

MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS PARA CUMPLIR CON EL “PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE COMPROMISOS DE LA ADMINISTRACIÓN PORTUARIA INTEGRAL MANZANILLO S.A. DE C.V. (API MANZANILLO) DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS ORDENADAS POR LA PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE (PROFEPA) EN LA RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NO. PFPA13.5/2C.27.5/0028/17/0110” PARA LOGRAR LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS: VALLE DE LAS GARZAS Y CUYUTLÁN, COLIMA.

ABUNDANCIA Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Crocodylus acutus* EN LA LAGUNA DEL VALLE DE LAS GARZAS, MANZANILLO, COLIMA, MÉXICO.

AGOSTO 2019-JULIO 2020

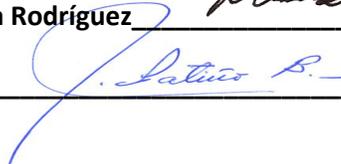
Responsable Dra. María Cruz Rivera Rodríguez _____



Elaboró Dr. Sergio Aguilar Olgúin, Dra. María Cruz Rivera Rodríguez _____



Revisó Dr. Manuel Patiño Barragán _____



AGOSTO 2020

Y

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	6
II. OBJETIVOS	8
II.1. Objetivo general	8
II.1. Objetivos específicos	8
III. INDICADORES AMBIENTALES Y METAS DEL PROGRAMA	8
IV. METODOLOGÍA	9
IV.1. Área de estudio	9
IV.2. Densidad relativa y tamaño total de la población	10
IV.3. Estructura poblacional	11
IV.4. Distribución	12
IV.5. Localización de nidos	13
V. RESULTADOS	13
V.1. Densidad relativa y tamaño total de la población	13
V.2 Estructura poblacional	14
V.3. Variables ambientales	16
V.4. Distribución	17

V.5. Actividad diurna	19
V.6. Actividad nocturna	26
VI. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	28
VII. TENDENCIAS DE LA CALIDAD AMBIENTAL.....	30
VIII. SUGERENCIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD AMBIENTAL.....	31
IX. CONCLUSIONES	32
X. BIBLIOGRAFÍA	33

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Laguna del Valle de las Garzas en el municipio de Manzanillo México	9
Figura 2 Vista de la distancia entre ojos (D) y longitud del rostro (L).	12
Figura 3 Densidad relativa por mes durante los monitoreos nocturnos.....	14
Figura 4. Estructura de la población de cocodrilos durante todos los monitoreos.....	15
Figura 5. Estructura de la población de cocodrilos considerando la temporalidad.....	15
Figura 6 Variación de las concentraciones de la salinidad durante las dos temporadas del año establecidas.	16
Figura 7 Distribución de los cocodrilos observados durante la temporada de lluvias. Los colores representan las distintas clases de tamaño, Clase I (verde), Clase II (azul cielo), Clase III (rojo), Clase IV (azul rey), Clase V (negro) y ojos (blanco).....	18
Figura 8 Distribución de los cocodrilos durante el mes de octubre. Se pude observar una disminución de cocodrilos de la Clase I. Los colores representan las distintas clases de tamaño, Clase I (verde), Clase II (azul cielo), Clase III (rojo), Clase IV (azul rey).....	18
Figura 9 Vista de los cinco puntos de acceso para los recorridos diurnos en la laguna Valle de las Garzas.	19
Figura 10 Sitios de asoleo representados por los puntos amarillos y cocodrilo observado representado con el punto verde.....	20

Figura 11 . Canal utilizado por los cocodrilos en el Acceso 2. Se pueden observar rastros y partes del canal que utilizan los cocodrilos para asolearse..... 21

Figura 12 Túneles que pasan por abajo de la avenida Elías Zamora que pueden servir a los cocodrilos para utilizarlos como refugio..... 22

Figura 13 Los puntos morados representan los sitios que se revisaron para buscar sitios de asoleo..... 23

Figura 14 Partes de los sitios en donde no se pudo acceder a la orilla de la laguna y el tipo de vegetación presente..... 23

Figura 15 . En amarillo se muestran 4 nidos a lo largo del canal que conecta con la Av. Elías Zamora. 24

Figura 16 Visita al sitio de anidación en donde se localizaron 4 posibles nidos..... 25

Figura 17 Algunos de los cocodrilos observados durante el recorrido diurno. 25

Figura 18 Revisión de la zona de anidación. 26

Figura 19 Algunas actividades realizadas durante los monitoreos..... 26

Figura 20 Cocodrilos capturados para corroborar los tamaños estimados. . 27

Figura 21 Los cuadrantes anaranjados representan la zona de anidación y asoleo de los cocodrilos reproductores de la laguna del Valle de las Garzas. 31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedio de variables ambientales durante la temporada de lluvias y secas. 17

I. INTRODUCCIÓN

Existen 23 especies de cocodrilos, pertenecen a la clase Reptilia, subclase Archosauria y orden Crocodylia. 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).

