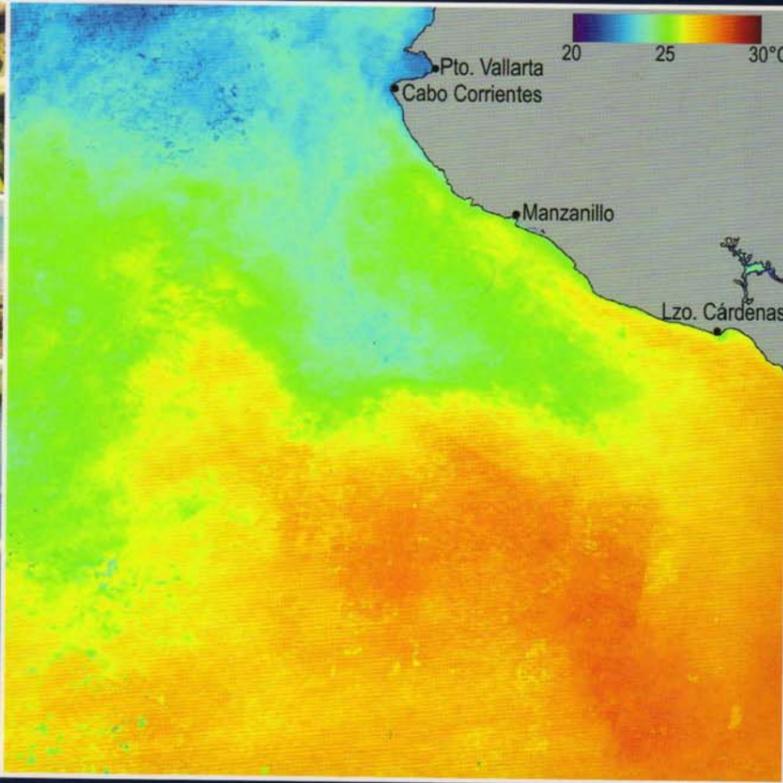
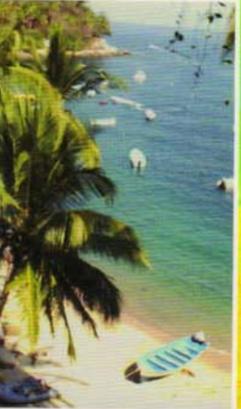




SECRETARÍA DE  
AGRICULTURA, GANADERÍA  
DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN | SAGARPA

Editado por:  
Ma. del Carmen Jiménez Quiroz  
Elaine Espino Barr



Instituto Nacional  
de la Pesca

# Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán

## **Directorio**

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda  
*Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*

Dr. Guillermo Compeán Jiménez  
*Director en Jefe del Instituto Nacional de la Pesca*

M.C. Ignacio Méndez Gómez-Humarán  
*Director General de Investigación Pesquera en el Pacífico Sur*

M.C. Gabriel Aldana Flores  
*Director del Centro Regional de Investigación Pesquera en Manzanillo*

Primera edición, 2006

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación  
Instituto Nacional de la Pesca  
Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo  
María del Carmen Jiménez Quiroz y Elaine Espino Barr  
Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima, México  
pescariberenia@gmail.com, mcjquiroz@hotmail.com

**ISBN 968800-695-5**

Coordinación Editorial:  
Revisión de estilo  
Lurdes Asiain

Créditos de la portada:

Diseño:  
Exfera Creativa  
L.D.G. Edna Macías  
L.D.G. Iytzia A. Flores G.  
Fotografías:  
Fernando Hernández Prado  
Francisco McCann  
Elaine Espino Barr  
Héctor Ortiz Lira

Imagen de temperatura superficial marina de enero de 2000, tomada por el Sensor AVHRR instalado en el Satélite NOAA. Imagen proporcionada por el BITS-MEX (ICMYL-UNAM). Responsables: Dr. Artemio Gallegos García, Dr. Ranulfo Rodríguez Sobreyra y el Ing. Erick Márquez García.

# Los cocodrilos de la costa Pacífico occidental (Michoacán, Colima y Jalisco) de México

Helios Hernández Hurtado<sup>\*</sup>  
Rafael García de Quevedo Machain<sup>\*</sup>  
Pablo S. Hernández Hurtado<sup>\*</sup>

## Resumen

En este capítulo se analiza la información publicada e inédita generada hasta diciembre de 2004 sobre el *Crocodylus acutus* Cuvier (1807), en la región de la costa Pacífico occidental de México. Para ello la información se organizó en cuatro temas: 1) Biología, abundancia y distribución de la especie. 2) Historia, protección y explotación. 3) Problemática y relación entre hombre y cocodrilo. 4) Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS) y zoológicos como estrategia de conservación de cocodrilos. Con lo anterior se determina la situación de las poblaciones y la conservación en cautiverio de la especie en la región.

**Palabras clave:** *Crocodylus acutus*, ecología, población, vida silvestre y cautiverio.

## Introducción

La información sobre los cocodrilos en México es escasa, destacan los trabajos llevados a cabo a principios de la década de los años setenta por Miguel Álvarez del Toro, Gustavo Casas-Andreu y Manuel Guzmán-Arroyo (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Álvarez del Toro, 1974; Álvarez del Toro y Sigler, 2001), estos investigadores realizaron los primeros estudios sobre cocodrilos mexicanos, gracias a la entusiasta participación y constante apoyo de los biólogos Enrique Beltrán y Juan Luis Cifuentes Lemus. En 1985 el biólogo Marco Lazcano, en San Cristóbal

de las Casas, Chiapas y 1987 el biólogo Gonzalo Pérez-Higareda en Veracruz, organizaron los primeros cursos sobre biología, conservación y manejo de cocodrilos en el país. Durante la década de los años noventa, gran número de investigadores se integró al trabajo sobre este prehistórico reptil, dando inicio a la recopilación de información en los estados de la república mexicana para los cuales no la había. En este contexto, los investigadores iniciaron el estudio del cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en la región que comprende los estados de Michoacán, Colima y Jalisco, con especial interés en la ecología de las poblaciones silvestres.

La regulación de la explotación y el comercio de los cocodrilos en México comenzaron en la década de los años treinta pero hasta los años setenta se formaron las instituciones internacionales para proteger y aprovechar de forma sustentable la biodiversidad mundial. Por otro lado, a pesar de la protección establecida por las leyes mexicanas e internacionales para *Crocodylus acutus*, sus poblaciones siguen disminuyendo como resultado, entre otras causas, de la fragmentación de su hábitat.

El presente trabajo es descriptivo y fue elaborado con información proveniente de revistas especializadas, tesis de licenciatura, notas en la prensa escrita, hablada y electrónica, además incluye entrevistas que los autores realizaron a lugareños donde habita la especie, para determinar la situación actual de las poblaciones de *Crocodylus acutus* en Michoacán, Colima y Jalisco, así como para realizar el censo de las unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) que operan con la especie y describir la problemática que presentan los cocodrilos, relacionada con las actividades pesqueras y urbanas en la zona costera de la región.

La información ha sido organizada en cuatro temas: 1) Biología, abundancia y distribución de la especie. 2) Historia, protección y explotación. 3) Pro-

\* Departamento de Ciencias, Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad de Guadalajara 203, Delegación Ixtapa, CP 48280, Puerto Vallarta, Jalisco. Tel: (322) 2262215, fax: (322) 2262200. Correo electrónico: helios@pv.udg.mx; hhh0474@hotmail.com; gquevedo@pv1.udg.mx

blemática y relación entre hombre y el cocodrilo. 4) Las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) y los zoológicos como estrategia de conservación de cocodrilos.

### Biología, abundancia y distribución de la especie

En México se encuentran representadas tres especies, pertenecientes a las dos familias de cocodrilianos: *Crocodylus acutus* (cocodrilo de río) y *Crocodylus moreletii* (cocodrilo de pantano) de la familia Crocodylidae; y el *Caiman crocodilus chiapasius* (caimán) de la familia Alligatoridae. Las diferencias entre las especies son notables.

El cocodrilo de río presenta un hocico largo y estrecho, cuya longitud es de 1.75 a 2.5 veces su ancho basal, características por las cuales recibió el nombre de *C. acutus* que significa picudo o acusado. Su talla máxima es de siete metros, aunque es raro observar cocodrilos mayores a cuatro metros. Otros nombres que recibe *C. acutus* son: lagarto real, cocodrilo americano y caimán. En México se distribuye desde Sinaloa hasta Chiapas y en algunos sitios del estado de Quintana Roo; en este capítulo se describen los aspectos biológicos, ecológicos y la problemática hombre-cocodrilo, de esta especie en la región de Jalisco, Colima y Michoacán (Fig. 1a).

El cocodrilo de pantano presenta un hocico relativamente corto, cuya longitud es 1.5 a 1.7 veces el ancho basal y está redondeado en la punta. Al igual que sucede con otros miembros de la familia Crocodylidae, el cuarto diente mandibular es visible. Su talla máxima es de 3.5 m. El área de distribución en México comprende la costa del Golfo de México, la península de Yucatán y algunos ríos y pantanos de Chiapas (Fig. 1b).

