



TLATEMOANI
Revista Académica de Investigación
Editada por Eumed.net
No. 13 – Agosto 2013
España
ISSN: 19899300
revista.tlatemoani@uaslp.mx

Fecha de recepción: 31 de enero de 2013
Fecha de aceptación: 31 de junio de 2013

NIDIFICACIÓN Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL COCODRILO AMERICANO EN UNA RESERVA ECOLÓGICA DE MANATÍ

Ing. Leticia Torres Martínez¹
leticiatmf@ult.edu.cu

Ing. Juan Carlos Bango Folgoso¹
juanbf@ult.edu.cu

Ing. Pedro Eugenio Aguilera González²

¹ Filial Universitaria Municipal Manatí, Universidad de Las Tunas, Cuba
² Empresa Municipal de Protección de Flora y Fauna, Manatí.

Resumen

En el presente trabajo se caracteriza la variación espacial y temporal de los patrones reproductivos del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus* Cuvier), entre 2008 y 2010, para las localidades de La Isleta y Los Coquitos, en la Reserva Ecológica Bahía de Nuevas Grandes-La Isleta en Manatí, Las Tunas. Se describen las conductas de nidificación, desove y atención al nido. Además, se analiza la dinámica de las puestas, eclosiones y la morfometría de los huevos. Se detectó que las hembras no despliegan la misma conducta para la construcción del nido, pero en todos los casos la nidificación implica la transformación del paisaje. En ambas localidades las curvas de acumulación de puestas y eclosiones se dividen en tres etapas: inicial, aceleración y meseta. En general, existe consistencia de la correlación entre el largo y ancho de los huevos con tendencia a que los huevos largos y pesados incrementen su natalidad y viabilidad. En La Isleta la altura y tipo de suelo aseguran una elevada eficiencia de reproducción, lo que sugiere mayor estabilidad temporal de factores bióticos y abióticos.

Palabras claves: Cocodrilo americano, nidificación, morfometría, ovoposición, eclosión.

Abstract

Presently work is characterized the space variation and storm of the reproductive patterns of the American crocodile (*Crocodylus acutus* Cuvier), between 2008 and 2010, for the towns of The Isle and The Coconuts, in the Reservation Ecological Bay of New Big-the Isle in Manatee, The Tunas. The behaviours of construction of nests are described, spawn and attention to the nest. Also, it is analyzed the dynamics of the settings, appearances and the morfometría of the eggs. It was detected that the females don't deploy the same behaviour for the construction of the nest, but in all the cases this it implies the transformation of the landscape. In both towns the curves of accumulation of on and appearances are divided in three stages: initial, acceleration and plateau. In general, consistency of the correlation exists among the long and wide of the eggs with tendency to that the long and heavy eggs increase its natality and viability. In The Isle the height and floor type assure high reproduction efficiency, what suggests bigger temporary stability of factors biotic and abiotic.

Key words: American crocodile, construction of the nest, forms mensuration, put eggs, appearance

1 INTRODUCCIÓN

En el Archipiélago cubano están presentes tres especies del Orden Crocodylia (Varona, 1976). El cocodrilo americano (*Crocodylus acutus* Cuvier, 1807), está ampliamente distribuido a lo largo de las ciénagas costeras, ríos, esteros, lagos y embalses de la mitad norte de la Región Neotropical, la cual incluye el extremo sur de la Florida, las costas Atlántica y Pacífica del sur de México, América Central y Sudamérica, hasta Venezuela por la costa Atlántica y hasta el norte de Perú por la costa del Pacífico, así como las islas de Cuba, República Dominicana y Haití, (Thorbjarnarson 1992). Por otro lado, el *Crocodylus rhombifer* Cuvier, 1807, conocido como cocodrilo cubano, es una especie endémica con distribución geográfica muy restringida y el caimán de anteojos o babilla, *Caiman crocodilus fuscus*, fue introducido en la Isla de la Juventud en el año 1959.

El cocodrilo americano desempeña un importante papel ecológico como predador cimero e “ingeniero del paisaje” de los ecosistemas de humedal. La especie está categorizada como “Vulnerable” (IUCN), y registrada en el Apéndice I de CITES (Thorbjarnarson 1991) pero la población cubana fue transferida al Apéndice II de CITES en el año 2004. Para Cuba, la mayor población se encuentra localizada en los humedales costeros que rodean al Golfo de Guacanayabo, en el Refugio de Fauna Delta del Cauto, al Sur de las provincias orientales de Las Tunas y Granma (Rodríguez 2000, Varona 1986).

Desde 1984 los cocodrilos de Cuba son objeto de un Programa Nacional cuyos objetivos principales son la conservación, el aprovechamiento sustentable y la educación ambiental. Entre sus líneas de trabajo el Programa desarrolla estudios sobre distribución geográfica, abundancia, reproducción y ecología de las tres especies. En el Refugio de Fauna Delta del Cauto, donde se encuentra el humedal más importante de la región oriental de Cuba, el estudio de la

distribución y abundancia relativa de *C. acutus* comenzó en 1987 y se amplió a partir de 1990 con el monitoreo anual de la nidificación, que aquí ocurre de manera predominantemente gregaria. Sustenta una población de *C. acutus* para la que se registran abundancias relativas medias de 7.96 a 16.32 cocodrilos/km y valores máximos de hasta 34 cocodrilos/km (Rodríguez *et al.* 2002). El conocimiento de los diferentes aspectos de la biología de esta especie es fundamental para la comprensión de su posición en el ecosistema. Los nuevos aportes a la ecología reproductiva de los cocodrilos han seguido la misma secuencia; sin embargo, según Thorbjarnarson y Hernández (1993), la mayoría de los estudios se han realizado en *Alligator mississippiensis*, *Crocodylus niloticus* y *Crocodylus porosus*.

La ecología de la reproducción de *C. acutus* y particularmente el uso del hábitat de nidificación en áreas de distribución de la especie al Sur de la Florida, ha sido documentada en varios trabajos (Kushlan y Mazzotti, 1989; Gaby *et al.*, 1985; Mazzotti 1983; Odgen 1978).

Thorbjarnarson (1988) trató el tema de las características de los sitios de nidificación en su estudio de la población de *C. acutus* en el lago Etang Saumatre, en Haití. En Cuba la ecología de la nidificación y la productividad de nidos ha sido objeto de estudio, atendiendo a los distintos hábitats que seleccionan para este evento y aspectos claves de su etoecología durante la reproducción (Alonso y Soberón, 1998; Alonso *et al.*, 2000; Rodríguez *et al.*, 2002; Alonso *et al.*, 2006).