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* 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).

En el presente estudio se analizó 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 sitio de estudio.

II. OBJETIVOS

II.1. Objetivo general

Integrar un estudio mensual durante el periodo agosto 2019-julio 2020 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. PFPA13.5/2C.27.5/0028/17/0110 de PROFEPA.

II.1. 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 halófila (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 realizaron ocho salidas nocturnas y cuatro diurnas. Se utilizó la técnica de detección visual nocturna (DVN), esta técnica permite una medida indirecta de la abundancia a través de la estimación de la densidad relativa (DR) o tasa de encuentro (TE). Para determinar la DR o TE 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 o densidad relativa (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 (N), se realizó en dos partes, primero se calculó el valor porcentual de la población observada, para lo cual se utilizó la formula $P = m / (2s+m) 1.05$, 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 0.3 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 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).

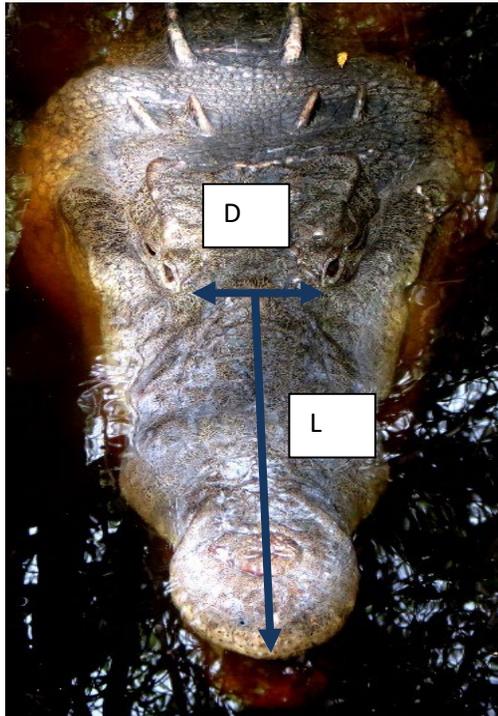


Figura 2 Vista de la distancia entre ojos (D) y longitud del rostro (L).

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

El periodo de cortejo y apareamiento comenzó en el mes de noviembre de 2019 y la temporada de anidación el mes de marzo de 2020. Durante este periodo se realizaron las salidas diurnas, las cuales consistieron en observar cocodrilos durante el cortejo, asoleándose o apareándose, y finalmente poder localizar los nidos en tierra.

V. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de todas las salidas realizadas del mes de agosto de 2019 al mes de julio de 2020:

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

Se navegaron 2.4 km por monitoreo nocturno realizado y durante los primeros meses 0.8 km se recorrieron caminando por la falta de profundidad en el canal que recibe agua del arroyo, en total, se recorrían 3.2 km de la laguna por cada monitoreo nocturno. Se pudo navegar sin problema por los canales principales a partir del mes de enero de 2020. En promedio, se pudieron contar 84 cocodrilos por mes, obteniendo una densidad relativa promedio o tasa de encuentro de 26.4 organismos / km (Figura 3). Para la temporada de lluvias se obtuvo una densidad relativa de 29.4 organismos / km y para la temporada de secas una densidad relativa de 30.7 organismos / km. El tamaño total de la población (N) considerando todos los monitoreos se pudo estimar en 131 cocodrilos, durante la temporada de lluvias fue de 102 cocodrilos y para la temporada de secas fue de 138 cocodrilos.

