



ASPECTOS POBLACIONALES DE NEONATOS DE *CROCODYLUS ACUTUS* (REPTILIA: CROCODYLIDAE) EN EL ESTERO EL SALADO, PUERTO VALLARTA JALISCO, MÉXICO

POPULATION ASPECTS OF *CROCODYLUS ACUTUS* (REPTILIA: CROCODYLIDAE) IN THE ESTUARY EL SALADO, PUERTO VALLARTA JALISCO, MEXICO

Javier Efraín Rubio-Miranda

Módulo de Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. AV. De Los Barrios, No. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México. C.P. 54090

✉ [jrubiom712@gmail.com](mailto:jrubiom712@gmail.com)

**ABSTRACT**

A population of *C. acutus* was studied in the Natural Protected Area “Estero el Salado” in Puerto Vallarta, Jalisco, México, among november of 2015 and september of 2016. The population abundance was evaluated and the age structure, mortality rate and growth rate were analyzed. Five samplings were performed in November, December, March, April and September, in order to carry on the species monitoring, finding an abundance of 15.74 ind/km SD  $\pm$  6.65, and the neonates population’s mortality rate, which showed constant values, increasing the neonates survivorship. As well the age structure was analyzed and it was consisted of 62.5% neonates, 28.5 juveniles and 9% sub-adults, without presence of adults, subsequently catches of the organisms were made in order to measure the total lenght of crocodiles, and thereby obtain the growth rate, wich was between 0.12 y 0.17 cm/day. This is the first study that analyzed the mortality rate of *C. acutus* neonates in a mangrove swamp, therefore this information could be used to perform better conservation strategies.

**Key words:** *Crocodylus acutus*, El Salado, growth rate, mortality, neonates, populational structure.

## RESUMEN

Se estudió una población de neonatos de *Crocodylus acutus* en el área natural protegida estero “El Salado”, Puerto Vallarta, Jalisco, México, entre noviembre de 2015 y septiembre de 2016. Se evaluó la abundancia de la población y se analizó la estructura por edades, la mortalidad y la tasa de crecimiento de los individuos. Se realizaron cinco muestreos en los meses noviembre, diciembre, marzo, abril y septiembre, para realizar el monitoreo de la especie, registrando una abundancia de 15.74 ind/km SD  $\pm$  6.65, y la mortalidad de neonatos en la población, la cual mostró valores constantes, aumentando la supervivencia de neonatos. Se analizó la estructura por edades que estuvo conformada por un 62.5% neonatos, 28.5 juveniles y 9% subadultos, con la ausencia de adultos, posteriormente se realizaron capturas de los individuos para medir el largo total de los mismos, y obtener la tasa de crecimiento, la cual se encontró entre 0.12 y 0.17 cm/día. Este es el primer estudio que analiza la mortalidad de neonatos de *C. acutus* en un estero, por lo que éste estudio aporta información de la especie que puede ser utilizada para estrategias de conservación.

**Palabras clave:** *Crocodylus acutus*, El Salado, estructura poblacional, mortalidad, neonatos, tasa de crecimiento.

## INTRODUCCIÓN

*Crocodylus acutus* Cuvier, 1807 (cocodrilo americano) es una de las especies de mayor distribución en el mundo (Thorbjarnarson 1989, Ernst et al., 1999). Su distribución incluye las costas del océano Atlántico y el Pacífico de México, Centro América y el norte de Sudamérica, islas caribeñas de Cuba, Jamaica, Haití y República Dominicana y la punta sur de Florida, USA (Ernst et al., 1999), casi siempre limitándose a las regiones cercanas al mar (Álvarez del Toro y Sigler, 2001), aunque se desplazan grandes distancias hacia arriba en los grandes ríos como en el caso del Santiago y el Balsas (Casas-Andreu y Reyna, 1994), los ríos, lagos, esteros y lagunas costeras son su principal hábitat (Álvarez del Toro, 1974) y su tolerancia a la salinidad del agua de mar le permite sobrevivir en zonas de manglar e islas alejadas de la línea costera (Ellis, 1981).

El cocodrilo americano se encuentra considerado bajo protección especial en la lista de especies amenazadas de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) (DOF, 2010). En el ámbito internacional, la especie está incluida en el apéndice I de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) (Groombridge, 1987) y catalogada como vulnerable en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Ponce-Campos et al., 2012). Su hábitat está siendo transformado rápidamente y la mayoría de sus poblaciones se explotan sin la existencia de planes de manejo.