La comprensión de los diferentes aspectos de la biología de *C. acutus* es fundamental para el entendimiento de su posición en el ecosistema y sus relaciones intra e interespecíficas. La conservación de especies amenazadas debe basarse en el conocimiento de su ecología reproductiva en particular y sus relaciones con los factores bióticos y abióticos.

Al no existir evidencias de la nidificación y eficiencia reproductiva del *C. acutus* en la Reserva Ecológica Bahía de Nuevas Grandes-La Isleta en Manatí, el presente trabajo se propone como objetivo: Evaluar la variación espacial y temporal de los patrones reproductivos de *Crocodylus acutus* en dos áreas de nidificación de la Reserva Ecológica.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

Geomorfológicamente el área de estudio está constituida por un conjunto de llanuras marinas lacuno-palustres y fluviomarinas deltaicas pantanosas. Los suelos son de tipo cenagoso con acumulación de turbas, son típicas las costas de manglares con playas alternas y en las zonas deltaicas abundan los herbazales

fluviales. Las ciénagas presentan suelos saturados y mal aireados aunque no estén enteramente rodeados por agua. Por lo general los materiales orgánicos van enriqueciendo los diversos depósitos en un proceso progresivo de sedimentación a nivel de las desembocaduras de los ríos, lagunas interiores, así como a los depósitos costeros de origen marino, los cuales poseen componentes terrígenos en diferentes grados. El área tiene una pleamar y una bajamar de 1.20 m, siendo superior en el período entre agosto y octubre. Por su situación geográfica, la influencia de eventos climáticos con cierta periodicidad como tormentas tropicales y ciclones hace que el paisaje sea cambiante y dinámico.

La temperatura en correspondencia con la radiación solar que influye en el régimen térmico de la zona, con promedios anuales de 26°C, siendo los meses de enero y febrero los meses más fríos (23,7°C), julio y agosto los más cálidos (28.4°C y 28.3 °C respectivamente). La amplitud térmica anual entre enero y julio es de 4.7°C.

Las precipitaciones en la región están enmarcadas por dos periodos uno poco lluvioso que se extiende de noviembre hasta abril representando el 38 % del total anual, producida fundamentalmente por los sistemas frontales que afectan la costa norte del país y que coinciden con la temporada invernal y otro lluvioso que corresponde a los meses desde mayo hasta octubre, en el cual se acumula el 62 % de la lluvia anual y entre las causas principales que originan estas precipitaciones está la convección diurna y la afectación de ciclones y ondas tropicales.

2.2 Localidades de estudio

La Reserva Ecológica Bahía de Nuevas Grandes-La Isleta está constituido por 3 áreas de nidificación, pero los muestreos se realizaron en La Isleta, coordenadas: 21°24'15"N - 76°59'40"W, extensión: 0.5 ha, y Los Coquitos coordenadas: 21°21'93"N -76°59'49"W, extensión: 0.1 ha. Estas áreas de nidificación permanentes corresponden al Sector sur de La Reserva Ecológica Bahía Nuevas Grandes-La Isleta, según se puede observar en la **figura 1**.

NIDIFICACIÓN Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL COCODRILO AMERICANO EN UNA RESERVA ECOLÓGICA DE MANATÍ

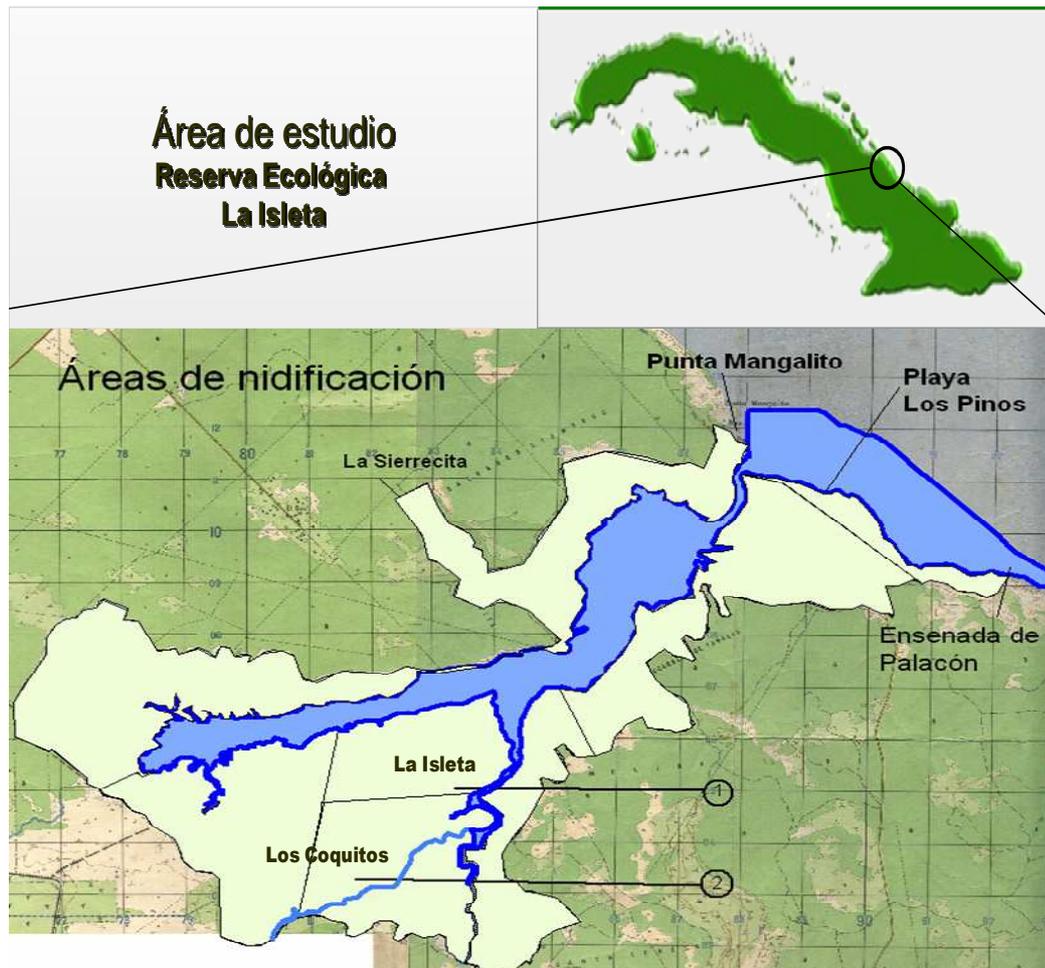


Figura. 1 Áreas de nidificación gregaria de *Crocodylus acutus* de La Reserva Ecológica Bahía Nuevas Grandes-La Isleta: 1. La Isleta; 2. Los Coquitos.

