



MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS
Y MARINA
MERCANTE**
COORDINACIÓN GENERAL



**“SEGUIMIENTO AMBIENTAL PUERTO DE MANZANILLO
PROGRAMA MAESTRO DE DESARROLLO PORTUARIO 2000-
2010”**

LICITACIÓN PÚBLICA NO. LA-009J3B001-E71-2021

**Monitoreo de las lagunas: Valle de las Garzas, San Pedrito y
Cuyutlán**

COCODRILOS

INFORME.- DICIEMBRE 2021 (AGOSTO-DICIEMBRE 2021)

Responsable técnico del programa: Dra. María Cruz Rivera Rodríguez

Coordinador técnico del proyecto: Dr. Manuel Patiño Barragán



**UNIVERSIDAD
DE COLIMA**



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	4
II. OBJETIVOS.....	6
II.1. Objetivo general.....	6
II.2. Objetivos específicos	6
III. INDICADORES AMBIENTALES Y METAS DEL PROGRAMA	6
IV. METODOLOGÍA.....	7
IV.1. Área de estudio.....	7
IV.2. Densidad relativa y tamaño total de la población.....	8
IV.3. Estructura poblacional.	9
IV.4. Distribución	10
IV.5. Localización de nidos	11
V. RESULTADOS	11
V.1. Densidad relativa y tamaño total de la población.....	11
V.2 Estructura poblacional	12
V.3. Variables ambientales	14
V.4. Distribución nocturna y diurna de los cocodrilos.....	16
V.5. Actividad nocturna	21
VI. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	22
VII. CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFÍA.....	29



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Laguna del Valle de las Garzas en el municipio de Manzanillo México ...	7
Figura 2. Vista de la distancia entre ojos (D) y longitud del rostro (L).....	10
Figura 3. Promedio de cocodrilos observados por clases de tamaño en la Laguna del Valle de las Garzas entre los meses de agosto y diciembre de 2021	13
Figura 4. Promedio de cocodrilos observados por clases de tamaño en la Laguna Valle de las Garzas entre los meses de agosto y diciembre de 2019.....	13
Figura 5. Porcentaje de la población observada de cocodrilos durante el año 2019 y 2020 en la Laguna del Valle de las Garzas.	14
Figura 6. Promedio de variables ambientales del mes de agosto al mes de diciembre de 2021	15
Figura 7. Distribución y estructura de los cocodrilos durante el mes de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2021 en el Valle de las Garzas.	16
Figura 8. Distribución de los cocodrilos observados y su tamaño durante el mes de diciembre.....	17
Figura 9. Puntos en donde se registró alguna actividad de asoleo y posibles zonas de anidación	19
Figura 10. Canal de la laguna que conecta al arroyo por la avenida Elías Zamora Verduzco y la maquinaria trabajando dentro del canal.....	20
Figura 11. Rastros y cocodrilos observados durante el recorrido diurno	20
Figura 12. Actividades realizadas durante el recorrido diurno	21
Figura 13. Actividades realizadas durante los monitoreos nocturnos en el Valle de las Garzas.	21



MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS
Y MARINA
MERCANTE**
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD
DE COLIMA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Densidad relativa y cocodrilos observados de agosto a diciembre de 2021 en el Valle de las Garzas.....	11
Tabla 2. Variables ambientales promedio obtenidas entre el mes de agosto y diciembre de 2021	15
Tabla 3. Posibles lugares de asoleo y anidación.....	18

I. INTRODUCCIÓN

Existen 23 especies de cocodrilos, que pertenecen a la clase Reptilia, subclase Archosauria y orden Crocodylia, y se pueden localizar en las zonas tropicales y subtropicales de Australia, Nueva Zelanda, Tailandia, Nueva Guinea, China, India, África y América, *Crocodylus acutus* presenta la distribución más amplia de las especies del género *Crocodylus* en el continente americano (Escobedo, 2004; Brandt, 1995; Sánchez *et al.*, 2011).

En México *C. acutus* se distribuye por la costa del Pacífico desde el estado de Sinaloa hasta el estado de Chiapas, casi siempre limitándose a las regiones cercanas al mar (Álvarez del Toro, 1974; Sigler, 2002). Su hábitat también se compone de lagunas costeras salobres, así como desembocaduras de ríos, lagunas costeras y manglares, (Thorbjarnarson, 2010; INE/SEMARNAP, 2000). En el estado de Colima, se tiene presencia de cocodrilos en el Río Armería, la Laguna de Cuyutlán, Laguna de Amela, Laguna Potrero Grande y Estero Palo Verde (Álvarez del Toro, 1974; Castillo, 1997; Hernández-Hurtado *et al.*, 2006; Aguilar-Olguín *et al.*, 2020).

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, protege a todos los cocodrilos mexicanos y los considera como especies sujetas a protección especial. En el contexto internacional la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) considera a *C. acutus* dentro del Apéndice I y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) considera a la especie como “Vulnerable” (Hernández *et al.*, 2006; Thorbjarnarson, 2010).

Presenta un hocico largo y estrecho, cuya longitud es de 1.75 a 2.5 veces su ancho basal, características por las cuales recibió el nombre de *C. acutus* que significa picudo o acusado. Su talla máxima es de 6.5 metros, aunque es raro observar cocodrilos mayores a cuatro metros. Otros nombres que recibe *C. acutus*



MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS
Y MARINA
MERCANTE**
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD
DE COLIMA

son: lagarto real, cocodrilo americano y caimán (Hernández *et al.*, 2006; Thorbjarnarson *et al.*, 2006).

Las crías y neonatos habitan en las inmediaciones de su lugar de nacimiento durante varias semanas, aunque algunos pueden permanecer ahí por meses o años, prefieren estar dentro del agua, aunque se les puede observar asoleándose sobre las raíces del manglar y, muy rara vez, en alguna playa desprovista de vegetación. Después de la quinta semana los neonatos comienzan a dispersarse; durante este periodo son más susceptibles a la depredación por gran variedad de animales (Thorbjarnarson, 1989; Álvarez del Toro, 1974).

Los cocodrilos desempeñan un papel de suma importancia en el equilibrio de los humedales, como depredadores intervienen en el control de las poblaciones de otros animales, incorporan nutrientes al medio acuático a través de las heces producidas por la digestión de su alimento, además de mantener canales abiertos que comunican a los cuerpos de agua entre sí. En las zonas pantanosas construyen fosas circulares que constituyen el único refugio de la fauna acuática durante la época de sequía (Sánchez *et al.*, 2011).

El ambiente de los cocodrilos ha sido fragmentado como resultado del desarrollo urbano, agropecuario, turístico, industrial, acuícola y de la pesca ribereña, las cuales cada vez toman más importancia por mantener una gran economía (Fergusson *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2006), esto hace que las poblaciones de cocodrilos permanezcan bajo una fuerte presión por parte de las actividades humanas lo cual ha provocado desplazamientos de cocodrilos a otras zonas en donde comúnmente no habitaba y aunado a la falta de conocimiento por parte de las poblaciones humanas, hace que los encuentros humano - cocodrilo sean más comunes (Balaguera y González, 2008; Escobedo, 2004).

El presente estudio está enfocado analizar la población de cocodrilos de la laguna Valle de las Garzas, con la finalidad de conocer cuál es su estado actual para

poder diseñar planes de manejo que ayuden en el uso y conservación de cocodrilos en el municipio de Manzanillo.