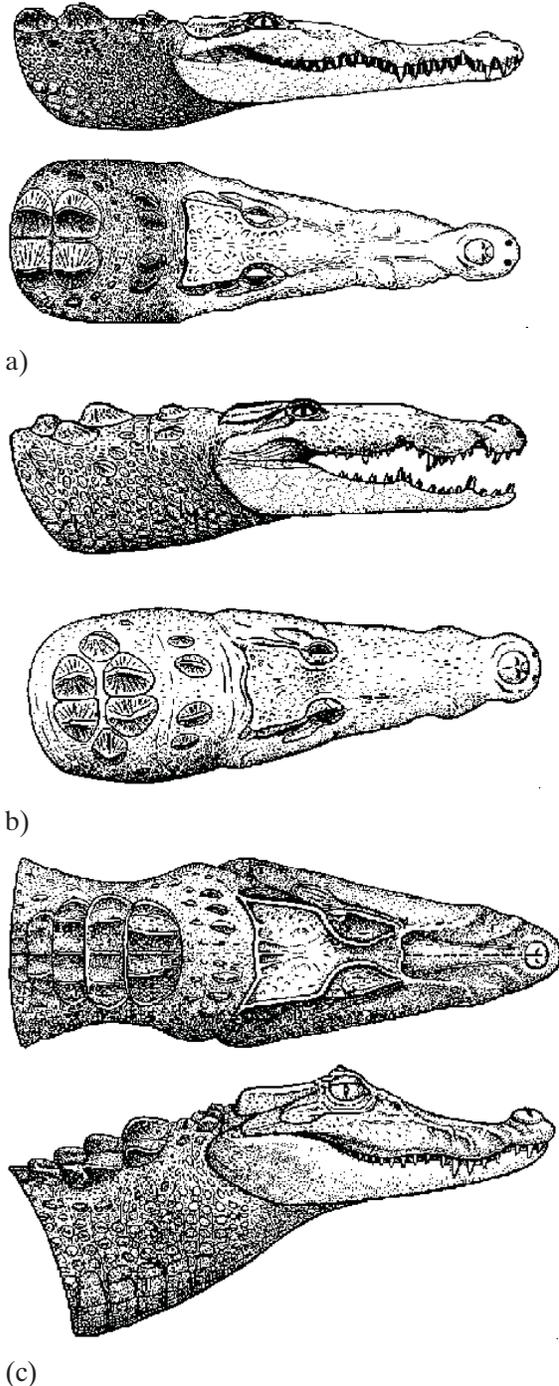
El caimán se distingue por su hocico corto y ancho que presenta un tabique óseo curvo transversal frente a los ojos; a diferencia de los representantes de las otras dos especies, cuando tiene el hocico cerrado solamente es posible observar los dientes superiores o maxilares y no se distingue el cuarto diente mandibular. Los párpados presentan una protuberancia dérmica. Su talla máxima es de 2.5 m y se distribuye en las zonas costeras del sur de Oaxaca y Chiapas (Fig. 1c).

#### Descripción de las clases de talla por edad

Las tallas de las crías al nacer oscilan entre los 25 a los 30 cm. Los cocodrilos cuyas edades son menores a

Figura 1

Esquemas de las tres especies de cocodrilos mexicanos



- a) *Crocodylus acutus* (cocodrilo de río), b) *Crocodylus moreletii* (cocodrilo de pantano), y c) *Caiman crocodilus chiapasius* (caimán). Fuente: BRITTON 1995-2003. <http://www.flmnh.ufl.edu/cnhc/cnhc.html>

seis meses y su talla oscila entre 25 y 40 cm se conocen como “neonatos”. Después de que han sobrevivido al primer invierno y tiene entre seis y 12 meses de edad (40-60 cm) se les denomina como “crías”. Los individuos mayores a dos metros son considerados adultos. Algunos autores los clasifican por su talla, en clases que abarcan intervalos de 60 cm, mientras que otros sólo utilizan tres clases: crías de 0.25 a 1.00 m de longitud, juveniles de 1.01 a 2.00 m y adultos, mayores a los dos metros.

#### Hábitat

En la región costera de Michoacán, Colima y Jalisco, el clima es cálido, subhúmedo con lluvias en verano y larga temporada seca, tipo Aw según la clasificación de Köppen, modificada por García (1988). La temperatura promedio anual es de 29 °C con oscilaciones de  $\pm 4$  °C (Rzedowski, 1978; García, 1988). La vegetación característica de la región es pastizal, bosque de manglar, bosque de galería, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, palmares y vegetación de dunas (Rzedowski, 1978). También el cocodrilo puede incursionar en cultivos de plátano, mango, limón, entre otros.

*Crocodylus acutus* habita en las zonas tropicales, en aguas continentales, dulces y salobres (Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Aunque esta especie se localiza principalmente en la costa, es ecológicamente adaptable, por lo que puede distribuirse hacia el interior del continente, siguiendo el curso de los ríos (Thorbjarnarson, 1989; Sigler, 1998). Individuos de esta especie han sido registrados a 1220 m de altitud, en el río Tehuantepec en el estado de Oaxaca (Thorbjarnarson 1989; Casas-Andreu y Reyna, 1994).

En la región de Jalisco y Colima, *C. acutus* tolera condiciones de salinidad variables entre 0 y 41‰ sin problemas, ya que es capaz de osmoregular mediante una piel gruesa, riñones que eliminan detritos nitrogenados y glándulas en la lengua que excretan sales (Mazzotti, 1992; Hernández *et al.*, 1998), por lo que ocasionalmente es posible encontrar cocodrilos jóvenes y adultos nadando en el mar, en la vecindad de las desembocaduras de los esteros de Boca Negra y Boca de Tomates (Puerto Vallarta, Jal.) y en el de Majahuas (Tomatlán, Jalisco).

El cocodrilo puede soportar las perturbaciones en su hábitat ocasionadas por el desarrollo urbano, turístico, agropecuario y pesquero, ya que vive en sitios como aeropuertos, puertos, canales de riego, ríos, lagunas de aguas residuales, ladrilleras, marinas turísticas, estanques de acuicultura, campos de golf y, en general, cuerpos de agua que el hombre usa como sitios recreativos durante el día.

Por otro lado, los cocodrilos tienen una importancia fundamental para los ecosistemas costeros porque funcionan como los ingenieros hidráulicos de los humedales tropicales, ya que mediante su tránsito diario conservan canales de agua abiertos, lo que contribuye a mantener la biodiversidad en los pantanos y esteros. También cumplen el papel trófico como depredadores tope en el ecosistema.

Por otro lado, los organismos de *Crocodylus acutus* se distribuyen en un área determinada de acuerdo con su edad, de tal modo que la descripción del microhábitat es un indicador de la estructura de edades y la densidad de la población. Las crías y neonatos de *C. acutus* suelen habitar en las inmediaciones de su lugar de nacimiento durante varias semanas, aunque algunos pueden permanecer ahí por meses o años (Thorbjarnarson, 1989; Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Las crías prefieren estar dentro del agua, aunque se les puede observar asoleándose sobre las raíces del manglar y, muy rara vez, en alguna playa desprovista de vegetación. Después de la quinta semana los neonatos comienzan a dispersarse (Álvarez del Toro y Sigler, 2001); durante este periodo son más susceptibles a la depredación por gran variedad de animales como son: hormigas, cangrejos, pequeños mamíferos, aves, reptiles y fauna doméstica.

Algunos cocodrilos buscan refugio entre las oquedades de las rocas, bajo troncos caídos y en otros sitios semejantes. Los juveniles tienden a vivir en inmediata vecindad unos con otros, aunque no en forma gregaria, excepto cuando salen a tomar el sol. En esta edad son depredados por aves, reptiles grandes y felinos (Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Los autores de este texto han observado que los cocodrilos jóvenes pueden buscar refugio en tubos de drenaje y alcantarillas. En la zona de Puerto Vallarta, Jalisco, se han observado cocodrilos jóvenes que se desplazaron alrededor de dos kilómetros en 12 meses. Un caso notable fue el registro de un juvenil que siguió el curso del arroyo San Sebastián, que desemboca cerca de Puerto Vallarta, por lo que se le observó 25 km río arriba (Cupul *et al.*, 2001-2002).

Los adultos suelen habitar los grandes ríos, de allí su nombre común “cocodrilo de río” (Sigler, 1998). Durante una investigación realizada en 15 esteros de Michoacán, Navarro (1999) observó que la mayoría de los adultos se mantenía activa en el agua, lejos de la seguridad que proporciona la vegetación de manglar y de sitios donde podían esconderse. Por otro lado, también son los más tolerantes a la contaminación, Hernández *et al.* (2002) describieron el caso de dos cocodrilos, de 3.4 y 2.0 m de longitud total, respectivamente, que habitaban en pozos de ladrilleras en Puerto Vallarta, donde el agua estaba contaminada

por lixiviados del basurero municipal y los bordes estaban rellenos con basura y escombros.

Los adultos de *C. acutus* son capaces de construir cuevas que les sirven para soportar las variaciones de los factores ambientales, como la disminución en el nivel del agua y las temperaturas extremas. Estas oquedades generalmente son construidas en los bordes de los canales o lagunas, en sustratos reblandecidos por el agua. La entrada y el túnel principal, de forma ovoide irregular, desembocan en una cámara amplia, cuyo tamaño depende de la longitud del cocodrilo. Álvarez del Toro y Sigler (2001) describieron la cueva de un individuo de tres metros de largo, que medía 60 cm en la entrada y 5 m de largo; en estos socavones ellos observaron a un cocodrilo y a varias tortugas juntos.

Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo (1970) mencionaron que el diámetro interior de las cuevas era igual o ligeramente mayor a la longitud del animal, y sólo observaron un individuo por cavidad. David Montes (com. pers.)<sup>1</sup> menciona que las cuevas eran más grandes que el animal y que había suficiente espacio como para que el cocodrilo pudiera dar la vuelta y quedar con la cara hacia la entrada, así como un respiradero en la parte superior que permitía el ingreso de aire cuando la entrada quedaba por debajo del nivel del agua. Hernández *et al.* (1998) describieron la oquedad en la que vivía un organismo de 2.0 m de longitud, que tenía una profundidad de 3.0 m y en la boca 40 cm de ancho, en Bahía de Banderas (Jalisco-Nayarit).

En la UMA-Reptilario Cipactli, los autores de este trabajo observaron un organismo de tres metros de longitud, que excavó una cueva de siete metros de profundidad, 80 cm de diámetro de entrada y 4.0 m de diámetro al final de la cueva, en sustrato limo arcilloso; mientras que en el estero El Salado, de Puerto Vallarta, vigilaron a un organismo de 2.0 m de longitud que escarbó una cueva de tres metros de profundidad, con 40 cm de diámetro en la entrada y 1.5 m en el fondo; en estos dos casos se encontró un cocodrilo por cueva. En contraste, en julio de 2002, en el estero de la Manzanilla, Jalisco, registraron tres cuevas de cocodrilos adultos, en las que había varios individuos de diferentes edades. El sustrato de estas cavidades varió de limo arenoso a limo arcilloso. En dos de ellas la profundidad promedio fue de 6.0 m, el diámetro de entrada de un metro y el diámetro interior de cuatro metros. En esas dos cuevas se encontraron dos organismos adultos de aproximadamente tres metros de

longitud, mientras que en la entrada había hasta cinco cocodrilos juveniles de tallas entre 70 y 80 cm; en una de ellas se observó a una hembra con 13 crías, cuyo nido se ubicaba a 30 m de la cueva. En la tercera cueva se observaron dos cocodrilos de 4.0 y 3.0 m de longitud, respectivamente; la profundidad de la cueva era de ocho metros, con un diámetro de entrada de dos metros y un diámetro interior de cuatro metros. Todas las entradas estaban construidas con la intención de que quedaran bajo el nivel promedio del agua, pero se podían observar a simple vista por la escasez de lluvia en la región, sólo en dos cuevas se identificó el respiradero.

### Reproducción

El comportamiento reproductivo consiste en el cortejo, la anidación, la eclosión y la emergencia de las crías del nido. El cortejo pasa por una serie de conductas que los organismos realizan antes de la cópula; en la región de Jalisco, Colima y Michoacán, comienza desde los primeros días de diciembre. Los cocodrilos forman grupos de cortejo; en algunos casos los machos se aparean con varias hembras, mientras que en otros, las hembras se mueven libremente entre los territorios de diferentes machos, apareándose con varios de ellos. En el río Cuitzmala, en la costa de Jalisco, los machos dominantes establecen territorios de cortejo cuya superficie puede medir entre 0.1 y 0.9 ha, mientras que la relación machos:hembras es de 1:3-5 (Casas-Andreu y Aguilar, 2002).

Los estudios realizados en México sobre el cortejo en *C. acutus* son escasos; Álvarez del Toro y Sigler (2001) observaron el cortejo en organismos salvajes y en cautiverio, en los esteros de La Manzanilla, Majahuas, laguna de San Juan, Boca Negra y Boca de Tomates, localizados en la costa de Jalisco y en la UMA-Reptilario Cipactli en Puerto Vallarta, y mencionan que los machos lanzan una serie de rugidos que se escuchan a una distancia considerable y que sostienen grandes luchas por las hembras y por el dominio de su territorio; asimismo, que el periodo de cortejo es de diciembre a marzo, aunque el mes en que se presenta la mayor actividad es febrero. Tanto en cautiverio como en vida silvestre se manifiesta por conductas como el golpeteo en el agua con la cabeza, la emisión de infrasonidos por el macho de forma tal que hace saltar el agua que rodea su dorso; los individuos de ambos sexos producen bufidos, nadan juntos y se rozan con la cabeza en diferentes partes del cuerpo. En esta época las parejas reproductoras suelen pasar juntas mucho tiempo. Para demostrar su fuerza y dominio de territorio, los machos inflan el cuerpo durante el nado para aparentar ser más gran-

1. David Montes-Cuevas (2001), Cocodrilario de Chachahua, Oaxaca. DGVS, SEMARNAT.

des y muestran el dorso, arquean el cuerpo de forma tal que sólo es posible ver la cabeza y la punta de la cola. El apareamiento se realiza en el agua y dura 15 minutos aproximadamente.

La temporada de anidación de *C. acutus* en México es entre marzo y mayo, aunque puede iniciar desde febrero. La hembra custodia el nido y asiste a las crías cuando nacen. Las eclosiones ocurren de junio a agosto al inicio de la temporada de lluvias y antes de las grandes crecidas que se presentan de agosto a octubre en la costa del Pacífico (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Thorbjarnarson, 1989; Martínez, 1991; Álvarez de Toro y Sigler, 2001).

El nido es un hueco que hace la hembra en el suelo de forma diagonal, con respecto a su cuerpo; excava en casi cualquier tipo de sustrato: arenoso, limo arenoso, limo arcilloso, grava, sustratos con vegetación, suelos pedregosos, incluso en material de relleno para los caminos y carreteras. De acuerdo con Casas-Andreu (2003), se ha registrado que el diámetro de la cama del nido es de entre 0.89 a 2.0 m, con profundidades que van de 17 a 68 cm y el diámetro del nido de 25 a 76 cm. En poblaciones silvestres la distancia al agua, la altura sobre el agua, el pH, la humedad del suelo, la cobertura y altura de la vegetación determinan el éxito de la nidada y la supervivencia de las crías (Casas-Andreu, 2003).

La cantidad y el tamaño de los huevos depositados dependen de las características físicas y fisiológicas de las hembras, tales como edad, estadio de madurez, talla, alimentación, estrés ambiental y competencia con otros cocodrilos por el espacio. En México se han registrado nidadas de entre nueve y 60 huevos (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970 y Casas-Andreu, 2003). Romero<sup>2</sup> (com. pers.) menciona que en el cocodrilario de la Palma en San Blas, Nayarit, llegaron a registrar nidos de hasta 80 huevos en las temporadas 2002 y 2003. Para el tamaño de los huevos se han registrado diferencias que oscilan entre 69 a 80 mm de longitud por 43 a 53 mm de ancho (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Thorbjarnarson, 1989; Álvarez de Toro y Sigler, 2001; Casas-Andreu, 2003).

La incubación varía entre 75 y 90 días con temperaturas que oscilan de 28 a 34 °C, con una media de 30.9 °C. Como en otras especies de reptiles, la diferenciación sexual depende de la temperatura, aunque en este caso las temperaturas altas y bajas producen 100% de hembras, entre 32–33 °C machos y entre 31-

32 °C se obtiene 50% de cada sexo (Thorbjarnarson, 1989; Lang, 1992; Álvarez de Toro y Sigler, 2001; Casas-Andreu, 2003).

#### *Alimentación y crecimiento*

Los neonatos de cocodrilos silvestres comen insectos acuáticos y terrestres, mientras que los juveniles, invertebrados acuáticos (caracoles, camarones, insectos, etc.), peces, ranas, tortugas, aves y pequeños mamíferos. Los adultos se alimentan de peces en mayor proporción, aunque también cazan aves y mamíferos grandes, cangrejos, otros reptiles (Álvarez del Toro y Sigler, 2001) e incluso animales domésticos, como gallinas, cerdos, gatos y perros, por lo que estos últimos eran utilizados como cebo por los cazadores. Los cocodrilos en cautiverio se alimentan con dietas a base de carne de pescado, res y pollo; no obstante, en el reptilario Cipactli se ha visto que son capaces de cazar, ya que cualquier animal silvestre que entra a los acuaterrarios se convierte en su presa.

El crecimiento en longitud y peso depende de la cantidad y la calidad del alimento, la temperatura ambiental, la humedad y del proceso de incubación. Hernández (2002) menciona que la temperatura es un factor determinante en el crecimiento, ya que por debajo de los 24 °C las crías disminuyen su ingesta hasta en 80%, mientras que cuando llega a los 35 °C dejan de comer; la temperatura óptima para ingerir alimento se encuentra entre los 30° y 32 °C.

Las tasas de crecimiento registradas de *C. acutus* menores a un metro (Tabla 1), mantenidos en cautiverio en Jalisco y Nayarit, son similares a las reportadas por Álvarez del Toro y Sigler (2001), aunque menores a las registradas en Florida por Thorbjarnarson (1989). Por otro lado, la tasa de crecimiento diario promedio de 53 ejemplares estudiados por Cupul (2002) fue de 0.674 milímetros por día y la longitud total asintótica, de 5.4 metros. Cabe mencionar que en trabajos de crecimiento y predicción sobre la edad (talla-peso), se requiere contar con mayor número de datos de organismos silvestres y en cautiverio para que la información sea confiable. Los autores de este trabajo están desarrollando investigaciones en este sentido.