La Isleta es una localidad elevada, situada a más de 19 m sobre el nivel de mar, con relieve uniformemente alto. Próxima al mar, rodeada de manglar denso; bien protegida contra la acción del mar y el viento. Su suelo tiene excelente drenaje y ventilación, en las zonas de afloramiento de calizas predominan del tipo rendzinas rojas y en la parte más alta en correspondencia con la presencia de rocas ultrabásicas aparecen suelos fersialíticos. Por otra parte, Los Coquitos está situada a menos de 9 m sobre el nivel de mar, con relieve uniformemente bajo, cercano al mar, rodeado de manglar denso, con área interior totalmente protegida de la acción del mar. En este caso el suelo tiene poco drenaje y ventilación, y es del tipo cenagoso con acumulación de turba.

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Conducta de nidificación, desove y atención al nido

El presente trabajo contiene datos recolectados entre los años 2008-2010. El método de estudio incluyó recorridos diarios diurnos y nocturnos de las áreas colonizadas y hábitat potenciales de nidificación a pie y en embarcaciones, el marcaje de nidos, el rastreo visual tanto de reproductoras y neonatos como de indicios que indicaban su presencia (madrigueras, soleaderos, rastros) y las observaciones de su conducta. Los recorridos se efectuaron durante los meses de

reproducción, de marzo hasta julio, tanto de día como de noche. El horario diurno se consideró a partir de las 7:00 am y el nocturno, desde las 9:00 pm. Para facilitar la observación, en el periodo diurno se utilizaron prismáticos, cámaras fotográficas y cámara de video, y durante el nocturno reflectores.

3.2 Puestas y eclosiones

Los nidos recientes fueron localizados y marcados con estacas individuales de madera. De los nidos encontrados durante la puesta se registró el total de huevos. En las visitas realizadas durante la temporada de eclosiones se documentó el destino de cada nido analizado y en particular las causas de pérdida de huevos y nidos.

Además se anotó la cantidad de huevos eclosionados, huevos no eclosionados y total de huevos. De mediados de junio a principios de julio fue registrado el número de nidos que eclosionó desde la visita previa, tomando como base las evidencias de excavación de nidos y los restos de cascarones de huevos dejados en el terreno.

En los nidos que no fueron hallados en el periodo de puesta, el estimado de huevos eclosionados se realizó a partir del conteo de cascarones encontrados en el nido y su entorno inmediato, complementado por el conteo de los grupos de neonatos.

Los huevos que no tenían indicio de desarrollo embrionario se consideraron como no viables. Aquellos embriones completamente desarrollados y vivos en los nidos abiertos, fueron marcados y liberados con los grupos de neonatos encontrados en las cercanías del nido. Cuando al menos una cría logró eclosionar y emerger del nido por ayuda de la madre o esfuerzo propio, se consideraron exitosos. En general el análisis de puestas y eclosiones se realizó a través de curvas de acumulación.

Es fundamental el auxilio de la madre a la hora del nacimiento de las crías. No obstante, es usual que algunos neonatos emerjan por esfuerzo propio del interior de nidos abandonados por las hembras.

Se estimó el Éxito de la Nidificación (E_n) y Éxito de la Eclosión (E_e) mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

E_n = Nidos exitosos/Total nidos

E_e = Huevos eclosionados en nidos exitosos/total huevos en nidos exitosos.

3.3 Morfometría de los huevos

En cada nido se procedió a la toma de datos de los parámetros morfométricos utilizando un pie de rey con precisión 0.05 mm y una pesola de 100 g. Además se midió el tamaño de la nidada, largo (cm), ancho (cm), peso (g) de una muestra de cinco huevos por nido.

3.4 Procesamiento estadístico

Se calcularon medias, desviación estándar y coeficientes de variación para las variables estudiadas a través del programa estadístico Infostat y las comparaciones entre áreas se realizaron con Duncan para $p \leq 0,05$.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Conducta de nidificación, desove y atención al nido

El evento de nidificación comienza cada año con la llegada de las hembras grávidas a las áreas de nidificación, a menudo acompañadas por algunos individuos que se encuentran en rangos de tallas en que aún no se reproducen. La primera expresión de actividad relacionada con la nidificación es la excavación de pequeños hoyos de 5 a 15 cm de profundidad en los parches de tierra situados junto a las márgenes del estero o a la orilla del mar, cercanos del área donde estarán los nidos definitivos.

Dicha conducta, pudiera funcionar como medio de exploración de la calidad del terreno. Esta actividad se traslada gradualmente al área de puesta, que hasta ese momento se había mantenido cubierta de hierba. Después de algunos días en que sólo aparecen hoyos de prueba dispersos, comienza la verdadera preparación del terreno para los nidos. Cada hembra remueve profundamente el substrato, descompactándolo y mezclando el suelo con la hierba. El resultado es un parche circular, de 1 a 3 m de diámetro, libre de maleza, de suelo suelto y mezclado con restos de hierba, aunque el nido tiene menores dimensiones.

Entre la preparación del sitio de nidificación y la construcción definitiva del nido se detectaron varios eventos. Primero la madre abre un nido definitivo y realiza la puesta que puede ser en un día, pero también se han registrado hembras que demoran de dos a seis días para seleccionar el sitio y realizar la puesta inmediatamente después. Otra conducta observada implica la construcción de uno o varios "falsos nidos" con la misma forma y dimensiones de un nido normal que abandona sin realizar la puesta, este comportamiento tiene lugar el mismo día o hasta cinco días después de estar trabajando el sitio. Otras veces el sitio es abandonado sin excavar el nido o usurpado por otra reproductora. En todos los casos observados, la ovoposición ocurre el mismo día en que se excava el nido definitivo, siempre entre la puesta y la salida del sol (en el periodo de estudio solo en tres casos los desoves fueron entre las 9:30 y 11:00 am).

Las hembras son muy cuidadosas durante el evento de construcción del nido y realización de la puesta, por lo que es destacable la confirmación de la protección del nido y el cuidado de las crías después del nacimiento en La Reserva Ecológica Bahía de Nuevas Grandes-La Isleta. Según Casas-Andreu (2003) no existen registros de ausencia de protección del nido y el cuidado de las crías después del nacimiento, en algunas poblaciones de *C. acutus* en Jalisco, México.