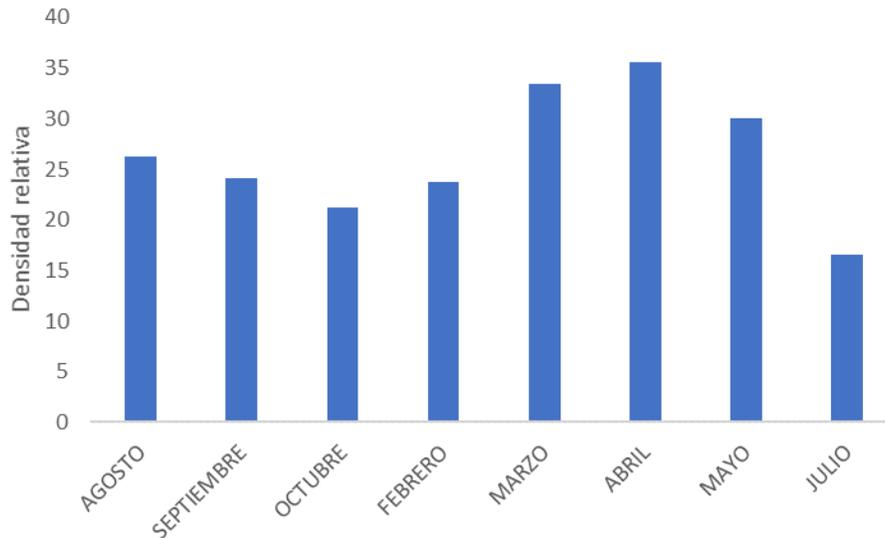


Figura 3 Densidad relativa por mes durante los monitoreos nocturnos.

V.2 Estructura poblacional

Del promedio de cocodrilos contados durante la temporada de lluvias (70), el 33.7% pertenece a la Clase I, siendo este tamaño el que se contó con mayor frecuencia, seguido de la Clase III en donde se observó el 30.8% de la población, en seguida la Clase II con el 16%, de la Clase IV se observó el 16% de la población y para la Clase V se observó la menor frecuencia de cocodrilos con un 0.7% (Figura 4 y Figura 5). Para la época de secas, del promedio de cocodrilos contados (98), el 55.4% perteneció a la Clase III, siendo este tamaño el que se contó con mayor frecuencia, seguido de la Clase II en donde se observó el 30.2% de la población, en seguida la Clase IV con el 7.8%, de la Clase I se observó el 5.5% de la población y para la Clase V no fueron observados cocodrilos (Figura 4 y Figura 5).

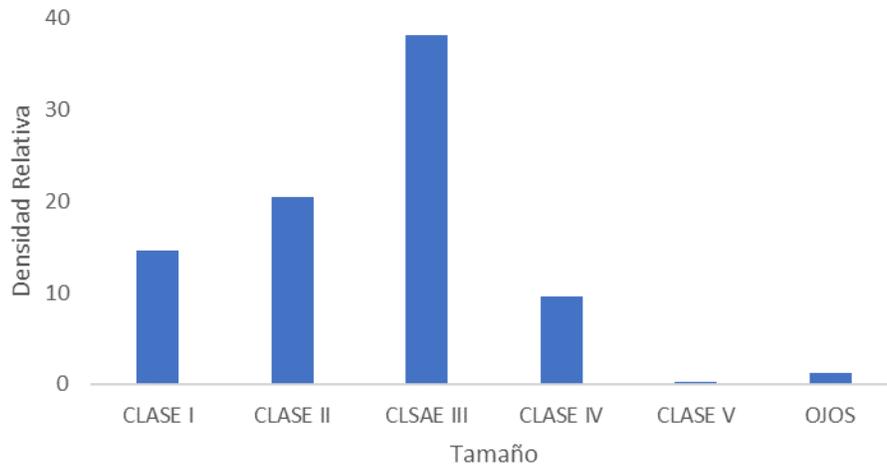


Figura 4. Estructura de la población de cocodrilos durante todos los monitoreos

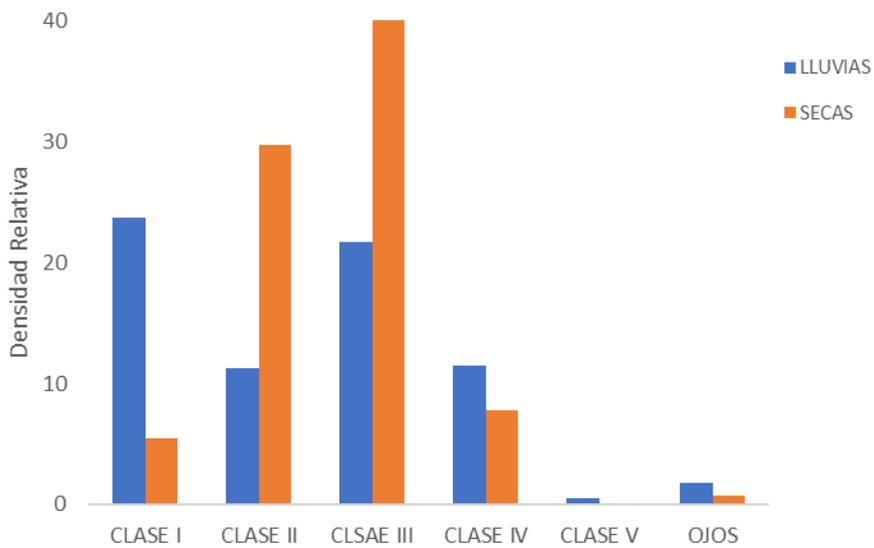


Figura 5. Estructura de la población de cocodrilos considerando la temporalidad.

