

Sondeo poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en el Estero Boca Negra, Jalisco.

Fabio Germán Cupul-Magaña*
Armando Rubio-Delgado*
Abraham Reyes-Juárez*
Helios Hernández-Hurtado*

Sumamente perseguido por el alto valor económico de su piel, aún después del decreto de la veda nacional en 1970, el llamado “lagarto real” en Chipas y conocido en el resto del país como cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*), seguramente fue extirpado de algunos sitios de la nación por la cacería furtiva y la modificación de sus hábitats; mismos procesos que actualmente declinan sus poblaciones. A ello habría de añadirse el considerable tiempo que tarda en alcanzar su madurez sexual, situación que convierte en un reto su conservación “*in situ*” y en cautiverio (Álvarez del Toro y Sigler, 2001).

A pesar de todo ello, en México se hacen esfuerzos para su protección, ya que actualmente por su condición de rara (NOM-ECOL-059-94; con la actual Ley General de la Vida Silvestre la categoría de rara pasó a ser de riesgo) y estatus I de CITES, se le considera como una especie prioritaria de conservación, lo que produce también un efecto de protección indirecta sobre las especies que comparten su hábitat. Además, lo anterior se ha tratado de complementar salvando de la administración federal pasada el Proyecto Nacional para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Cocodrilos en México (COMACROM), encargado de recopilar las inquietudes y necesidades de todos los grupos sociales interesados en estos

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

reptiles, tanto desde el punto de vista productivo, como de la conservación, para así desarrollar una estrategia adecuada de aprovechamiento. Dentro de este proyecto, participa activamente la Sociedad para el Estudio y Conservación de los Cocodrilos en México, A. C., por sus siglas SECOCOM (Cupul-Magaña, 2001).

Independientemente de ser una de las especies de cocodrilianos más estudiados en la actualidad (Álvarez del Toro y Sigler, 2001), aún existen localidades en México, especialmente en Jalisco, donde se sabe de la ocurrencia del reptil, aunque no se han realizado sondeos sobre sus poblaciones. Al respecto, Ross (2000) menciona que se ha registrado la presencia de la especie en 50 localidades de la costa jalisciense; sitios que, en su mayoría, son hábitats remanentes aislados sumamente afectados por las actividades humanas. Sin embargo, ocurren en el estado poblaciones interesantes en zonas como la Laguna El Tule, La Manzanilla, Majahuas, el Estero El Salado, Boca de Tomates y Boca Negra (Ponce-Campos y Huerta-Ortega, 1996; Hernández *et al.* 1998) y, por supuesto, en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala (Casas-Andréu y Méndez-de la Cruz, 1992; Valtierra, 1998).

Con los hallazgos de este trabajo, se persigue contribuir al conocimiento poblacional del cocodrilo de río en el Estero Boca Negra, obteniendo información que permita generar recomendaciones sobre su conservación en la zona y en la costa del Pacífico mexicano.

El Estero Boca Negra presenta una superficie de 14.85 ha. La región se ubica al norte de la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco, entre los 20° 39' y 20° 42' N y los 105° 15' y 105° 17' W (Fig.1). Boca Negra es un pequeño humedal costero alimentado por una vena del Río Ameca, por lo que la salinidad es prácticamente de 0 ‰, y se localiza a menos de 700 m al sur de su desembocadura; además, se encuentra separado del mar por una barra arenosa, misma que llega a romperse en situaciones de gran descarga pluvial (de julio a octubre; siendo en 1996 la última ocasión en que la barra se rompió). La temperatura superficial del agua durante el estudio osciló entre los 24 a 30 °C durante la noche. El tipo de flora dominante es el mangle blanco (*Laguncula-*

ria racemosa) y algunos elementos de bosque de galería (*Hibiscus pernambucensis*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Ficus spp.* y *Salix humboldtiana*). La extensión de su canal navegable es de 800 m. Asimismo, es importante señalar que cerca de un tercio de la superficie (de vegetación y cuerpo de agua) del estero, se encuentra inmersa en los terrenos del aeropuerto de Puerto Vallarta, por lo que la cabecera de la pista de aterrizaje se localiza a menos de 400 m del cuerpo de agua; razón por la cual no son raros los relatos de los controlado-

res de la torre de control, sobre los raros avistamientos de cocodrilos, de todos los tamaños, en tránsito por la cabecera de la pista. Los dos tercios restantes del terreno del estero son de propiedad ejidal, por lo que están en constante presión a causa de las actividades agrícolas.