4.2 Variación temporal de las puestas en La Isleta

Durante los tres años de muestreo las puestas nunca comenzaron antes del 15 de marzo. Se registró aumento significativo del número total de puestas desde el

2008 (N=7) hasta el 2010 (N=13), y el coeficiente de variación fue 29.5%. Las curvas de acumulación de puestas pueden dividirse en tres etapas. La primera o inicial dura aproximadamente 5 días y tiene lugar entre mediados y finales de marzo. La segunda etapa tiene una extensión temporal de 10 días y pudiera definirse como aceleración del incremento del número de puestas. La tercera etapa o de meseta marca el final de la época de puesta y se caracteriza por la disminución gradual de la frecuencia de puestas. Las curvas de acumulación diaria de puestas en La Isleta están visiblemente superpuestas durante la etapa de aceleración, como se puede apreciar en la **figura 2-A**.

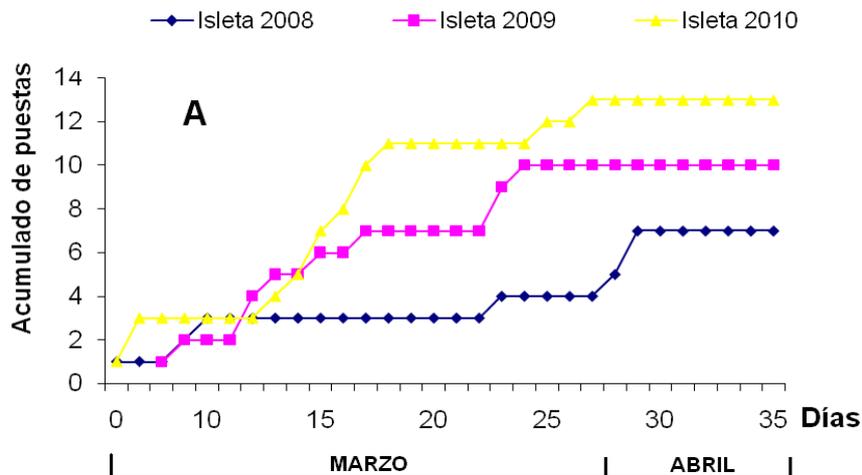


Fig. 2-A. Curvas de acumulación diaria de puestas de *Crocodylus acutus* en La Isleta entre los años 2008 y 2010. El día 1 coincide con el 15 de marzo y el 30 con el 30 de marzo.

En cada año de muestreo, el punto que representa el momento en que se alcanza el 50% del total de los nidos estuvo entre el 25 y el 30 de marzo. A partir de ese momento, sólo se necesitan 7 días para alcanzar el 100% del total de nidos puestos en un año. En el caso de La Isleta estos días están enmarcados entre el 31 de marzo y el 6 de abril.

4.3 Variación temporal de las puestas en Los Coquitos

El comienzo de las puestas siempre fue a partir del 15 de marzo. En esta localidad se detectó un aumento del número total de estas desde el 2008 (N=4) hasta el 2010 (N=8) y coeficiente de variación de 33.3%. Las curvas de acumulación de puestas indican que en Los Coquitos la etapa de inicio dura entre 1 y 5 días, mientras la de aceleración entre 8 y 13; por otro lado, la meseta comienza a los 14 días del inicio de las mismas. Las últimas puestas siempre ocurrieron a finales de marzo y en ningún caso se registraron en abril. En este caso, las curvas de acumulación durante la aceleración se encuentran superpuestas, según se observa en la **figura 2-B**.

NIDIFICACIÓN Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL COCODRILO AMERICANO EN UNA RESERVA ECOLÓGICA DE MANATÍ

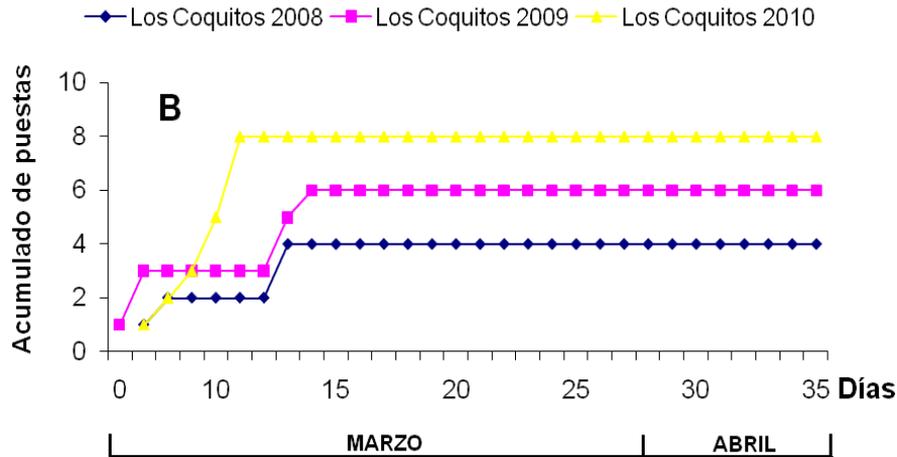


Fig. 2-B. Curvas de acumulación diaria de puestas de *Crocodylus acutus* en Los Coquitos entre los años 2008 y 2010. El día 1 coincide con el 15 de marzo y el 30 con el 30 de marzo.

Para el período de muestreo, el 50% del total de nidos acumulados se detectó entre el 15 y el 20 de marzo. Sin embargo, conseguir el 100% del total de los nidos acumulados en cada año demoró solo 3 días después de alcanzado el 50%, entre el 20 y el 23 de marzo.

4.4 Variación espacio-temporal de las puestas

Se detectaron diferencias significativas entre las medias del número máximo de nidos puestos de La Isleta ($10,3 \pm 3$) y Los Coquitos (6 ± 2) para $p < 0.05$.

Durante la puesta existen patrones de comportamiento que resultan negativos. Las hembras pueden excavar un nido y poner, pero dejan algunos huevos fuera de éste, mezclados con la arena que cubre el nido; también hacen una pequeña excavación sin forma de nido, ponen sus huevos y los tapan, sin preparar el terreno; en otras ocasiones, construyen el nido, ponen y no lo cubren o lo hacen con hierbas se ha registrado un cuarto tipo de conducta negativa que es la puesta sin construcción de nido. Las tres últimas conductas traen como consecuencia la pérdida de la nidada, mientras que la primera solo produce pérdidas parciales. Estas conductas se manifiestan en reproductoras generalmente jóvenes, en base a los datos que se tomaron respecto a los tamaños de las hembras.

Entre los factores no asociados al comportamiento de las hembras que influyen en la nidificación se destacan las condiciones del sitio del nido, tales como la altitud, la composición del suelo y la exposición directa a la acción de las olas y mareas que son modulados por el efecto de los factores climáticos (Alonso *et al.*, 2000; Rodríguez *et al.*, 2002).