V.3. Variables ambientales

Las variables ambientales obtenidas se midieron a partir del kilómetro cero del recorrido y después cada 300 metros. Se midió la profundidad, salinidad, temperatura (T. ambiente) ambiente, temperatura superficial del agua (T. agua) y el tipo de vegetación predominante del punto. Durante todos los muestreos, se obtuvieron profundidades promedio de entre 0.7m y 2.8m, salinidades entre 0 y 54 UPS, rangos de temperatura del agua de 28.3 – 34.3 °C y de 20.2 – 29.7 °C de temperatura ambiente, además, en cada punto la vegetación predominante fue el manglar. Durante la temporada de secas se registraron las mayores concentraciones de salinidad siendo el mes de enero el que registró las salinidades más altas en las diferentes estaciones (Figura 6), la profundidad no presentó variaciones altas, y tanto la temperatura ambiente como la temperatura del agua no presentaron variaciones importantes durante las temporadas establecidas (Tabla 1).

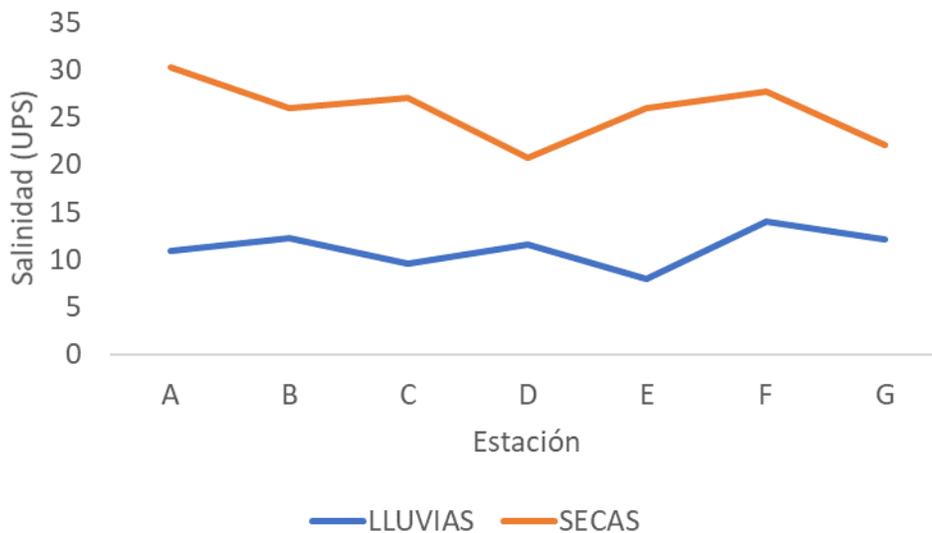


Figura 6 Variación de las concentraciones de la salinidad durante las dos temporadas del año establecidas.

Tabla 1. Promedio de variables ambientales durante la temporada de lluvias y secas.

Estación / Temporada	T. ambiente (°C)		T. agua (°C)		Prof. (m)		Veg.	Sal. (UPS)	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas		Lluvias	Secas
A	29	25	33	31	1	2	Manglar	11	30
B	28	24	33	31	2	2	Manglar	12	26
C	27	23	32	31	2	2	Manglar	10	27
D	27	23	32	30	2	1	Manglar	12	21
E	26	22	32	30	1	1	Manglar	8	26
F	26	22	32	30	1	1	Manglar	14	28
G	25	23	31		2	1	Manglar	12	22

*T. ambiente: temperatura ambiente; T. agua: temperatura agua; Prof.: profundidad; Veg: vegetación; Sal.: salinidad

V.4. Distribución

Los cocodrilos observados estuvieron distribuidos a lo largo de los canales de navegación siempre vistos a la orilla del manglar y la mayoría dentro del agua (Figura 7), este patrón de distribución se observó en ambas temporadas del año (lluvias y secas), además de una disminución en el número de cocodrilos de la

Y

Clase I dos meses después de haber realizado el primer monitoreo (Figura 8), esto se mantuvo hasta finales de junio.