#### *Ecología de poblaciones*

El estudio de las poblaciones animales se circunscribe a la rama de Ecología de poblaciones, que investiga las causas de la abundancia y la distribución de las especies. Esta información permite diseñar las estrategias de conservación y aprovechamiento de la especie (Hernández *et al.*, 1998). La evaluación de la densi-

2. José de Jesús Romero-Villaruel (2003), Cocodrilario La Palma, Nayarit. DGVS, SEMARNAT.

Tabla 1  
Tasas de crecimiento reportadas en Jalisco y otras regiones de México y América

Lugar	Tasa(s)	Autores	Observaciones
Jalisco, México	1.71 cm·mes <sup>-1</sup> con 75.30 g·mes <sup>-1</sup>	Hernández (2002)	Cautiverio
Nayarit, México	3.78 cm·mes <sup>-1</sup> con 202.8 g·mes <sup>-1</sup>	Hernández (1997)	Cautiverio
Costa Rica	1.17 cm·mes <sup>-1</sup> con 33.68 g·mes <sup>-1</sup>	Piedra <i>et al.</i> (1996)	Cautiverio
Manzanillo, Cuba	92.58 g·mes <sup>-1</sup>	Benavides y Fonseca (1999)	Cautiverio
Chiapas, México	4.00, 1.29, 0.77 y 1.68 cm·mes <sup>-1</sup>	Álvarez del Toro, y Sigler (2001)	Silvestres
Florida, EU.	6.42 y 3.36 cm·mes <sup>-1</sup>	Thorbjarnarson (1989)	Silvestres

dad de las poblaciones y de la estructura de tallas se realiza mediante avistamientos nocturnos o diurnos, aunque son más efectivos los nocturnos. El método aplicado en estas evaluaciones consiste en observar el reflejo de los ojos de los cocodrilos y mediante el cálculo de la separación entre ambos ojos o de la distancia entre el ojo y el morro del hocico, se estima la talla del animal. El reflejo de los ojos se debe a un pigmento localizado en el fondo del globo ocular llamado *tapetum lucidum*. Los cocodrilos son contabilizados por kilómetro lineal, lo que permite obtener un índice de densidad relativa que se expresa en cocodrilos·km<sup>-1</sup>. Por otro lado, el número de nidos permite cuantificar a las hembras reproductoras.

Los programas de marcado permiten describir el crecimiento, la dispersión y el uso del hábitat. Las poblaciones de cocodrilos están segregadas en sus áreas de distribución, en zonas de crianza o guarde-

ría, reproducción, alimentación y nuevos territorios de reclutas maduros. Es importante mencionar que factores como la temperatura, la disponibilidad de agua, playas, alimento y zonas para anidar en un área determinada, influyen en el número de organismos observados.

#### *Poblaciones de cocodrilos en el estado de Michoacán*

Cedeño (1995) realizó un recorrido por 22 cuerpos de agua distribuidos a lo largo de toda la costa michoacana y registró cocodrilos en siete esteros en los municipios de Coahuayana, Aquila y Lázaro Cárdenas, en los que observó un total de 121 cocodrilos, de los cuales 12.1% era adulto, 5.6% subadulto, 69.2% juvenil y 13.1% cría (Tabla 2).

Navarro (1999) muestreó en 15 cuerpos de agua en la costa centro y sur de Michoacán y observó co-

Tabla 2  
*Crocodylus acutus* en la costa de Michoacán. (Fuente: Cedeño, 1995 y Navarro, 1999)

Localidad y fuente	Cocodrilos observados. (núm.)	Densidad media (ind·ha <sup>-1</sup> )	Nidos (núm.)	Crías (núm.)
<i>Cedeño (1995)</i>				
Estero los Tules	50	-	4	14
Laguna de Mezcala	4	-	---	---
Laguna Colorada	1	-	3	---
Estero de Chucutitán	1	-	---	---
Estero Playa Azul	14	-	---	---
Estero El Pichi	12	-	---	---
Estero Santa Ana	39	-	---	---
Total	121	-	7	14
<i>Navarro (1999)</i>				
Mata de Carrizo	63	1/0.54	---	---
El Pichi	26	1/0.68	---	210
Santa Ana	23	1/0.87	---	---
El Chico	18	1/0.38	---	---
Tupitina	18	1/0.52	---	---
Mexiquillo	7	1/0.88	---	---
Playa Azul	5	1/6.30	---	---
La Huerta	4	1/0.86	---	---
Barra del Tigre	3	1/0.60	---	---
Las Calabazas	3	1/2.17	---	---
Chucutitán	2	1/5.62	---	---
Puente de la Vía	2	1/0.40	---	---
Solera de Agua	1	1/5.40	---	---
Río Teolán	0	---	---	---
Río Nexpa	0	---	---	---
Total	175	---	0	210

codrilos en 13 de ellos; mencionó que sólo cuatro mostraron potencial para mantener y conservar sus poblaciones. En recorridos diurnos y nocturnos, estimó un total de 175 cocodrilos. La proporción que correspondió a cada clase de edad fue de 42.7% adultos, 17.7% subadultos, 20.8% juveniles y 2.8% crías.

Los datos anteriores sugieren que la población de cocodrilos en el estado de Michoacán no supera los 200 organismos, sin contabilizar a las crías, lo que muestra que las áreas han sido fuertemente afectadas de manera negativa por el desarrollo humano (agropecuario, pesquero y urbano) y la explotación a la que estuvieron sujetos en décadas anteriores por la piel. Sin embargo, es factible llevar a cabo proyectos de conservación y restauración de hábitat para un futuro aprovechamiento como lo muestran los trabajos realizados por Cedeño (1995) y Navarro (1999).

#### *Poblaciones de cocodrilos en el estado de Colima*

Álvarez del Toro (1974) menciona que a mediados de la década de los años treinta, *C. acutus* era común en el estado de Colima, principalmente en el río Armería, Boca de Pascuales y la Laguna de Cuyutlán. Castillo (1996, 1997) estimó el tamaño de las poblaciones de los cuerpos de agua El Potrero y Amela. En el primero de ellos, situado en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional de Manzanillo, calculó una población de 700 organismos, aunque en una noche pudo observar hasta 410 individuos de diversas tallas; contabilizó 10 nidos activos y detectó que predominaron los cocodrilos sub-adultos, debido a la extracción ilegal de los organismos grandes. En la laguna de Amela estimó un tamaño de población de 1 153 organismos, con una densidad de 45 cocodrilos por kilómetro. La población estaba representada por sub-adultos y adultos, e incluso observó un animal de aproximadamente 5.4 m de longitud. La proporción correspondiente a los juveniles fue menor en los sitios con actividad humana. El autor contabilizó siete nidos activos.

Por otro lado, investigadores del Centro Ecológico Cuyutlán, El Tortugario, y de la Universidad de Colima, han realizado estudios desde el verano de 2003 en el área denominada Estero Palo Verde, situada en el último vaso de la laguna de Cuyutlán y cerca del río Armería, en donde se han detectado varios nidos, así como organismos de todas las tallas incluyendo crías; la población estimada en 13 km fue de 120 cocodrilos con una densidad de 2.4 cocodrilos  $\text{km}^{-1}$  (Rivera, com. pers.<sup>3</sup>).

En los estudios realizados hasta el año 2004 en el estado de Colima, se observó que las poblaciones eran grandes y con una estructura de edades bien definida; sólo la suma de las poblaciones de la laguna de Amela y el estero el Potrero era de 1 853 organismos. Estas poblaciones son un reservorio genético adecuado, que permite planear estrategias para la extracción regulada (denominada *rancheo*) en la zona.

#### *Poblaciones de cocodrilos en el estado de Jalisco*

Álvarez del Toro y Sigler (2001) mencionaron que los cocodrilos en Jalisco eran abundantes a principios del siglo xx, pero que posteriormente las poblaciones menguaron como resultado de la demanda de su piel. Durante 1988 y 1989, Casas-Andreu *et al.* (1990) realizaron muestreos en 22 cuerpos de agua y detectaron cocodrilos en 21 de ellos. Los autores estimaron que la abundancia de la población era de 260 organismos, aunque en el río Cuitzmala registraron 200 individuos.

Hay reportes (*e.g.* Valtierra, 2001) de la zona del río Cuitzmala, incluida en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala (RBChCx), que muestran las fluctuaciones poblacionales de los cocodrilos desde 1988, que sugieren que en los últimos 13 años se ha incorporado mayor número de hembras en edad reproductiva. Sin embargo, la población está en un punto en el que el esfuerzo reproductivo es considerable y el reclutamiento de individuos muy bajo, ya que cada año la pérdida de nidos por depredación natural es alta, al igual que la mortalidad de crías durante los primeros meses de edad.

La época de anidación comienza a finales de abril y se prolonga hasta mediados de mayo; la eclosión de nidos es más abundante en julio. El número promedio de nidos encontrados en los últimos cinco años es de 32, con un máximo de 39. Asimismo, hay registros biométricos de 400 crías y 80 juveniles, lo que permitirá estimar la tasa de crecimiento, la sobrevivencia y la dispersión (Valtierra, 2001).

Ponce y Huerta (1996) reportaron algunos avistamientos en cinco localidades de la costa de Jalisco. Contabilizaron un total de 141 organismos en 1994 y de 84 individuos en 1995, de los cuales 34 fueron adultos en 1994 y siete en 1995.

Hernández *et al.* (1998) calcularon el tamaño de las poblaciones de cocodrilos en 1997 en tres esteros de Puerto Vallarta. En El Salado (área natural protegida) estimaron que había 11 cocodrilos adultos, mientras que en Boca de Tomates y Boca Negra, 42 cocodrilos adultos y 40 crías. En el primer cuerpo de agua sólo encontraron adultos, si bien en los otros dos observaron individuos de todas las tallas y registraron dos nidos.