La desaparición de los cocodrilos de los ambientes con interface acuático-terrestre de donde son nativos pronto tendría consecuencias deletéreas para el funcionamiento general del ecosistema, a escala local y hasta regional. Por esta razón, la protección y recuperación de las poblaciones de cocodrilos es un tema prioritario. En consecuencia, el seguimiento del estado que guardan las poblaciones silvestres y su hábitat es indispensable, del mismo modo la conservación de cada población local de cualquier especie de cocodrilo debe ser vista como una contribución efectiva al mantenimiento de la resistencia y la resiliencia general de la especie en todo su ámbito de distribución natural (Sánchez-Herrera et al., 2011).

El rápido descenso de las poblaciones silvestres de crocódilidos en el mundo ha motivado que se multipliquen los esfuerzos para su conservación y el establecimiento de zoológicos (Piedra et al., 1997). A pesar de las iniciativas legales para su protección y de las acciones realizadas por las

“Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre” (UMAS) para la reproducción y proliferación de la especie en cautiverio (Álvarez del Toro y Sigler, 2001), no se ha podido frenar totalmente su disminución y posible eliminación del medio natural, pues se trafica con su piel, se le captura por ser atractivo como elemento ornamental o mascota, o es atacado porque se le considera pernicioso para el hombre; la fragmentación, así como la pérdida y el deterioro de la calidad de sus espacios naturales son otros factores más en su contra (Weeb y Carrillo, 2000).

La condición que actualmente guarda el cocodrilo americano o de río en la zona norte del estado de Jalisco y sur de Nayarit, México, conocida como bahía de Banderas (Fig. 1), es crítica, principalmente por la pérdida de sus hábitats, los cuales son abatidos por el crecimiento urbano y turístico de Puerto Vallarta, Jalisco y Nuevo Vallarta, Nayarit (Cupul-Magaña et al., 2004a).

Carvajal et al. (2005), realizaron un monitoreo de *C. acutus* en la reserva de producción de fauna y manglares El Salado del estuario del golfo de Guayaquil, Ecuador, encontraron una abundancia relativa de 0.45 ind/km (una de las más bajas reportadas para la especie) y una composición de 50% adultos, y 50% juveniles, con la ausencia de subadultos y neonatos. En México, García-Grajales et al. (2007), estudiaron una población de *C. acutus* en el estero La Ventanilla, Oaxaca, México, entre octubre de 2003 y mayo de 2004, estimaron una estructura poblacional anormal de 29.6 adultos, 37.1 subadultos y 682.5 juveniles, siendo los más abundantes y una proporción sexual sesgada hacia los machos (1:3). (Balaguera-Reina et al., 2015), examinaron la supervivencia de los neonatos en la isla de Coiba en Panamá entre abril y diciembre, calcularon un tamaño poblacional de/ 218.6 neonatos en 22.4 km<sup>2</sup>, la que declinó 65.7% después de los primeros dos meses (mayo y junio) y 95.9% después del tercero (julio), persistiendo solamente el 0.5% de la población estimada en diciembre. Debido a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue estimar algunos parámetros poblacionales de los neonatos de *C. acutus* en el estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estero El Salado se ubica en el estado de Jalisco, México, en las coordenadas 20°40'16.1" N y 105°14'16.1" W (Fig. 1). El clima del estero es del tipo semiárido subhúmedo con lluvias en verano AW. La temperatura y precipitación promedio anual oscilan entre los 26-28°C y 950-1600 mm respectivamente (Vidal-Zepeda, 2005).

La Zona de Conservación Ecológica Estero El Salado tiene una superficie de 235 ha, de las cuales 169 ha corresponden a la zona núcleo, 43 a la zona de amortiguamiento y 23 al área de restauración (U de G, 2007). Se encuentra dentro del área urbana de la ciudad de Puerto Vallarta. Es uno de los cinco humedales que conforman el sistema estuarino-lagunar de bahía de Banderas (laguna El Quelele, Boca de Tomates, Boca Negra y El Chino), en la actualidad severamente fragmentado por diversos desarrollos (aeropuerto, marinas, desarrollo hotelero y fraccionamientos) (Gómez-Graciano y Cupúl-Magaña, 2001). El estero recibe aportes de agua dulce por medio de varios arroyos temporales (Contentillo, Agua Zarca, La Virgen y Mojoneas) y se conecta al mar a través de un canal de 2 km de largo, con una boca de 20 m de ancho y 3.4 m de profundidad en promedio (U de G, 2007).

