representaron el 9.4% y 4.7% respectivamente. Hubieron diferencias significativas en la proporción de caimanes capturados por clases de edad ($\chi^2 = 34.875$, g.l. 3, $p = 0.0000001$).

Clase	Frecuencia	Esperado	χ^2
I	6	16	6.25
II	31	16	14.06
III	3	16	10.56
IV	24	16	4
Total	64	χ^2	34.875
		g.l.	3
		Prob.	0.0000001

Cuadro 1. Prueba de bondad de ajuste para clases de edades capturadas

VARIABLES AMBIENTALES

Se determinó que la salinidad del agua se correlaciona con el número de avistamientos realizados a lo largo del año ($r= 0.45375$, $s = 10064.11$, $p= 0.001199$). Conforme las concentraciones de salinidad en el agua se incrementaron, la cantidad de avistamientos disminuyó, hasta el punto de no observar caimanes cuando los valores de salinidad fueron más elevados. Se presentó una máxima registrada de 31UPS durante los meses de marzo-abril y solo se observaron ejemplares hasta las 20 UPS (fig. 2). Este comportamiento generó el desplazamiento de los organismos en dirección sur-norte alejándose de la influencia del agua de mar hacia las zonas de ríos y pantanos con agua menos salina durante los meses de enero-abril (fig. 3). Por ejemplo, el 26 de enero se registraron valores de salinidad de 1-14.6UPS y se avistaron caimanes a lo largo de la zona de estudio. Hacia el final de la temporada de estiaje, el 20 de abril se registraron valores máximos de salinidad de 25-31UPS y solo se avistaron caimanes en el área aledaña al poblado “El Castaño” (transecto I) (fig. 3). En esta zona, el Río San Nicolás aporta una buena cantidad de agua dulce todo el año; los avistamientos del 20 de abril se realizaron en sitios con salinidad de 0-5 UPS. La

migración se invirtió a partir del inicio de la temporada de lluvias (fig. 4), momento en que aumenta el aporte de agua dulce de los ríos, lo cual genera un desplazamiento de los caimanes en dirección norte-sur durante los meses de mayo a septiembre.

La temperatura se mantuvo en un rango de 28 a 33°C durante los ocho meses de estudio y no presentó correlación con el número de avistamientos ($r = -0.1706324$, $s = 21567.73$, $p = 0.2462$). Sin embargo, el gráfico de dispersión muestra una aparente interacción positiva (fig. 4).