3. María Cruz Rivera-Rodríguez, Directora del Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario.

Durante el año 2003 los autores de este texto registraron en El Salado, 12 organismos, un nido activo y 16 neonatos; se estimó el índice de densidad relativa en dos cocodrilos  $\text{km}^{-1}$ . Durante el periodo comprendido entre 1997 y 2003 los cocodrilos adultos encontraron condiciones para reproducirse, lo que garantiza su permanencia en el área.

En un recorrido por cinco localidades de la costa de Jalisco, Ross (2000) observó 155 cocodrilos jóvenes y adultos, pero sólo en dos de ellas, ubicadas en las inmediaciones de Puerto Vallarta, encontró dos nidos y 25 crías. Hernández *et al.* (2001) reportaron el tamaño de población de dos esteros en la costa de Jalisco. Así, en el estero de Boca Negra en Puerto Vallarta registraron 95 animales, incluyendo a las crías, y un índice de densidad relativa de 51 cocodrilos- $\text{km}^{-1}$ , mientras que en el estero de la Manzanilla estimaron una abundancia poblacional de 130 animales, sin descartar a las crías, por lo que el índice de densidad relativa fue de 76 cocodrilos- $\text{km}^{-1}$ ; todas las tallas estuvieron bien representadas en los dos cuerpos de

agua. Por otro lado, contabilizaron dos nidos en Boca Negra y cuatro en La Manzanilla. Cupul *et al.* (2002) estimaron el tamaño de población del estero de Boca Negra en 89 cocodrilos, pero sin las crías este número se redujo a 27; el índice de densidad relativa fue de 51 cocodrilos- $\text{km}^{-1}$ , y sin las crías, de 18 cocodrilos- $\text{km}^{-1}$ . Cupul *et al.* (2003) estimaron el tamaño de población para los esteros de Boca Negra y Boca de Tomates con un máximo de abundancia de 47 individuos.

Los estudios realizados en siete cuerpos de agua de la costa de Jalisco sugieren que la población está formada por un número variable entre 800 y 900 cocodrilos y aproximadamente 50 nidos activos (Tabla 3); no obstante, aún falta información de 14 humedales más, por lo que debe crearse una estrategia que permita manejar a la especie en el largo plazo. Cabe destacar que ha habido considerables avances en los últimos 13 años, sobre todo en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala y en los esteros de Puerto Vallarta.

Tabla 3  
Censos de *Crocodylus acutus* de 1988 al 2001 en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala y en la costa de Jalisco

<i>Autor</i>	<i>Localidad</i>	<i>Año del censo</i>	<i>Población total (núm.)</i>	<i>Tasa de encuentro (ind-<math>\text{km}^{-1}</math>)</i>
Casas-Andreu y Méndez (1992)	Chamela-Cuixmala	1988	169	29.3
Casas-Andreu y Méndez (1992)	---	1989	64	12.3
Lazcano (1989)	---	1989	31	---
De Luna (1995)	---	1992-1993	356-146	---
Valtierra y García (1997)	---	1992, 1993	350	---
Valtierra y García (1997)	---	1997	450	---
Thorbjarnarson (1998)	---	1998	500-600	14.0
Valtierra (2001)	---	2001	500-600	---
<i>Autor</i>	<i>Localidad</i>	<i>Año del censo</i>	<i>Adultos (núm.)</i>	<i>Cocodrilos observados (núm.)</i>
Ponce y Huerta (1996)	Laguna del Tule	1994	3--0	10--0
Ponce y Huerta (1996)	La Manzanilla	1994	23--0	62--0
Ponce y Huerta (1996)		1995	0--5	0--16
Ross (2000)		2000	0	30
Hernández <i>et al.</i> (2001)		2001	22	76
Ponce y Huerta (1996)	Majahuas	1994	0	20--0
Ponce y Huerta (1996)		1995	0	0--33
Ross (2000)		2000	0	25
Ponce y Huerta (1996)	Boca de Tomates/B. Negra	1994	4--0	36--0
Ponce y Huerta (1996)		1995	0--2	0--35
Hernández <i>et al.</i> (1998)		1997	9	82
Ross (2000)		2000	0	15
Hernández <i>et al.</i> (2001)		2001	7	51
Cupul <i>et al.</i> (2002)		2002	0	51
Cupul <i>et al.</i> (2003)		2003	0	47
Ponce y Huerta (1996)	El Salado	1993	4--0	13--0
Hernández <i>et al.</i> (1998)		1997	11	11
Ross (2000)		2000	0	20
Autores de esta tabla		2003	0	12

## Historia, protección y explotación de los cocodrilos en México

Los cocodrilos fueron considerados como deidades entre las culturas prehispánicas de México y formaban parte de su cosmovisión (Martín del Campo, 1937). El cocodrilo (*Crocodylus* spp.) era el primero de los signos del calendario ritual de los nahuas (*Cipactli*); el nombre que se les daba a los cocodrilos era *Acuezpalli*, que significa lagartija de agua. Los mayas conocían a los cocodrilos como *Itzam Cab Ain*, que significa lagarto-cocodrilo terrestre o dragón-cocodrilo terrestre.<sup>4</sup>

El conocimiento sobre los cocodrilos entre los siglos XVI y XIX se debe a frailes (entre ellos fray Toribio y fray Plinio) y naturalistas (como Alexander von Humboldt y Alfredo A. Dugés), obtenido en exploraciones en los ríos y esteros (Trabulse, 1984), y era referente a la descripción biológica, taxonómica y del hábitat de las especies. No obstante, una vez que se reportó la presencia de los cocodrilos, todos los esfuerzos se enfocaron a su explotación, de modo que hasta hace algunos años existía una actividad económica de relativa importancia, producto del aprovechamiento de su piel, principalmente en los estados costeros de Campeche, Colima, Chiapas, Jalisco, Nayarit, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Sin embargo, esta actividad decayó debido al decremento de las poblaciones silvestres, causado por el deficiente manejo, la falta de regulación, la poca vigilancia y la sobreexplotación (INE-SEMARNAP, 1997).

En 1968 el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables (IMRNR) y el Instituto de Ciencias Naturales de Chiapas obtuvieron un donativo del World Wildlife Fund (WWF), lo que dio inicio las actividades de investigaciones sobre *Crocodylus moreletii* en el Parque Zoológico de Chiapas, ya que esta especie era la que se encontraba en situación más crítica. A su vez, el mismo IMRNR y la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, planearon una investigación sobre la restauración en la escala comercial de las poblaciones de cocodrilos, y experimentaron sobre su propagación en cautiverio, lo que dio origen a los primeros estudios sistemáticos (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970) sobre las tres especies que habitan en México. A partir de esos trabajos se escribieron dos libros *Estado actual de las investigaciones*

sobre cocodrilos mexicanos (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970) y *Los crocodylia de México* (Álvarez del Toro, 1974).

Desde el año de 1934, el gobierno Mexicano declaró la veda para captura de cocodrilos en varios estados del país, pero fue hasta 1970, cuando se decretó la veda total y permanente para las tres especies. A partir de la década de los años setenta se iniciaron los programas de conservación y reproducción, y durante los ochenta se estimuló el establecimiento de criaderos intensivos con fines comerciales para regular la explotación del recurso (INE-SEMARNAP, 1997).

### Explotación histórica

En México la explotación del cocodrilo fue intensa durante las primeras décadas del siglo XX en toda la costa mexicana. En el litoral centro-occidente se destacó la producción de Jalisco y Colima, aunque en la costa de Michoacán todavía se relata sobre la caza del lagarto o caimán. En los tres estados aún hay curtidores que se dedicaron a trabajar la piel del *C. acutus*. Aunque no se cuenta con datos precisos, se sabe que por muchos años la piel de cocodrilo proveniente de Manzanillo, Colima, sostuvo el mercado en Guadalajara, Jalisco y León, Guanajuato. Por otro lado, a principio del siglo, las pieles de cocodrilos cazados en la Bahía de Banderas, Jalisco, y Nayarit, eran exportadas a Estados Unidos y Alemania (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Álvarez del Toro y Sigler, 2001; Rodríguez, 1996; INE-SEMARNAP, 1997).

Actualmente existe un amplio mercado para los productos. La piel continúa teniendo gran demanda en la industria peletera internacional para la elaboración de un sinnúmero de objetos, mientras que su carne es un platillo muy apreciado en algunos países (INE-SEMARNAP, 1997). *C. moreletii* es una especie que se adapta bien al cautiverio, con pocos requerimientos para su producción (Álvarez del Toro y Sigler, 2001), y puesto que su piel es muy valiosa, es el cocodrilo mexicano con mayor valor económico.

*C. acutus* también ha sido perseguido por su piel, y aunque es de menor calidad que la del cocodrilo de pantano, es mejor que la de otros cocodrilos que se explotan económicamente en el mundo; no obstante, es necesario crear estrategias que permitan aprovecharlo ya que es la especie menos investigada.

Una forma de proteger este recurso es involucrar a todos los sectores, principalmente a los habitantes de las zonas con cocodrilos, ya que si ellos ven que es redituable, serán los primeros en protegerlo y conservarlo para su futura explotación.

4. Información obtenida en las páginas web de la CONACULTA <http://www.cnca.gob.mx/mayach/03.html> y <http://www.conaculta.gob.mx/templomayor>

### Protección y estatus legal

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (DOF, 2002), protege a todos los cocodrilianos mexicanos y los considera como especies *Sujetas a Protección Especial*; esto indica que su aprovechamiento está limitado por lo reducido de sus poblaciones, la distribución geográfica es restringida o para propiciar su recuperación y conservación, así como la de especies asociadas.

