

# Historia natural del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en el estero Boca Negra, Jalisco, México: anidación y crecimiento de neonatos

Fabio Germán Cupul-Magaña\*, Arturo De Niz-Villaseñor\*, Abraham Reyes-Juárez\* y Armando Rubio-Delgado\*\*

## Resumen

**Historia natural del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en el estero Boca Negra, Jalisco, México: anidación y crecimiento de neonatos.** El objetivo de la presente investigación fue estudiar la anidación del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) y el crecimiento de sus neonatos en el estero Boca Negra, Jalisco, México. El trabajo de campo se realizó entre marzo y octubre de 2003. El sitio de anidación se encontró en un área arenosa elevada del estero. El cuerpo de agua adyacente a la zona de anidación sirvió como espacio de vivero para los neonatos. La ovoposición ocurrió durante la última mitad de la estación seca, desde finales del mes de marzo hasta finales de abril. El número promedio de huevos puestos por nido ( $n = 4$ ) fue de  $26.00 \pm 7.48$ . La eclosión tuvo lugar desde finales de junio hasta finales de julio, período que coincidió con el inicio de la temporada de lluvias. El éxito de eclosión fue de 88.27%, y no se reportan pérdidas por depredación, inundaciones o desecación. Los neonatos alcanzaron un longitud total promedio de 46.03 cm en 106 días, a un promedio de crecimiento diario de 0.185 cm. Es importante la protección de las áreas de anidación y crianza de los cocodrilos en Boca Negra, para así asegurar la continuidad de la especie en la región de Bahía de Banderas, Jalisco, México.

**Palabras clave:** Anidación, *Crocodylus*, Jalisco, México.

## Abstract

**Natural history of the American crocodile (*Crocodylus acutus*) in the estuary of Boca Negra, Jalisco, Mexico: nesting, and growth of hatchlings.** We conducted a study of American Crocodile (*Crocodylus acutus*) nesting patterns and of the growth of hatchlings in the estuary of Boca Negra, Jalisco, México, from March to October 2003. The nesting area was found on the elevated zone of estuary, composed of sand. The water surrounding the nesting area constituted a nursery habitat for hatchlings. Egg-laying occurred during the last half of the dry season, from late March to late April. Mean egg number per nest ( $n = 4$ ) was  $26.00 \pm 7.48$ . Hatching occurred from late June to late July, a period coinciding with the beginning of the rainy season. Hatching success was high (88.27%), and there were no losses from predation, flooding or desiccation. Hatchling crocodiles reached an average total length of 46.03 cm in 106 days, an average daily growth of 0.185 cm. Protection of nesting and nursery habitat in the Boca Negra estuary is important for the continued survival of the crocodile in Bahía de Banderas, Jalisco, Mexico.

**Key words:** Nesting, *Crocodylus*, Jalisco, Mexico.

## Résumé

**Histoire naturelle du crocodile américain (*Crocodylus acutus*) dans l'estuaire de Boca Negra, Jalisco; Mexique: nidification et croissance des néonats.** L'objectif de cette recherche a été d'étudier la nidification du crocodile américain (*Crocodylus acutus*) et la croissance de ses néonats dans l'estuaire de Boca Negra, Jalisco, Mexique. Le travail de terrain a été réalisé pendant le mois de mars à octobre de 2003. Le site de nidification a été trouvé dans une aire sableuse et surélevée de l'estuaire. Le corps d'eau adjacente à la zone de nidification a été utilisé comme espace pouponnière par les néonats. L'ovoposition a eu lieu pendant la dernière moitié de la saison sèche, c'est à dire de la fin du mois de mars jusqu'à la fin avril. Le nombre moyen d'œufs pondue par nid ( $n=4$ ) a été de  $26.00 \pm 7.48$ . L'éclosion a eu lieu à partir du fin juin jusqu'à fin juillet, période qui a coïncidé avec le début de la saison de pluies. La réussite de l'éclosion a été de 88.27 %, et il n'y a pas eu de rapport de déprédation, inondation ou assèchement. Les néonats, ils ont atteint une longueur moyenne total de 46.03 cm en 106 jours, une croissance journalière moyenne de 0.18cm. C'est important la protection d'aires de nidification et d'élevages des crocodiles en Boca Negra, pour ainsi assurer la continuité de l'espèce dans la région de Bahia de Banderas, Jalisco, Mexique.

**Mots clés:** Nidification, *Crocodylus*, Jalisco, Mexique.

\*Departamento de Ciencias, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

\*\*Departamento de Ecología, Subdirección de Medio Ambiente y Ecología del H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, Jalisco.

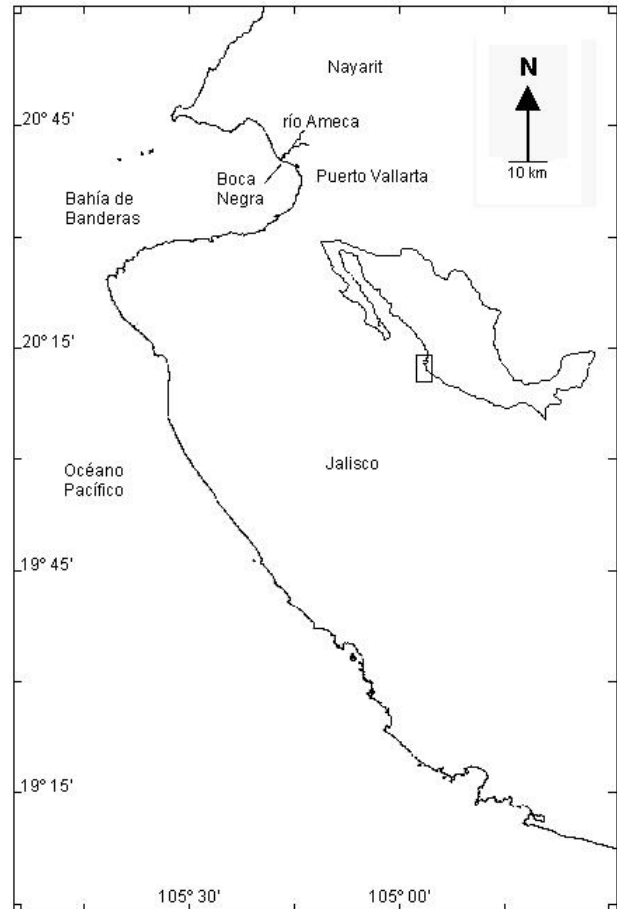
## Introducción

El cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*, Cuvier, 1807) es principalmente un cocodriliano costero que se distribuye en ambos litorales de México, Centro y Sudamérica, en el Caribe y en el sur del estado norteamericano de la Florida (Mazzotti, 1999; Navarro-Serment, 2002). En México, históricamente, la especie ha sido perseguida por el alto valor comercial de su piel, situación que puso en peligro la supervivencia de sus poblaciones y que derivó en el decreto de veda nacional de 1970 (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Álvarez del Toro y Sigler, 2001).