4.5 Cuidados en la incubación

En el primer tercio del tiempo de incubación las visitas al nido por las madres son muy frecuentes. Durante los recorridos se observaron numerosos rastros

provenientes del estero, de la laguna vecina o del mar, así como la silueta del cuerpo de la hembra sobre el nido o junto a éste (ver **figura 3**).



Fig. 3 Área de nidificación en La Isleta. Silueta de una hembra cuidando el nido.

Las reproductoras realizan pequeñas excavaciones en el área ocupada por los nidos. Para siete nidos marcados estas excavaciones se realizaron alrededor del nido, orientadas de manera que la tierra extraída se acumule sobre éste. Esto sugiere una “intención” de agregar substrato a la superficie del nido, tal vez para regular la temperatura y la humedad. Después de los primeros 30 días disminuye la frecuencia de visitas de las hembras a los nidos. No obstante, cuando se acerca la fecha de eclosión, últimos 25 a 30 días de incubación, reaparecen los rastros y los pequeños hoyos característicos de la presencia de las hembras. Lo anterior ocurre en el área donde están los nidos y en su periferia más cercana, al igual que antes de comenzar la construcción de los nidos.

Casas-Andreu (2003) señaló que el cocodrilo americano, aunque se mantiene cerca del nido, le brinda poca o ninguna protección. Sin embargo, en Bahía de Nuevas Grandes-La Isleta existe atención al nido, lo cual ha sido comprobado por el registro diario de los rastros de las madres acostadas sobre sus nidos o dentro del agua cercana a estos, hasta llegado el momento de asistir a las crías (ver **figura 4**).



Fig. 4. Madre en el agua cercana al nido. La Isleta.

4.6 Morfometría de los huevos y tamaño de nidada

Para el período de muestreo se halló una tendencia donde los huevos con mayor longitud y peso tienen elevada natalidad y viabilidad. Los huevos de estas características corresponden a hembras de gran talla, que son las primeras en copular con los machos (según las observaciones en ese periodo) con lo que se garantiza la fertilidad de sus huevos, además son las que excavan sus nidos en los mejores sitios. La mayor variabilidad del peso de los huevos sugiere que la población de hembras reproductoras está compuesta por hembras jóvenes y maduras; lo que indica la salud poblacional. En otras palabras, existen nidos con bajo, mediano o gran peso, y esta variable permite estimar el tamaño de la hembra. Por tanto, es muy probable la presencia de hembras jóvenes, adultas y con talla apreciable; esto sugiere estabilidad poblacional pues si todas las hembras fueran jóvenes o viejas existiría un problema para estudiar.

En la **tabla 1** se puede observar que la media del largo de los huevos fluctuó en ambas localidades entre 6.9 y 7.5 cm; los coeficientes de variación nunca fueron mayores que 11%. El ancho promedio varió entre 4,3 y 4,6 cm con coeficientes de variación entre 3,7 y 10,2%. Por otro lado, en las localidades estudiadas, el peso medio de los huevos se mantuvo entre 78,0 y 98,9 g, para esta variable los límites de los coeficientes de variación alcanzaron valores entre 7,6 y 21,3%. La comparación de las variables que caracterizan los huevos mostró diferencias estadísticamente significativas entre las localidades para cada año. La excepción resultó en el 2010 para Los Coquitos, donde el peso de los huevos descendió de manera estadísticamente significativa hasta 78.0 g ($p < 0,05$ en todos los casos).

En este año en ambas localidades, el peso promedio de los huevos fue el menor para todo el período de trabajo, la disminución significativa de dicha variable en Los Coquitos coincidió con los límites mínimos del promedio en el largo y ancho

de los huevos, el porcentaje de nacidos vivos y nidos exitosos, y el éxito de eclosión.

Tabla 1. Caracterización morfométrica de los huevos para nidos de La Isleta y Los Coquitos entre los años 2008 y 2010.

Años	2008		2009		2010	
Localidades	La Isleta	Los Coquitos	La Isleta	Los Coquitos	La Isleta	Los Coquitos
(N)	(35)	(20)	(55)	(30)	(65)	(40)
Largo (cm)	7.5±0.6	6.9±0.4	7.0±0.4	7.2±0.3	7.7±0.8	6.9±0.4
(CV)	(8.1)	(7.0)	(6.1)	(4.4)	(11.0)	(6.3)
Ancho (cm)	4.5±0.30	4.3±0.3	4.4±0.3	4.5±0.1	4.6±0.4	4.3±0.2
(CV)	(6.6)	(7.5)	(7.3)	(3.7)	(10.2)	(5.4)
Peso (g)	98.9±18.6	82.7±17.3	81.4±16.6	93.3±7.1	91.1±13.8	78.0±12.0
(CV)	(18.7)	(21.3)	(20.4)	(7.6)	(15.2)	(15.5)

*Se expresan los valores de las medias ± desviación estándar, **N**: número de huevos analizados, **CV**: coeficiente de variación (%).

4.7 Tamaño de la nidada

Para el género *Crocodylus* las nidadas más grandes se han registrado para *C. porosus* y *C. niloticus* con máximos que alcanzan 150 y 100 huevos respectivamente, y medias mayores de 55 huevos por nido. Las nidadas menos notables se han registrado para *C. Jonson*; en el caso de *C. acutus* los rangos son intermedios, al igual que la mayoría de las especies del género, con tamaño promedio de 36 huevos (entre 15 y 75 huevos).

No obstante, Casas-Andreu (2003) señaló que el número de huevos por nido fluctuó entre 9 y 54 con promedio de 28±13, en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco. Sin embargo, en esta Reserva Ecológica el tamaño de las nidadas de *C. acutus* fluctúa entre 14 y 35 huevos.

El presente trabajo confirma la existencia de variación intraespecífica en el tamaño promedio de las nidadas. Esta variación puede tener origen múltiple aunque es muy probable que la plasticidad ecológica de esta variable constituya una explicación plausible. La especie en estudio ocupa una apreciable diversidad de hábitats en todo su ámbito de distribución, lo cual se debe a su incuestionable capacidad para adaptarse con éxito a la heterogeneidad espacial y temporal de los factores bióticos y abióticos. El tamaño de la nidada en algunos cocodrilos es mayor como respuesta a la actividad de las especies consumidoras de huevos. En el caso del *C. acutus* en Centro y Norteamérica existen depredadores permanentes de las nidadas (Kushlan y Mazzotti 1989). Sin embargo, para Cuba no existen registros de este fenómeno.