II. OBJETIVOS

II.1. Objetivo general

Integrar un estudio mensual de la población de *Crocodylus acutus* de las Lagunas Valle de las Garzas y San Pedrito, en función de las Consideraciones del Término Séptimo, Condicionante 7 inciso b) de la Resolución Administrativa No. PFFPA13.5/2C.27.5/0028/17/0110 de PROFEPA.

II.2. Objetivos específicos

- Determinar la densidad relativa y abundancia poblacional de *C. acutus*.
- Estimar estructura por tallas de *C. acutus*.
- Evaluar la distribución de la población de *C. acutus*.

III. INDICADORES AMBIENTALES Y METAS DEL PROGRAMA

Los indicadores ambientales de este programa serán identificados, de forma directa, al observar cambios en la estructura de la población de cocodrilos presentes en la laguna, así como cambios en la densidad relativa con respecto al tiempo y de manera indirecta detectando variaciones de los factores ambientales como la temperatura y la salinidad que puedan estar teniendo un efecto sobre la distribución de cocodrilos.

La meta es que, con la información sobre estructura, densidad y distribución de los cocodrilos observados, así como la información de la actividad reproductiva de los mismos, se conozca el estado actual de la población de cocodrilo y su evolución en el Valle de las Garzas y con esta información, se puedan hacer recomendaciones de manejo.

IV. METODOLOGÍA

IV.1. Área de estudio

En la costa del Estado de Colima el clima que impera es de tipo tropical lluvioso, el más seco de los cálidos subhúmedos. Este tipo de clima sostiene comunidades de vegetación como: selva baja caducifolia, selva caducifolia, bosque espinoso y vegetación halófito (manglar). El promedio anual de precipitación pluvial es de 947.8 mm, presenta un mínimo de 448.7 mm y un máximo de 1,553.5 mm. La temporada de lluvia se inicia en junio y sus precipitaciones son torrenciales especialmente a fines de agosto y principios de septiembre y disminuyen a partir de noviembre (Dirección General de Vida Silvestre, INE, SEMARNAP, 1997). La temperatura media anual en las planicies costeras del Pacífico presenta valores entre 20 y 28 °C. La temperatura promedio mensual que se encuentra en la costa oscila entre los 24.1 °C durante el mes de marzo y 28.4 °C para el mes de julio (Dirección General de Vida Silvestre, INE, SEMARNAP, 1997) ([Figura 1](#)).



Figura 1. Laguna del Valle de las Garzas en el municipio de Manzanillo México

IV.2. Densidad relativa y tamaño total de la población

Se realizó una visita nocturna utilizando la técnica de detección visual nocturna (DVN), esta técnica permite una medida indirecta de la abundancia. Para determinar la densidad relativa se ha establecido el concepto de tasa de encuentro (TE) o densidad relativa (DR). La TE o DR es un índice que se refiere al número de animales observados a lo largo de un recorrido y se obtiene al dividir el número de individuos avistados entre la distancia recorrida en kilómetros lineales y provee una estimación relativa de la densidad (Sigler *et al.*, 2011).

$$DR \text{ o } TE = \text{Ind/km}$$

Para determinar la tasa de encuentro (TE= ind/km), se utilizó una embarcación de 14 pies de eslora y un motor fuera de borda de 25 hp que avanzó a una velocidad constante (10 km/h) y una canoa para dos tripulantes impulsada con remos para accesos con poca profundidad. Para realizar los avistamientos, se requirió de un observador en la proa con lámpara de mano o frontal, de esta manera, se registró el número de organismos de forma directa dirigiendo la luz por toda la orilla del cuerpo de agua, iluminando el espejo de agua, los bordes de canales, bajo el manglar y encima de la vegetación emergente, esta luz fue reflejada por el “*tapetum lucidum*” (Levy 1991) que poseen los ojos de los cocodrilos dando el aspecto de pequeñas lucecillas de color rojizo y amarillo naranja que sobresalen del agua o se observan entre el follaje. La determinación del número de organismos se realizó contando el número de pares de ojos que se observó al proyectar la luz de la lámpara sobre el cuerpo de agua.

La estimación del tamaño total de la población se realizó en dos partes, primero se calculó el valor porcentual de la población observada, para lo cual se utilizó la fórmula $P = m / (2s+m) 1.05$, donde “P” es el porcentaje de población observada, “m” 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 los muestreos y “1.05” es el nivel de error. Para calcular el tamaño total de la

población, con un nivel de confianza del 95 %, se utilizó la fórmula $N = m/P \pm (1.96*s) \frac{1}{2} / P$, donde “N” es el tamaño de la población total, “P” es el porcentaje

de población observada, “m” es la media de los cocodrilos observados en el total de los muestreos, “s” la desviación estándar de los cocodrilos observados en el total de los muestreos y “1.96” es el valor crítico tomado de F al 95 % de confiabilidad, la parte de la fórmula $\pm (1.96*s) \frac{1}{2} / P$ corresponde al intervalo (García-Grajales y Buenrostro, 2014).

Durante los recorridos nocturnos se tomó con el GPS la distancia recorrida durante la realización del censo y la posición geográfica de cada cocodrilo avistado, además de que, en el inicio, y a cada 0.5 km de recorrido se registró la salinidad con un multiparamétrico, la profundidad con un estadal y la temperatura del agua con un termómetro laser.

IV.3. Estructura poblacional.

Para estimar la estructura poblacional, los cocodrilos avistados se clasificaron en clases de tamaño. La separación de los ojos, así como la distancia de éstos a la punta del hocico multiplicada por diez indica la talla aproximada del animal (Messel *et al.*, 1981; Thorbjarnarson, 1989; Hernández *et al* 2011) (Figura 2). Una vez observado al cocodrilo se estimó su longitud total en centímetros y se clasificó como Clase I (LT= <30 y LT= 31-60), Clase II (LT= 61-120), Clase III (LT= 121-180), Clase IV (181-240) y Clase V (LT= > 241).

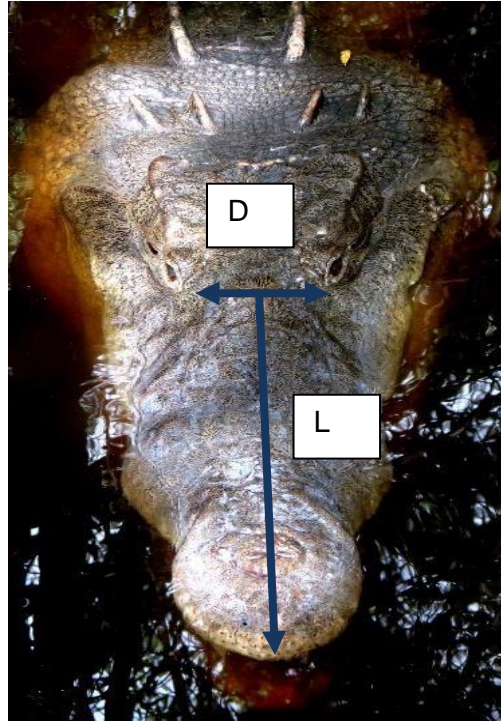


Figura 2. Vista de la distancia entre ojos (D) y longitud del rostro (L).