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: son organismos públicos o privados avalados por el Gobierno Federal que tienen por objetivo desarrollar planes de manejo enfocados a la crianza, con fines comerciales o conservacionistas, de cocodrilos en cautiverio o medio silvestre; además, coadyuvan al mejoramiento de sus hábitats y de sus poblaciones) para la reproducción y proliferación de la especie en cautiverio (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 (Cupul-Magaña, 2001). Además, la fragmentación, así como la pérdida y el deterioro de la calidad de sus espacios naturales son otros factores más en su contra (Martínez-Ibarra *et al.*, 1997; Mazzotti, 1999; 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.*, 2001-2002; Cupul-Magaña *et al.*, 2002a; Cupul-Magaña *et al.*, 2003a).

Es precisamente el disturbio humano de los sitios de crianza, aunado a la infertilidad de los



**Figura 1.** El área de estudio de Boca Negra circunscrita en la zona de influencia de Bahía de Banderas, México.

huevos, la depredación, las temperaturas extremas, las condiciones de humedad y la erosión de las zonas de nidos, los factores adversos que afectan el éxito de anidación y de eclosión de los cocodrilos (Mazzotti, 1989).

Al menos desde 1996 se tienen registros cualitativos de la ocurrencia de nidos activos y presencia de neonatos en la región de Bahía de Banderas, en especial dentro del estero Boca Negra (Ponce-Campos y Huerta-Ortega, 1996; Ross, 2000; Cupul-Magaña *et al.*, 2003a). Sin embargo, en este sitio no se ha documentado plenamente su éxito reproductivo ni el crecimiento de sus neonatos durante los primeros meses de vida; es por ello que este trabajo tiene como finalidad revisar dichos aspectos, así como conocer el papel del cuerpo costero en la ecología de la especie dentro de un ambiente prácticamente urbanizado.

## Material y métodos

### Área de estudio

El estero Boca Negra posee una superficie (cuerpo de agua y vegetación de manglar) de 0.15 km<sup>2</sup> y se encuentra al norte de la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco (entre los 29° 39'-20° 42' N y 105° 15'-105° 17' W, Fig. 2). Es un pequeño humedal costero alimentado intermitentemente por una vena del Río Ameca, por lo que la salinidad es prácticamente nula a lo largo del año (Cupul-Magaña *et al.*, 2002b); sin embargo, gran parte de su volumen de agua se incrementa por las precipitaciones pluviales y escurrimientos durante la temporada de lluvias (junio-octubre). Está ubicado dentro de una zona climática semicálida subhúmeda fresca, donde la temperatura y la precipitación pluvial promedio anual oscilan entre los 26°C a 28°C y los 930.8 mm a 1,668.0 mm, respectivamente (García, 1981). La temperatura promedio del agua a lo largo del estudio fue de 24°C (Carmen Navarro, comp. pers.).

El humedal se encuentra a menos de 700 m al sur de la desembocadura del Río Ameca (Cupul-Magaña *et al.*, 2002b), posee una profundidad promedio de 1.54 m (intervalo: 0.5-3.5 m) y está separado del mar adyacente por una barra arenosa de aproximadamente 80 m de ancho. La flora dominante es el mangle blanco, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertner F., la cual presenta una altura promedio de 8 m.

La extensión total de sus canales navegables es de 800 m. Además, cerca de un tercio de la superficie (de vegetación y cuerpo de agua) del estero se encuentra inmersa dentro de los límites del aeropuerto internacional de Puerto Vallarta, por lo que la cabecera de la pista dista menos de 40 m de éste. Los dos tercios restantes de terreno son de propiedad ejidal (esto incluye también al cuerpo de agua), aunque durante el año 2003, parte de ellos se han puesto a la venta para la construcción de casas habitación (aún sin urbanizar, lotificar o fincar), lo que repercutió en una importante reducción de la cobertura de mangle y bosque de galería en su porción noroeste.

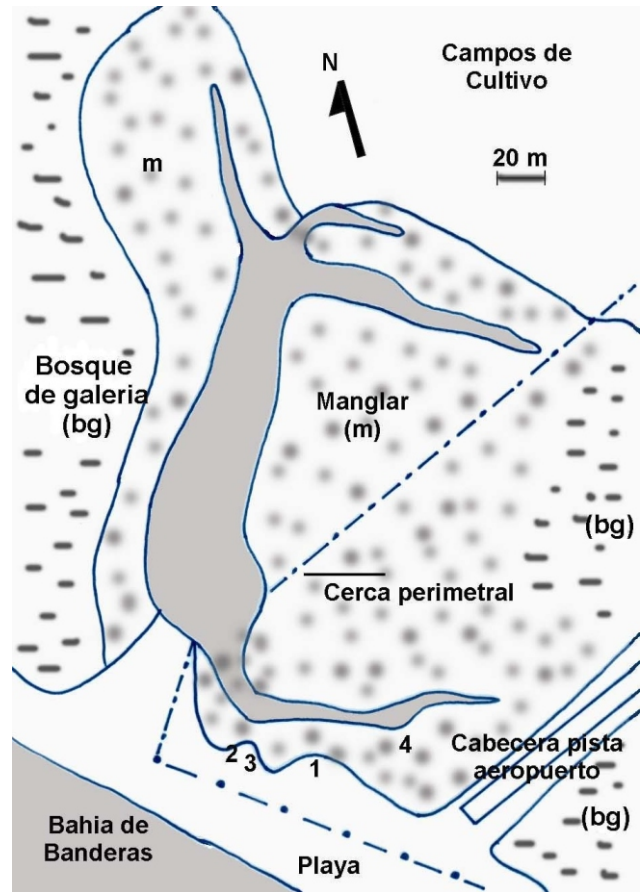


Figura 2. Estero Boca Negra, Jalisco, México. Los números 1 a 4 indican los sitios de puesta de nidos.

### Métodos

Durante los meses de marzo a julio de 2003, se realizaron recorridos matinales diarios a pie por los márgenes del estero Boca Negra con el objetivo de detectar y registrar la presencia de nidos de *C. acutus*, alteraciones sufridas por éstos a lo largo del período de incubación, y la eclosión de los huevos. Se recorrió todo el área posible de anidación del estero (zonas arenosas y elevadas, no inundadas durante la temporada de lluvias).