4.8 Variación espacio-temporal de las eclosiones en La Isleta

En esta localidad las eclosiones nunca comenzaron antes del 14 de junio, ni después del 4 de julio. El número total de eclosiones anuales varió entre 7 y 13 con coeficiente de variación de 30%. Las eclosiones comenzaron a mediados de junio, la aceleración abarcó la última semana de junio y primera de julio, y la meseta la tercera semana de julio.

Para las eclosiones, las curvas de acumulación también pueden dividirse en tres etapas: inicio, aceleración y meseta. El inicio se extiende 10 días; la aceleración, 10; a los 20 días de iniciada la época de eclosión comienza la etapa de meseta. El 50% de las eclosiones se logró entre el 15 de junio y 4 de julio. El incremento de la acumulación de nidos eclosionados desde 50 a 81% tuvo una duración de hasta 20 días en los tres años de estudio. La superposición de las curvas de acumulación durante la etapa de aceleración es tan evidente como en el caso de las puestas, como puede observarse en la **figura 5-A**.

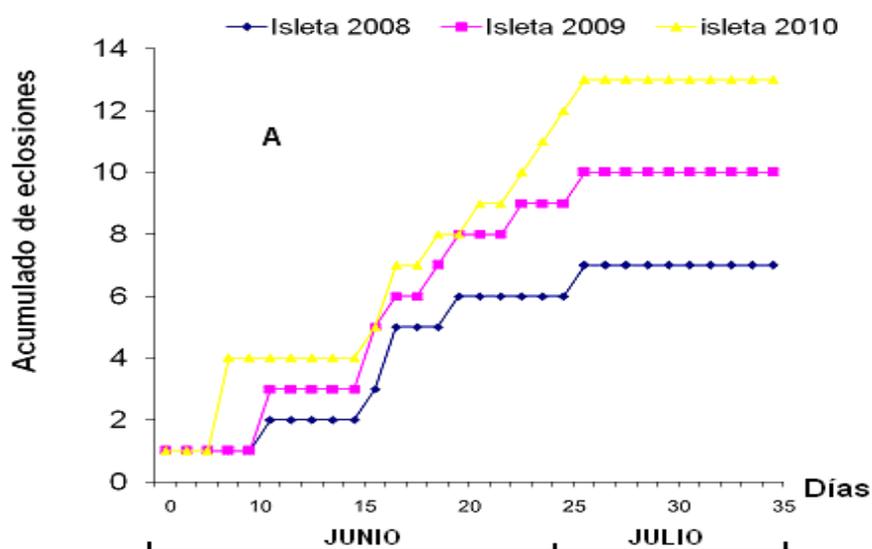


Fig. 5-A. Curvas de acumulación diaria de eclosiones de *Crocodylus acutus* en La Isleta entre los años 2008 y 2010. El día 1 coincide con el 15 de junio y el 25 con el 5 de julio.

4.9 Variación espacio-temporal de las eclosiones en Los Coquitos

El número total de eclosiones fluctuó entre 2 y 6 con coeficiente de variación de 50%. La etapa inicial se extendió nueve días y la aceleración 10. En esta localidad, la etapa de meseta se inició 20 días después del comienzo de las eclosiones. Entre el 2008 y 2010, el 50% de los nidos eclosionados se detectó entre el 15 y 24 de junio. Por otro lado, el 81% del total de nidos eclosionados fue registrado entre el 25 de junio y 4 de julio. De esta manera, en los tres años de muestreo, el incremento de 50 a 81% del total de nidos eclosionados acumulados se enmarca en un período de 10 días. Las curvas de acumulación de eclosiones se superponen durante la etapa de aceleración como se puede apreciar en la **figura 5-B**.

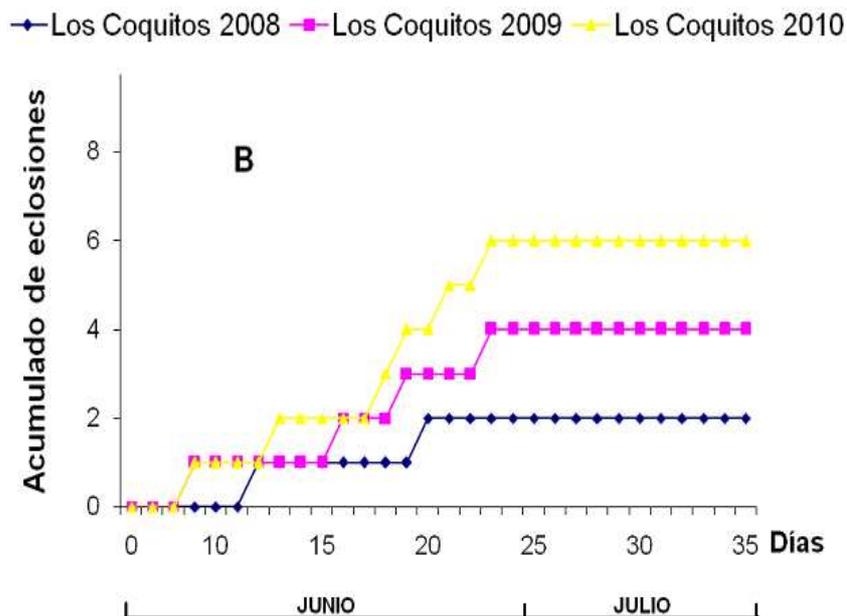


Fig. 5-B. Curvas de acumulación diaria de eclosiones de *Crocodylus acutus* en Los Coquitos entre los años 2008 y 2010. El día 1 coincide con el 15 de junio y el 25 con el 5 de julio

4.10 Variación espacio-temporal de las eclosiones.

Existen diferencias significativas entre las medias del número máximo de eclosiones de La Isleta (10 ± 3) y Los Coquitos (4 ± 2). Las eclosiones nunca comenzaron antes del 14 de junio, ni después del 5 julio. El número total de eclosiones anuales varió entre 2 y 13. Las eclosiones en ambas localidades comenzaron a mediados de junio, la aceleración abarcó la última semana de junio, y la meseta llegó hasta la primera semana de julio. Según Alonso-Tabet (2006), el inicio se extiende 10 días; la aceleración, 20; a los 31 días de iniciada la época de eclosión comienza la etapa de meseta. En esta Reserva Ecológica las eclosiones fluctúan entre 90 y 110 días. Alonso-Tabet (2006) reporta en un experimento realizado en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán, Las Tunas, que las eclosiones fluctuaron entre 60 y 70 días.

4.11 Asistencia de los nidos

En general más del 100% de los nidos fueron asistidos por las madres pero la proporción de nidos asistidos siempre fue mayor en La isleta que en Los Coquitos, según se observa en la **tabla 3**.