Para reducir errores de apreciación, el observador se aproximó lo más posible antes de que escapara el organismo. A los cocodrilos que no se les pudo determinar el tamaño, se registraron como “Ojos”.

IV.4. Distribución

Durante los recorridos nocturnos se tomó con el GPS la distancia recorrida del muestreo y la posición geográfica de cada cocodrilo avistado, después se utilizó un sistema de información geográfica (SIG) con la finalidad de representar la distribución de cocodrilos en un mapa.

IV.5. Localización de nidos

En el mes de diciembre se comenzó con los recorridos diurnos con la finalidad de identificar posibles zonas de asoleo y de nidificación. Se registró toda la actividad de cocodrilos residente a través de la observación de rastros o de cocodrilos que estuvieran a la orilla de la laguna. La temporada de anidación comenzará hasta el mes de marzo de 2022 y entre el mes de noviembre y diciembre, durante el día, se puedan observar a los machos muy activos compitiendo por territorio y tratando de atraer a las hembras, así como identificar zonas de asoleo con potencial de desove.

V. RESULTADOS

V.1. Densidad relativa y tamaño total de la población

En promedio, entre agosto y diciembre de 2021, se navegaron 2.8 km por monitoreo, se contaron 108 cocodrilos por monitoreo y se obtuvo una densidad relativa de 40.4 ind/km (Tabla 1).

Tabla 1. Densidad relativa y cocodrilos observados de agosto a diciembre de 2021 en el Valle de las Garzas.

Mes	Cocodrilos	Densidad relativa (ind/km)
Agosto	100	33.3
Septiembre	121	60.5
Octubre	107	42.8
Noviembre	104	29.7
Diciembre	108	36

Los resultados de densidad relativa incrementaron con respecto a las densidades relativas obtenidas durante el mismo periodo en el año 2019 (31.6 ind/km), ya que se contaban menos cocodrilos por mes (76) y se navegaba una menor distancia dentro de la laguna (2.4km). A partir del mes de septiembre de 2021 fue imposible navegar el canal de la laguna que conecta a la desembocadura del arroyo que se encuentra en la avenida Elías Zamora Verduzco debido a la baja profundidad, sin embargo, se recorrieron otras zonas de la laguna a las cuales no se podía acceder en el año 2019, esta parte se encuentra a un costado del mirador del Valle de las Garzas. Para esta temporada de lluvias se pudo estimar la población total (N) utilizando la información de los monitoreos nocturnos y agrupando y nombrando los meses trabajados como temporal de lluvias. Durante este periodo se obtuvo una densidad relativa promedio de 41.58 ind/km en donde el porcentaje de la población observada fue del 81 % y la población total N fue de 133 cocodrilos.

V.2 Estructura poblacional

Del promedio total de cocodrilos contados (108), el 4.6% de los cocodrilos pertenece a la Clase I, el 15.6% se observaron en la Clase II, el 34.4% a la Clase III, para la Clase IV fue observado el 40.9%, el 0.2% fueron observados para la clase V y el 4.3% no se pudo clasificar (Figura 3). En el año 2019 el 36.5% de la población perteneció a la Clase I, el 16.2% se observó para la Clase II, el 29.7 % en la Clase III, para la Clase fue el 14%, para la Clase V el 0.8% y el 2.8% no se pudo identificar (Figura 4). Durante el año 2021 el 51.9% de la población estuvo representada por crías y juveniles, el 42.8% por subadultos y adultos y el 5.3% de la población no pudo ser clasificado. En el año 2019 se presentó una estructura diferente observándose la mayor cantidad de cocodrilos en las crías y juveniles (82.1%), el 14.8% representada por los subadultos y adultos y el 3.1% no se pudo clasificar (Figura 5). La temporada 2019 presentó una población en crecimiento y durante el 2021 la estructura muestra una población inestable.

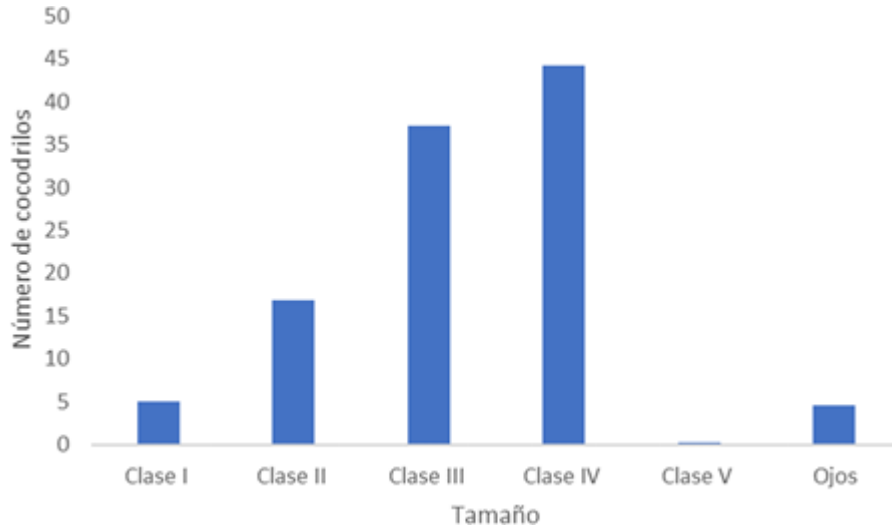


Figura 3. Promedio de cocodrilos observados por clases de tamaño en la Laguna del Valle de las Garzas entre los meses de agosto y diciembre de 2021.

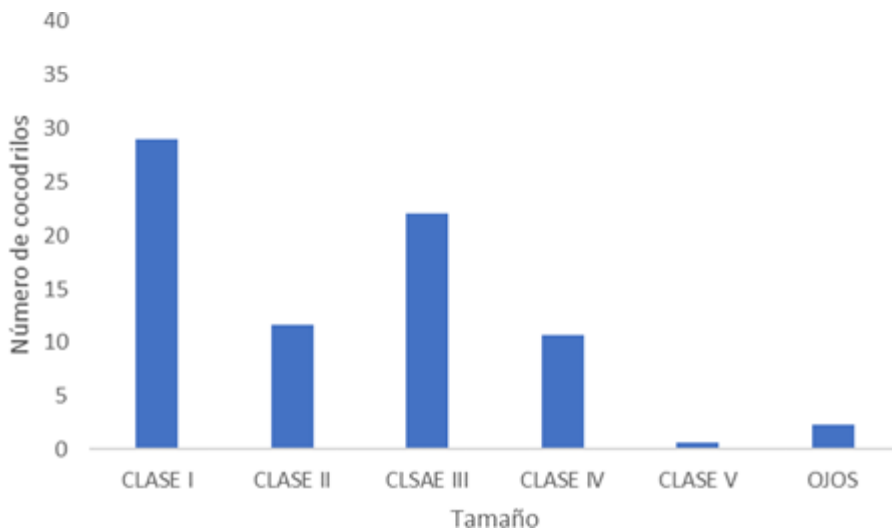


Figura 4. Promedio de cocodrilos observados por clases de tamaño en la Laguna Valle de las Garzas entre los meses de agosto y diciembre de 2019.