Al terminar la etapa de incubación, después de que la hembra excavó el nido para ayudar a eclosionar a los neonatos y los transportó a las aguas del cuerpo costero, se procedió a contar los cascarones y los huevos no eclosionados que se localizaron dentro y a las afueras del nido. La suma de estos dos registros fue considerada como total de huevos de la nidada.

Es importante resaltar que se consideró como un nido exitoso aquel que presentó evidencia de cascarones de huevos eclosionados o presencia de neonatos (Mazzotti, 1999). Por otro lado, el éxito de eclosión se obtuvo del cociente resultante del total de cascarones y el total de huevos puestos dentro de la nidada. Este resultado se multiplicó por 100 para expresarlo en porcentaje. Se obtuvo una concordancia entre el número total de cascarones registrados en todos los nidos y el número total de neonatos contabilizados dentro de la laguna.

Para establecer la existencia de diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ) entre el total de huevos puestos dentro de cada uno de los nidos, se aplicó la prueba de bondad de ajuste  $\chi^2$  (Sigarroa, 1985). También se midieron con un flexómetro ( $\pm 0.1$  cm) el diámetro y la profundidad del nido, su distancia al cuerpo de agua y a la berma de la playa del mar adyacente, su altura sobre el nivel máximo del espejo de agua del estero, así como la distancia con relación a los otros nidos (distancia internido).

Se registró el peso, así como el diámetro mayor (L) y menor (d) de cada huevo no eclosionado encontrado dentro de los nidos. Para la medición del peso se utilizó un dinamómetro ( $\pm 5$  g) y para los diámetros un vernier ( $\pm 0.05$  mm). Las dos últimas variables se tomaron en cuenta para determinar su volumen (V) a partir de la ecuación de una elipse en revolución:  $V = (\pi/6) Ld^2$  (Nolan y Thompson, 1978). Finalmente, se abrieron los huevos para observar la presencia de embriones o el grado de desarrollo de los mismos. La prueba de Mann-Whitney (Sigarroa, 1985) se aplicó para establecer la existencia de diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ) entre el volumen de los huevos (sólo se compararon los huevos no eclosionados de los nidos dos y tres).

El crecimiento de los neonatos fue registrado quincenalmente durante sus primeros 106 días de vida (junio-octubre). Para ello, se realizaron nueve visitas nocturnas dentro del cuerpo de agua en una embarcación de aluminio, en las cuales los recién nacidos se capturaban con las manos. Los ejemplares eclosionados de todas las nidadas fueron identificados individualmente (marcados) al eliminar ciertas escamas de la cola

con base en una secuencia establecida. Cada neonato capturado fue pesado ( $\pm 5$  g), medido en su largo total ventral (talla,  $\pm 0.1$  cm) y liberado posteriormente. Para este trabajo, sólo se tomó en cuenta la camada del nido uno. Algunos ejemplares fueron medidos más de una vez al ser colectados en capturas sucesivas.

También se observó la ocurrencia de iguanas verdes (*Iguana iguana*, Linnaeus) anidantes en las mismas áreas que los cocodrilos de río.

Las variables analizadas en este trabajo se expresan en promedio, y su medida de variabilidad en unidades de desviación estándar ( $\pm D.E$ , donde D.E = Desviación estándar).

## Resultados

El número total de nidos detectados en la zona de Boca Negra fue de cuatro; todos ellos exitosos. Los huevos del primer nido (uno) eclosionaron el 19 de junio y los del segundo (dos), tercero (tres) y cuarto (cuatro) los días 3, 10 y 21 de julio, respectivamente (Tabla I). A lo largo del período de incubación, principalmente durante el mes de abril, se observó actividad de excavación de nidos y puesta de huevos de al menos 12 iguanas verdes en las cercanías del primer nido, así como la formación por lluvias (del 9 al 11 de julio) de dos pequeños canales de escorrentía (0.40 m de ancho por 0.12 m de profundidad, aproximadamente) sobre los nidos dos y tres.

No fue posible determinar la fecha de puesta de huevos, ya que no se tuvo la suficiente habilidad para localizar los nidos antes de que de ellos emergieran los neonatos. Por esta razón no se pudo establecer el tiempo exacto de incubación, por lo cual fue necesario retrocalcularlo.

El promedio total de huevos puestos por nidada fue de  $26.00 \pm 7.48$ , con un mínimo de 16 en el nido cuarto y un máximo de 34 en el nido uno. En total, las cuatro nidadas produjeron 104 huevos de los que 91 eclosionaron. Se obtuvo un éxito promedio de eclosión de  $88.27\% \pm 13.06\%$ , en donde el mayor registro se presentó en el nido cuatro con 100% y el menor en el nido dos con

**Tabla I.** Registros de puesta de huevos en los cuatro nidos de la temporada 2003 localizados en el estero Boca Negra, Jalisco, México. (Prom. = Promedio. D.E. = Desviación estándar).

# de nido	Fecha de eclosión	# de huevos (cascarones y no eclosionados)	# de huevos eclosionados (cascarones)	# de huevos no eclosionados	Éxito de eclosión (%)	Peso promedio huevos (g)	Volumen promedio huevos (ml)
1	19 junio	34	33	1	97.05	-----	-----
2	3 julio	28	20	8	71.42	100±00	93.16±0.12
3	10 julio	26	22	4	84.61	107.20±2.28	95.56±1.75
4	21 julio	16	16	0	100	-----	-----
Prom.		26.00	22.75	3.25	88.27	105.14	95.08
D. E.		7.48	7.27	3.59	13.06	4.09	1.85

71.4% (Tabla I). Además, no se establecieron diferencias significativas entre el número de huevos puestos dentro de cada uno de los nidos (Chi cuadrada = 6.45, g. l. = 3,  $p > 0.05$ ).

Todos los nidos fueron del tipo "cavidad en el suelo" (Thorbjarnarson, 1989) y se encontraron en la porción sur del cuerpo de agua, justo al final de la línea de vegetación de manglar, expuestos directamente al sol y excavados en la arena (Fig. 2). Su diámetro y profundidad promedio fueron de  $1.12 \pm 0.05$  m y  $0.37 \pm 0.06$  m, respectivamente (Tabla II). La distancia promedio de los nidos al estero y a la berma de la playa adyacente fue de  $18.02 \pm 9.45$  m y  $38.40 \pm 7.94$  m, respectivamente (Tabla II).