En el contexto internacional, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), los considera dentro del Apéndice I, lo que indica que se prohíbe el comercio internacional, salvo si se efectúa con fines no comerciales (alrededor de 510 animales por año). La Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), considera a la especie como “Vulnerable (VU A1 ac)”, es decir, el taxón que no está en peligro crítico, pero cuya probabilidad de extinción es elevada en el mediano plazo debido a una reducción de la población de la especie de 20% en tres generaciones, comprobado por observación directa de la población y por la reducción, fragmentación o declinación en la calidad del hábitat (IUCN,<sup>5</sup> 2004).

El Programa 1997-2000 de Conservación para la Vida Silvestre y Diversificación Productiva del Sector Rural elaborado por la SEMARNAP, considera prioritaria la conservación de la especie *C. acutus*. En este programa, el 24 de septiembre de 1999, quedó constituido oficialmente el Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM), que agrupa a diferentes sectores académicos, gubernamentales, privados y organizaciones no gubernamentales. Hasta el año 2004 se habían llevado a cabo seis reuniones nacionales (INE-SEMARNAP, 1999).

### Problemática y relación entre el hombre y el cocodrilo

#### Fragmentación de hábitat

Desde hace 200 millones de años los cocodrilianos habitan la faz de la tierra, pero sólo en los últimos dos siglos el hombre ha acabado con grandes extensiones de lo que solía ser su hábitat. El ambiente de los cocodrilos en la región de Jalisco, Colima y Michoacán ha sido fragmentado como resultado del desarrollo urbano, agropecuario, acuícola y de la pesca ribere-

ña. Sin embargo, como estos organismos tienen la capacidad de sobrevivir en áreas modificadas, se ha podido observar algunos de ellos en campos de golf y en las áreas aledañas a las pistas de aeropuertos en Manzanillo y Puerto Vallarta, así como en lagos artificiales y charcos que se forman durante la temporada de lluvias e inundaciones. Los cocodrilos también pueden habitar en sitios modificados o contaminados por aguas residuales y basura, tal es el caso de las ladrilleras en Puerto Vallarta donde, de acuerdo con los conteos que los autores de este documento realizaron entre 1997 y 2003, existían 13 cocodrilos entre jóvenes y adultos. Debido a que el hombre ha colonizado estas áreas, ahora tiene que coexistir con el cocodrilo, lo cual no siempre resulta conveniente para ambos.

Los ataques de cocodrilos a humanos, registrados por los autores entre 1993 y 2004, en Jalisco fueron: cuatro en Puerto Vallarta, uno en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, uno en Boca de Iguanas y dos en Tomatlán. En Michoacán se reportó uno en el estero Santa Ana. Ninguno de estos ataques fue fatal y sólo en un caso hubo lesiones graves. Por otro lado, se registraron seis ataques de cocodrilos a fauna doméstica.

En comparación, los registros de ataques de humanos a cocodrilos fueron los siguientes: 12 cocodrilos lastimados en Puerto Vallarta y 41 muertos, de los cuales uno fue cazado en Tomatlán y el resto en la Manzanilla. En 2003, los autores de este texto detectaron dos cocodrilos atropellados en la vecindad de las ladrilleras de Puerto Vallarta, de 1.7 m y 2 m de longitud, respectivamente. También es usual que cuando son pequeños se les capture para mantenerlos como mascotas, o para el tráfico ilegal: Posteriormente, cuando crecen, se constituyen en un problema para sus poseedores y su vecindario.

No obstante, es posible coexistir en armonía con ellos, como es el caso de los habitantes de La Manzanilla, municipio de la Huerta, Jalisco, donde los miembros de la Cooperativa Ecoturística Cipactli, realizan recorridos turísticos y explican la ecología de los cocodrilos.

El COMACROM (2001), propone las siguientes estrategias para solucionar la problemática entre hombre y cocodrilo:

- Generar información que se difunda por medio de trípticos o folletos sobre la biología, el comportamiento y la importancia de estos animales.
- Colocar en los lugares adecuados, letreros y señalizaciones con información preventiva que advierta a las personas sobre la presencia de animales peligrosos.
- Realizar prácticas de divulgación, como pláticas, videos, programas de radio y televisión. La au-

5. IUCN Red List of Threatened Species <http://www.redlist.org>

diencia más importante la conforman los niños de los lugares aledaños a zonas habitadas por cocodrilos.

#### *Acuicultura y Pesquerías.*

La pesquería ribereña está directamente relacionada con los cocodrilos, ya que algunos artes de pesca, como las redes agalleras, las redes fijas (conocidas comúnmente como *tapos*), los corrales y los copos, capturan incidentalmente crías y juveniles, que se ahogan al no poder escapar (Martínez *et al.*, 1997). Por otro lado, los cocodrilos jóvenes y adultos rompen estos artes cuando se alimentan, lo que genera una situación de conflicto entre pescadores y estos reptiles.

Los sitios donde los pescadores utilizan la atarriya también son zonas de alimentación de cocodrilos de todas las tallas, por lo que es frecuente que los animales que quedan temporalmente atrapados los destruyan. Algunas veces, los cocodrilos jóvenes son confundidos con peces grandes como róbalo y pargos en los estuarios, cuando se pesca con arpón.

Las granjas de acuicultura en la región cultivan invertebrados (camarón y langostino) y peces (tilapias y bagres), por lo que cocodrilos de todas las tallas acuden a ellas para alimentarse, lo que ocasiona grandes pérdidas. Varios cocodrilos pueden acabar con la producción de los estanques en pocas semanas. La mella económica es muy alta si se considera que una colonia de reproductores de tilapia (tres hembras y un macho) importados, tiene un costo que oscila entre los 200 y 350 dólares, y aún más, si está compuesta por organismos genéticamente modificados, en cuyo caso pudiera alcanzar los 1 000 dólares. En función del número de organismos consumidos, el costo puede variar entre 12 mil y 90 mil pesos por ataque (Campos-Arciniega,<sup>6</sup> com. pers.).

En los cultivos que utilizan jaulas flotantes para la engorda de tilapia, los cocodrilos las destruyen y con ello causan pérdidas en infraestructura, además de las ocasionadas al consumir el producto que se encuentra en su interior, o por la fuga de los peces (Hernández-Díaz,<sup>7</sup> com. pers.). El costo de una jaula flotante, que varía según las dimensiones y el material de construcción, entre \$6 000 y \$65 000, pudiera ser un motivo para la matanza de cocodrilos de todas las edades. Castillo (2001) reportó que en la laguna de Amela, Colima, hubo una extracción de 100 a 130

cocodrilos en un periodo de 15 meses, entre 1998 y 1999, con tallas entre 1.8 y 2.5 m, como consecuencia de dos ataques por parte de los cocodrilos a las jaulas flotantes de una granja de peces.

En el caso de las granjas de camarón y langostino de la zona, los productores señalan a los cocodrilos como consumidores de los organismos en cultivo; sin embargo, este daño no ha sido cuantificado. El costo de un kilo de langostinos o de camarón a pie de granja es de aproximadamente 65 pesos (MN), y un cocodrilo adulto puede consumir hasta cuatro kilogramos por día; lo que significaría, dependiendo del número de individuos involucrados, entre 300 y 800 pesos por ataque.

Por el contrario, Cifuentes-Lemus *et al.* (1999) mencionan que la acuicultura, además de contribuir al aumento de las poblaciones acuáticas, puede servir para ayudar a conservar las especies que, por haber estado expuestas a una excesiva explotación, se hallan en peligro de extinción, como es el caso de los cocodrilos mexicanos. Por ello se plantea que la mejor solución para evitar la extinción de estas especies es su crianza por el humano.

#### *Introducción de otras especie de cocodrilianos en áreas silvestres*

La mayoría de los criaderos de cocodrilianos en México está enfocada a *Crocodylus moreletii*, lo que ha propiciado que ésta especie se introduzca en cualquier parte del país con algunas consecuencias negativas, como la dispersión de parásitos, el desplazamiento de especies nativas, la pérdida genética por hibridación y la modificación en la cadena trófica. Un reordenamiento en las disposiciones para el establecimiento de nuevos criaderos debe considerar el mantenerlos dentro de su área de distribución natural, ya que hay suficientes reportes de cocodrilos de pantano que sobreviven en buenas condiciones de salud individualmente o como pequeños grupos (Álvarez del Toro y Sigler, 2001).

En los estados de Colima y Michoacán el COMACROM (2001) reporta que en la UMA de Alcozahué, Colima, se mantienen ejemplares de *C. moreletii* en simpatria con *C. acutus*. y que la situación generó una problemática ambiental, ya que se observaron 40 nidos de *C. moreletii*, por lo que se formó un grupo de trabajo para atender esta situación; las acciones realizadas consideran las perspectivas social, política, legal, económica y ambiental. Investigadores del CET-MAR de Lázaro Cárdenas acudieron a los esteros cercanos a esa ciudad de Michoacán, ya que se detectaron algunos ejemplares de *C. moreletii*; cabe mencionar que el genuino interés por proteger a los

6. Joaquín Campos-Arciniega. Director del Centro Acuícola de Potrero Grande, Col. CONAPESCA/SAGARPA.

7. Arnulfo Hernández-Díaz. Director del DEDSZC de la UdeG, Melaque, Jal.

cocodrilos de la zona y por la recuperación de la especie introducida, animó a esta institución educativa a conformar una UMA dentro de sus instalaciones.