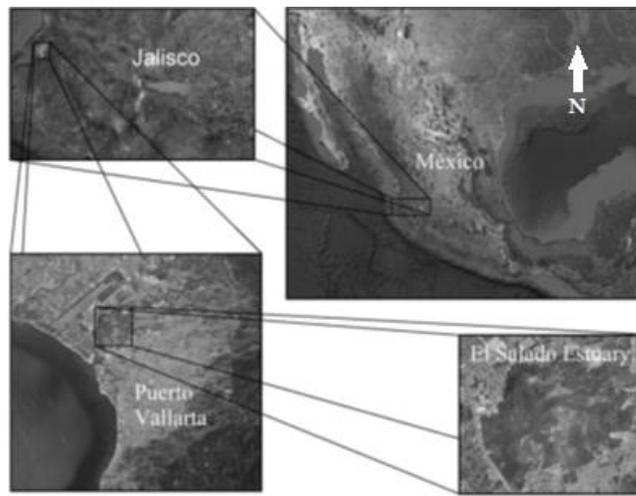


Fig. 1. Área de estudio (tomado de Vázquez-López et al., 2014).

### Monitoreo de la especie

La abundancia y el crecimiento fueron monitoreados para cuatro nidos, con un promedio de  $22.75 \pm 3.4$  SD huevos por nido, y un promedio inicial de  $24.31 \pm 2.29$  cm SD del largo total de las crías; las cuales fueron contenidas en cautiverio, y liberadas entre el 13 y 15 de julio de 2015. Al momento de la liberación los cocodrilos fueron pesados, medidos y marcados numéricamente con el sistema de amputación de escamas caudales (Cupul-Magaña et al., 2004 a; Cupul-Magaña et al., 2004b).

Se realizaron visitas nocturnas de noviembre a abril después del nacimiento de los organismos procurando contar con luna nueva, luna nueva visible o luna menguante, esto con el fin de evitar ser percibidos por los cocodrilos, estas se llevaron a cabo a lo largo del canal principal del estero utilizando un kayak o un bote con remos. Los organismos observados a lo largo del recorrido fueron avistados con la técnica de conteos nocturnos descrita por Chabreck (1966), dirigiendo un haz de luz con una lámpara de mano (Stanley modelo FL5W10 de 500 mA) a los ojos de los cocodrilos, lo que genera un reflejo rojizo, estos se clasificaron en cuatro clases de tamaño: clase I o neonatos (23 a 60 cm), clase II o juveniles (61 a 119 cm), clase III o subadultos (120 a 219 cm) y clase IV o adultos (>220 cm). Las clases de tamaño consideradas en el presente trabajo se establecieron siguiendo el criterio de Thorbjarnarson (1989) y se consideraron adultos reproductores de acuerdo con el tamaño mínimo a la primera puesta conocido para esta especie (Kushlan y Mazzotti 1989; Casas-Andreu, 2003). Todos los organismos fueron geo referenciados (aplicación para Android GPS Essentials).

### Capturas y morfometrías

Las capturas y el monitoreo de los ejemplares fueron realizados por personal capacitado en el manejo de cocodrilianos, las capturas se realizaron de forma manual. Se registró el número de ejemplar marcado (en las escamas caudales) y se tomó el largo total (LT). También se registraron la posición global, altitud, hora y fecha de cada avistamiento (aplicación para Android GPS Essentials). Así mismo se tomó la temperatura ambiental con un termómetro digital (CASIO modelo 3070 PAW-1300) los dos primeros muestreos y con uno BRUNTON (modelo ADC-PRO) los siguientes tres.

La densidad de los organismos fue estimada a partir del número de individuos presentes por kilómetro lineal. Con estos valores se analizó la mortalidad de las crías de acuerdo con la declinación que ésta presentó en los muestreos (Balaguera-Reina et al., 2015).

La tasa de crecimiento de los cocodrilos se calculó haciendo la diferencia entre la talla encontrada el día de la recaptura de los ejemplares y la talla inicial al momento del nacimiento de los ejemplares, dividida entre los días de edad de los ejemplares (Cupul-Magaña et al., 2004 a; Cupul-Magaña et al., 2004b).

### Factores físicos

Para el caso de la marea, se consideraron los coeficientes “bajo”, “medio”, y “alto”, reportados por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) los días de expedición, y se compararon con la abundancia de organismos. En este estudio también se consideró la iluminación lunar, cuyos valores fueron tomados del porcentaje reportado por el CICESE para cada noche de muestreo.

Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar la abundancia con el coeficiente de marea y con la iluminación lunar. Se utilizó un análisis de regresión lineal para comparar las abundancias obtenidas considerando los factores temperatura, iluminación lunar y marea ((Mazzotti et al., 1986, Durán et al., 2004).

## RESULTADOS

Se realizaron cinco muestreos, en todos los recorridos se observaron organismos.

### Densidad

El día 29 de abril de 2016 se estimó una densidad de 22.46 ind/km, en diciembre de 2015 la densidad fue 5.79 ind/km (Fig. 2). La densidad poblacional promedio encontrada fue 16.57 ind/km  $\pm$  7.37 SD, no se observó la presencia de adultos en el canal del estero, la presencia de subadultos fue de 1 en el primer muestreo, 0, 2, 4 y 2 en los muestreos siguientes. La presencia de juveniles fue de seis en el primer muestreo, 2, 4, 12 y 7 para los siguientes y por último, la presencia de neonatos fue de 19 en el primero, 6, 9, 15 y 7 en los muestreos siguientes.