La altura promedio de los nidos sobre el nivel del espejo de agua de la laguna fue de  $0.30 \pm 0.10$  m (Tabla II). Por lo que respecta a la distancia que separó a los nidos unos de otros (distancia internido), se tiene que, considerando su distribución sobre el margen de la laguna en una orientación de oeste a este, el nido dos fue el más occidental y el cuatro el más oriental. De esta

forma, el nido dos se encontró a 2 m al oeste del tres, el uno a 29 m al este del tres, y el cuatro a 23 m al este del uno. El nido cuatro fue puesto a sólo 40m de la cabecera poniente de la pista del aeropuerto internacional de Puerto Vallarta (Fig. 2).

De los 13 huevos no eclosionados, sólo siete fueron seleccionados para registrar su peso ya que no presentaron fisuras, y 10 se tomaron para estimar su volumen por contar con condiciones para medir sus diámetros mayor y menor. El peso promedio fue de  $105.14 \pm 4.09$  g y el volumen promedio fue de  $95.08 \pm 1.85$  ml (Tabla I). Los huevos no eclosionados se seleccionaron de los nidos dos (cinco para peso y ocho para volumen) y tres (dos huevos). Para ambos nidos, los volúmenes de su huevos no mostraron ser significativamente diferentes ( $U = 14$ , g. l. = 2, 8,  $p > 0.05$ ).

El análisis del contenido del huevo no eclosionado del nido uno, mostró que el embrión murió justo al momento del nacimiento, ya que se encontraba totalmente desarrollado y parte de él fuera del cascarón. Esta situación también ocurrió

**Tabla II.** Morfometrías de los cuatro nidos de la temporada 2003 localizados en el estero Boca Negra, Jalisco, México. (D. E. = Desviación estándar).

# de nido	Diámetro (m)	Profundidad (m)	Altura sobre el nivel de agua del estero (m)	Distancia al estero (m)	Distancia a la berma de la playa (m)
1	1.10	0.43	0.17	27.50	50
2	1.10	0.33	0.37	18.70	35
3	1.10	0.43	0.27	20.90	32.10
4	1.20	0.31	0.39	5	36.50
Promedio	1.12	0.37	0.30	18.02	38.40
D. E.	0.05	0.06	0.10	9.45	7.94

en el nido tres, en el cual dos huevos presentaban aplastamiento de los embriones completamente desarrollados y uno de ellos con parte del hocico fuera del cascarón; asimismo, los dos huevos restantes fueron infértiles. De igual forma, para el nido dos, cinco huevos fueron infértiles y tres fértiles pero sin desarrollo del embrión.

En total se marcaron 91 de los 91 neonatos registrados. Para el estudio de crecimiento en tiempo, sólo se consideró la camada de 33 ejemplares del nido uno, ya que se mantuvieron en las inmediaciones de la misma zona y se obtuvo de ellos un mayor número de registros durante cada muestreo. Para estos, el peso y la longitud total promedio del cuerpo al nacer fue de  $60.44 \pm 2.37$  g y  $26.32 \pm 0.50$  cm, respectivamente. Durante los 106 días de seguimiento del crecimiento, los neonatos cuadruplicaron su peso (4.13 veces) y casi duplicaron su tamaño (1.74 veces); es decir, alcanzaron un peso promedio de  $250 \pm 8.66$  g y una longitud total promedio de  $46.03 \pm 1.10$  cm. Asimismo, el promedio de aumento en peso fue de 1.788 g/día o 53.649 g/mes. De igual forma, el promedio de crecimiento en talla fue de 0.185 cm/día o 5.578 cm/mes.

En lo que respecta a la ubicación de las camadas dentro del estero Boca Negra, se observó que el total de los ejemplares pertenecientes al nido uno permaneció por espacio de tres semanas en las cercanías de su área de eclosión. Los neonatos se desplazaban dentro de una superficie que no superaba los 300 m<sup>2</sup> dentro del cuerpo de agua, en la zona sur del estero.

A diferencia de lo observado en el nido uno, los neonatos de los nidos dos y tres fueron desplazados casi 400 m al norte de sus sitios de eclosión por sus madres. Esto ocurrió dentro de las primeras 24 hrs posteriores a la eclosión del nido tres. Los neonatos del nido dos, cuando ocurrió su movilización al mismo tiempo que los del nido tres, ya contaban con una semana de nacidos. Por otra parte, los neonatos del nido cuatro permanecieron por espacio de dos semanas en una pequeña charca ubicada a escasos tres metros de su área de eclosión; posteriormente incursionaron a la parte sur del estero.

Casi un mes después de su nacimiento, los

neonatos de todos los nidos se encontraban dispersos a lo largo del estero, principalmente en sus márgenes y bajo la protección de la vegetación de manglar circundante.

## Discusiones y conclusiones

Si se toma en consideración que el período promedio de incubación de los huevos del cocodrilo americano en la costa de Jalisco es de hasta 90 días (Casas-Andreu, 2003), es posible establecer (por retrocálculo a partir del día de su eclosión) que la fecha de ovoposición para la zona de Boca Negra se encuentra entre la tercer semana de marzo y la cuarta de abril. Así también, observaciones realizadas en cautiverio en la UMA Cipactli de la Universidad de Guadalajara en Puerto Vallarta, permiten especular sobre el inicio de la etapa de cortejo durante el mes de diciembre. De esta forma, se tiene que la etapa reproductiva para el cocodrilo en la región de Boca Negra para esta temporada en particular, inició con actividades de cortejo en diciembre, continuó seguramente con cópulas en enero y febrero, ya que se sabe que la ovoposición ocurre uno o dos meses después de este evento (Ross y Garnett, 1989), y finalizó con la eclosión del último nido durante la tercer semana de julio.

Un patrón similar en el proceso reproductivo de *C. acutus* se ha observado para otras localidades de México como la zona de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco (Valtierra-Azotla, 2001), o dentro del Río Grijalva en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas (Sigler, 1999); los cuales corresponden al típico patrón de las especies que anidan en cavidades: anidación durante la estación seca, con la ocurrencia de eclosiones cercanas al inicio de la temporada de lluvias. Lo anterior, según la hipótesis ampliamente aceptada, reduce la probabilidad de que el nido sea inviable por inundaciones que afecten el desarrollo del embrión dentro del huevo, e incrementa la factibilidad de que los neonatos emerjan durante un período de mayor disponibilidad de hábitat acuático y alimento (Thorbjarnarson, 1989).