### **Las unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS), y los zoológicos como estrategia de conservación de cocodrilos**

El Programa de Conservación de la Vida Silvestre y la Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000, proporciona los argumentos técnicos y administrativos necesarios para manejar el hábitat mediante la creación de unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), cuyo objetivo es desarrollar planes de manejo enfocados al mejoramiento de los ecosistemas para favorecer la conservación y el aprovechamiento de las especies que en ellos habitan (INE-SEMARNAP, 1997).

El gobierno federal integró todos los criaderos, zoológicos, exhibiciones particulares y públicas que cuenten con cocodrilos en cautividad en esta categoría, y los clasificó como UMAs intensivas.

Las UMAs donde se reproducen cocodrilos en condiciones controladas permiten la obtención de datos biológicos y el seguimiento de sus actividades productivas y de conservación. En la *tabla 4* se describen las UMAs que mantienen cocodrilos en cautividad en los tres estados del Pacífico occidental mexicano.

En Michoacán hay dos zoológicos con cocodrilos y se han creado cuatro UMAs intensivas en los últimos seis años. Por otro lado, la Universidad Michoacana está llevando a cabo un proyecto de conservación de cocodrilos en humedales costeros de la costa en Coahuayana, relacionado con el establecimiento de una UMA extensiva con fines ecoturísticos y de crianza para repoblación de otras áreas (COMACROM, 2001).

En el estado de Colima hay tres UMAs y un zoológico con ejemplares de cocodrilos, aunque sólo una UMA ha realizado estudios para la comercialización y la explotación de las poblaciones silvestres (rancheo). En el estado de Jalisco hay tres UMAs y tres zoológicos que mantienen a la especie. Destacan los trabajos realizados en la UMA-Reptilario Cipactli, ya que han contribuido a la investigación de *C. acutus*, sobre aspectos de reproducción en cautiverio, etología reproductiva, crecimiento, dietas en cautiverio, rescate, rehabilitación, casos clínicos veterinarios, parasitología y un programa de educación ambiental que atiende en promedio a 5 000 niños al año.

Es importante que las UMAs de la zona lleven a cabo investigaciones que permitan interpretar lo que sucede en la vida silvestre y se creen las bases para

su posible explotación en cautiverio. Los zoológicos también deben sumarse al esfuerzo de la conservación del *C. acutus*, de una forma más activa en la investigación de los cocodrilos en su ambiente.

### **Conclusiones**

Los trabajos sobre *Crocodylus acutus* en la región aún son escasos, por lo que hacen faltan más estudios sistemáticos sobre la biología de la especie, lo cual es fundamental para entender la problemática y crear estrategias de conservación en la región.

El análisis de los estudios realizados por los diferentes autores, indica que en 12 cuerpos de agua de la región, la población de *Crocodylus acutus* estimada fluctúa entre 2 500 y 2 800 cocodrilos de todas las edades, y que no se tienen registros sistemáticos de 36 cuerpos de agua.

Los estudios de las poblaciones muestran que hace falta realizar investigaciones en tres cuartas partes de los cuerpos de agua de la región. Conocer la situación de estos cuerpos es imprescindible para la planeación de estrategias de aprovechamiento extractivo.

Los resultados publicados por los diferentes autores señalan que los esteros de Amela y Potrero Grande en Colima, así como La Manzanilla y Cuitzmala en Jalisco, mantienen poblaciones silvestres con un número de organismos suficiente para considerarlas saludables.

La explotación del recurso fue redituable a lo largo de la historia por lo que en la actualidad podría aprovecharse el antiguo mercado para su comercialización.

Las interacciones negativas entre humanos y cocodrilos en la región, de 1993 a 2004, incluyeron 11 ataques a humanos o sus intereses, de los cuales un solo caso fue grave. En contraparte, se han registrado 155 cocodrilos capturados, lastimados o cazados por humanos. Estos encuentros seguirán aumentando debido a que las áreas naturales continúan siendo fragmentadas por la urbanización, el incremento de las actividades pesqueras, la acuicultura y del desarrollo agropecuario.

Los artes de pesca ribereña afectan a crías y cocodrilos jóvenes, ya que éstos quedan atrapados; los cocodrilos adultos ocasionalmente destrozan las redes y atacan a los pescadores.

La acuicultura de especies de peces e invertebrados ha sido afectada económicamente por los cocodrilos, ya que éstos se alimentan de los organismos cultivados. En el caso de peces, la cifra puede variar entre 12 mil y 90 mil pesos por ataque, y en el caso de

Tabla 4  
Cocodrilianos en zoológicos y UMAS en la Región del Pacífico Occidental de México

Clave de registro	Nombre	Representante Legal o Responsable Técnico	Localidad	Especies
INE/CITES/DGVS-ZOO-E-0066-99-MICH.	Zoológico Parque Amanecer.	C. Jorge Luis Castañeda-Castillo, MVZ. Germán Gil-Urbe	Apatzingán, Mich.	<i>C. acutus</i>
DFYFS/ZOO-E-0026-99-MICH.	Zoológico Benito Juárez	Cap. Armando Coello-Arroyo, MVZ. Eugenio Vázquez	Morelia, Mich.	<i>C. moreletii</i> y <i>C. acutus</i>
DFYFS-ZOO-E-0030-99/JAL.	Zoológico de Guadalajara	MVZ. Francisco Rodríguez-Herrejón y MVZ. Pablo Varela, MVZ. José Luis Rodríguez-Ávila	Guadalajara, Jal.	<i>C. moreletii</i> y <i>C. acutus</i>
DFYFS-ZOO-P-0020-98-JAL.	Zoológico Quinta el Pedregal	Dr. Elías Alfonso Centeno-Palos MVZ. José Rodríguez-Frías	Unión de San Antonio, Jal.	<i>C. moreletii</i>
DFYFS-ZOO-E-0002-98-JAL.	Zoológico Villa Fantasía.	Lic. Pablo Aguilar-Lucio, MVZ. Roberto Plascencia-Pérez	Zapopan, Jal.	<i>C. moreletii</i>
CET-MAR SUP. 6.1 HA	INE/CITES/DGVS-CR-IN-0291-MICH./98	Ma. Esther García-R. y Edvino Larumbe	Lázaro Cárdenas, Mich.	<i>C. moreletii</i> y <i>C. acutus</i>
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0438-MICH/98	Estero Mata de Carrizo y Santa Ana Sup. 54 ha	Sin designar	Lázaro Cárdenas, Mich.	<i>Crocodylus</i> sp.
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0460-MICH./99	El Caimán Sup. 2 ha	Biol. Jorge Cuevas-S.	Lázaro Cárdenas, Mich.	<i>C. acutus</i>
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0636-MICH/00	Zoocriadero El Sabino. Sup. 1.1 ha	Humberto Contreras-Vieyra	Uruapan, Mich.	<i>C. acutus</i> y <i>C. moreletii</i>
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0750-COL./01	Centro Ecológico Cuyutlán El Tortugario Sup. 2.3 ha	Dra. María Cruz Rivera-Rodríguez	Armería, Col.	<i>C. acutus</i>
SEMARNAT-UMA-IN-0010-COL/202	Lagunas de Monte Grande Sup. 3 ha	M. C. Francisco Alexis Castillo-Soriano	Colima, Col.	<i>C. acutus</i>
INE/CITES/DFYFS-CR-IN-0065-COL.	Laguna de Alcozahue, S.C.L. Soc. Pesquera. Sup. 1.08 ha	MVZ Juan Andrés Espíndola-Villaron	Tecomán, Col.	<i>C. moreletii</i> y <i>C. acutus</i>
SEMARNAT-UMA-IN-0025-JAL	Criadero de Fauna Dr Martín González Ramírez. Sup. 1.42 ha	Julián Martín Morales-Vázquez	Tomatlán, Jal.	<i>Crocodylus</i> sp.
DGVS-CR-IN-0682-JAL./00	Lagunas Sierra Madre Sup. 0.75 ha	Sin designar	Puerto Vallarta, Jal.	<i>C. moreletii</i> y <i>C. acutus</i>
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0610-JAL./00	Centro Universitario de la Costa- Reptilario Cipactli. Sup. 0.25 ha	Ocean. Rafael García de Quevedo Machain, Biol. Helios Hernández-Hurtado y Biol. Pablo Hernández-Hurtado.	Puerto Vallarta, Jal.	<i>C. acutus</i>

Fuentes: Muñiz y López-Vazquez, 2005; Archivos de la presidencia del COMACROM, Material inédito.

camarón y langostino entre 300 y 800 pesos. Es necesario estudiar estos conflictos para solucionarlos.

El problema de especies introducidas, como es el caso de *Crocodylus moreletii*, está muy localizado. En Lázaro Cárdenas, Michoacán, se capturó a los organismos de vida silvestre. En el caso de la laguna de Alcozahue, Colima, existe el riesgo de posible hibridación entre *C. acutus* y *C. moreletii*; la SEMARNAT y el COMACROM están instrumentando la estrategia para remediar esta problemática ambiental.

En la región existen seis zoológicos, 10 UMAS intensivas y una extensiva, que mantienen cocodrilos. Estas unidades son una estrategia adecuada para la conservación de la especie, ya que cada una puede

recibir hasta 5 000 niños al año, para conocer al cocodrilo y su problemática.

Algunas zonas presentan características para el desarrollo de UMAS extensivas en las cuales se proteja el hábitat de la especie. Debe tomarse en cuenta que los cultivos de cocodrilos pueden ser fuente alternativa de ingresos para la economía regional.