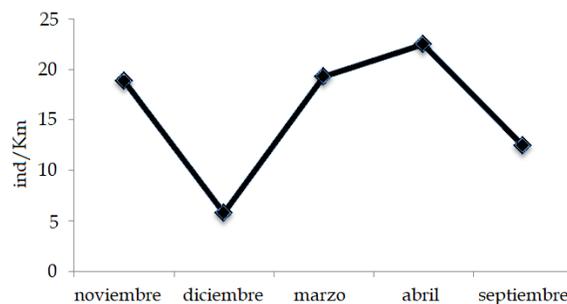


Fig. 2. Densidad poblacional por muestreo (individuos por kilómetro).

### Estructura por edades

La población se compuso de neonatos en las cuatro expediciones, seguidas de juveniles y por último de subadultos. En la primer expedición los neonatos representaron el 70% del total de la población, los juveniles el 26% y los subadultos el 4%, en la segunda expedición la población estuvo conformada por 75% neonatos y 25% juveniles, en la tercera expedición los neonatos representaron el 60% los juveniles un 27% y los subadultos 13%, en la cuarta expedición se encontró un 48% de

neonatos, 39% de juveniles y 13% subadultos, y en la quinta los neonatos representaron el 41% del total de la población, los juveniles el 41% y los subadultos el 18% (Fig. 3).

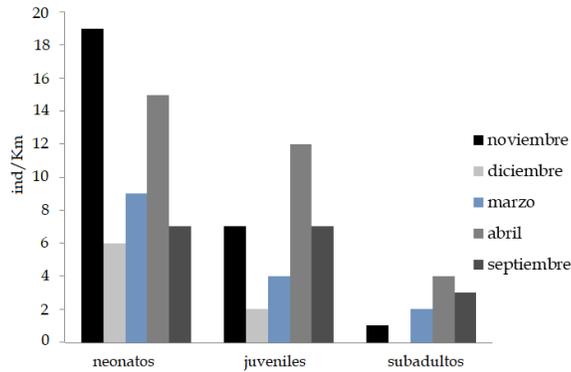


Fig. 3. Estructura poblacional de *C. acutus* en los cinco muestreos.

### Tasa de crecimiento

En la primera expedición se registró una tasa de 0.1673 cm/día, para la tercera expedición la tasa de crecimiento fue de 0.1264 cm/día, para la cuarta expedición se registró una tasa de 0.1181, y para la última expedición fue de 0.0986 cm/día, la declinación cronológica de estos datos se puede observar en la figura 4.

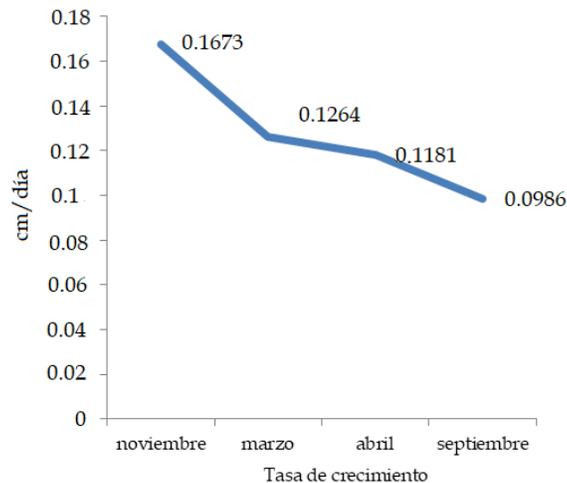


Fig. 4. Tasa de crecimiento de *C. acutus*.

### Factores físicos

#### Marea

El coeficiente de marea "bajo", correspondió a un número mayor de avistamientos, el cual disminuyó en los valores "medio" y "alto" (Fig. 5).

No se observaron diferencias significativas entre la abundancia de los organismos y el coeficiente de marea, lo que significa que el número de organismos disminuye conforme al aumento de la marea.

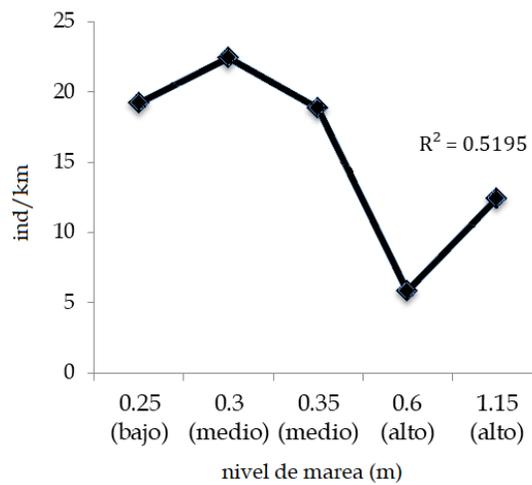


Fig. 5. Número de individuos por kilómetro lineal encontrados respecto al nivel de marea.