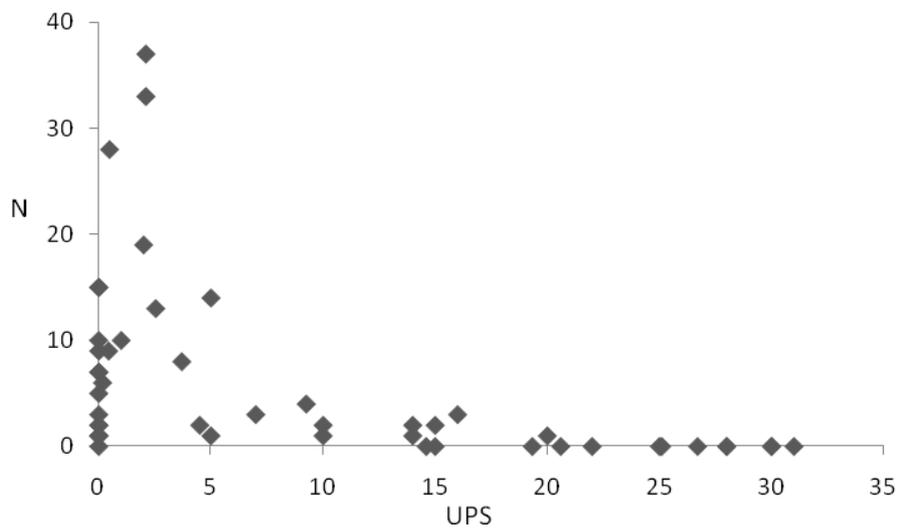


Figura 2. Efecto de la salinidad sobre el número de avistamientos

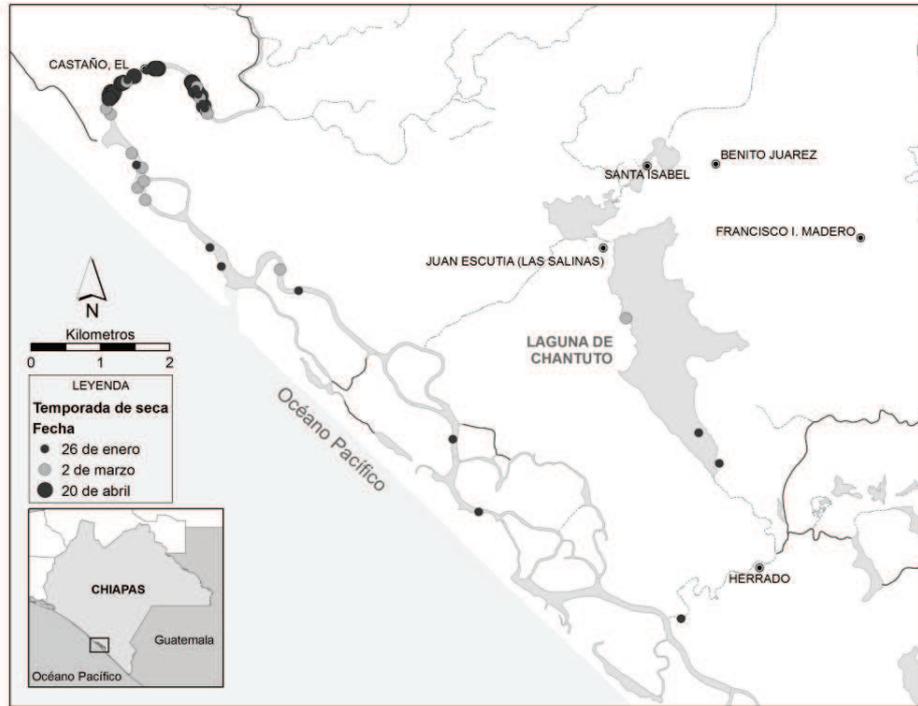


Figura 3. Distribución de caimanes avistados durante la temporada de estiaje

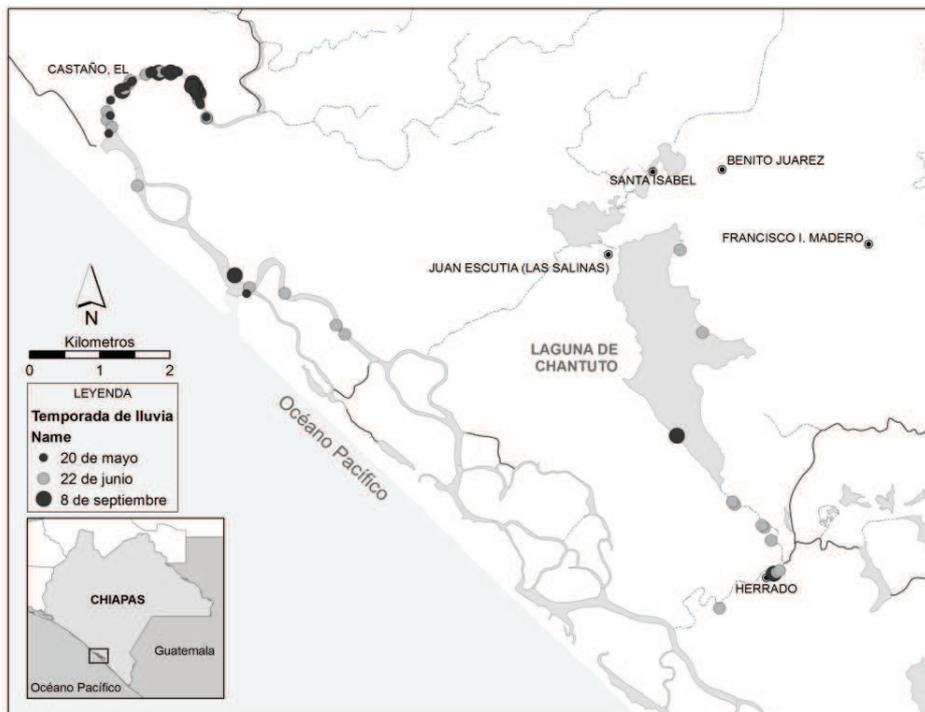


Figura 4. Distribución de caimanes avistados durante la temporada de lluvias

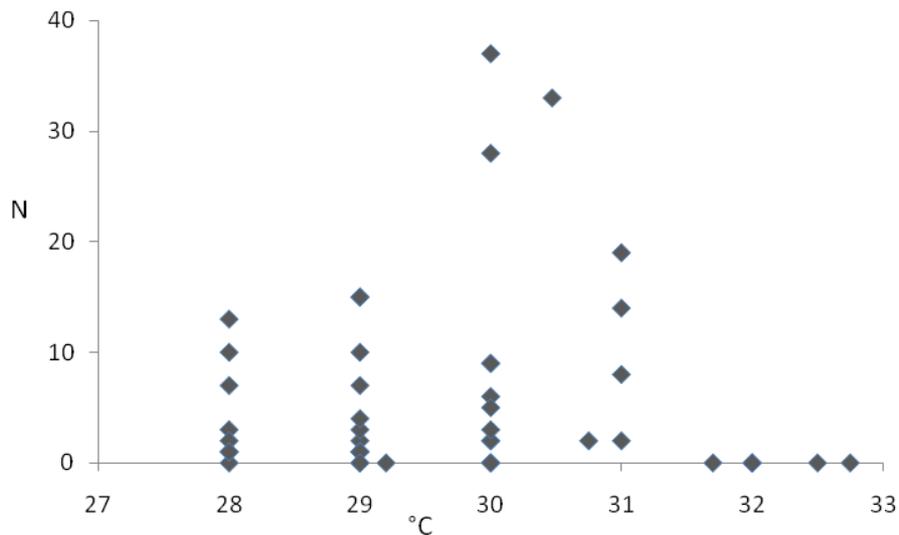


Figura 5. Efecto de la temperatura sobre el número de avistamientos

Vegetación

En la zona de estudio se observaron diferentes tipos de vegetación, como manglares, zapotonales, selva mediana subperennifolia, tulares y vegetación flotante y sumergida. En los transectos muestreados, el bosque de mangle rojo (MR.- *R. mangle*) fue el tipo de vegetación más abundante. Exceptuando dos ejemplares observados en sitios con bosques de Mangle blanco (MB.- *L. racemosa*) y uno en Mangle negro (MN.- *A. germinans*), todos los caimanes se encontraron asociados a MR. Solamente en el 7.8 % de los casos se observaron caimanes en bosques de MR en asociación con MB, MN o PA (*P. aquatica*).

El 55.2% del total de avistamientos de caimanes se realizaron en sitios con vegetación flotante y/o sumergida asociadas al bosque de RM ya sea solo o en asociación con MB, MN y PA. Los organismos de las clases I y II se observaron generalmente posados sobre las balsas de vegetación, mientras que los de clase III y

IV se observan debajo de ellas o en su cercanía. En algunos de los casos se pudo observar hasta 11 individuos, desde crías hasta adultos asociados a una sola balsa. En los sitios con selva mediana, así como en playas abiertas no se registró la presencia de caimanes.

DISCUSIÓN

Densidad poblacional

La densidad estimada de 1.9 ind km⁻¹ encontrada en este estudio se encuentra dentro de los valores más bajos reportados para esta especie y es muy similar a la densidad de 1.37 ind km⁻¹ reportada por Balaguera y González (2009) para localidades fuertemente afectadas por la cacería furtiva en la Vía Parque Isla Salamanca en Colombia.