El porcentaje de nidos destruidos e interferidos parcialmente varió entre 18 y 33%. En los tres años el porcentaje de nidos con estas características resultó mayor en Los Coquitos esto se debe fundamentalmente al terreno y al acceso de personal no autorizado en el área.

Tabla 3. Variación de nidos asistidos, destruidos e interferidos parcialmente en La Isleta y Los Coquitos, Reserva Ecológica, Manatí, Las Tunas entre los años 2008-2010.

Años	2008		2009		2010	
	La Isleta	Los Coquitos	La Isleta	Los Coquitos	La Isleta	Los Coquitos
Nidos	7	4	11	6	13	8

NIDIFICACIÓN Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL COCODRILO AMERICANO EN UNA RESERVA ECOLÓGICA DE MANATÍ

Nidos asistidos (%)	7 (100)	1(50)	9 (100)	4 (100)	13 (100)	6 (100)
Destruídos e interferidos parcialmente (%)	–	1(25)	2 (18)	2 (33)	–	2(25)

En la localidad de La Isleta siempre se alcanzaron los mayores valores de nacidos vivos, éxito de eclosión, porcentaje de nidos exitosos y mayor porcentaje de nidos asistidos, los datos de estos parámetros se muestran en la **tabla 4**.

Tabla 4. Caracterización de nidadas y éxito de eclosión en La Isleta y los Coquitos entre los años 2008-2010.

Años	2008		2009		2010	
	La Isleta	Los Coquitos	La Isleta	Los Coquitos	La Isleta	Los Coquitos
Tamaño de nidada[*] (N)	29±3 (7)	28±7 (4)	26±2 (11)	27±2 (6)	29±2 (13)	30±2 (8)
Nacidos vivos[*] (N)	26±3 (7)	11±13 (4)	22±11 (11)	15±12 (6)	27±2 (13)	18±11 (8)
Éxito de eclosión (%)	188/196 (96)	47/58 (90)	242/251 (96)	95/120 (79)	358/377 (95)	146/173 (84)
Éxito de nidificación (%)	7 (100)	2 (50)	9 (81)	4 (66)	13 (100)	6 (75)

^{*} Se expresan los valores de las medias ± desviación estándar, **N**: tamaño muestral

4.12 Valoración Económica

La disminución de la cantidad de individuos de *C. acutus* tuvo como causa fundamental la demanda de pieles de alta calidad, fundamentalmente entre 1930 y 1960. Actualmente en el mercado mundial el valor oscila entre 3.00 y 6.00 dólares un centímetro lineal por 1.20 de ancho, los retazos entre 30 y 40 dólares, por ejemplo un ejemplar que mida entre 1.30 y 1.50 metros alcanza un valor de \$ 150.00 dólares por su piel. La carne se encuentra \$ 10.00 y 15.00 dólares el kilogramo. La cabeza se compra como trofeo y su precio varía en dependencia del cliente, los dientes se utilizan en la confección de artesanías y el extracto de las glándulas almizcle en la elaboración de perfumes. Por lo que cada animal está valorado entre 500.00 y 600.00 dólares según la calidad de la piel y el mercado en que se ofrezca.

Constituye una ironía que este elevado valor de sus pieles es lo que convierte sus planes de manejo y uso sostenible en una actividad plausible. Actualmente, la caza continuada (aunque en una menor escala) combinada con la destrucción de hábitat constituyen las amenazas más inmediatas, sin embargo, aunque algunas especies se mantienen en peligro crítico, otras tienen historias exitosas en la biología de la conservación y se han convertido en importantes recursos económicos (Ross, 1998).

En nuestro país el *C. acutus* está completamente protegido en todos los lugares donde se localiza, se realizan esfuerzos y programas de manejo para su protección. Otras medidas para su conservación incluyen el diseño de granjas y ranchos para cría en cautiverio. El estado de las poblaciones silvestres de las cuales se toman los animales para desarrollar dichas granjas debe ser cuidadosamente monitoreado y su selección sólo debe ser el fruto de la compilación de suficientes datos básicos de estas poblaciones.

5 CONCLUSIONES

1. La nidificación no responde a un patrón uniforme de todos los ejemplares.
2. Las condiciones de altura y tipo de suelo en La Isleta aseguran el éxito de eclosión y están relacionadas con la menor variabilidad en el número de eclosiones anuales puesto que las crías pueden emerger por sí solas.
3. Existe un patrón consistente de correlación entre el largo y el ancho de los huevos, y una tendencia a que los huevos con mayor longitud y peso incrementen su natalidad y viabilidad.
4. Para La Isleta la mayor superposición de las curvas de acumulación de puestas y eclosiones conjuntamente con el elevado éxito de nidificación y eclosión, demuestra la existencia de mayor estabilidad temporal de factores bióticos y abióticos que están relacionados con la estructura del hábitat, su geomorfología y clima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M. y Soberón R. 1998. "Observaciones sobre la conducta en la nidificación del *Crocodylus acutus*. Crocodile". *Specialist Group Newsletter* 17(1):11-13.
- Alonso, M, Soberón R, Berovides V. y Hernández C. 2000. "Influencia de la geomorfología del hábitat sobre la nidificación de *Crocodylus acutus* en el Refugio de Fauna Monte de Cabaniguán", Cuba. Pp. 42-58. En: *Crocodilos. Proceedings of the 15th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group*: xvii + 541 p.
- Alonso, M: Soberón R, Thorbjarnarson, J. B y Targarona, R. 2006. "American Crocodile (*Crocodylus acutus*). Pérdida de huevos por causas asociadas a la conducta. En el Refugio de Fauna Delta del Cauto, Cuba". *Proceedings of the 15th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group*. IUCN. Montelimar, France.
- Brochu C.A. Alligatorine phylogeny and the status of *Allognathosuchus* Mook, 1921, J. Vertebr, Paleontol. In press, 2003.
- Casas-Andreu, G. 2003. "Ecología de la anidación del *Crocodylus acutus* (Reptilia: crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala", Jalisco, México.
- Gaby, R., McMahon, M. P, Mazzotti, F. J, Gillies, W. N y Wilcox, J. R. 1985. "Ecology of a population of *Crocodylus acutus* at a power plant site in Florida", *J. Herpetol* (Eds.).. 19(2): 189-198.
- Kushlan, J. A y Mazotti. F. 1989. "Historic y present distribution of the American crocodile in Florida". *J. Herpetol* (Eds.). 23(1): 1-7.
- Mazzotti, J. 1983. "The Ecology of *Crocodylus acutus* in Florida". Ph.D. Dissertation, the Pennsylvania State University, University Park.
- Odgen, J. C. 1978. "Status and nesting biology of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, (Reptilia, Crocodylidae) in Florida *J. Herpetol* (Eds.). 12(2): 183-196,
- Rodríguez, R. 2000. "Situación actual de *Crocodylus acutus* en Cuba". In: *Crocodilos. Proceedings of the 15th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group*, IUCN – The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: XVII + 541 p.