### Temperatura

La temperatura ambiental se mantuvo entre 24 y 30°C, registrando el menor número de individuos por km (5.79) sobre una temperatura de 26°C, al igual que el mayor número de individuos por km (22.46), y no se encontraron diferencias o tendencias significativas al analizar los datos (Fig. 6).

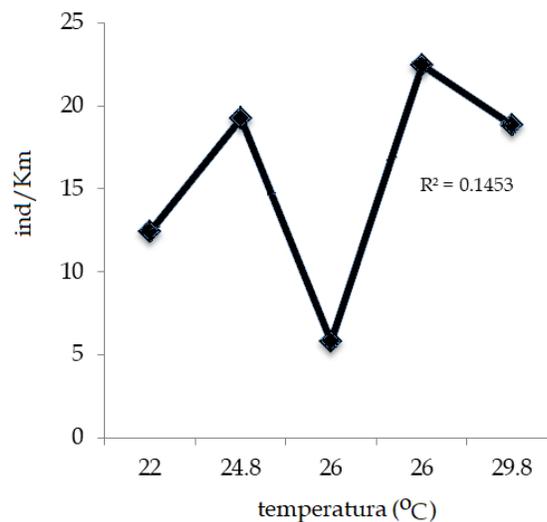


Fig. 6. Número de individuos por kilómetro lineal respecto a la temperatura.

### Iluminación lunar

En la primer salida se registró una iluminación de 28%, para la segunda una de 7%, para la tercer salida una de 82%, en la cuarta salida fue de 61%, y por último en la quinta fue de 1%; el análisis de regresión demostró que existen diferencias significativas, por lo que este factor no está relacionado con la abundancia de los organismos (Fig. 7).

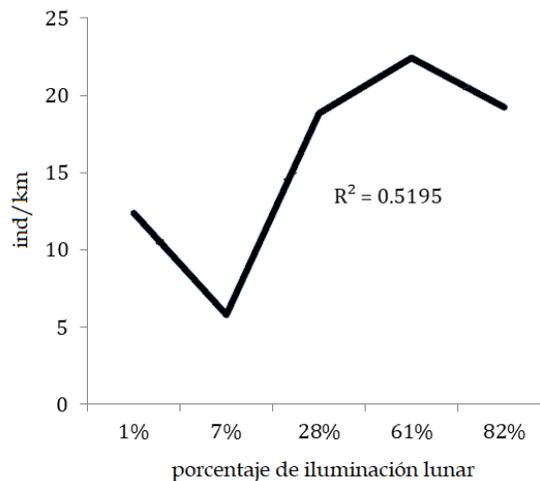


Fig. 7. Número de organismos por kilómetro lineal respecto al porcentaje de iluminación lunar durante los muestreos.

## DISCUSIÓN

### Densidad

En los cinco muestreos fue posible el avistamiento de cocodrilos, sin embargo, en la segunda salida la abundancia resultó menor que en las otras tres, por ello se analizó la relación entre la abundancia encontrada y los factores temperatura ambiental, iluminación lunar y marea, estas últimas dos mostraron una relación aparente, en el caso de la iluminación lunar, la tendencia fue una menor abundancia con una iluminación baja, sin embargo, una regresión lineal comparando ambos factores arrojó una  $r = 0.7207$ ). García et al. (2007), reportan muestreos nocturnos realizados durante luna nueva para evitar la luz lunar, sin embargo, en este estudio la falta de luz lunar no tuvo un efecto positivo en los muestreos.

En el caso de la marea se registró el menor número de avistamientos cuando ésta se encontró en su nivel más alto registrado en el presente estudio. Al analizar la relación entre estos dos factores (prueba de Kruskal-Wallis), los resultados fueron de carácter azaroso ya que se encontraron por debajo del valor crítico ( $p = 5.99 > 2.71$ ), sin embargo, al comparar ambos factores con una regresión lineal se obtuvo una correlación negativa ( $r = -0.7207$ ) debajo del valor crítico ( $r = 0.90$ ), indicando una disminución no significativa de avistamientos de cocodrilos con niveles altos de marea. Esto es similar a lo reportado por Carvajal et al. (2005), quienes encontraron un mayor número de avistamientos durante mareas bajas, y una disminución de estos durante los regímenes de marea medio y alto. Esto puede ser explicado porque *C. acutus* evita y se protege de la acción de las olas, encontrándose mayor densidad de individuos en áreas resguardada del oleaje (Thorbjarnarson, 1989), además de la distribución hidrológica en el manglar, la cual se concentra en el canal principal durante la marea baja, lo que incita a los cocodrilos a situarse en estas condiciones, por otro lado el aumento de la marea aumenta el área cubierta por el canal lo cual favorece el resguardo de los ejemplares en las raíces de mangle.