Para el sondeo poblacional se efectuaron cinco expediciones (de un día de duración cada una) a la zona en los meses de febrero, julio y agosto de 2001 (el muestreo abarcó parte de la temporada de secas y lluvias). En el conteo de

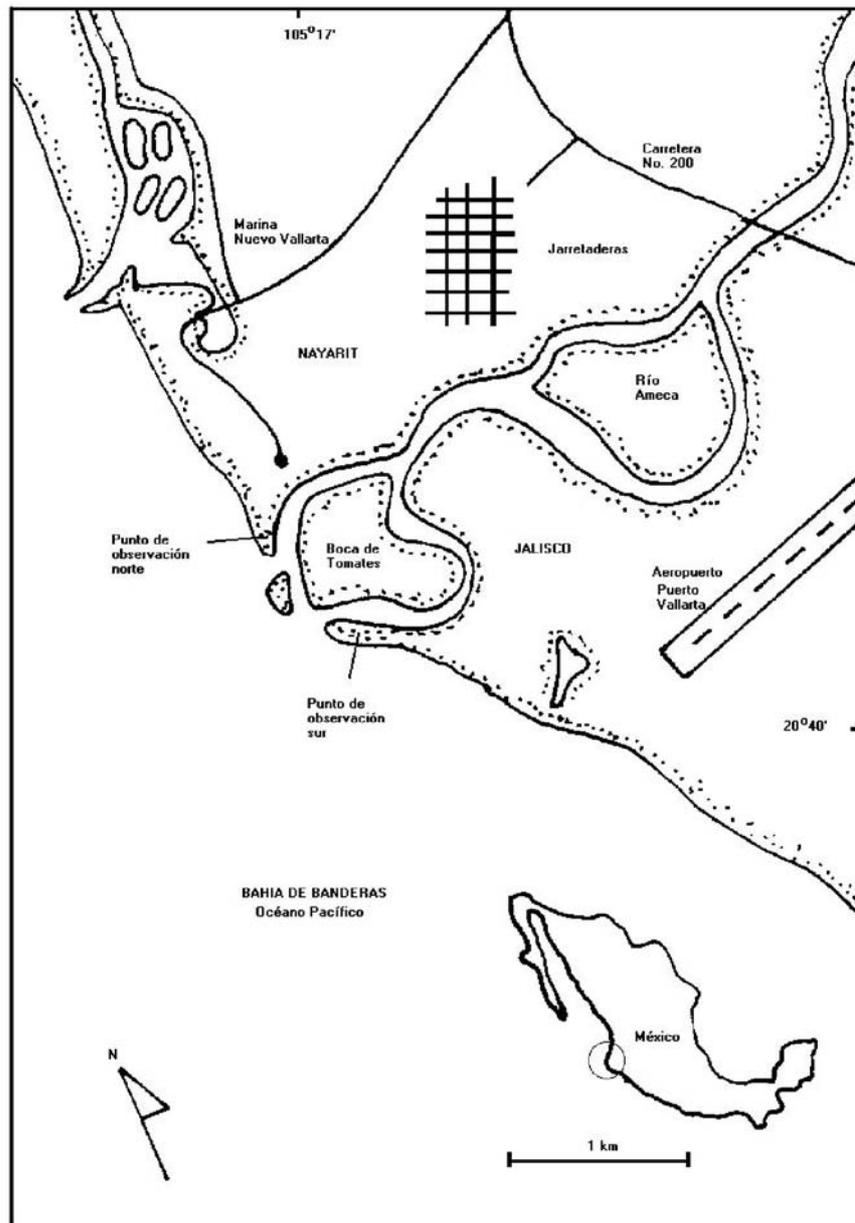


Figura 1.- El Estero Boca Negra de la costa norte de Jalisco, flanqueado por el aeropuerto de Puerto Vallarta y la desembocadura del Río Ameca (Boca de Tomates). Escala 1:40,000.

cocodrilos se empleó la técnica de lampareos nocturnos de “ojos”. Para estimar la longitud total del cuerpo del ejemplar, se tomó como referencia la separación entre sus ojos. En este trabajo se consideraron cinco clases de tamaño mutuamente excluyentes: I (menores de 60 cm), II (entre 60 y 120 cm), III (entre 120 y 180 cm), IV (entre 180 y 240 cm) y V (mayores de 240 cm).