Para Boca Negra, la frecuencia de nidos eclosionados antes (nidos uno y dos) y después

(nidos tres y cuatro) del inicio de la temporada de lluvias fue del 50%. No parece existir evidencia de algún efecto adverso de la inundación ocurrida los días 9 al 11 de julio sobre la viabilidad de los huevos de los nidos dos y tres, ya que el primero eclosionó antes de presentarse el fenómeno y, en el nido tres, la mitad de sus huevos no eclosionados murieron durante el nacimiento por aplastamiento y el resto fueron infértiles.

Con respecto a la actividad reproductiva de la iguana verde en las cercanías del nido uno, no parece existir algún daño sobre los huevos del cocodrilo del río, ya que estos tuvieron un éxito de eclosión del 97%. Algunas investigaciones sobre esta relación establecen que las iguanas pueden llegar a desenterrar los huevos del cocodrilo (Dugan *et al.*, 1981).

El promedio de 26 huevos por nido se encuentra dentro del intervalo de nueve a 54 reportado para la especie en la costa de Jalisco (Casas-Andreu, 2001). Asimismo, no se encontró evidencia significativa sobre diferencias entre el número de huevos puestos por nido. Aunque se carece de evidencia, lo anterior puede reflejar a un grupo de hembras con características similares de talla y edad. Se sabe que hembras jóvenes ponen nidadas pequeñas y hembras maduras nidadas mayores; además de que la infertilidad es grande en hembras muy jóvenes o muy viejas (Mazzotti, 1989).

Durante el 2003, además de los cuatro nidos detectados en Boca Negra, otros dos fueron encontrados dentro de la Bahía de Banderas: uno en el estero El Salado (distante a unos 3 km al sureste de Boca Negra) y otro en las instalaciones de la UMA Cipactli (aproximadamente a 4 km al este de Boca Negra). Estos dos nidos contribuyeron con 19 y 24 huevos; sin embargo, sólo 16 huevos eclosionaron del nido de El Salado y, los 24 de la UMA, fallaron en su eclosión al ser sometidos a un proceso de incubación artificial (Cupul-Magaña, 2003). Los resultados indican que el estero Boca Negra puede ser uno de los principales centros de reproducción para la especie dentro de la bahía al agrupar una mayor proporción de nidos (67%, cuatro de seis nidos) e importante éxito reproductivo. Existen otros espacios dentro de la Bahía de Banderas, como la

laguna El Quelele (13 km al norte de la zona), en el cual se tiene registrada la presencia de cocodrilos, más no se han encontrado nidos ni neonatos desde el año 2001 (Cupul-Magaña *et al.*, 2003b).

Se ha encontrado que la orientación espacial y temporal de las zonas de anidación de los cocodrilos son variables adaptativas, por lo que durante la estación reproductora buscarán minimizar los efectos adversos del ambiente sobre la incubación y la eclosión; es decir, el hábitat, la estructura y el sustrato donde son colocados los nidos tienden a actuar como amortiguadores (Mazzotti, 1989). De aquí que los cocodrilos dentro del estero hayan elegido las partes altas arenosas para evitar cualquier inundación por un aumento súbito en el nivel del agua del estero o por fuertes marejadas.

Otro aspecto que apoya lo anterior, es el hecho de que los cocodrilos del estero Boca Negra construyeron nidos tipo “agujero” o “cavados en el suelo”, los cuales evidencian una zona no susceptible a inundaciones; al contrario de los que construyen, dentro de la misma especie, los tipo “montículo”, de mayor frecuencia de observación en poblaciones que habitan zonas de bajos y pantanos (Thorbjarnarson, 1989).

Asimismo, si los reptiles anidaran en otras áreas del estero donde se encuentra abundante vegetación de manglar, es posible que se generen índices significativos de muerte embrionaria por inundaciones repentinas de esos espacios (Mazzotti, 1989). Una situación que ilustra lo anterior, se observó en el nido localizado durante la temporada 2003 en el estero El Salado. Éste se encontró a una distancia de 45 m al sur del canal principal, sobre un montículo de tierra fina artificial prehispánico de aproximadamente 30 m de largo por 8 m de ancho, y una altura de cerca de 2 m (Mountjoy *et al.*, 2003). El nido se encontró a 4.70 m del borde del montículo y a una altura de 0.90 m sobre el nivel del suelo. Con ésto, la hembra posiblemente evitó que la nidada fuera inundada por la marea y las lluvias de verano. Para excavar el nido y depositar los huevos, tuvo que escalar el montículo y vencer una pendiente de 22° de inclinación.

Los nidos dentro del estero Boca Negra no siempre han permanecido en el mismo lugar, ya

que se sabe de al menos uno que fue colocado por cinco años consecutivos (1996-2000) en los márgenes de un camino vecinal que cruza la sección más norteña del estero, a escaso 1 m del espejo de agua y a una altura de 0.50 m sobre éste nivel. Durante el 2001, el camino fue compactado y rellenado con piedras angulosas, lo que presumiblemente motivó a la hembra a anidar en la zona arenosa sur del estero.

Para el cocodrilo de río se ha reportado tanto la anidación colonial como territorial y en grupos pequeños (Thorbjarnarson, 1989). La escasa separación entre los nidos dos y tres, así como la amplia distancia que guardan el resto de los nidos, puede ser consecuencia de que los dos últimos tipos de comportamientos de puesta coinciden entre las hembras que se reproducen dentro de Boca Negra. Esta puede ser una adaptación valiosa, ya que suma una habilidad más a la población para mantenerse viable dentro de un ambiente susceptible a ser modificado, tanto por impactos naturales como humanos que pueden reducir sus áreas de anidación. Esto es posible, ya que Sigler (2001) observó en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, que después de episodios de inundación que dañaron las zonas de anidación de *C. acutus* en septiembre de 1998, cinco hembras anidaron de manera colectiva en una nueva zona al año siguiente.

La no existencia de diferencias entre el volumen de los huevos, al menos entre los nidos dos y tres, puede favorecer la idea de que las características de peso y edad de las hembras anidantes dentro del estero son similares o las variaciones morfométricas no son tan marcadas, aunque se carece de registros para apoyar lo anterior. Por otro lado, el peso de los huevos dentro de un rango poco variable, puede ser indicador de que las condiciones de incubación, principalmente de humedad del sustrato, se encuentran dentro de un mismo intervalo (Grigg y Beard, 1985).

En cuanto al peso y volumen de los huevos, los registros para Boca Negra oscilan dentro de los reportados para zonas que gozan de decretos de protección. Para la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala, Jalisco, Valtierra-Azotla (2000) reporta peso y volumen promedio

para cuatro años de investigaciones de 97.7 g y 88.46 ml, respectivamente. Por su parte, Figueroa-Pacheco (2000) encontró que los huevos de *C. acutus* en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, tuvieron un peso de 78.52 g y un volumen de 110.96 ml.