La temperatura ambiental no presentó ninguna relación con la abundancia observada, similar a lo reportado por Carvajal et al. (2005), lo que se explica por la alta tolerancia de *C. acutus* para habitar aguas con temperatura superficial relativamente alta, lo que es característico de esta especie eurihalina.

En el hábitat de ocurrencia del cocodrilo de la costa se destaca la influencia de algunos factores ambientales importantes de origen humano como la contaminación hídrica como producto de efluentes industriales y aguas domésticas, captura incidental por pesquería artesanal local, alteración del hábitat por ruido proveniente de la navegación deportiva, así como deforestación de manglar por crecimiento urbano.

La abundancia relativa o tasa de encuentro calculada en el presente estudio está entre las más altas (16.57 ind/km. SD  $\pm$  7.37) comparada a la de otros estudios realizados en Haití, República Dominicana, Costa Rica, Venezuela, Colombia y México (Seijas, 1986; Thorbjarnarson, 1989; Sasa y Chávez, 1992; Sánchez-Herrera et al., 2011; Navarro-Serment, 2002; Barrera, 2004).

### **Mortalidad**

Debido a la mortalidad natural que sufren los neonatos, se esperaría una declinación en la densidad poblacional de *C. acutus*, no obstante, la población de cocodrilos en el estero no presentó una declinación constante, lo que sólo se presentó en el mes de diciembre disminuyendo de 18.81 a 5.79 ind/km, posteriormente la población se mantuvo en valores similares a los encontrados en el primer muestreo.

Este es el primer estudio donde se analiza la mortalidad de *C. acutus* dentro de un estero, Balaguera-Reina et al. (2015), realizaron un estudio de la supervivencia de neonatos en la costa de la isla de Coiba, en Panamá, encontraron una declinación del 65.7% después de los primeros dos meses (mayo y junio) y 95.9% después del tercero (julio), quedando solamente el 0.5% de la población estimada en diciembre.

A diferencia de lo reportado por Balaguera-Reina et al. (2015), en éste estudio la abundancia de cocodrilos en el estero no presentó una declinación de neonatos, los valores se mantuvieron similares a excepción del segundo muestreo, esto se puede explicar debido a la protección que el manglar brinda a los neonatos, ya que estos generalmente se alejan de lugares expuestos a la acción de olas, escondiéndose entre la vegetación flotante o ripícola (e.g. raíces de manglar) y se desplazan al interior del manglar, refugiándose en esteros estrechos y aguas poco profundas (Mazotti, 1983). Aunado a esto, Thorbjarnarson (1989) señala que la presencia de neonatos de cocodrilo en los enramados de manglar, estaría relacionada con condiciones ambientales favorables para la especie, como los intervalos de salinidad y temperatura, régimen de mareas, y disponibilidad de refugio y alimento, este último compuesto en su mayoría por invertebrados, como crustáceos e insectos (Casas-Andreu y Barrios, 2003). Esto es consistente con el estudio de Navarro-Serment (2002), en donde se observó que los juveniles se distribuyeron a todo lo largo del área de estudio, pero en mayor número en zonas con canales poco navegables que ofrecen protección y que son menos favorables para los adultos.

### **Estructura por edades**

La composición de la población observada en este estudio es diferente a lo reportado para zonas en el Caribe y Sudamérica (Thorbjarnarson, 1989; Sasa y Chávez, 1992; Escobedo y Mejía, 2003; Navarro-Serment, 2002; Barrera, 2004). Escobedo y Mejía (2003) encontraron un 83% de individuos juveniles en los manglares de Tumbes, Carvajal et al. (2005), encontraron un 50%, de valores más altos reportados para juveniles de los que se encontraron en este estudio (28.5%), y a diferencia de los dos estudios donde no se observó la presencia de neonatos, en este estudio comprendieron la mayor parte de la población con un 62.5%. Adicionalmente, en ambas poblaciones, la presencia de subadultos registró el menor porcentaje lo que es similar a lo encontrado en este estudio, donde esta categoría abarcó sólo el 9% de la población. Carvajal et al. (2005), mencionan que no se observaron individuos subadultos en el área de estudio, lo cual puede

atribuirse a que son difíciles de observar, ya que estos presentan tasas de crecimiento elevadas (la etapa de subadulto es corta: 1-2 años), lo que reflejaría un bajo porcentaje de subadultos (Sasa y Chávez, 1992) y generalmente presentan segregación espacial o comportamiento disgregativo (Mazzotti, 1983; Gaby et al., 1985; Sasa y Chávez, 1992). Los subadultos son generalmente la categoría menos observada o encontrada en poblaciones de cocodrilos. La presencia de individuos adultos no fue presenciada en este estudio, esto debido a los factores mencionados anteriormente.