Para la estimación de la fracción poblacional promedio observada, se aplicó el método propuesto por Messel *et al.* (1981) para cocodrilos en Australia, el cual ha sido adaptado satisfactoriamente por Thorbjarnarson *et al.* (2000) para estimar el tamaño de poblaciones de cocodrilos de manera rápida y efectiva.

Para calcular la fracción observada de la población, se utilizó la siguiente fórmula: $p = m / (2s + m)1.05$, donde p = porcentaje de la población observada durante un muestreo o sondeo promedio, m = valor promedio del número de cocodrilos observados para el total de sondeos o muestreos realizados y s = desviación estándar del número de cocodrilos observados para el total de sondeos o muestreos realizados.

Por su parte, se estimó el tamaño total de la población (N), con un nivel de confianza del 95% (asumiendo normalidad en los conteos), a partir de los siguientes cálculos: $N = (m / p) 1.96 (s)^{1/2} / p$.

La tabla I presenta los conteos de cocodrilos por muestreo y clase de tamaño, encontrados a lo largo de los 800 m del canal, durante las cinco expediciones. Se registró la ocurrencia de cinco clases, siendo notable el aumento de la clase I (correspondiente a las crías) en el cuarto muestreo (17 de julio), ya que coincidió con el período de eclosión de los huevos. Estas crías se observaron dentro del agua y protegidas bajo las ramas

del manglar, aunque algunos ejemplares fueron vistos termorregulando y alimentándose sobre las orillas de la laguna, en tierra firme.

Por la distribución que mostraron las crías dentro del cuerpo de agua, dos conglomerados localizados en la zona “A” del estero (17 y 22 crías, respectivamente) y un sólo conglomerado en la zona “B” (25 crías), se presume sobre la presencia de al menos tres nidos activos en la zona. Al respecto, en los trabajos de Huerta-Ortega (citado en Ross, 2000) y Hernández *et al.* (1998) para la misma localidad, se especula sobre la ocurrencia de uno a dos nidos activos por año. Por desgracia, en el presente estudio no fue posible localizar rastros de los nidos en tierra.

Las crías observadas contaban con al menos una semana de vida. Esto se pudo constatar por la presencia de la abertura umbilical sin suturar, un abdomen distendido a causa de la yema que éste encierra, la permanencia del diente en la punta del hocico para romper el cascarón al momento de la eclosión, y una longitud total promedio del cuerpo de 31.791.63 mm. Para esta última información, se tomó el registro de talla total de 54 crías capturadas en el muestreo del 17 de julio. Asimismo, es importante mencionar que, de las cuatro localidades donde ocurren cocodrilos dentro de la Bahía de Banderas, Boca Negra es la única en la que se ha podido documentar claramente la puesta de nidos y nacimiento de crías (Hernández *et al.* 1998).

La reducción en el número de ejemplares de la clase I en el último muestreo, se debió a que una fracción de éstos fueron colectados para formar parte de un programa de crecimiento y protección en cautiverio, avalado por el Instituto Nacional de Ecología (permiso oficio No. DOO.

Tabla I. Frecuencia de cocodrilos observados por fecha de muestreo y clase de tamaño en el estero de Boca Negra, Bahía de Banderas, México.

Clase	Muestreo 1 2 febrero 01	Muestreo 2 6 febrero 01	Muestreo 3 17 febrero 01	Muestreo 4 17 julio 01	Muestreo 5 8 agosto 01
I	31	12	7	66	16
II	1	10	10	8	8
III	2	3	0	2	3
IV	2	5	2	3	4
V	0	0	2	4	4
Total	36	30	21	83	35

O2.-3741) y coordinado por el autor.