En total siete fueron los huevos infértiles (ausencia de bandeado) registrados para los cuatro nidos, lo que representó una proporción del 6.73%. Se han reportado valores de infertilidad de 9.9% en Haití, 10% en la Florida (Thorbjarnarson, 1989) y de 7% en la reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala (Valtierra-Azotla, 2000).

Se ha establecido que el éxito reproductivo de las nidadas se encuentra influido por tres factores ambientales: inundaciones, desecación y depredación (Alderton, 1998). Mazzotti y colaboradores (1988), encontraron que cerca del 13% de la mortalidad embrionaria observada en poblaciones de *C. acutus* en la Florida es resultado de la inundación de los nidos y la desecación de los huevos. Un incremento en la humedad del suelo reduce la capacidad de difusión del oxígeno en la superficie del cascarón del huevo, por lo que el embrión muere de asfixia. Por el contrario, la desecación genera una excesiva pérdida de agua que se refleja en la formación de sacos de aire dentro del huevo (Mazzotti *et al.*, 1988; Ross y Garnett, 1989; Thorbjarnarson, 1989).

Tanto la inundación de los nidos como la desecación de los huevos no resultaron ser fenómenos que afectaran negativamente, al menos durante la temporada 2003, el éxito reproductivo, ya que no se observó evidencia. De igual forma, el tercer factor adverso: la depredación, no tuvo repercusiones en la zona a pesar de observarse mapaches (*Procyon lotor*) merodeando; los cuales pueden causar pérdidas importantes en poblaciones anidantes de cocodrilos (Mazzotti, 1989). La depredación puede ser reducida significativamente si existe defensa del nido por parte de las hembras (Platt y Thorbjarnarson, 2000).

Aunque no se observó depredación directa sobre los nidos, sí es posible reportar actividades de utilización del material orgánico



remanente en los cascarones de los huevos eclosionados por parte de hormigas del género *Crematogaster* Luna. Esto se registró en los nidos uno, dos y tres.

La talla promedio al nacer, de 26.32 cm, obtenida para los neonatos en este estudio, impone la marca mínima registrada para la especie en Bahía de Banderas. El registro individual más bajo observado anteriormente fue de 28 cm (Cupul-Magaña, 2002). Álvarez del Toro y Sigler (2001), reportan tallas mínimas promedio al nacer de 25 cm para México.

El promedio de crecimiento diario en talla de 0.185 cm, es uno de los más altos registrado para la especie en América, aunque se encuentra dentro del intervalo de valores normales reportados: 0.1 a 0.2 cm/día (Thorbjarnarson, 1989). Thorbjarnarson (1989) presenta tasas de 0.111 a 0.135 cm/día para ejemplares de 0 a 3 meses de edad en Haití; de 0.117 a 0.214 cm/día en individuos de 0 a 81 días en la Florida; y de 0.088 a 0.105 cm/día en cocodrilos 0 a 10 meses. En Chiapas, México, Álvarez del Toro y Sigler (2001) midieron crecimientos de hasta 4 cm/mes (0.133 cm/día). Cupul-Magaña & Hernández-Hurtado (2002) obtuvieron valores de 3.14 cm/mes (0.104 cm/día) en organismos bajo condiciones semicontroladas de cautiverio. Para el estero La Ventanilla, Oaxaca, Espinosa-Reyes y García-Grajales (2001) registraron valores de 3.7 cm/mes (0.123 cm/día) en cocodrilos menores de 60 cm.

El alto promedio de crecimiento en talla y peso diario obtenido, tiene importantes consecuencias demográficas para la población, porque un rápido crecimiento en los inicios del ciclo de vida es significativo para disminuir el lapso que el cocodrilo pasa dentro de una clase de tamaño vulnerable a la depredación y al estrés osmótico, lo que se reflejará en un incremento de la expectativa de supervivencia (Platt, 2003). De hecho, en la mayoría de las poblaciones de cocodrilos, el crecimiento es considerablemente mayor en los neonatos que en juveniles (Thorbjarnarson, 1989).

Cuando los nidos se encuentran localizados adyacentes a un hábitat adecuado, los neonatos permanecerán en su vecindad por

espacio de semanas, meses o hasta años (Thorbjarnarson, 1989; Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Al menos, un comportamiento similar se observó durante el lapso de estudio con los neonatos de los nidos uno y cuatro que, en su mayoría, permanecieron en la cercanías de sus áreas de nidada como resultado probable de contar con protección ante los depredadores y condiciones ambientales óptimas bajo la cobertura del manglar, así como de una suficiente disponibilidad de alimento.

Se piensa que los neonatos del nido tres fueron desplazados de su área original de nacimiento por una sola hembra. No se considera factible que ellos lo hayan logrado por sí mismos, ya que tendrían que haber cruzado un trecho de 400 m en el cual se encuentran alrededor de 6 adultos como depredadores potenciales (Ross y Garnett, 1989).

La razón del por qué se piensa que fue una sola hembra la que desplazó a los neonatos de ambos nidos, es que los del nido dos (cuyos huevos eclosionaron una semana antes) se encontraban en la misma zona que la madre del nido tres empleó para depositar a sus neonatos después de ayudarlos a salir de nido. Posteriormente, es factible que los dos grupos se mezclaron y fueron tomados como uno sólo por la madre que los transportó al sitio elegido. La mezcla de camadas distintas se encuentra apoyada por estudios de laboratorio realizados en el caimán americano (*Alligator mississippiensis*). En ellos se demuestran que los neonatos no poseen la habilidad de reconocer a su grupo familiar; ellos prefieren agruparse con otros neonatos aunque no sean sus parientes, en lugar de permanecer solitarios o resguardarse bajo la cobertura vegetal (Passek y Gillingham, 1999).

Aunque la temperatura dentro de los cuatro nidos encontrados en el estero Boca Negra no fue tomada, el éxito de eclosión observado puede servir como indicador de condiciones de temperatura favorables para el desarrollo embrionario (Thorbjarnarson, 1989).