En Costa Rica por ejemplo, se registraron densidades de 10.5 y 2.55 ind km⁻¹ en el Río Sierpe y La Rambla respectivamente (Bolaños *et al.*, 1995), mientras que Cabrera *et al.*, (2003) registró en Río Frío una densidad más alta con valores desde 17.29 hasta 139.06 ind km⁻¹. En Honduras se reportan 6.17 ind km⁻¹ (King *et al.*, 1990).

Para el sistema lagunar Chantuto-Panzacola en la Reserva de “La Encrucijada”, Martínez *et al.* (1997) reportan en 10 de 12 sitios de muestreo densidades entre 0.7 y 3.3 ind km⁻¹ en zonas eminentemente pesqueras. La laguna de Chantuto presentó el valor más elevado de esos 10 sitios con 3.3 ind km⁻¹. Aguilar (2006) encontró en esta misma laguna y el estero Las Mujeres durante el período de noviembre de 2003 a febrero de 2004 una densidad promedio de 9.1 ind km⁻¹.

Aparentemente en el área de estudio ocurrió una recuperación en las poblaciones de *Caiman crocodilus* durante 10 años, desde el decreto de la reserva en 1995 hasta el 2004, aumentando de 3.3 ind km⁻¹ a 9.1 ind km⁻¹ (Martínez, 1996; Aguilar, 2004). Sin embargo, la densidad de caimanes ha disminuido en los siguientes años, hasta encontrar en este estudio un promedio 1.9 ind km⁻¹ en 2010. Particularmente, en el estero Las Mujeres (transecto IV) la densidad poblacional disminuyó hasta 1.6 ind km⁻¹. En los transectos II y III (Laguna Chantuto) la disminución fue aún mayor, hasta

presentar densidades de 0.7 y 0.9 ind km⁻¹ respectivamente. Esto posiblemente se deba a una presión de caza creciente sobre la población. Durante el período de estudio se observó la presencia de 3 caimanes muertos con la cola mutilada en Laguna Chantuto. En esta área es donde se realiza la pesquería más intensa de camarón, debido a que en este sitio está ubicado un “tapo” camaronero. El alimento es más abundante durante la época de máximo esfuerzo pesquero, lo que origina un conflicto entre caimanes y pescadores por los peces y el camarón. Apparently los caimanes están más expuestos a la captura en el litoral de la laguna, donde el manglar es menos exuberante y el cuerpo de agua es somero, con menos de 1m de profundidad.