A lo largo del muestreo se encontró un máximo de cuatro ejemplares de la clase V, es decir adultos sexualmente maduros para la reproducción, los cuales seguramente fueron los padres de la nueva camada de crías detectada; aunque no se descarta la posibilidad de que alguno de los cinco ejemplares registrados en la clase IV sean reproductivamente viables, con lo que se respaldan las observaciones de Huerta-Ortega (Ross, 2000) sobre la presencia en la zona de al menos 2 a 3 parejas de adultos. Las clases IV y V, ocuparon comúnmente la zona del canal principal del estero, cerca de sus márgenes y protegidos por el manglar; aunque, frecuentemente transitaban por áreas abiertas confiados en su gran tamaño. Sólo en el mes de julio se observó a una hembra clase V al cuidado de sus crías, dentro del agua en la zona "A" del estero.

Por otro lado, las clases de tamaño II y III se encontraron representadas por un máximo de 10 ejemplares, situación que es posible atribuir a la mortalidad natural (Cupul *et al.* 2001) y a los desplazamientos que estos juveniles puedan llevar a cabo a zonas aledañas en busca de sus propios territorios, aunque estos nuevos espacios ya se encuentren urbanizados y dominados por el hombre. Al respecto, el 17 de febrero de 2001, se realizó una exploración en el campo de golf de 18 hoyos de Marina Vallarta, localizado a menos de 400 m al sureste de Boca Negra e inmerso en la macha urbana de Puerto Vallarta. Se registraron 14 ejemplares, dispersos a lo largo de las trampas de agua del campo: dos clase I, siete clase II, cuatro clase III y uno clase IV. De igual forma, a lo largo de casi siete años de trabajo, el Departamento de Ecología del H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, ha rescatado de zonas urbanas a un total de 58 cocodrilos. Hasta el mes de agosto de 2001, se dio asistencia en la zona a un total de 14 ejemplares, todos de la clase de tamaño II (Gómez *et al.* 2001). Además, en el mes de agosto se tuvieron algunos reportes sobre la presencia de ejemplares de clase I en los conductos de drenaje del campo de golf. Estos seguramente provenían de Boca Negra, al no haber evidencia de la ocurrencia de anidación en el campo de golf. De la misma manera, los cocodri-

los se pueden dispersar hacia la zona de la desembocadura del Río Ameca, conocida localmente como Boca de Tomates; en este sitio, durante el 16 de febrero del 2001, se llevó a cabo un sondeo donde se registraron dos individuos de la clase I, seis de la clase II, seis de la clase III, así como uno de la clase IV.

El total de organismos observados en Boca Negra a lo largo del estudio, osciló entre 21 y 85, cifra muy similar, si no consideramos los nuevos nacimientos registrados en julio, a los valores reportados de entre 28 a 42 individuos por Hernández *et al.* (1998), y de 17 a 23 reportados por Huerta-Ortega (Ponce-Campos y Huerta-Ortega, 1996; Ross, 2000). Por lo anterior, se puede suponer que la población se ha mantenido sin cambios y en reproducción, a lo largo de los últimos seis años de registro en su ambiente.

El promedio total de cocodrilos avistados, a lo largo de los cinco muestreos, fue de 41 ejemplares. Para tener una estimación relativa de los individuos observados por kilómetro recorrido, simplemente se obtuvo el cociente del promedio total de cocodrilos observados entre 0.8 km recorridos linealmente durante el sondeo. El resultado fue de 51.25 individuos/km, muy superior a las densidades establecidas de 3.67 cocodrilos/km en Turiamo, Venezuela (Seijas, 1986); 6.3 cocodrilos/km en Etang Saumatre, Haití (Thorbjarnarson, 1988); 18.9 a 25.7 cocodrilos/km en el Lago Enriquillo, República Dominicana (Thorbjarnarson, 1989); 0.34 cocodrilos/km en el Pacífico Hondureño (King *et al.* 1990); 29.3 cocodrilos/km en el Río Cuixmala (Casas-Andréu y Méndez-de la Cruz, 1992); 19.11 cocodrilos/km en el Río Grande de Tárcoles en Costa Rica (Sasa y Chávez, 1992); 45 cocodrilos/km en la Laguna Amela, Colima (Castillo, 1996); 6.94 cocodrilos/km para la laguna de Chiricahueto, Sinaloa (León-Ojeda *et al.* 1997); así como 2.1 cocodrilos/km en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas (Martínez-Ibarra *et al.* 1997). Sin embargo, hay que considerar el efecto en la densidad por la presencia de las crías. Al no incluir en los cálculos a la clase I, la densidad promedio de encuentros por kilómetro fue de 18.25 cocodrilos/km, cifra que aún se encuentra entre las más altas para la especie; resultado,