La presencia de nidos y zonas específicas para la anidación, los altos promedios de crecimiento en neonatos, la protección de la laguna en contra del oleaje y el viento por parte de

la barra de arena y la vegetación de manglar, así como la ocurrencia de la mayor densidad de cocodrilos de río dentro de los principales cuerpos costeros de la bahía (Cupul-Magaña *et al.*, 2002b; Cupul-Magaña *et al.*, 2003a); hacen del estero Boca Negra un ambiente adecuado para el desarrollo de la especie en la región. Boca Negra aglutina los tres principales factores que hacen relevante el uso de un hábitat por parte de los cocodrilianos: disponibilidad de alimento, presencia de espacios para la anidación y baja exposición al oleaje (Thorbjarnarson, 1989).

Sin embargo, al tratarse de un lugar pequeño y restringido, rodeado de actividades humanas que representan potenciales factores de pérdida de hábitat, es altamente probable que la población de cocodrilos sea erradicada localmente, una situación no atípica que rodea a cualquier especie rara en el mundo (Kushlan y Mazzotti, 1989).

Tal situación de riqueza y vulnerabilidad, hace necesaria la realización de una acción concreta e inmediata para la protección legal de este espacio y otros similares en la bahía. Se requerirá adecuar aquellos ambientes naturales deteriorados en los cuales la anidación cesó, las poblaciones fueron eliminadas o se redujeron drásticamente.

En Puerto Vallarta, es común observar a estos reptiles colonizar las trampas de agua de los campos de golf, las fosas (mojoneras) de extracción de material para la construcción artesanal de ladrillos, incidir en las zonas habitacionales (Gómez y Cupul, 2002) o ser arrollados por los autos en las calles durante sus movimientos en busca de nuevos ambientes (Cupul, 2003-2004).

Tomando en consideración lo arriba expuesto, si actualmente dichas situaciones son consideradas como temas importantes de protección civil (Gómez y Cupul, 2002), un incremento y dispersión de las poblaciones por lo exitoso de un programa de conservación *in situ* a largo plazo, no será nada halagador para las autoridades y la comunidad en general. Por lo que es importante considerar a futuro un completo plan de manejo para una especie dentro de los confines urbanos que incluya, además de la

protección en sí, prácticas de aprovechamiento directo de las poblaciones. De esta forma, se mantiene la representatividad del ambiente y el recurso en la región, no se afecta la vida de las personas, y se pueden obtener beneficios económicos que pueden ser encausados primariamente a la conservación.

Lo anterior no es nada nuevo. Este sistema de aprovechamiento, conocido como "rancheo" o extensivo, y muy difundido en Australia, consiste en la extracción de huevos de nidos naturales para su incubación artificial, nacimiento de crías y su sucesivo crecimiento en cautiverio, para su utilización comercial o reintroducción al medio natural (Ross y Garnett, 1989). En este sistema es importantísimo esperar el tiempo suficiente para confirmar que la especie se encuentra en franca recuperación y realizar el inventario de las poblaciones naturales de las que se extraen los huevos, para evitar así una merma significativa en el recurso. La implementación de este tipo de acciones es factible en el cocodrilo americano, al encontrarse considerada como una especie sujeta a protección especial de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 para la protección de la flora y fauna silvestres (SEMARNAT, 2002).

A la par de lo ya mencionado, se requiere sensibilizar a la comunidad residente y visitante sobre el papel que juega este reptil en el mantenimiento de los sistemas naturales costeros. Tomar al cocodrilo como atracción turística o bandera ambientalista puede ayudar en el entendimiento de su función biológica, apoyar los programas de conservación, y contribuir a reducir el sentimiento ambiguo de fascinación y terror que se tiene hacia ellos (Ryan y Harvey, 2000), y que generalmente es lo que hace que se les catalogue como animales perniciosos.

### Agradecimientos

Los autores desean agradecer las facilidades otorgadas por la administración del Aeropuerto Internacional de Puerto Vallarta para la realización de este trabajo dentro de su propiedad. Asimismo, agradecen los atinados comentarios de los árbitros de la revista Ciencia y Mar.

## Bibliografía

Alderton, D., 1998. Crocodiles and alligators of the world. Blandford, U. K. 190 pp.

Álvarez del Toro, M. y L. Sigler, 2001. Los Crocodylia de México. IMERNAR, PROFEPA, México. 134 pp.

Casas-Andreu, G. y M. Guzmán-Arroyo, 1970. Estado actual de las investigaciones sobre cocodrilos mexicanos. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesqueras, Serie Divulgación. 3:1-52.

Casas-Andreu, G., 2003. Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 89:111-128.

Cupul-Magaña, F. G., 2001. Feroz y paternal acuetzpallin. Revista Cimarrones 5:18-21.

Cupul-Magaña, F. G., H. Hernández-Hurtado, A. Rubio-Delgado, R. García de Quevedo, L. F. González-Guevara y A. Reyes-Juárez, 2001-2002. Conservación de un reptil prehistórico en la bahía de Banderas. Revista Mexicoa 3 (1-2):59-64.

Cupul-Magaña, F. G., 2002. Edad del cocodrilo de río, *Crocodylus acutus*, usando el modelo de von Bertalanffy. Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana 10(2):47-50.

Cupul-Magaña, F. G. y H. Hernández-Hurtado, 2002. Nota sobre el crecimiento de *Crocodylus acutus* en cautiverio. Revista Biomédica 13(1):69-71.

Cupul-Magaña, F. G., A. Rubio-Delgado, A. Reyes-Juárez y A. De-Niz-Villaseñor, A., 2002a. Observaciones sobre las poblaciones de cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en tres esteros de la Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. En P. Medina-Rosas, A. L. Cupul-Magaña, F. G. Cupul-Magaña y J. L. Cifuentes-Lemus (Eds.): Programa y Resúmenes XIII Congreso Nacional de Oceanografía: 153. Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco. México.

Cupul-Magaña, F. G., A. Rubio-Delgado, A. Reyes-Juárez y H. Hernández-Hurtado, 2002b. Sondeo poblacional de *Crocodylus acutus* en el estero Boca Negra, Jalisco. Ciencia y Mar 6(16):45-49.

Cupul-Magaña, F. G., 2003. Historia natural de un cocodrilo urbano. En Quiroz-Rocha, G. A., V. H. Gómez-Flores y J. Cortés-Aguilar (Eds.): Memorias del V Simposio de Zoología: 2-3. Centro de Estudios en Zoología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México.

Cupul-Magaña, F. G., A. Rubio-Delgado y A. Reyes-Juárez, 2003a. American crocodile in Puerto Vallarta, Mexico. Crocodile Specialist Group Newsletter 22(2):21-22.

Cupul-Magaña, F. G., A. Rubio-Delgado y A. Reyes-Juárez, 2003b. Aves acuáticas y cocodrilos de los humedales costeros de la porción nayarita de Bahía de Banderas. En Anónimo (Eds.): Memoria del Congreso de Investigación Científica y Tecnológica Nayarit 2003: 590-597. Secretaría de Planeación. Gobierno del Estado de Nayarit. Tepic.