Es probable que durante los últimos años, debido a la prohibición de captura para la especie, los cazadores no aprovechen la piel u otras partes del cuerpo del animal, optando por el sacrificio y amputación de la cola de forma inmediata, para arrojar al agua el resto del cuerpo y evitar así ser descubiertos. Localmente la gente acostumbra consumir la carne de la cola del caimán. Martínez *et al.* (1997) mencionan que los caimanes son utilizados como alimento y para comercializar sus pieles de manera ilegal. Parece ser que los cazadores sacrifican preferentemente los animales adultos, ya que todos los cadáveres observados fueron de ejemplares de la clase IV. Esto coincide con lo observado por Mourao *et al.* (1996), quienes encontraron que los cazadores del Pantanal en Brasil, preferentemente explotan los caimanes más grandes, de los cuales cerca del 65-68% suelen ser machos.

Otros factores antropogénicos que pueden estar influyendo de forma negativa sobre la abundancia de caimanes en la zona, son la desecación de charcas de agua dulce que los caimanes utilizan como refugio durante la temporada de estiaje, destrucción de manglares y pantanos, incendios provocados en los tulares y pantanos

para realizar la captura de tortugas, la muerte incidental de los caimanes en redes de pesca y el sacrificio de ejemplares por considerarlos nocivos para la actividad pesquera (Martínez, 1996; Aguilar, 2006).

En el caso del transecto I se observó un comportamiento totalmente diferente, donde aparentemente se ha dado una recuperación en el número de individuos, ya que se obtuvo una densidad de 8.7 ind km^{-1} , mayor a las encontradas en los otros transectos. Además en este transecto no se detectó la presencia de caimanes sacrificados. Esto quizá se deba a que en la comunidad de El Castaño, se están impulsando actividades ecoturísticas como es la observación de fauna, particularmente la observación nocturna de cocodrilos (IMedia, 2011). Por lo visto, dichas actividades están favoreciendo la conservación de la especie en este sitio, al significarse como un “recurso más rentable” un caimán vivo que uno muerto para los pobladores del lugar.

Proporción de sexos

La proporción de sexos de 2.4:1 macho-hembra encontrada en este estudio es muy similar al 1.9:1 encontrada anteriormente por Aguilar (2006) y por Flores (2005) en la misma zona. Estos valores se encuentran dentro de los parámetros reportados para la especie, donde se observa que la proporción de machos es mayor a la de hembras. En Caño Negro, Costa Rica, Escobedo (2008) encontró una proporción de sexos 6.06:1 macho- hembra. Gorzula (1978) reporta en Venezuela una proporción 1.3:1. Ouboter y Nanhoe (1989) reportan 1.5:1 para Surinam, sin embargo mencionan que probablemente exista un grado de captura diferente entre machos y hembras, donde los primeros sean más susceptibles de ser capturados. Si esta observación es aplicable a

la zona de estudio, entonces es posible que exista un sesgo en la captura de machos y hembras, de forma que la proporción real de machos sea aún mayor.

Además, es probable que exista una diferencia en la selección de hábitat por parte de machos y hembras (Thorbjarnarson, 1997). En la zona de pantanos de la ranchería “Las Garzas”, área aledaña a la zona de estudio, Flores (2010) encontró una mayor cantidad de hembras que machos. De igual manera, Escobedo (2008) observó en Costa Rica que las hembras tienden a ubicarse en las lagunas mientras que los machos son más frecuentes sobre el cauce del río.

Clases de edad

Las clases de edad capturadas más abundantes correspondieron a las clases II y IV. Estos resultados coinciden parcialmente con los obtenidos por Flores (2005) y por Aguilar (2006) en el área de estudio. Flores (2005) reporta para el Río San Nicolás que las clases más abundante en el período de 2001-2002 fueron la I y la IV. Aguilar (2006) encontró una estructura poblacional muy similar donde las clases de edad más abundantes fueron las clases IV y II.

Al analizar la estructura poblacional, con una abundancia elevada de caimanes adultos, se podría pensar que la población se encuentra en un estado saludable y de estabilidad. Sin embargo, esta interpretación solo es aplicable al transecto III, debido a que la mayoría de los avistamientos y abundancia de caimanes se registraron en él. Esto coincide parcialmente con lo observado por Escobedo (2008) para la localidad de Caño Negro, Costa Rica, donde la estructura poblacional estuvo dominada por organismos mayores a 120 cm (55%), y se reportan las densidades de individuos más altas para la especie.