NIDIFICACIÓN Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL COCODRILO AMERICANO EN UNA
RESERVA ECOLÓGICA DE MANATÍ

- Rodríguez, R., Alonso Tabet, M. y Berovides V. 2002. "Nidificación del Cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus Cuvier*) en el Refugio de Fauna "Monte Cabaniguán", Cuba". En: *La conservación y manejo de caimanes y cocodrilos de América Latina*, V.2. Ed. Por Luciano Verdade y Alejandro Larriera Piracicaba: C.N. Editorial.
- Ross, J. P. 1998. "Crocodiles, Status survey and conservation action plan", 2nd Edition, IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Viii + 96 pp, *Sciences* 23:256-259.
- Thorbjarnarson, J. B. 1988. "The status and ecology of the American crocodile in Haiti". *Bull. Florida. State Mus. Biol. Sci.* 33: 1-86.
- Thorbjarnarson, J. B. 1991. "*Crocodylus acutus* (American crocodile)". *Social behavior. Herpetol. Rev.* 22: 130.
- Thorbjarnarson, J. B. 1992. "Crocodiles. An Action Plan for Their Conservation". H. Messel, F. W. King, and P. Ross (Eds.). *Species Survival Commission, IUCN. Gland, Switzerland.* 136 pp.
- Thorbjarnarson, J. B. y Hernández, G. 1993. "Reproductive ecology of the Orinoco Crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. II". *Reproductive and Social Behavior. J. Herpet.* 27 (4): 371-379.
- Varona, L. S. 1976. "*Caiman crocodilus* (Reptilia: Alligatoridae) en Cuba". *Revista Miscelánea Zoológica. Academia de Ciencias de Cuba.* 5:2.
- Varona, L. S. 1986. "Algunos datos sobre la etología del *Crocodylus rhombifer*", La Habana, Cuba.

ANEXOS

Anexo I. Definiciones de nombres filogenéticos para Crocodylia (Tomado de Brochu, 2003).

Nombre	Definición
Según el contexto del árbol morfológico Eusuchia (Huxley 1875)	El último ancestro común de <i>Hylaeochampsia vectiana</i> , <i>Crocodylus niloticus</i> , <i>Gavialis gangeticus</i> y <i>Alligator mississippiensis</i> y todos sus descendientes.

NIDIFICACIÓN Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL COCODRILO AMERICANO EN UNA RESERVA ECOLÓGICA DE MANATÍ

Crocodylia (Gmelin 1789)	El último ancestro común de <i>Gavialis gangeticus</i> , <i>Alligator mississippiensis</i> y <i>Crocodylus niloticus</i> y todos sus descendientes.
Brevirostres (von Zittel 1890)	El último ancestro común de <i>Alligator mississippiensis</i> , <i>Crocodylus niloticus</i> y todos sus descendientes.
Crocodyloidea (Fitzinger 1826)	<i>Crocodylus niloticus</i> y todos los cocodrilos más cercanos a él que a <i>Alligator mississippiensis</i> o <i>Gavialis gangeticus</i> .
Crocodylidae (Cuvier 1807)	El último ancestro común de <i>Crocodylus niloticus</i> , <i>Osteolaemus tetraspis</i> , <i>Tomistoma schlegelii</i> y todos sus descendientes.
Crocodylinae (Cuvier 1807)	<i>Crocodylus niloticus</i> y todos los cocodrilos más cercanos a él que a <i>Tomistoma schlegelii</i> .
Según el contexto del árbol molecular Crocodylidae (Cuvier 1807)	El último ancestro común de <i>Crocodylus niloticus</i> y <i>Osteolaemus tetraspis</i> y todos sus descendientes.
Crocodylinae (Cuvier 1807)	<i>Crocodylus niloticus</i> y todos los cocodrilos más cercanos a él que a <i>Osteolaemus tetraspis</i> .

Anexo II

Alligatoridae

Alligator mississippiensis: Nombre común: ALIGATOR AMERICANO, Distribución: Sureste de los Estados Unidos.

Alligator sinensis: Nombre común: ALIGATOR CHINO, Distribución: China Oriental.

Caiman crocodilus, Nombre común: CAIMÁN ESPECTACULAR, Distribución: Centro y Suramérica.

Caiman latirostris: Nombre común: CAIMÁN DE HOCICO ANCHO, Distribución: Suramérica.

Caiman yacare: Nombre común: CAIMÁN JACARÉ, Distribución: Suramérica.

Melanosuchus niger. Nombre común: CAIMÁN NEGRO, Distribución: Suramérica.

Paleosuchus palpebrosus, Nombre común: CAIMÁN ENANO DE CUVIER, Distribución: Suramérica.

Paleosuchus trigonatus, Nombre común: CAIMÁN ENANO DE SCHNEIDER, Distribución: Suramérica.

Crocodylidae

Crocodylus acutus, Nombre común: COCODRILO AMERICANO, Distribución: Norte, Centro y Suramérica.

Crocodylus cataphractus, Nombre común: COCODRILO DE HOCICO ALARGADO, Distribución: África.

Crocodylus intermedius, Nombre común: COCODRILO DEL ORINOCO, Distribución: Suramérica.

Crocodylus johnstoni, Nombre común: COCODRILO DULCE ACUÍCOLA AUSTRALIANO, Distribución: Australia.

Crocodylus mindorensis, Nombre común: COCODRILO FILIPINO, Distribución: Filipinas.

Crocodylus moreletii, Nombre común: COCODRILO DE MORELET, Distribución: Centroamérica.

Crocodylus niloticus, Nombre común: COCODRILO DEL NILO, Distribución: África, Madagascar.

Crocodylus novaeguineae, Nombre común: COCODRILO DE NUEVA GUINEA, Distribución: Nueva Guinea, Papua, Jaya.

Crocodylus palustris, Nombre común: MONSTRUO DE LAS AGUAS, Distribución: India.

Crocodylus porosus, Nombre común: COCODRILO ESTUARINO, Distribución: Sureste asiático.

NIDIFICACIÓN Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL COCODRILO AMERICANO EN UNA
RESERVA ECOLÓGICA DE MANATÍ

Crocodylus rhombifer, Nombre común: COCODRILO CUBANO, Distribución:
Cuba.

Crocodylus siamensis, Nombre común: COCODRILO SIAMES, Distribución:
Sureste asiático.