Cupul-Magaña, F. G., 2003-2004. Una nueva, pero extinta, especie de cocodrilo. Revista Elementos 52:57-58.

Dugan, B. A., A. S. Rand, G. M. Burghardt y B. C. Bock, 1981. Interactions between nesting crocodiles and iguanas. Journal of Herpetology. 15(4):409-414.

Espinosa-Reyes, G. y J. García-Grajales, 2001. Densidad poblacional y estructura por tallas de la población de cocodrilo de río, *Crocodylus acutus* (Cuvier 1807) en el estero La Ventanilla, Oaxaca. En Anónimo (Eds.): Memorias de la Tercera Reunión de Trabajo del Subcomité COMACROM: 29-39. SEMARNAT, Culiacán, México.

Figueroa-Pacheco, L. F., 2000. Ecología de anidación del cocodrilo de río *Crocodylus acutus* y del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* en la zona norte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo (Avances en los estudios de biología reproductiva). En Anónimo (Eds.): Memorias Segunda Reunión de Trabajo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM): 45-53. Instituto Nacional de Ecología, México.

García, E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM, Instituto de Geografía, México. 243 pp.

Gómez, S. y F. Cupul, 2002. Estadísticas del programa de contingencia hombre-fauna silvestre. Boletín Informativo Nozootros 17:26-29.

Grigg, G. y L. Beard, 1985. Water loss and gain by eggs of *Crocodylus porosus*, related to incubation age and fertility. En G. Grigg, R. Shine y H. Ehmann (Eds.): Biology of australasian frogs and reptiles: 353-359. Surrey Beatty and Sons, Australia.

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

Martínez-Ibarra, J. A., E. Naranjo y K. C. Nelson, 1997. Las poblaciones de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) y caimanes (*Caiman crocodilus*) en una zona pesquera de la Reserva de la Biosfera "La Encrucijada", Chiapas, México. Vida Silvestre Neotropical 6(1-2):21-28.

Mazzotti, F. J., J. A. Kushlan y A. Dunbar-Cooper, 1988. Desiccation and cryptic nest flooding as probable causes of egg mortality in the american crocodile, *Crocodylus acutus*, in

- Everglades National Park, Florida. Florida Scientist 51 (2): 65-72.
- Mazzotti, F. J., 1989. Factors affecting the nesting success of the american crocodile, *Crocodylus acutus*, in Florida bay. Bulletin of Marine Science 44(1):220-228.
- Mazzotti, F. J. 1999. The american crocodile in Florida bay. Estuaries 22(2B):552-561.
- Mountjoy, J. B., T. C. Smith, R. Papson, D. Guida, J. Pleasants, C. Witmore y C. Cross, 2003. Arqueología del municipio de Puerto Vallarta. <http://www.uncg.edu/arc/Vallarta/>. Consultado el 3 de noviembre de 2003.
- Navarro-Serment, C. J., 2002. El cocodrilo (*Crocodylus acutus*) en Sinaloa. En J. L. Cifuentes-Lemus y J. Gaxiola-López (Eds.): Atlas de la Biodiversidad de Sinaloa: 367-373. El Colegio de Sinaloa, Culiacán, México.
- Nolan, V. Jr. y C. F. Thompson, 1978. Egg volume as a predictor of hatchling weight in the brown-headed cowbird. Wilson Bulletin 90(3):353-358.
- Passek, K. M. y J. C. Gillingham, 1999. Absence of kin discrimination in hatchling american alligators, *Alligator mississippiensis*. Copeia 1999(3):831-835.
- Platt, S. G. y J. B. Thorbjarnarson, 2000. Nesting ecology of the american crocodile in the coastal zone of Belize. Copeia 2000(3):869-873.
- Platt, S. G., 2003. A recent survey of the american crocodile in Turneffe Atoll, Belize. Crocodile Specialist Group Newsletter 22(2):17-19.
- Ponce-Campos, P. y S. Huerta-Ortega, 1996. Contribution to the status of caiman or river crocodile (*Crocodylus acutus*) in the Jalisco coast, Mexico. Crocodile Specialist Group Newsletter 15(2):20-21.
- Ross, C. A. y S. Garnett, 1989. Crocodiles and alligators. Facts on File, New York. 240 pp.
- Ross, C. A., 2000. American crocodile on the Jalisco coast. Crocodile Specialist Group Newsletter 19(2):18-19.
- Ryan, C. y K. Harvey, 2000. Who likes saltwater crocodiles? Analysing socio-demographics of those viewing tourist wildlife attractions based on saltwater crocodiles. Journal of Sustainable Tourism 8(5):426-433.
- SEMARNAT, 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol.-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies. Diario Oficial de la Federación, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. 6 de marzo de 2002.
- Sigarroa, A., 1985. Biometría y diseño experimental. Editorial Pueblo y Educación, Cuba. 793 pp.
- Sigler, L., 1999. Conservación del cocodrilo de río *Crocodylus acutus* en el Parque Nacional Cañón del Sumidero. En Anónimo (Eds.): Memorias Reunión de Trabajo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM): 384-386. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Sigler, L., 2001. Conservación de las poblaciones amenazadas de cocodrilo de río *Crocodylus acutus*, en el Parque Nacional Cañón del Sumidero. En Anónimo (Eds.): Memorias de la Tercera Reunión de Trabajo del Subcomité COMACROM: 54-59. SEMARNAT, Culiacán, México.
- Thorbjarnarson, J. B., 1989. Ecology of the american crocodile, *Crocodylus acutus*. En Crocodiles: Their ecology, management, and conservation: 228-259. IUCN Publications New Series. Switzerland.
- Valtierra-Azotla, M., 2000. Actividad reproductiva del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. En Anónimo (Eds.): Memorias Segunda Reunión de Trabajo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM): 129-134. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Valtierra-Azotla, M., 2001. Estado actual de la población *Crocodylus acutus* en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala; trece años de protección: recomendaciones para un manejo sostenible. En Anónimo (Eds.): Memorias de la Tercera Reunión de Trabajo del Subcomité COMACROM: 61-68. SEMARNAT, Culiacán, México.
- Webb, G. J. W. y E. Carillo, 2000. Risk of extinction and categories of endangerment: perspectives from long-lived reptiles. Popul. Ecol. 42:11-17.

Recibido: 15 de marzo de 2004

Aceptado: 20 de mayo de 2004