Figura 7 Distribución de los cocodrilos observados durante la temporada de lluvias. Los colores representan las distintas clases de tamaño, Clase I (verde), Clase II (azul cielo), Clase III (rojo), Clase IV (azul rey), Clase V (negro) y ojos (blanco).



Figura 8 Distribución de los cocodrilos durante el mes de octubre. Se pudo observar una disminución de cocodrilos de la Clase I. Los colores representan las distintas clases de tamaño, Clase I (verde), Clase II (azul cielo), Clase III (rojo), Clase IV (azul rey)

Y

V.5. Actividad diurna

Se seleccionaron 5 puntos de acceso a la laguna del Valle de las Garzas para realizar muestreos o recorridos diurnos, el primer acceso está localizado en el punto UTM 13Q 573316.07 m E 2111068.43 m N; el segundo acceso en 13Q 572515.57 m E 2112605.00 m N; el tercer acceso UTM en 13Q 572403.88 m E 2112693.96 m N; el cuarto acceso en 13Q 571118.99 m E 2112269.27 m N y el quinto acceso en 13Q 572018.72 m E 2111494.99 m N (Figura 9).



Figura 9 Vista de los cinco puntos de acceso para los recorridos diurnos en la laguna Valle de las Garzas.

Durante la segunda salida diurna, el Acceso 2 y Acceso 5 fueron revisados por ser sitios que mantienen las condiciones necesarias para que los cocodrilos tengan actividades de asoleo y refugio durante el día. En el Acceso 2 se pudieron detectar 11 sitios de asoleo, mismos que fueron sean utilizados por los cocodrilos para construir sus nidos en la temporada de anidación, además, durante estas salidas siempre se podían observar cocodrilos en el agua (Figura 10).

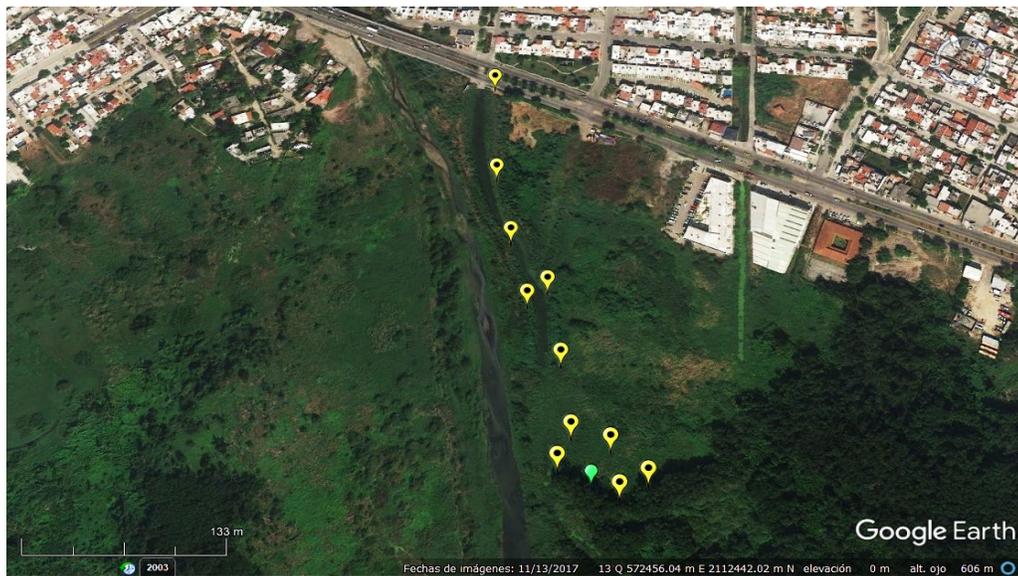


Figura 10 Sitios de asoleo representados por los puntos amarillos y cocodrilo observado representado con el punto verde.

El Acceso 2 tiene las condiciones necesarias para ser utilizado por los cocodrilos para construir sus nidos y asolearse, previo y durante la temporada de anidación (Figura 11).



Figura 11 . Canal utilizado por los cocodrilos en el Acceso 2. Se pueden observar rastros y partes del canal que utilizan los cocodrilos para asolearse.

Este canal conecta a la avenida Elías Zamora, y sirve como receptor de agua de escorrentías durante la temporada de lluvias. Por debajo de la carretera existen unos túneles que pueden utilizar los cocodrilos como cuevas y refugiarse ahí (Figura 12).