Por el contrario, las estructuras poblacionales caracterizadas por un elevado número juveniles y bajo número de adultos son típicas de poblaciones en recuperación (Ouboter y Nanhoe, 1989). En Colombia, Surinam y Brasil, Balaguera y González (2009), Ouboter y Nanhoe (1989) y Da Silveira *et al.* (1997) encontraron que las crías, juveniles y subadultos fueron las clases de edad más abundantes. Particularmente en Colombia, Balaguera y González (2009) mencionan que la escasez de adultos se debe a la sobreexplotación de los organismos. Es probable que la escasez de adultos en los transectos II, III y IV también se deba a la sobreexplotación.

Por otro lado, la escasez de crías en estos transectos además de ser consecuencia del bajo número de adultos, probablemente se deba a una selección de hábitat. En diversos estudios se ha observado que las crías, juveniles y sub-adultos tienden a ubicarse en sitios someros con una densa vegetación acuática para evitar la depredación y canibalismo (Allsteadt, 1994; Ouboter y Nanhoe, 1988; Ayarzagüenia, 1983; Álvarez, 1974). Los sitios con vegetación flotante (*Eichornia crassipes* y *Pistia stratiodes*) o sumergida (*Nymphaea ampla*) son escasos a lo largo del año en esos transectos. Hacia el noreste de la zona de estudio existen humedales con poca profundidad, abundante vegetación y difícil acceso, los cuales funcionan como zonas de anidación y crianza (Flores, 2010). En el transecto III, se observaron características de hábitat diferentes, donde fueron abundantes los sitios con “balsas” de vegetación flotante y sumergida, y la observación de crías y juveniles y adultos asociados a dichas balsas fue común durante todo el período de muestreo, tanto en sitios someros como en sitios con una profundidad de más de 4 m. Por lo visto, la presencia de vegetación flotante es más importante que la profundidad para favorecer la presencia de crías.

VARIABLES AMBIENTALES

Se observó que conforme la temporada de estiaje avanza, aumenta la salinidad del agua de los esteros y la laguna, y disminuye el número de avistamientos de caimanes. Esto coincide con los resultados de Aguilar (2006) en la zona, quien observó un comportamiento similar en 2003-2004 y reporta que no observó ningún ejemplar en los meses de febrero a mayo, cuando la salinidad alcanzó valores mayores a 18.7 UPS. Los caimanes se desplazan a otros sitios con menor salinidad en el agua para evitar la exposición a estas condiciones, debido a que son incapaces de regular la salinidad a nivel fisiológico. Esta conducta fue observada de manera fortuita en *Alligator mississippiensis* por Birkhead y Beneath (1981), cuando algunos individuos de *Alligator* fueron expuestos a un incremento dramático en la salinidad (promedio de 20 UPS) por la desviación del cauce de agua dulce del arroyo costero donde habitaban.

En este trabajo se observaron caimanes cuando la salinidad del agua alcanzó valores de 20 UPS. Por su parte Aguilar (2006) reporta incluso, la presencia de un caimán en un cuerpo de agua con una salinidad de 51 UPS, en un sitio aledaño a la laguna de Chantuto. Esto resulta notable, ya que esta especie carece de glándulas linguales para regular la sal (Taplin *et al.*, 1982). Mazzotti y Dunson (1989) proponen que *A. mississippiensis*, otra especie sin glándulas de la sal, puede subsistir en ambientes salinos gracias a la osmorregulación por comportamiento, que consiste en que los individuos adultos acuden periódicamente a beber a sitios con agua dulce. Es probable que esto también suceda en la zona de estudio, ya que a lo largo de los canales y del litoral de la laguna Chantuto existen arroyos que aportan agua dulce durante la temporada de estiaje. Algunos caimanes fueron observados en sitios cercanos a estos afluentes cuando los valores de salinidad fueron mayores a 15UPS.

El aumento en la salinidad del agua generó una migración en dirección sur-norte durante la temporada de estiaje. Este desplazamiento lleva a los animales hacia zonas con agua dulce, las cuales en su mayoría están fuera de los límites de la reserva y forman parte de ranchos ganaderos. La dirección de la migración se invirtió durante la temporada de lluvias. En *C. crocodilus* también se ha registrado la variación en las densidades de individuos así como la migración de estos cuando existen variaciones en el nivel o la desecación de los cuerpos de agua que habitan, sin embargo no se menciona alguna relación con la salinidad del agua (Ouboter y Nanhoe, 1988; Drews, 1990; Coutinho y Campos, 1996; Campos *et al.*, 2006; Campbell *et al.*, 2008; Da Silveira *et al.*, 2008).