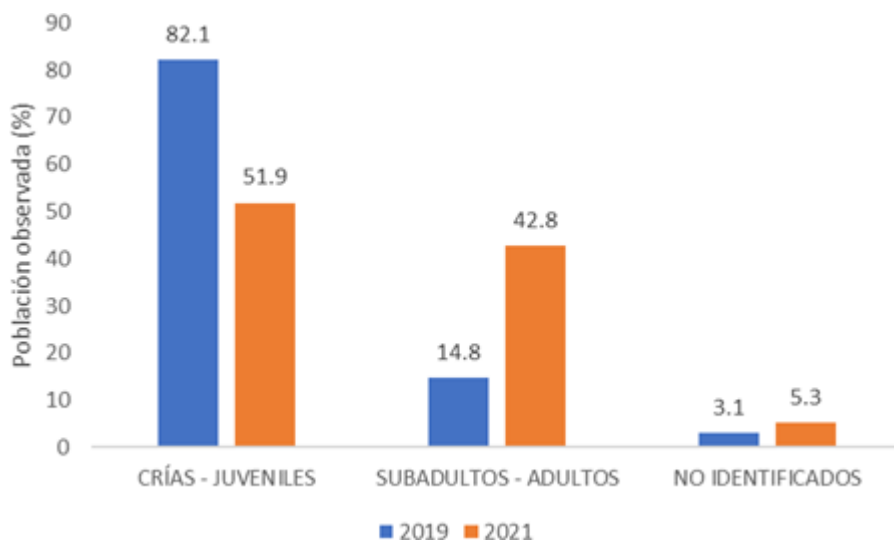


Figura 5. Porcentaje de la población observada de cocodrilos durante el año 2019 y 2020 en la Laguna del Valle de las Garzas.

V.3. Variables ambientales

Las variables ambientales obtenidas se midieron a partir del kilómetro cero del recorrido y después cada 500 metros. Se midió la profundidad, salinidad, temperatura ambiente (T. ambiente), temperatura superficial del agua (T. agua) y el tipo de vegetación predominante del punto. Durante el presente años, se obtuvieron profundidades promedio de entre 1.3 m y 2 m, salinidades promedio entre 2.1 y 13.3 UPS, rangos de temperatura promedio del agua de 29.7 – 31.8 °C y de 23.7 – 27.4 °C de temperatura ambiente y la vegetación predominante fue el manglar ([Tabla 2](#); [Figura 6](#)). Durante el año 2019, se obtuvieron profundidades de entre 0.7m y 2.4m, salinidades entre 9.5 y 14.6 UPS, rangos de temperatura del agua de 31.3 – 33 °C y de 27 – 29.2 °C de temperatura ambiente y la vegetación predominante fue el manglar. Las concentraciones de salinidad durante el 2019 fueron más altas que en 2021.

Las profundidades en los canales principales, excepto en el canal que conecta a la Avenida Elías Zamora, mantuvieron rangos de profundidad de 0.50 – 2.5 m durante los dos años y las temperaturas registradas en ambos años presentaron variación de 3.5 °C en el agua y de 4 °C en el ambiente.

Tabla 2. Variables ambientales promedio obtenidas entre el mes de agosto y diciembre de 2021.

Mes	T. ambiente (°C)	T. agua (°C)	Profundidad (m)	Vegetación	Salinidad (UPS)
Agosto	27.4	31.8	2	Manglar	12.5
Septiembre	25.9	31.4	1.5	Manglar	2.1
Octubre	23.7	30.7	1.3	Manglar	5.5
Noviembre	25.5	29.7	1.4	Manglar-pastizal	9.6
Diciembre	23.9	30.3	1.6	Manglar	13.3

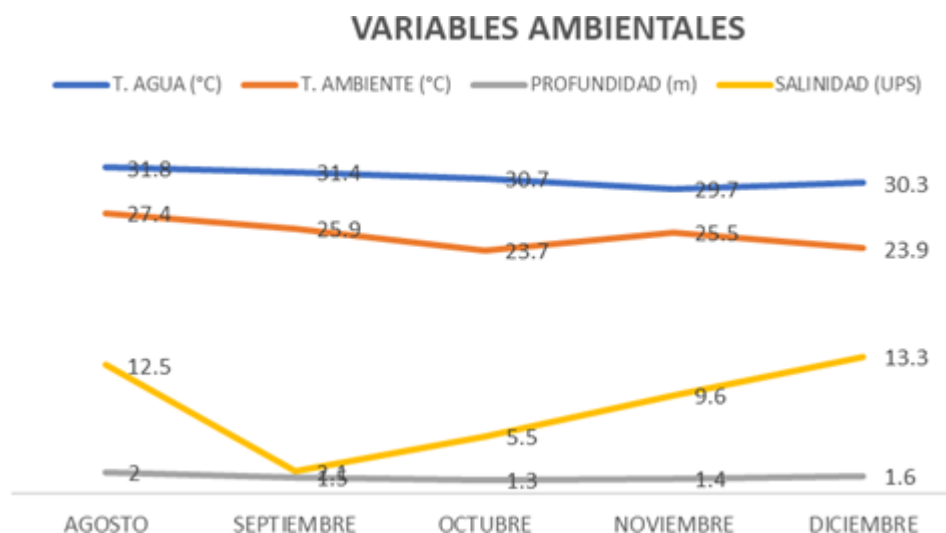


Figura 6. Promedio de variables ambientales del mes de agosto al mes de diciembre de 2021.

V.4. Distribución nocturna y diurna de los cocodrilos

En cuanto a la distribución de los cocodrilos durante los monitoreos nocturnos, a continuación, se muestra un mapa en donde se observó la población de cocodrilos y su estructura (tamaño) durante el mes de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2021 ([Figura 7](#)) y diciembre de 2021 ([Figura 8](#)).