#### **Tasa de crecimiento**

Balaguera-Reina et al. (2015), reportaron una tasa de crecimiento entre 0.03 y 0.16 cm/día en la población de la isla de Coiba en Panamá, por otra parte, en Haití, Thorbjarnarson et al. (1988), observaron valores de  $0.13 \pm 0.04$  cm/día para los primeros 65-86 días de vida. Ambos valores se encuentran en un intervalo similar a lo observado en este estudio (0.12 y 0.17 cm/día), que al mismo tiempo se encuentran dentro de los valores promedio para la especie de 0.1-0.2 cm/día (Thorbjarnarson, 1989). Se puede concluir que: De acuerdo con la abundancia de *C. acutus* encontrada en este estudio, se puede afirmar que la población del estero El Salado es una de las más altas registradas, existe una relación entre el nivel de marea y la abundancia de cocodrilos por kilómetro lineal a lo largo del canal. La estructura por edades conformada en su mayoría por neonatos sugiere que la población se encuentra en crecimiento y la disminución de la mortalidad de neonatos, se debe a la protección que les brindan las características del canal del estero, lo que puede ser propuesto como estrategia de conservación para *C. acutus*.

#### **AGRADECIMIENTOS**

El autor desea agradecer el apoyo brindado por el biólogo Jaime Alberto Torres Guerrero por facilitar el ingreso al área natural protegida El Salado a realizar los muestreos, así mismo, desea expresar su agradecimiento al biólogo Víctor Enrique Hernández Santos por su valiosa ayuda en la captura de los organismos, a todo el personal de El Salado y al Dr. Horacio Vázquez López por dirigir este proyecto.

#### **REFERENCIAS**

1. Álvarez del Toro M., 1974. Los Crocodylia de México, estudio comparativo. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F.
2. Álvarez del Toro M. y L. Sigler, 2001. Los *Crocodylia* de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, PROFEPA, México.
3. Balaguera-Reina S.A., M. Venegas-Anaya, O.I. Sanjur, H.A. Lessios y L.D. Densmore III, 2015. Reproductive ecology and hatchling growth rates of the american crocodile (*Crocodylus acutus*) on Coiba Island, Panama. *South American Journal of Herpetology*, 10(1): 10-22.
4. Barrera L.F., 2004. Estado actual de un relicto poblacional del caimán agujo (*Crocodylus acutus* Cuvier, 1807) en una zona del Magdalena medio. Reporte Técnico. <http://www.proaves.org/IMG/pdf/Final-Crocodylus IEA ProAves.pdf> (accesado en agosto 15, 2017).
5. Carvajal R.I., M. Saavedra y J.J. Alava, 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.

6. 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.
7. Casas-Andreu G. y G. Barrios, 2003. Hábitos alimenticios de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) determinados por el análisis de sus excretas en la costa de Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 74(1): 35-42.
8. Casas-Andreu G. y T.T. Reyna, 1994. Climate and distribution of *Crocodylus acutus* in the Mexican Pacific coast. *Biogeographica* (Paris), 70: 69-75.
9. Chabreck R.H., 1966. Methods of determining the size and composition of alligator populations in Louisiana. Presented at Seventeenth Annual Conference Southeastern Association of Game and Fish Commissioners Hot Springs, Arkansas October, 1963. 20: 105-112.
10. Cupul-Magaña F.G., A. Rubio-Delgado y A. Reyes-Juárez, 2004a. Crecimiento en talla y peso del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) durante su primer año de vida. *Revista Española de Herpetología*, 18: 55-61.
11. Cupul-Magaña F.G., A. De Niz-Villaseñor, A. Reyes-Juárez y A. Rubio-Delgado, 2004b. Historia natural del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en el estero Boca Negra, Jalisco, México: anidación y crecimiento de neonatos. *Ciencia y Mar*, 8(23): 31-42.
12. DOF (Diario Oficial de la Federación), 2010. DOF: 30/12/2010. [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM\\_059\\_SEMARNAT\\_2010.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf) (accesado en febrero 10, 2018).
13. Durán D.A., V.A. Vargas y C.A.E. Cisneros, 2004. Bioestadística. FES Iztacala, UNAM, México.
14. Ellis M.T., 1981. Tolerance of sea water by the American crocodile, *Crocodylus acutus*. *Journal of Herpetology*, 15: 187-192.
15. Ernst C.H., F.D. Ross y C.A. Ross, 1999. *Crocodylus acutus*. *Catalogue of american amphibians and reptiles*, 700: 1-17.
16. Escobedo A.H. y F. Mejía, 2003. El cocodrilo de Tumbes (*Crocodylus acutus* Cuvier, 1807): estudio preliminar de su estado actual en el norte de Perú. *Ecología Aplicada*, 2(1): 133-135.
17. Gaby R., M.P. McMahon, F. Mazzotti, W.N. Gillies y J.R. Wilcox, 1985. Ecology of a population of *Crocodylus acutus* at a power plant site in Florida. *Journal of Herpetology*, 19(2): 189-198.
18. García-Grajales J., G. Aguirre-León y A. Contreras-Hernández, 2007. Tamaño y estructura poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier 1807) (Reptilia: Crocodylidae) en el estero la Ventanilla, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 23(1): 53-71.
19. Gómez-Graciano S. y F.G. Cupúl-Magaña, 2001. La técnica de análisis de amenazas como herramienta de diagnóstico ambiental: caso estero El Salado. *Ciencia y Mar*, 5(14): 33-42.
20. Groombridge B., 1987. The distribution and status of the world crocodilians. En: G.J.W. Webb, S.C. Manolis y P.J. Whitehead (Eds.). *Wildlife management: Crocodiles and alligators*. Surrey Beatty & Sons Pty. Ltd., Sidney.