Vegetación

En el presente estudio se observó que prácticamente el 100% de los caimanes avistados se encontraron asociados al bosque de mangle rojo (*R. mangle*), ya sea solo o en asociación con otros árboles. En los sitios donde este árbol estuvo ausente, como en el caso de la selva mediana, la presencia de caimanes fue nula u ocasional. Las raíces emergentes y los troncos caídos del mangle rojo se presentan como un refugio ideal para los caimanes, donde además de poder guarecerse, también encuentran abundancia de alimentos. Los manglares son los criaderos naturales para las post-larvas y juveniles de la mayor parte de las especies de peces y crustáceos comerciales de las aguas someras tropicales (D´Croz, 1985). Esto coincide con lo observado por Flores y Tovilla (2002) en la localidad de El Castaño, quienes reportan que el 90% de los caimanes avistados se encontraron asociados al bosque de manglar y manglar-zapotón, y mencionan la importancia del manglar como hábitat para esta especie. Más

de la mitad de los avistamientos se realizaron en sitios que además de mangle rojo, presentaron balsas de vegetación acuática flotante.

En diversos estudios se ha observado que las crías, juveniles y sub-adultos tienden a ubicarse en sitios someros con una densa vegetación acuática para evitar la depredación y canibalismo (Allsteadt, 1994; Ouboter y Nanhoe, 1988; Ayarzagüeña, 1983; Álvarez, 1974). En el presente estudio se observó que también los caimanes adultos se ven favorecidos por la presencia de dichas balsas. En ocasiones se pudo observar a organismos pertenecientes a las cuatro clases de edades asociados a una sola balsa. Es probable que las balsas funcionen como un medio de dispersión para la especie; se observó que durante la temporada de lluvias, con el aumento del caudal del Río San Nicolás, se ocasionó el arrastre de gran cantidad de balsas y en algunas de ellas fue posible observar crías y juveniles siendo transportadas río abajo.

CONCLUSIONES

- En el presente estudio se registró el deterioro de una población de *Caiman crocodilus* en un área dentro de una Reserva de la biósfera, donde la cacería y pérdida de hábitat no debería ser un problema para la especie.
- En el transecto I, la población de caimanes se encuentra en condiciones saludables. En este lugar se encuentra la población de El Castaño, donde se está promoviendo la conservación de los recursos naturales a través de actividades de ecoturismo como la observación nocturna de cocodrilos.
- La variación estacional de la temperatura, no es un factor determinante para la abundancia de caimanes en la zona.
- La abundancia de *C. crocodilus* está relacionada al nivel de salinidad del agua.
- Conforme la temporada de estiaje avanza, la salinidad del agua aumenta y la abundancia de caimanes disminuye. Esto produce una “migración” de los caimanes en dirección sur-norte, hacia zonas con afluencia de agua dulce. Una vez comenzada la temporada de lluvias, el patrón se invierte.
- El patrón de desplazamiento sur-norte, lleva a los caimanes hacia pantanos en áreas ganaderas ubicadas fuera de los límites de la reserva, donde están más expuestos y deben enfrentar problemáticas diferentes.
- Para favorecer la conservación de la especie se debería aumentar los límites de la reserva, de manera que se incluyan dichas áreas de pantanos.
- Los árboles de mangle rojo, con su elevada cantidad de raíces aéreas representan excelentes refugios donde los caimanes adultos pueden alimentarse.

- La presencia de vegetación flotante resulta en sitios de refugio idóneos para los caimanes de tallas menores, aunque también los sub-adultos y adultos se ven favorecidos por su presencia.
- Se deben realizar más estudios poblacionales y ecológicos para la especie en toda la reserva, así como en el resto de su zona de distribución; para conocer con mayor precisión el estado de las poblaciones de México y los requerimientos ecológicos que tiene a lo largo de su ciclo de vida.
- Dichos estudios deben ser la base para diseñar e implementar estrategias que contribuyan a la conservación y el uso sustentable de la especie en el país.
- Una estrategia que está demostrando ser exitosa es el ecoturismo a través de la observación de cocodrilos. Esta práctica podría extenderse a otras poblaciones que reciben turistas en la Reserva, como Barra Zacapulco, La Palma y Barra San José.
- Es necesario frenar la caza de caimanes en la zona. La educación ambiental es una buena opción para concientizar a la población del lugar sobre la importancia del papel ecológico de los cocodrilianos para su hábitat.

REFERENCIAS

- Aguilar, A. 2006. 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. UAM, México. 63p
- Allsteadt, J. 1994. Nesting Ecology of *Caiman crocodilus* in Caño Negro, Costa Rica. *Journal of Herpetology* 28 (1): 12-19
- Álvarez, M. 1974. Los crocodylia de México (Estudio comparativo). Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables (Imernar), Profepa, México. 70p
- Álvarez, M. y L. Sigler. 2001. Los crocodylia de México. Imernar, Profepa, México. 134p
- Ayarzagüena, J. 1983. Ecología del caimán de anteojos o baba (*Caiman crocodilus* L.) en los Llanos de Apure (Venezuela). *Donana* 10(3), 136 pp
- Balaguera, S. y J. González, 2009. Estructura poblacional, abundancia, distribución y uso de hábitat de *Caiman crocodilus fuscus* (Cope, 1868) en la Vía Parque Isla de Salamanca, Caribe colombiano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(1): 145-152
- Birkhead, W. y C. Bennett. 1981. Observations of a small population of estuarine inhabiting alligators near Southport, North Carolina. *Brimleyana* 6:111-117
- Bolaños, J., J. Sánchez y L. Piedra. 1995. Inventario y estructura poblacional de crocodylidos en tres zonas de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44-45: 283-287
- Brazaitis, P. 1968. The determination of sex in living crocodylians. *Brit. J. Herpet.* 4:54-58.