seguramente, de que la zona provee a la población protección contra cambios bruscos de clima, estabilidad en los factores fisicoquímicos del agua, gran disponibilidad de alimento como peces, crustáceos y aves, así como área para la construcción de nidos (Kushlan y Mazzotti, 1989). Sin embargo, la observación de un proceso de dispersión de la especie a zonas contiguas, que afecta la formación de parejas reproductoras, así como una aparente “estabilidad” de la población a lo largo de los últimos seis años, puede ser un indicio de la incidencia de impactos negativos antropocéntricos en la zona como la agricultura, la construcción del aeropuerto y el campo de golf. De igual manera, el aumento de las actividades de recreo, y de espacios para la prestación de servicios turísticos en la zona costera adyacente, han provocado la reducción y la pérdida del hábitat de la población (Martínez-Ibarra *et al.* 1997; Sánchez *et al.* 1997), reduciéndola así, a su expresión mínima viable (Kushlan y Mazzotti, 1989).

Asimismo, se encontró que la fracción de la población observada durante el sondeo correspondió al 46.80% del total existente, lo que permitió establecer que la población total estimada residente en Boca Negra es de 89.1314.01 cocodrilos. Pero si no se considera la fracción aportada por la clase I, es decir los recién nacidos, la fracción observada es del 53.56% y la población total residente se estima en 27.256.22 ejemplares. Con este dato, se puede reforzar la idea de que la población se mantiene así desde los primeros estudios realizados por Ponce-Campos y Huerta-Ortega (1996), quienes la evaluaron entre 13 y 23 organismos.

La anterior estimación de 27.256.22 individuos, es sólo una pequeña fracción si se le compara con otras áreas de la costa de Jalisco, como Chamela-Cuixmala que llega a albergar una población de entre 500 a 600 individuos (Valtierra, 1998), que disponen de una superficie mucho mayor. A pesar de que no se cuenta con registros poblacionales de varias décadas en la zona, para así estimar en qué medida ha disminuido o se ha mantenido la población, lo que sí es un hecho es que la presencia de nidos y crías convierten al estero de agua dulce de Boca Negra

en un vivero importante para la especie en la Bahía de Banderas, tal cual se ha demostrado para otros espacios con características similares en América Latina (Platt y Throbjarnarson, 2000).

De igual forma, la dispersión hacia áreas aledañas es indicio de una restricción en el hábitat, producto de su degradación continua y, como se mencionó, repercute en la frecuencia de formación de parejas reproductivas (Sánchez *et al.* 1997), con lo que se pone en riesgo la permanencia de la especie. Tal situación se complica cuando las áreas adyacentes se encuentran urbanizadas y se generan conflictos entre hombre-animal, en el que el cocodrilo es quien finalmente sale perdedor.

A pesar de todo ello, el Estero de Boca Negra es una muestra de la persistencia y la habilidad del cocodrilo para sobresalir ante los obstáculos que el hombre le pone en el camino. Por lo anterior, el siguiente paso debe lograr que el sitio se establezca como espacio de conservación, ya que poblaciones tan pequeñas y restringidas se encuentran en un alto potencial de riesgo de extinguirse localmente por eventos estocásticos y catastróficos, una situación no atípica que rodea a cualquier especie rara en el mundo (Kushlan y Mazzotti, 1989).

Finalmente, los autores desean agradecer el apoyo en campo de los biólogos Salvador Gómez, Pablo Hernández, Bartolo Cruz, Cynthia Feregrino, Carolina Reyes, Lesli Solis, Armando Andrade, Oscar Aranda y del Oc. Rafael García de Quevedo.