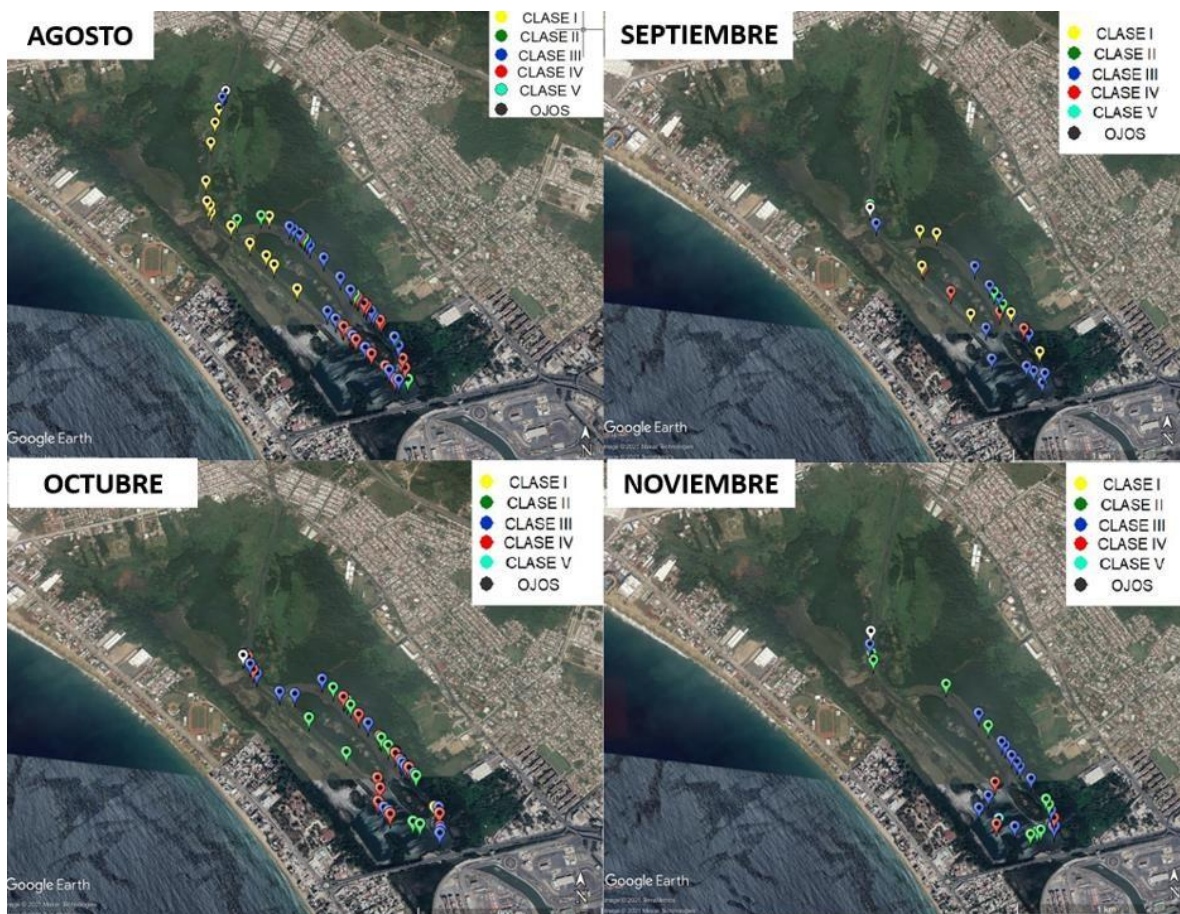


Figura 7. Distribución y estructura de los cocodrilos durante el mes de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2021 en el Valle de las Garzas.



Figura 8. Distribución de los cocodrilos observados y su tamaño durante el mes de diciembre.

En el mes de diciembre se realizó una salida diurna con la finalidad de localizar posibles zonas de asoleo y anidación. Se utilizó una embarcación para poder llegar a los puntos porque por tierra no se pueden observar desde la orilla. En total se localizaron 12 puntos en donde se observaron rastros o el cocodrilo asoleándose a la orilla de la laguna (Tabla 3; Figura 9).

Durante el recorrido se pudo observar que el canal que comunica al arroyo por la avenida Elías Zamora Verduzco está totalmente asolvado, por esta razón fue imposible navegar en los conteos nocturnos a partir del mes de septiembre. Al final del canal y por dentro de éste, se pudo observar maquinaria moviendo sedimentos (Figura 10).

Tabla 3. Posibles lugares de asoleo y anidación.

PUNTO	OBSERVACIÓN	UTM
0	Inicio de recorrido	13 Q 057326
		UTM 2110589
1	Asoleadero (registro de extremidades y cola) y cocodrilo.	13 Q 0573193
		UTM 2110675
2	Asoleadero (registro de extremidades y cola) y cocodrilo.	13 Q 0572975
		UTM 2110523
3	Asoleadero (registro de extremidades y cola) y cocodrilo.	13 Q 0572910
		UTM 2110728
4	Asoleadero (registro de extremidades y cola) y cocodrilo.	13 Q 0572956
		UTM 2110773
5	Asoleadero (registro de extremidades y cola).	13 Q 0572457
		UTM 2111362
6	Asoleadero (registro de extremidades y cola).	13 Q 0572284
		UTM 2111545
7	Asoleadero (registro de extremidades y cola).	13 Q 0572265
		UTM 2111579
8	Asoleadero (registro de extremidades y cola).	13 Q 0572274
		UTM 2111679
9	Asoleadero (registro de extremidades y cola).	13 Q 0572277
		UTM 2111703
10	Asoleadero (registro de extremidades y cola) y cocodrilo.	13 Q 0572278
		UTM 2111745
11	Asoleadero (registro de extremidades y cola), huellas de mapaches, dos cocodrilos.	13 Q 0572283
		UTM 2111864
12	Asoleadero (registro de extremidades y cola).	13 Q 0572300
		UTM 2111946
13	Antiguo asoleadero (monitoreo 2019-20220)	13 Q 0572312
		UTM 2112045



MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS
Y MARINA
MERCANTE**
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD
DE COLIMA



Figura 9. Puntos en donde se registró alguna actividad de asoleo y posibles zonas de anidación.

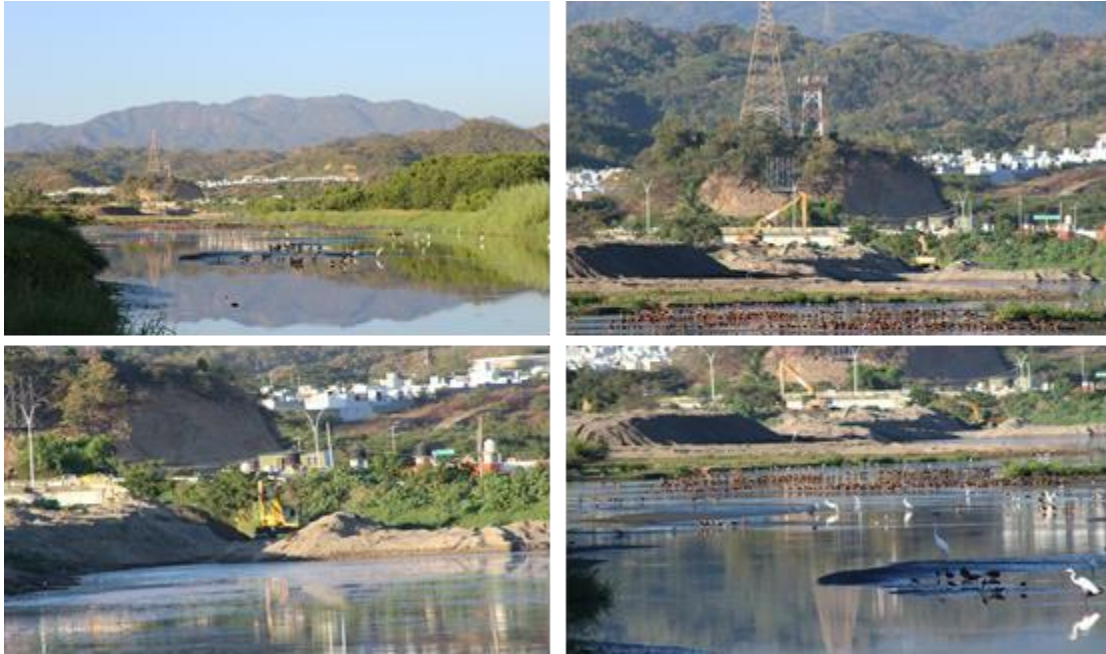


Figura 10. Canal de la laguna que conecta al arroyo por la avenida Elías Zamora Verduzco y la maquinaria trabajando dentro del canal.

A continuación, se muestran fotografías de los rastros y cocodrilos observados durante el día y de las actividades en campo (Figura 11; Figura 12).