- Cabrera, J., M. Protti, M. Urriola y R. Cubero. 2003. Distribución y abundancia de *Caiman crocodilus* en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 51 (2): 561-570
- Calva, L. G., A. Pérez, A. Z. Márquez. 2006. Contenido de carbono orgánico y características texturales de los sedimentos del sistema costero lagunar chantuto-panzacola, Chiapas. *Hidrobiológica* 16 (2): 127-136
- Campbell, H., M. Micheli y A. Abe. 2008. A seasonally dependent change in the distribution and physiological condition of *Caiman crocodilus yacare* in the Paraguay River Basin. *Wildlife Research* 35: 150–157
- Campos, Z., M. Coutinho, G. Mourao, P. Bayliss y W. Magnusson. 2006. Long distance movements by *Caiman crocodilus yacare*: implications for management of the species in the brazilian pantanal. *Herpetological Journal* 16: 123-132
- Casas, A. y M. Guzmán. 1970. Estado actual de las investigaciones sobre cocodrilos mexicanos. México. Instituto Nacional Investigaciones Biológicas y Pesqueras. Serie Divulgación. Boletín (3):52. 49 p.
- Chabreck, R. 1963. Methods of capturing, marking and sexing alligators. *Proc. a. Conf. S. East. Ass. Game Fish Commnrs.* 17 : 47-50
- CITES. 2011. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Disponibilidad: <
<http://www.cites.org/esp/index.shtml>> (Junio de 2011)
- Contreras, F., L. Castañeda, R. Torres y M. Pérez. 1997. Problemática sobre las lagunas costeras mexicanas. I. Biodiversidad. *Contactos* (19): 30-37

- Coutinho, M. y Z. Campos. 1996. Effect of Habitat and Seasonality on the Densities of Caiman in Southern Pantanal, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 12 (5): 741-747
- Da Silveira, R., W. Magnusson y Z. Campos. 1997. Monitoring the Distribution, Abundance and Breeding Areas of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil. *Journal of Herpetology* 31 (4): 514-520
- Da Silveira, R., W. Magnusson y J. Thorbjarnarson. 2008. Factors Affecting the number of Caimans Seen during Spotlight Surveys in the Mamirauá Reserve, Brazilian Amazonia. *Copeia* 2008, (2): 425–430
- D'Croz, L. 1985. Manglares: su importancia para la zona costera tropical. Pp. 167-180. En: Heckadon, S. y J. Espinosa (eds.). *Agonía de la naturaleza*. Instituto de Investigación Agropecuario de Panamá (IDIAP) y Smithsonian Tropical Research Institute (STRI), Panamá. 327 pp.
- Drews, C. 1990. Dominance or territoriality? The colonisation of temporary lagoons by *Caiman crocodilus* l. (Crocodylia). *Herpetological journal* 1: 514-521
- Escobedo, A. 2008. Estructura poblacional y proporción de sexos en *Caiman crocodilus* en Caño Negro, Costa Rica. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 98(4):489-492
- Espinoza, E., E. Cruz, H. Kramsky y I. Sanchez. 2003. Mastofauna de la reserva de la biosfera "La Encrucijada", Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología* 7: 5-19.
- Fittkau, E. 1973. Crocodiles and the nutrient metabolism of Amazonian Waters. *Amazoniana* 4: 103-133

- Flores, G. 2010. Influencia de algunos factores ambientales en la estructura poblacional y abundancia del *Caiman crocodilus chiapasius* en la Reserva de la Biosfera "La Encrucijada". Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur. México. 95p
- Flores, G. 2005. Caracterización de una población del *Caiman crocodilus chiapasius* en El Castaño, Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. UNAM. México, D.F. 97p
- Flores, G. y C. Tovilla. 2002. Estado Actual de la población de *Caiman crocodilus chiapasius* en el "Castaño". El Colegio de la Frontera sur (Ecosur), Unidad Tapachula. En: Memorias de la cuarta reunión de trabajo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (Comacrom).
- García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F.
- Gorzula, S. 1978. An Ecological Study of *Caiman crocodilus crocodilus* Inhabiting Savanna Lagoons in the Venezuelan Guayana. *Oecologia* 35 (1): 21-34
- Grenard, S. 1991. Handbook of alligators and crocodiles. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.
- IMedia, 2011. El Castaño Sights. iGuide: interactive travel guide. Disponibilidad <http://iguide.travel/El_Casta%C3%B1o/Sights> (julio de 2011)
- INE. 1999. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada. Instituto Nacional de Ecología (INE), México. 184p
- King, W., P. Ross, J. Morales y D. Gutiérrez. 1993. Censo del estatus de los cocodrilos de Nicaragua. Convención sobre el comercio Internacional de Especies

Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) Irena-Biodiversity Services INC. Managua, Nicaragua. 43 p.