Figura 12 Túneles que pasan por abajo de la avenida Elías Zamora que pueden servir a los cocodrilos para utilizarlos como refugio.

El Acceso 5 fue revisado en cinco puntos distintos (Figura 13). Toda el área que corresponde a la Unidad Deportiva 5 de mayo tiene muy pocos caminos que lleven hasta el área de la laguna por el tipo de vegetación. Se detectó una salida que recibe agua de escorrentía durante la época de lluvias. En este acceso no se pudieron registrar sitios de asoleo, en este momento el agua está muy retirado del manglar, sin embargo, esta área no funciona como sitios de asoleo porque las raíces del mangle rojo no les permiten llegar a la orilla.



Figura 13 Los puntos morados representan los sitios que se revisaron para buscar sitios de asoleo.

A continuación, se muestran algunas imágenes de los diferentes sitios revisados para el acceso 5 (Figura 14).



Figura 14 Partes de los sitios en donde no se pudo acceder a la orilla de la laguna y el tipo de vegetación presente.

Los canales de acceso a la laguna, al parecer fueron hechos por actividades humanas y sirven para recibir el agua de escorrentías durante la época de lluvia. Dichos canales están funcionando como sitios para que los cocodrilos puedan asolearse durante el día. Los cocodrilos son animales ectotermos y requieren de un proceso fisiológico de termorregulación para lo cual necesitan asolearse y utilizan estos lugares desprovistos de vegetación.

A finales de marzo comenzó la temporada de anidación, durante una de las salidas diurnas se pudieron localizar 4 nidos con las siguientes coordenadas UTM Nido 1: 13Q572365-2112039; Nido 2: 13Q572353-2111932; Nido 3: 13Q572345-2111875; Nido 4: 13Q 572340-2111849 (Figura 15 y Figura 16)



Figura 15 . En amarillo se muestran 4 nidos a lo largo del canal que conecta con la Av. Elías Zamora.



Figura 16 Visita al sitio de anidación en donde se localizaron 4 posibles nidos.

Durante el recorrido diurno se pudieron observar 2 cocodrilos de la clase IV (180-240cm), 9 cocodrilos Clase III (120-180cm) y 2 cocodrilos Clase II (60-120cm) distribuidos por todo el canal principal, iniciando el recorrido desde el mirador del Valle de las Garzas (Figura 17).



Figura 17 Algunos de los cocodrilos observados durante el recorrido diurno.

En las siguientes imágenes se muestra parte de la revisión de los nidos y cascarones encontrados (Figura 18).



Figura 18 Revisión de la zona de anidación.

V.6. Actividad nocturna

A continuación, se muestran algunas actividades realizadas durante los monitoreos nocturnos (Figura 19 y Figura 20)

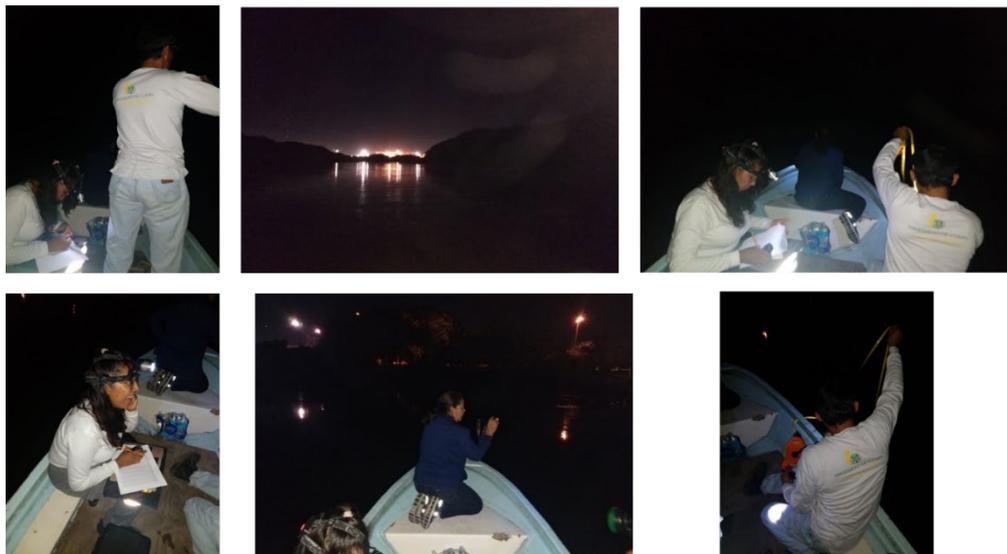


Figura 19 Algunas actividades realizadas durante los monitoreos.