21. Kushlan J.A. y F.J. Mazzotti, 1989. Population biology of the American crocodile. *Journal of Herpetology*, 23(1): 7-21.
22. Mazzotti F.J., 1983. The Ecology of *Crocodylus acutus* in Florida. (Tesis de Doctorado en Filosofía, Universidad del Estado de Pennsylvania, University Park, Pennsylvania, Estados Unidos).
23. Mazzotti, F.J., Bohnsack, B., McMahon, M. P., & Wilcox, J. R., 1986. Field and laboratory observations on the effects of high temperature and salinity on hatchling *Crocodylus acutus*. *Herpetologica*, 191-196.
24. Navarro-Serment C.J., 2002. Abundancia, uso de hábitat y conservación del cocodrilo de río, *Crocodylus acutus* Cuvier, 1807 (Reptilia: Crocodylia) en el estero El Verde, Sinaloa, México. (Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Mazatlán, Sinaloa, México).
25. Piedra L., J. Bolaños y J. Sánchez, 1997. Evaluación del crecimiento de neonatos de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en cautiverio. *Revista de Biología Tropical*, 44(3): 289-293.
26. Ponce-Campos P., J. Thorbjarnarson y A. Velasco, (2012). *Crocodylus acutus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. [www.iucnred-list.org](http://www.iucnred-list.org) (accesado en agosto 15, 2017).
27. Sánchez-Herrera O., G.L. Segurajáuregui, A.N. Ortiz y H.D. Benitez, 2011. Programa de monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*). México, Belice y Guatemala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
28. Sasa M. y G. Chávez, 1992. Tamaño, estructura y distribución de una población de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 40(1): 131-134.
29. Seijas A.E., 1986. Situación actual del caimán de la costa, *Crocodylus acutus*, en Venezuela. *Proceedings of the 7th Meeting of the ISSC Crocodile Specialist Group*, Caracas, Venezuela, 96-108.
30. Thorbjarnarson J.B., 1988. The status and ecology of the American crocodile in Haiti. *Bulletin of the Florida State Museum. Biological Sciences* 33(1): 1-86.
31. Thorbjarnarson J.B., 1989. Ecology of the American crocodile, *Crocodylus acutus*. En: *Crocodyles: Their Ecology, Management and Conservation*, 228-257. A Special Publication of the Crocodile Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland.
32. U de G (Universidad de Guadalajara), 2007. Plan de manejo actualizado. Área Natural Protegida Zona de Conservación Ecológica Estero El Salado. Fideicomiso del Estero del Salado. Puerto Vallarta, Jalisco, México.
33. Vázquez-López H., F. Vega-Villasante, A.C. Rodríguez-Varela y A. Cruz-Gómez, 2014. Population density of the land crab *Cardisoma crassum* Smith, 1870 (Decapoda: Gecarcinidae) in the estuary El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco, Mexico. *International Journal of Innovative and Applied Research*, 2(8): 1-9.

34. Vidal-Zepeda R., 2005. Las regiones climáticas de México I.2.2. Temas Selectos de Geografía de México. Instituto de Geografía, UNAM. México, DF.

35. Webb G.J.W. y E. Carrillo, 2000. Risk of extinction and categories of endangerment: perspectives from long-lived reptiles. *Population Ecology*, 42: 11-17.

BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología, se encuentra actualmente indexada en



alojada en los repositorios



y en bases electrónicas de bibliotecas