### Referencias bibliográficas

- ÁLVAREZ DEL TORO, M. 1974. *Los Crocodylia de México*. IMERNAR. México. 70p.
- ÁLVAREZ DEL TORO, M. y L. Sigler. 2001. *Los Crocodylia de México*. IMERNAR. PROFEPA. México. 134p.

- BENAVIDES, R. y N. Fonseca. 1999. Enriquecimiento dietético y su efecto sobre el crecimiento del *Crocodylus acutus* en el zoológico de Manzanillo. Informe interno: Empresa Nacional para la Conservación de la Flora y la Fauna. Microestación de Biológica, Zoológico de Cocodrilos Manzanillo. Cuba. pp. 3-11.
- CASAS-ANDREU, G. 2003. Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 89: 111-127.
- CASAS-ANDREU, G. y X. Aguilar. 2002. *Crocodylus acutus* Cuvier, 1807. Caimán. *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM. México. pp. 293-295.
- CASAS-ANDREU, G. y M. Guzmán-Arroyo. 1970. *Estado actual de las investigaciones sobre cocodrilos mexicanos*. Instituto Nacional de Investigación Biológica Pesqueras. Secretaría de la Industria y Comercio. México. 50p.
- CASAS-ANDREU, G. y F. Méndez. 1992. Observaciones sobre la ecología de (*Crocodylus acutus*) en el río Cuitzmala, Jalisco, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 43:71-80.
- CASAS-ANDREU, G. y T. Reyna. 1994. Climate and distribution of *Crocodylus acutus* in the Mexican Pacific coast. *Biogeographica*, 70(2):69-75.
- CASAS-ANDREU, G., T. Reyna y F. Méndez. 1990. Estado actual de *Crocodylus acutus* en la costa del Pacífico de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 41:57-62.
- CASTILLO, F. 1996. American crocodile in the central Pacific region (Mexico). *Crocodyle Specialist Group Newsletter*, 15(3):12-13.
- CASTILLO, F. 1997. *Observations on two American crocodile population in Colima state, Mexico, with possible management implications*. Tesis de maestría en Ciencias, Auburn University, Alabama, EU. 130p.
- CASTILLO, F. 2001. Effects of a submerged net on population size and structure of an American crocodile population (*Crocodylus acutus*) in lake Amela, Colima, Mexico. *Crocodyle Specialist Group Newsletter*, 20(4):86-92.
- CEDENO, J. 1995. *Distribución y situación actual de Crocodylus acutus Cuvier (1807) (Reptilia: Crocodylidae) en la costa de Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo Michoacán, México. 58p.
- CIFUENTES-LEMUS J.L., P. Torres y M. Frías. 1999. *El océano y sus recursos*. VI Acuicultura. Fondo de Cultura Económica. México. pp. 127-132.
- COMACROM. 2001. *Memorias III Reunión COMACROM*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Culiacán, Sinaloa, México. 137p.
- CUPUL, F., 2002. Edad del cocodrilo de río, *Crocodylus acutus*, usando el modelo de Von Bertalanffy. *Bol. Soc. Herpetol. Mex.*, 10(2):47-50.
- CUPUL, F., H. Hernández, A. Rubio, R. García de Quevedo-Machain, L. González y A. Reyes. 2001-2002. Conservación de un reptil prehistórico en la Bahía de Banderas. *Revista de difusión de investigación científica*, 3(1-2):59-64.
- CUPUL, F., A. Rubio y A. Reyes. 2003. American crocodile in Puerto Vallarta, México. *Crocodyle Specialist Group Newsletter*, 22(2):17-23.
- CUPUL, F., A. Reyes y H. Hernández. 2002. Sondeo poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en estero Boca Negra, Jalisco. *Ciencia y Mar*, 6(16):45-50.
- DE LUNA, O. 1995. *Fluctuación de la densidad de una población de (Crocodylus acutus) en Cuitzmala, Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura, UAEM, Toluca. México. 70p.
- DOF. 2002. Norma Oficial Mexicana 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 en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, México Marzo 6, 2002.
- GARCÍA, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246p.
- HERNÁNDEZ, H. 1997. *Recomendaciones para el desarrollo de un centro de acopio de cocodrilos en el Rancho Ecológico El Quelele, Municipio de Bahía de Banderas, Nayarit*. Tesis de licenciatura. UdeG. Guadalajara. 70p.
- HERNÁNDEZ, P. 2002. *Crecimiento somático en crías y neonatos de cocodrilo de río (Crocodylus acutus, Cuvier, 1807) en cautiverio en la UMA Reptilario Cipactli, Puerto Vallarta, Jalisco, México*. Tesis de licenciatura. ITMAR 6, Bahía de Banderas, Nayarit. 37p.
- HERNÁNDEZ, H., F. Cupul., G. Estrada y J.C. Rodríguez. 1998. Los cocodrilos del delta del río Ameca. *Revista Divulgare*, 22:16-27.
- HERNÁNDEZ, H., F. Cupul, L. González, A. Rubio, A. Reyes, R. García de Quevedo, S. Gómez, P. Hernández, B. Cruz y O. Barra-gán. 2001. Resultados de exploraciones sobre las poblaciones de cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en los esteros Boca Negra y La Manzanilla, Jalisco, México. *Memorias III Reunión del COMACROM*. Culiacán, Sinaloa, México. 53p.
- HERNÁNDEZ, H., L. González, Sociedad Cooperativa Cipactli, A. Andrade, E. Torres y C. Reyes. 2002. Problemática de la población de cocodrilos (*Crocodylus acutus* Cuvier, 1807), en el estero de la Manzanilla, municipio de la Huerta, Jalisco. *Memorias de la IV Reunión de Trabajo del COMACROM*. Campeche. 16p.
- INE-SEMARNAP. 1997. *Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997-2000*. INE-SEMARNAP, México.
- INE-SEMARNAP. 1999. *Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM)*. SEMARNAP. México. 93p.
- LANG, J. 1992. *Determinación del sexo. Cocodrilos y Caimanes*. Materia Viva. Singapur, 120p.
- LAZCANO, M. 1989. *Report on the Status and Conservation of the American crocodile in Cuixmala, Jalisco, Mexico*. Informe interno: Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. 15p.
- MARTÍN DEL CAMPO, R. 1937. Los batracios y los reptiles según los códices y relatos de los antiguos mexicanos. *Anales del Instituto de Biología UNAM*, México, 7(4):489-512.
- MARTÍNEZ, J.A., 1991. *Comportamiento sexual de Crocodylus acutus (Cuvier, 1807) en cautiverio*. Tesis de Licenciatura. UdeG. Guadalajara. 80p.
- MARTÍNEZ, J. E. Naranjo y K. Nelson. 1997. Las poblaciones de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) y caimanes (*Caiman crocodylus*) en una zona pesquera de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Vida Silvestre Neotropical*, 6(1-2):21-28.
- MAZZOTTI, F. 1992. *Anatomía y fisiología. Cocodrilos y Caimanes*. Materia Viva. Singapur. pp. 42-57.
- MUÑOZ, C.M.I. y M.P. López-Vázquez. 2005. Avances y estrategias para la conservación y manejo de los crocodylia en México. Grupo Especialista en Cocodrilos, 2003. *Taller Internacional para el Manejo y Comercio de Caiman yacaré*. Gainesville, Proceeding de la Reunión Regional de América Latina y el Caribe del Grupo Especialista en cocodrilos, Santa Fe. Argentina. pp:84.
- NAVARRO, M., 1999. Distribución, abundancia y caracterización de hábitat del cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en la costa

- centro-sur de Michoacán. *Memorias I Reunión del COMACROM*. INE. México. pp. 31-37.
- PIEDRA, L., J. Bolaños y J. Sánchez, 1996. Evaluación del crecimiento de neonatos de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en cautiverio. *Rev. Biol. Trop.*, 44(3):1-8.
- PONCE, P. y S. Huerta. 1996. Contribution to the status of caiman or river crocodile (*Crocodylus acutus*) in the Jalisco coast, Mexico. *Crocodyle Specialist Group Newsletter*, 15(2):18.
- RODRÍGUEZ, R. 1996. *Pescadores del Rosita*. El Colegio de Jalisco. Jalisco. 112p.
- ROSS, P., 2000. American crocodile on the Jalisco coast. *Crocodyle Specialist Group Newsletter*, 19(2):17-19.
- RZEDOWSKI, J., 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432p.
- SIGLER, L. 1998. *Conservación y Manejo de Crocodylus acutus en México*. Instituto de Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 24p.
- THORBJARNARSON, J.B. 1989. Ecology of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*. En: *Crocodyles their ecology, management and conservation*. IUCN. *Publication New Series*, pp. 228-259.
- THORBJARNARSON, J.B. 1998. Crocodiles in the Chamela-Cuixmala biosphere reserve, Jalisco, Mexico. *Crocodyle Specialist Group Newsletter*, 17(4):19.
- TRABULSE, E. 1984. *Historia de la Ciencia en México, estudios y textos del siglo XVII*. Conacyt, Fondo de Cultura Económica. México. 298p.
- VALTIERRA, M. 2001. Estado actual de la población de *Crocodylus acutus* en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala; trece años de protección: recomendaciones para un manejo sostenible. SEMARNAT, COMACROM. En: *Memorias de la III Reunión del COMACROM*. Culiacán. pp. 61-68.
- VALTIERRA, M. y A. García. 1997. La Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y la Conservación de una Población de *Crocodylus acutus* en la Costa de Jalisco, México. *Memorias de la IV Reunión del CSG*. Villahermosa, Tabasco, México. Centro Regional de Innovaciones Agroindustrial. México. pp. 221-227.