Figura 20 Cocodrilos capturados para corroborar los tamaños estimados.

VI. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de los monitoreos nocturnos muestran una población en crecimiento con densidades que pueden clasificarse como altas (26.4 ind / km) ya que coincide con densidades reportadas en Chamela-Cuixmala, Jalisco por García *et. al.* (2010) de entre 20.4 ind/km y 32.5 ind/km, pero no son tan altas como las densidades reportadas por Cupul *et. al.* (2002), en Boca Negra, Jalisco de 52 ind/km. Las altas densidades observadas en la laguna del Valle de las Garzas se deben a que, la laguna consta de dos canales principales, relativamente pequeños, divididos por islas de manglar en donde los cocodrilos presentan una distribución por grupos, la cual depende de las condiciones ambientales de la laguna como son profundidad, salinidad, temperatura ambiente, temperatura superficial del agua y tipo de vegetación circundante. Estas características, aunadas a las relaciones intra e interespecíficas que tiene la especie hacen que los cocodrilos puedan ser observados con mayor facilidad, sobre todo durante la época de secas cuando el nivel de agua disminuye, pasa lo contrario cuando hay un volumen de agua alto (periodo de lluvias) y los cocodrilos tienen una mayor dispersión y pueden refugiarse en las raíces del manglar.

En cuanto a la estructura, durante todo el monitoreo se observó que el 85% de la población la conformaron los tamaños más pequeños (Clases I, II y III), lo mismo ocurrió durante la temporada de secas (91%) y durante la temporada de lluvias (80.6%). La clase I fue la que mostró mayor variación, esto es debido a que la época de cortejo y reproducción comienza en el mes de diciembre y termina con los nacimientos a finales del mes de junio, estos nacimientos tienen un gran aporte de nuevos reclutas a la población de cocodrilos, sin embargo, los más pequeños son depredados, en este caso, durante el mes de octubre la Clase I disminuyó considerablemente y el número de cocodrilos de la Clase II incrementó, aún con esto, se puede decir que el porcentaje de las crías y juveniles fue más alto que el número de adultos y subadultos, esto sugiere que es una población en crecimiento, esto lo menciona Calverley y Downs (2014), diciendo que la

estructura de una población en donde la mayor cantidad de cocodrilos es de juveniles y subadultos puede indicar un incremento en la población, lo contrario representaría una población en declive.

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, sin embargo, el ecosistema se mantuvo en un proceso de modificación por las obras de dragado que se realizaron, por lo que, los sitios de alimentación, refugio, cortejo y apareamiento no estaban bien definidos, aun así, los cocodrilos trataban de adaptarse a la actividad de dragado desplazándose a zonas en donde encontraban menor perturbación. Cuando terminaron las actividades de dragado, los cocodrilos comenzaron a definir sus áreas de actividad.

Durante los monitoreos diurnos, se observó que el Acceso 2 presenta lugares desprovistos de vegetación para llevar a cabo el proceso de termorregulación durante el día, y los canales hechos por el hombre que rodean toda la laguna son adecuados para tal actividad. Además, se pudieron localizar cuatro nidos activos en estos sitios de asoleo, mismos que representan el nacimiento de entre 100 y 120 crías anuales, es probable que haya más nidos, pero no pudieron ser localizados.

Se han encontrado otros accesos que no presentan áreas desprovistas de vegetación, lo cual complica el acceso de los cocodrilos a la orilla de la laguna desde el agua. Es seguro que estos sitios no sean utilizados por los cocodrilos para el proceso de reproducción, pero que sean utilizados por algunos cocodrilos jóvenes para refugiarse.

La variable ambiental que más variaciones presentó fue la salinidad, esta variable es importante porque mantiene una relación negativa con respecto a la densidad de cocodrilos existente, Aguilar-Olguín *et. al.* (2020) mencionan que lagunas con concentraciones de salinidad altas (> 25 UPS) representan un efecto negativo sobre las poblaciones de cocodrilos, especialmente en crías y juveniles

Y

causándoles deshidratación y eventualmente la muerte. Para el caso de la laguna de Valle de las Garzas el mes de enero fue el que mantuvo las concentraciones de salinidad más alta, sin embargo, las variaciones de salinidad durante todo el año mantienen condiciones estuarinas, debido a la temporada de lluvias y a las descargas de agua dulce legales y clandestinas que hay a lo largo del canal por la parte de la avenida Elías Zamora. Estas descargas se mantienen durante todo el año y aunque sabemos que las condiciones de esa agua no son adecuadas, a los cocodrilos les beneficia.