Bibliografía

- Álvarez del Toro M. y L. Sigler, 2001. Los Crocodylia de México. 1ra. Edición. IMERNAR. PROFEPA. México. 134 pp.
- Casas-Andréu G. y F. R. Méndez-de la Cruz, 1992. Observaciones sobre la ecología de *Crocodylus acutus* en el Río Cuixmala, Jalisco, México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 43:71-80.
- Castillo F. A., 1996. American crocodile in the Central Pacific Region. Crocodile Specialist Group Newsletter. 15(3).
- Cupul-Magaña F. G., 2001. Feroz y paternal. Acuetzpallin. Revista Cimarrón No. 5: 18-21

- Cupul F., A. Rubio, y H. Hernández, 2001. Las tribulaciones de las crías de cocodrilo de río. *Boletín Nozootros*. 11:5-6.
- Gómez S., A. Rubio, H. Hernández, F. Cupul, M. Avelarde, O. Barragán, A. Sandoval, e I. Valadez, 2001. Resultados del programa de contingencia hombre-cocodrilo del Departamento de Ecología del Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco. *Memorias de la 3ra. Reunión Anual del Proyecto para Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Cocodrylianos en México*. Culiacán, Sinaloa.
- Hernández H., F. Cupul, G. Estrada, y J. C. Rodríguez, 1998. Los cocodrilos del delta del río Ameca. *Revista Divulgare*. 22:16-27.
- King F. W., M. Espinal, y C. A. Cerrato, 1990. Distribution and status of the crocodilians of Honduras. *Proceedings of the 10th Working Meeting of UICN/Crocodile Specialist Group*. Gland, Switzerland. 313-354.
- Kushlan J. A. y F. J. Mazzotti, 1989. Population biology of the American crocodile. *Journal of Herpetology*. 23(1):7-21.
- León-Ojeda F. J., P. Bagazuma-Mendoza, y P. Arredondo-Ramos, 1997. Evaluación poblacional y algunos aspectos ecológicos de *Crocodylus acutus* en la laguna de Chiricahueto. *Memorias de la 4ta. Reunión del Grupo de Especialistas en Cocodrilos de America Latina y el Caribe*. Villahermosa, Tabasco, México del 4 al 7 de agosto de 1997. Centro Regional de Innovación Agroindustrial. SECOCOM, A. C., UJAT. 90-103.
- 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.
- Messel H., G. C. Vorlicek, A. G. Wells, y W. J. Green, 1981. *Surveys of Tidal River System in the Northern Territory of Australia and their Crocodile Populations*, Monograph No. 1. Pergamon Press. Sydney, Australia. 463 pp.
- Platt S. G. y J. Thorbjarnarson, 2000. Status and conservation of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. *Biological Conservation* 96(1):13-20.
- 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).
- Ross P., 2000. American crocodile on the Jalisco coast. *Crocodile Specialist Group Newsletter*. 19(2).
- Seijas A., 1986. Situación actual del caimán de la costa, *Crocodylus acutus* en Venezuela. *Proceedings of the 7th Working Meeting of UICN/Crocodile Specialist Group*. 21 al 28 de octubre de 1994, Venezuela. 96-108.
- Sánchez J. J., J. R. Bolaños, y L. Piedra, 1997. Tamaño, estructura y distribución de la población de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en los ríos Tempisque y Bebedero, Costa Rica. *Memorias de la 4ta. Reunión del Grupo de Especialistas en Cocodrilos de America Latina y el Caribe*. Villahermosa, Tabasco, México del 4 al 7 de agosto de 1997. Centro Regional de Innovación Agroindustrial. SECOCOM, A. C., UJAT. 131-136.
- 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.
- Thorbjarnarson J., 1988. The status and ecology of the American crocodile in Haiti. *Bulletin of Florida State Museum , Biological Sciences*. University of Florida. Gainesville, Florida. Vol. 33, Núm. 1. 86 pp.
- Thorbjarnarson J., 1989. Ecology of the American crocodile *Crocodylus acutus*. *Crocodyles: their ecology, management and conservation*. Switserland C.S.G. of the S.S.C. of the I.U.C.N. 228-258.
- Thorbjarnarson J., S. G. Platt, y U. Saw Tun Khaing, 2000. A population survey of the estuarine crocodile in the Ayeyarwady Delta, Myanmar. *Oryx*. 34(4):317-324.
- Valtierra M., 1998. Crocodiles in the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve, Jalisco, México. *Crocodile Specialist Group Newsletter*. 17(4).

Recibido: 20 de noviembre del 2001

Aceptado: 4 de diciembre del 2001