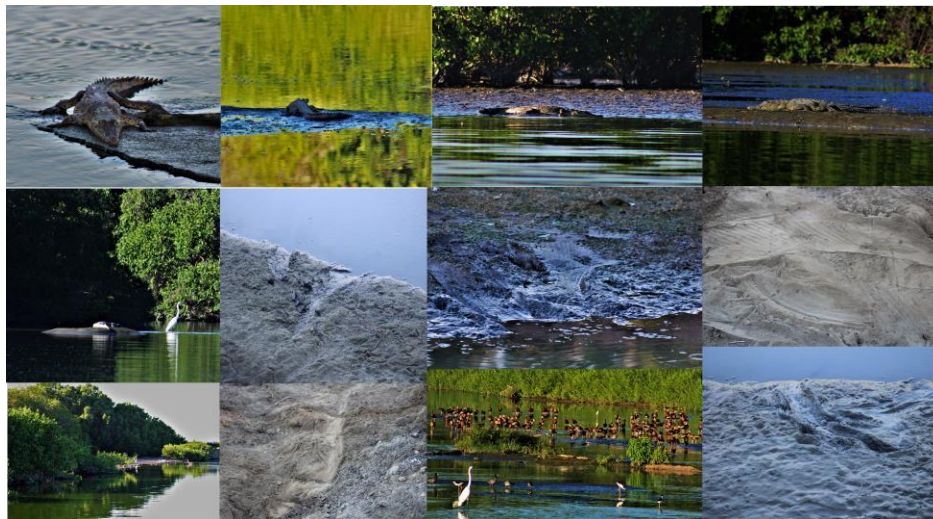


Figura 11. Rastros y cocodrilos observados durante el recorrido diario.



Figura 12. Actividades realizadas durante el recorrido diurno.

V.5. Actividad nocturna

A continuación, se muestran fotografías de la salida nocturna del mes de diciembre (Figura 13).



Figura 13. Actividades realizadas durante los monitoreos nocturnos en el Valle de las Garzas.



VI. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para la interpretación de los resultados obtenidos se agruparon los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre como un periodo del año, en este caso, estos meses corresponden a la temporada de lluvias del año 2021.

Durante la temporada de lluvias la población de cocodrilos presentó densidades relativas promedio que pueden clasificarse como altas (40.4 ind/km), lo mismo ocurrió durante la temporada de lluvias de 2019, aunque en este año las densidades relativas promedio fueron menores (31.6 ind/km), sin embargo, en los dos años de monitoreo las densidades registradas están dentro del rango de densidades clasificadas como altas en algunos estados del país como Chamela-Cuixmala, Jalisco, en donde García *et al.* (2010), registraron entre 20.4 ind/km y 32.5 ind/km, clasificando esta densidad como alta, Cupul-Magaña *et al.* (2002), en Boca Negra, Jalisco, reportaron 51.2 ind/km y clasificaron esta densidad como alta, lo mismo hicieron en Palma Sola, Oaxaca, García-Grajales y Buenrostro-Silva (2014), al reportar 70 ind/km, estas densidades resultan altas al compararlas a las densidades reportadas por Hernández-Hurtado *et al.* (2011), en San Blas Nayarit de entre 0.36 y 4.31 ind/km.

Para el estado de Colima Aguilar-Olguín *et al.* (2020), reportaron para todo el estado densidades entre 0.1 y 9.3 ind/km en donde consideraron 6 lagunas costeras (incluida la laguna del Valle de las Garzas) en monitoreos realizados hasta 2016 y clasificaron estas densidades como bajas. Específicamente para el Valle de las Garzas estimaron una densidad relativa de 7 ind/km, contrastando con lo encontrado en este monitoreo y en el promedio de todos los meses de monitoreo (agosto - diciembre 2021). Es probable que estos cambios en la densidad de la laguna del Valle estén relacionados a las modificaciones realizadas en los últimos años como la pérdida de espejo de agua y los dragados efectuados en diferentes momentos, mismos que han tenido un efecto en la distribución de la población.



La estructura de la población durante la temporada de lluvias 2021 siempre mostró una población que se puede clasificar como inestable (Calverley y Downs, 2014), pues la Clase I fue la que se observó con menor frecuencia, y solo hasta el mes de noviembre y diciembre se comenzaron a observar cocodrilos de la Clase II, esto está relacionado al nivel de agua de la laguna ya que a partir del mes de noviembre se pudo observar que el agua no llegaba a la zona de manglar y no cubría las raíces, por lo que los cocodrilos más pequeños ya no podían refugiarse en esa zona, dejándolos expuestos durante los monitoreos. Durante la temporada de lluvias de 2019 la estructura poblacional observada definía a la población de cocodrilos como en crecimiento (Calverley y Downs, 2014), ya que el mayor porcentaje de la población estaba representado por las crías y juveniles. Esta diferencia que se presenta entre el año 2021 y 2019 puede estar asociada a las modificaciones que ha sufrido la laguna debido a fenómenos naturales o antrópicos que tuvieron un efecto en la configuración de la laguna. En 2019 la principal zona de anidación se encontraba en el canal que conecta a la Avenida Elías Zamora, en ese año, frente a la zona de anidación había suficiente agua y profundidad. En esta temporada de lluvias 2021 no hay agua y no se puede navegar, es probable que las cocodrilas hayan cambiado la zona de anidación, esto último lo podremos saber hasta finales de marzo de 2022 cuando comience la temporada de reproducción.

Los tamaños de cocodrilos observados con mayor frecuencia durante la temporada de lluvias 2021 fueron los de la Clase III y la Clase IV, estos tamaños forman parte de subadultos y adultos de la población, aunque Seijas (2011) menciona que los cocodrilos de la clase III deben clasificarse como juveniles, no obstante, cabe mencionar que los cocodrilos de la Clase III que se observaron durante la temporada de lluvias 2021 están más cercanos a la Clase IV por los tamaños estimados *in situ* y las fotografías que se pudieron hacer durante el día y la noche de los diferentes organismos, por lo que podemos decir que, en este momento, un alto porcentaje de la Clase III esta pasando a la Clase IV. Otro



MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS
Y MARINA
MERCANTE**
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD
DE COLIMA

indicador de esto es el comportamiento territorial y de competencia observado durante la noche y el día que se intensifica cuando alcanzan su madurez sexual y comienzan a reproducirse. En promedio, durante la temporada de lluvias 2021 se pudieron contar más adultos y subadultos que crías y juveniles, esto no es un buen indicador del estado de la población en este momento, aunque el incremento de observaciones de los cocodrilos de la Clase II podría significar un cambio en la estructura durante la temporada de estiaje, aun así, de acuerdo con Calverley y Downs (2014), la estructura de una población en donde la mayor cantidad de cocodrilos es de crías y juveniles puede indicar un incremento en la población, lo contrario representaría una población en declive.

Observar más cocodrilos adultos y subadultos también puede estar asociado a las relaciones intraespecíficas de la especie en donde los cocodrilos más grandes ahuyentan a los más pequeños y los hacen esconderse entre las raíces del manglar, Carvajal et al. (2005); Balaguera-Reina y González-Maya (2008) y Aguilar-Olguín *et al.* (2020) mencionan que los cocodrilos de la Clase IV y V, por ser territoriales, hacen desplazarse a los cocodrilos más pequeños al interior de la vegetación en donde permanecen refugiados sin salir a las partes abiertas y profundas de la laguna, en este monitoreo, los cocodrilos de la clase II no pudieron permanecer refugiados en las raíces del manglar porque el agua ya no llegaba hasta la orilla.