Martínez J. 1996. Las poblaciones de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) y de caimanes (*Caiman crocodilus*) en una zona pesquera de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada; Chiapas, México. Tesis de Maestría, Ecosur, San Cristóbal de las Casas.

Martínez, J., E. Naranjo y K. Nelson. 1997. Las poblaciones de cocodrilos y caimanes en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Chiapas. Vida Silvestre Neotropical 6:17-22.

Mazzotti, F y W. Dunson. 1989. Osmoregulation in crocodilians. American Zoologist 29 (4): 903-920

Messel, H., G. Vorlicek, A. Wells y A. Green. 1981. Surveys of Tidal river systems in the northern territory of Australia and their crocodile population. Monograph No. 1. Pergamon Press, Brisbane. 463 p.

Miller, R. 2009. Peces dulceacuícolas de México. Conabio, Sociedad Ictiológica Mexicana, El Colegio de la Frontera Sur y Desert Fishes Council. México. 559 p

Mourao, G., Z. Campos y M. Coutinho. 1996. Size structure of illegally harvested and surviving *Caiman crocodilus yacare* in Pantanal, Brazil. Biological Conservation 75: 261-265

Ocampo, M. y A. Flores. 1995. Descripción del deterioro de la vegetación del sistema estuarino Chantuto-Teculapa-Panzacola, Chiapas. Tesis profesional, UNAM, México. 85 p

- Ouboter, P. y L. Nanhoe. 1988. Habitat Selection and Migration of *Caiman crocodilus crocodilus* in a Swamp and Swamp-Forest Habitat in Northern Suriname. *Journal of Herpetology* 22 (3): 283-294
- Ouboter, P. y 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. y J. Thorbjarnarson. 2000. Status and conservation of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. *Biological conservation* 96: 13-20
- Romero, E. y C. Tovilla. 2009. Estructura del manglar en el sistema lagunar costero de Carretas-Pereyra, Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Lacandonia. Revista de Ciencias de la UNICACH* 3 (1): 19-28.
- 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 (también disponible en línea: www.dof.gob.mx/documentos/4254/semarnat/semarnat.htm)
- SEMARNAP. 2000. Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los Crocodylia en México (Comacrom). Instituto Nacional de ecología. Secretaría de medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. 107p
- Sigler, L. 2001. Conservación de las poblaciones amenazadas de cocodrilos de río *Crocodylus acutus*, del parque Nacional cañón del Sumidero. Zoológico regional Miguel Álvarez del Toro, Tuxtla Gutiérrez. En: Memorias de la tercera reunión

de trabajo para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los Crocodylia en México (Comacrom).

Sigler L. 1998. Monitoreo y captura de cocodrilianos silvestres. En: Cocodrilos de México. Instituto Nacional de ecología. México. 28p

Sokal, R. y F. Rohlf. 1995. Biometry. 3^d edition. W. H. Freeman and company. New York. 887 p

Staton, M., y J. Dixon. 1975. Studies on the dry season biology of *Caiman crocodilus crocodilus* from Venezuelan Llanos. Memoria Soc. Cienc. nat. La Salle 101:237-265.

Taplin, L., G. Grigg, P. Harlow, T. Ellis y W. Dunson. 1982. Lingual salt glands in *Crocodylus acutus* and *C. johnstoni* and their absence from *Alligator mississippiensis* and *Caiman crocodilus*. J. Comp. Physiol. 149: 43–47

Thorbjarnarson, J. 1997. Are crocodylian sex ratios female biased? The data are equivocal. Copeia 1997:451-455

Tovilla, C. 2007. Estudio diagnóstico: situación actual de los manglares en la Reserva de Biosfera La Encrucijada y su área de influencia Chiapas, México: transferencia y sociabilización del conocimiento. El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula. 140 p

Tovilla, C. y C. Flores. 2002. Importancia del manglar como hábitat para los cocodrilianos en el “Castaño”, Mapastepec, Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula. En: Memorias de la cuarta Reunión de Trabajo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM).

UICN. 2011. Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2011.1. Disponibilidad: <www.iucnredlist.org>. (Junio de 2011)

Webb, G. y H. Messel. 1977. Crocodile capture techniques. J. Wildl. Managemet 41: 572-575