VII. TENDENCIAS DE LA CALIDAD AMBIENTAL

Los monitoreos nocturnos durante la temporada de lluvias muestran una población en crecimiento y con densidades altas, lo cual, puede cambiar si existe alguna variación en las variables ambientales, por ejemplo, si las concentraciones de salinidad incrementaran, seguramente un gran porcentaje de los cocodrilos de la clase I y II mueran por ser los tamaños más susceptibles a esta variable.

La zona del canal que termina en la avenida Elías Zamora de la laguna es utilizada por los cocodrilos durante la temporada de reproducción (Figura 21). Se pudieron encontrar al menos 4 nidos activos que son los que, hasta el momento, coinciden con el número de crías contadas por las noches y por lo tanto son los que aportan nuevos reclutas a la población y es probable que existan más nidos.

La condición ambiental actual de la laguna, específicamente, los canales desprovistos de vegetación dan las condiciones mínimas necesarias para llevar a cabo actividades fisiológicas básicas como asoleo, alimentación, cortejo y reproducción de manera normal, tanto en el periodo de lluvias como en el de secas, por lo que la tendencia ambiental, durante el año, no tiene un efecto negativo directo y será muy importante que esta condición se mantenga.



Figura 21 Los cuadrantes anaranjados representan la zona de anidación y asoleo de los cocodrilos reproductores de la laguna del Valle de las Garzas.

VIII. SUGERENCIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD AMBIENTAL

Al tener una alta flexibilidad ecológica, es probable que los cocodrilos resistan modificaciones dentro de la laguna como las obras de dragado que pudieran suceder en el futuro en el canal principal de la laguna, sin embargo, mientras suceda una actividad como esta se modificará el comportamiento de los cocodrilos, evitando que la población se pueda establecer y desarrollarse de manera biológica y fisiológicamente efectiva.

La salinidad es una variable que afecta de manera importante a las crías y juveniles. En algunos lugares funciona como una variable que mantiene a la población sin tener un crecimiento exponencial y la mantiene estable (no crece, no disminuye). Si la laguna mantiene altas concentraciones de salinidad durante todo el año es probable que no haya aporte de nuevos reclutas a la población y esta tienda a desaparecer. Se necesita garantizar un aporte de agua dulce a la laguna, además del aporte natural que existe durante la temporada de lluvias por lo cual

se sugiere que se mantengan concentraciones promedio de salinidad menores a 25 UPS, al mantener estas concentraciones, el porcentaje de sobrevivencia de las crías de cocodrilo aumentará, permitiendo que pasen de las clases de tamaño más pequeño a las más grandes y habrá una mayor dispersión de los cocodrilos en toda la laguna.

Además, es necesario garantizar que los canales principales de la laguna tengan profundidades mayores a un metro, ya que favorece el desplazamiento, cortejo y cópula de los cocodrilos. Lo anterior, garantizaría el aporte de nuevos reclutas a la población, logrando que funcione la dinámica de la población. Por otro lado, si los cocodrilos utilizan este canal paralelo al canal principal que pasa por debajo de la avenida Elías Zamora como sitio de reproducción, es importante evitar modificaciones de cualquier tipo.

IX. CONCLUSIONES

- La densidad relativa encontrada puede clasificarse como alta.
- La estructura de tallas muestra una población en crecimiento.
- Las variaciones de factores abióticos no se pueden considerar un problema para la presencia o ausencia de cocodrilos de todas las tallas.
- La salinidad fue la variable que más variaciones presentó.
- La vegetación actual sirve de refugio para los cocodrilos más pequeños.
- Se ha podido identificar una zona de alta actividad reproductiva.
- Los canales de acceso sirven a los cocodrilos para llevar a cabo la termorregulación durante el día.

X. 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/jornal.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.
- 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. *Rev. Lat. Cons.* Vol. 1 (2): 52-62.
- Harvey R. y Hill E. 2003. Mapping the nesting habitats of saltwater crocodiles (*Crocodylus porosus*) in Melacca Swamp and the Adelaide River wetlands, 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 Northem 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: Recomendation for endangered species recovery and ecosystem resttoration. *Journal of herpetology* 41(1). 122-132.
- Messel, H., J.C. Vorlicsek, 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 historystages 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.
- 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.