Las concentraciones de la salinidad encontradas durante la temporada de lluvias 2021, disminuyeron con respecto a las de la temporada de lluvias de 2019, esta ligera disminución no compromete la sobrevivencia de los cocodrilos de ninguno de los tamaños observados pues son concentraciones de salinidad características de condiciones estuarinas mismas que se mantuvieron por la intensa temporada de lluvias, es probable que durante la temporada de estiaje, las condiciones estuarinas cambien por el incremento de la salinidad lo que puede provocar cambios en la población de cocodrilos, específicamente en su distribución y estructura. El agua dulce beneficia a los cocodrilos de tallas pequeñas y les



MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS
Y MARINA
MERCANTE**
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD
DE COLIMA

genera menor estrés fisiológico, por lo tanto, prefieren concentraciones bajas de salinidad, al respecto, Aguilar-Olguín *et al.* (2020) reportan mayores densidades relativas de cocodrilos en lagunas en donde la salinidad disminuye, Hernández-Hurtado *et al.* (2011), reportaron una disminución en las densidades de cocodrilos cuando las concentraciones de salinidad incrementaban (24.76 - 35.85 ‰). Lang (1987), menciona que los cocodrilos de menor tamaño pueden deshidratarse y perder hasta el 25% de su peso por día si se mantienen en salinidades altas.

Richards *et al.* (2004), mencionan que el efecto de la salinidad sobre los cocodrilos de la clase I y II puede ser mortal, ya que, las crías y juveniles tienen poca tolerancia a salinidades altas, prefiriendo sitios en donde las concentraciones de salinidad les permita tener un crecimiento óptimo.

Con respecto a los factores bióticos, los cocodrilos son considerados un depredador tope generalista, lo cual quiere decir que tiene un mayor nicho ecológico por la amplia variedad de alimento que puede consumir (aves, peces, mapaches, animales domésticos) (Lang, 1987). Al final de la temporada de lluvias y específicamente en el mes de diciembre comienza la temporada de estiaje en el estado de Colima y en la laguna esta bajando el nivel de agua en algunas partes, reduciendo el espacio que tienen los cocodrilos a los canales dragados y dejando al descubierto las orillas de la laguna, lo que provoca una menor dispersión y los limita a permanecer agrupados en ciertos puntos. Este comportamiento está relacionado directamente con las profundidades encontradas y en algunas partes de la laguna fue imposible navegar en profundidades menores a 30 cm, esto quiere decir que durante la temporada de lluvias hubo un gran aporte de sedimentos que están provocando un azolve en los canales principales, lo que puede causar cambios en diferentes aspectos del ciclo biológico de los cocodrilos, por ejemplo, Aguilar-Olguín *et al.* (2020) menciona que profundidades entre 1 y 7 m son suficientes para que los cocodrilos puedan desplazarse, reproducirse o alimentarse. Esto lo corroboran Hernández-Hurtado *et al.* (2011), al registrar la mayor cantidad de cocodrilos en profundidades mayores a un metro, y Campbell

et al. (2010) al encontrar una correlación alta entre el desplazamiento recorrido de un cocodrilo a zonas de alimentación y la profundidad de los cuerpos de agua. Por su parte, Fujisaki *et al.* (2009), mencionan que la profundidad tiene una influencia directa en los adultos durante el periodo reproductivo pues los machos y hembras buscan profundidades mayores a 1m para aparearse. Calverley y Downs (2014), mencionan que la variación de profundidad puede afectar el número y distribución de cocodrilos, prefiriendo profundidades mayores a un metro, lo que facilita el desplazamiento para ir a sitios de alimentación y reproducción.

VII. CONCLUSIONES

- Las densidades relativas encontradas en la laguna del Valle de las Garzas están dentro de los rangos de densidades altas reportados por diferentes autores (Cupul-Magaña *et al.* (2002); Hernández-Hurtado *et al.* (2011); Aguilar-Olguín *et al.* (2020)), en diferentes lagunas de la región del Pacífico mexicano.
- Se detectaron concentraciones bajas de salinidad, esto mejora la dispersión de los cocodrilos porque esta especie prefiere el agua dulce, sobre todo los de las clases pequeñas. Varios autores reportan incrementos en las densidades relativas en lagunas que presentan concentraciones de salinidad bajas (Hernández-Hurtado *et al.* (2011); Aguilar-Olguín *et al.* (2020)), lo cual mejora el desarrollo de los cocodrilos en términos ecológicos y fisiológicos (Lang (1987); Richards *et al.* (2004))
- Las variaciones de la profundidad tienen efectos directos en los procesos de dispersión y reproducción de los cocodrilos (Fujisaki *et al.* (2009); Campbell *et al.* (2010); Hernández-Hurtado *et al.* (2011); Calverley y Downs (2014); Aguilar-Olguín *et al.* (2020)).
- Estas características de la población y de las variables ambientales tenderán a cambiar en el espacio y en el tiempo, por lo que es muy importante detectar estos cambios en la época de estiaje.



VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Olguín S, Rivera-Rodríguez MC, Hernández-Hurtado H, González-Trujillo R, Ramírez-Martínez MM. 2020. Effect of vegetation and abiotic factors on the abundance and population structure of *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1806) in coastal lagoons of Colima, Mexico. *Amphi. Reptile. Conserv.* 14(1): 174–182.
- Álvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México. IMERNAR. México. 70p.
- Aust P., Boyle B., Fergunsson R., y Coulson T. 2009. The impact of Nile Crocodiles on Rural Livelihoods in Northeastern Namibia. *South African Journal of Wildlife research* 89(1):57-69.
- Balaguera Reyna A. y González Maya F. J. 2008. Population, Structure, Density and Habitat of *Crocodylus acutus* Cuvier 1807 in the Via Parque Isla de Salamanca, Magdalena department, Colombia. *Herpetropicos* Vol. 4(2): 59-63p.
- Brandon Pliego D. 2007. Estudio Poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier 1807) (Reptilia: Corocodylia) en Jamiltepec, Oaxaca. *Ciencia y Mar* XI (33): 29-37.
- Brandt A., Mazzotti J., Ross W., Barker D., Hasty L. y Wasilewski J., 1995, Status of the American Crocodile (*Crocodylus acutus*) at a Power Plant Site in Florida, USA, *Herpetological Natural History* 3 (1), 29-36.
- Brito S. C., Martínez Freiría F., Sieraa P., Silleron N., y Tarroso P. 2011. Crocodiles in the Sahara Desert: An Update of distribution, hábitats and Population Status for Conservation Planning in Muritania, *PLoS ONE* 6(2): E14734. Doi: 10.1371/journal.pone. 0014734.
- Calverley, M.P. y Downs, T.C. 2014. Population status of Nile crocodiles in Dumo Game Reserve, Kwazulu-Natal, South Africa (1971-2012). *Herpetologica*. 70(4). 417-425.



- Carvajal R., Saavedra M. y Alva J. 2005. Ecología poblacional, distribución y estudio de hábitat de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en la “Reserva de producción de fauna manglares El Salado” del estuario del Golfo de Guayaquil, Ecuador, *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 40 (2): 141 – 150.
- Casas Andreu, G. 2003. Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus*, (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 89: 111-128.
- Casas-Andreu, G. 1995. Los cocodrilos de México como recurso natural. Presente, pasado y futuro. *Rev. de la soc. Mex. de hist. nat.* 46, 53–162.
- Casas Andreu, G. y M. Guzmán Arroyo. 1970. Estado actual de las investigaciones sobre cocodrilos mexicanos. Instituto Nacional de Investigación Biológico Pesqueras. Secretaría de la Industria y Comercio. México. 1-50 pp.
- Casas-Andreu, A. G., T. Reyna-Trujillo y F.R. Méndez de la Cruz. 1990. Estado actual de *Crocodylus acutus* en la costa del Pacífico de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 41:57-62.
- Castillo, F. 1997. Observations on two american crocodile population in Colima state, Mexico, with possible management implications. Tesis de maestría en Ciencias, Auburn University, Alabama, EU. 130p.
- Cedillo, C.; García, J.; Martínez, C.; Briones, F.; Cienfuegos. 2013. E. Aspectos ecológicos de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en dos localidades de la costa de Oaxaca, México. *Acta Zoo. Mex.* 29, 164-177.
- Cupul, F., Rubio A., Reyes A. y H. Hernández. 2002. Sondeo Poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en el Estero Boca Negra, Jalisco. *Universidad del Mar, Revista Ciencia y Mar.* 6 (16): 45-50.

Dirección General de Vida Silvestre, INE, SEMARNAP. 1997. Técnicas para el Manejo de cocodrilos en sistemas semiintensivos (unidad de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre) y áreas naturales.

Escobedo H. y Mejía V. 2003. El “Cocodrilo de Tumbes” (*Crocodylus acutus* Cuvier 1807): estudio preliminar de su estado actual en el norte del Perú. *Ecología Aplicada*, 2(1).

Escobedo Galván A. H. 2004. Avances en el conocimiento y el estado actual de conservación del cocodrilo de tumbes (*Crocodylus acutus*, Cuvier 1807) *Rev. Peru. Biol* 11(2): 203-208p.

Fergusson A. R. 2010. Nile Crocodile *Crocodylus niloticus*, Status Survey and Conservation Action Plan Third Edition ed. by S. C. Manolis and C. Stevenson. Crocodile Specialist Group: Darwin.

Fujisaki, I., Rice, G. k., Pearlstine, G.L., y Mazzotti, J.F. 2009. Relationship between body condition of American alligators and water depth in the Everglades, Florida. *Hidrobiología*. 635: 329-338.

García, A., Valtierra, A., Cuarón, A., y Ceballos, G. 2010. Tendencias poblacionales de *Crocodylus acutus* en condiciones de protección en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. *Revista Latinoamericana de Conservación*. Vol. 1 (2): 52-62.

García Grajales, J. y Buenrostro Silva, A. 2014. Abundancia y estructura poblacional de *Crocodylus acutus* (Reptilia: *Crocodylidae*) en la laguna Palma Sola, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 62 (1): 165-172.

Harvey R. y Hill E. 2003. Mapping the nesting hábitats of saltwater crocodiles (*Crocodylus porosus*) in Melacca Swamp and the Adelaide River wtlands,



Northern Territory: an approach using remote sensing and GIS, wildlife research, 30, 365-375.

Hernández Hurtado H., R. García de Quevedo-Machain y P. S. Hernández-Hurtado. 2006. Los Cocodrilos de la costa Pacífico occidental (Michoacán, Colima y Jalisco) de México. pp.: 375-389. En: M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (eds.). Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán. INP, SAGARPA, México. 622p

Hernández Hurtado H., Romero Villaruel J. y Hernández Hurtado P. S. 2011. Ecología Poblacional de *Crocodylus acutus* en los Sistemas Estuarinos de San Blas Nayarit, Revista Mexicana de Biodiversidad 82:887-895.

INE/SEMARNAP. 2000. Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM). INE/SEMARNAP. 107 pp.

Kushlan, J. A. y F. J. Mazzotti. 1989. Population biology of the American crocodile. Journal of Herpetology. 23 (1): 7-21.

Letnic M., y Connors G. 2006. Changes in the distribution and abundance of saltwater crodiles (*Crocodylus porosus*) in the upstream, freshwater reaches or rivers in the Northern territory, Australia. Wildlife research 33(7) 529-538.

Levy, C. 1991. Endangered species: Crocodiles and Alligátor. Chartwell Books, Nueva Jersey. 128p

Mazzotti, F. J. 1999. The American Crocodile in Florida Bay. Estuaries. 22 (2b): 552-561.

Mazzotti F., Brandt L., Moler P. y Cherkis M. 2007. American crocodile (*Crocodylus acutus*) in Florida: Recommendation for endangered species recovery and ecosystem resttoration. Journal of herpetology 41(1). 122-132.

- Messel, H., J.C. Vorlicek, A.G. Wells y W.J. Green. 1981. Surveys of tidal river systems in the northern territory of Australia and their crocodile populations. Monograph No. 1. Pergamon Press, Sydney. 463 pp.
- Sánchez Herrera O., G. López Segurajauregui, A. García Naranjo Ortiz de la Huerta y H. Benítez Díaz. 2011. Programa de monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México 272 pp.
- Richard, P. M., 2003, Evaluating the relative effects of life history stages in the conservations of the American crocodile (*Crocodylus acutus*) in Florida. Florida Scientist 66(44): 273-286.
- Sasa, M. 1992. Tamaño, estructura y distribución de una población de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en Costa Rica, Rev. Biol. Trop. 40(1): 131-134.
- Sigler, L. 2002. Conservación y manejo de *Crocodylus acutus* en México. Pp. 167-184. La conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos de America Latina. C.N. Editoria, 190 pp.
- Sigler L., Cedeño Vázquez R. y Cupul Magaña F. 2011. Método de detección visual nocturna. pp:105-127 EN Sánchez Herrera O., G. López Segurajauregui, A. García Naranjo Ortiz de la Huerta y H. Benítez Díaz. Programa de monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México 272 pp.
- Thorbjarnarson, J. 1989, Ecology of the American crocodile, *Crocodylus acutus*. In: Crocodiles, their ecology, management and conservation. IUCN Publication News Series, Gland. 228-259.



MARINA
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS
Y MARINA
MERCANTE**
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD
DE COLIMA

- Thorbjarnarson, J. 2010. American Crocodile *Crocodylus acutus*. Pp. 46-53 in Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan. Third Edition, ed. by S.C. Manolis and C. Stevenson. Crocodile Specialist Group: Darwin.
- Thorbjarnarson J., Platt S. y Khaing S. 2000. A population survey of the estuarine crocodile in the Ayeyarwady Delta, Myanmar. Wildlife Conservation Society.
- Thorbjarnarson J., Wang X., Ming S., He L., Ding Y., Wu Y. y Mac Curry T. 2002. Wild population of the Chinese alligator approach extinction, *Biological Conservation* 103, 93-102.
- Thorbjarnarson, J., F. Mazzotti, E. Sanderson, F. Buitrago, M. Lazcano, K. Minkowski, M. Muñiz, P. Ponce, L. Sigler, R. Soberón, A.M. Trelancia y A. Velasco. 2006. Regional habitat conservation priorities for the American crocodile. *Biological Conservation*. 128: 25-36.
- Torres F. J. 2013. Impactos Antropogénicos en la Laguna de Cuyutlán, Colima, Monografía, Universidad de Colima, Facultad de Ciencias. pp 1-78.