

# Nidificación del Cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus* Cuvier) en el Refugio de Fauna "Monte Cabaniguan", Cuba

ROBERTO RODRIGUEZ SOBERÓN

Empresa Nacional para la Conservación de la Flora y la Fauna  
Ministerio de la Agricultura  
Calle Conill Esq. Ave. Independencia  
Plaza de la Revolución  
Ciudad Habana CUBA

MANOEL ALONSO TABET

Empresa Nacional para la Conservación de la Flora y la Fauna  
Refugio de Fauna "Monte Cabaniguan"  
Calle Hnos. Acosta # 10-A, e/ Frank País y R. Chibas  
Jobabo, Provincia Las Tunas CUBA

VICENTE BEROVIDES ALVAREZ

Universidad de la Habana  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Calle 25 entre J e I, Vedado  
Ciudad Habana CUBA

## Resumen

Se analiza la producción natural de *Crocodylus acutus* en 10 áreas de nidificación gregaria ubicadas en sedales costeros del Refugio de Fauna Monte Cabaniguán, Cuba. Las diferencias locales en elevación, textura del suelo y protección contra la acción del oleaje, combinadas con diferencias anuales de disturbios climáticos (inundaciones, marejadas y mareas excepcionalmente altas), provocan diferentes respuestas de la productividad de los nidos entre diferentes áreas de nidificación y años. En las áreas de nidificación más protegidas, con arena fina y arcillosa (Jobabito y La Salina) hubo más nidos y mayores tasas de eclosión que en las áreas con arena gruesa y de color oscuro, con un mayor grado de compactación y retención de agua (La Jijira, Ojo de Agua, Soloburén). Otras causas significativas de no eclosión fueron la ausencia de atención parental debida a la inactividad de las madres. En el período 1992 - 1996, se analizó una muestra de 720 nidos en las áreas de nidificación Jobabito, La Salina y La Jijira. Los nidos promediaron 24.77 huevos, 17.04 eclosiones, 7.86 muertes prenatales y 1.23 huevos infértiles. La duración de la estación de eclosiones muestra un comportamiento uniforme de 37 a 38 días, con su mayor frecuencia alrededor del 11 de junio. Se observa un claro patrón de años de nidificación temprana y tardía. La estimación del tamaño poblacional a partir del número de hembras reproductoras (número de nidos), fue de 3 480 a 4 350 individuos.

## Abstract

Natural production of *Crocodylus acutus* nests is analyzed in 10 collective nesting areas on coastal wetlands of the Wildlife Refuge Monte Cabaniguán, Cuba. Local differences in height, soil texture and protection against wave action, combined with annual differences of climatic disturbances (flooding, high waves and tides) provoke different responses of nest productivity among nesting areas and years. Protected nesting areas with coarse, calcareous sand (Jobabito and La Salina) had more nests and higher hatching rates than those with obscure, fine marly sand, with a high degree of compactness and water retention (La Jjira, Ojo de Agua, Soloburén). Other meaningful causes of hatch failure are lack of parental assistance to hatch, due to mothers' desertion. In the period 1992 - 1996, a sample of 720 nests was analyzed in the nesting areas of Jobabito, La Salina and La Jjira. The nests averaged 24.77 eggs, 17.04 hatches; 7.86 embryo deaths and 3.92 infertile eggs. The duration of the hatching season shows a uniform behavior of 37 to 38 days, with its highest frequency about June 11. There is a clean-looking pattern of years of early nesting and years of late nesting. The population size was estimated, from the number of active breeding females (number of nests), in 3480 to 4350 individuals.

## 1. Introducción

En el Archipiélago cubano están presentes tres especies del Orden Crocodylia (Varona 1966, 1976): El cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*) especie endémica con distribución geográfica muy restringida, el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*), bien distribuido en humedales costeros de la Isla de Cuba, Isla de la Juventud y numerosos cayos y el caimán de anteojos o babilla (*Caiman crocodilus fuscus*), introducido en la Isla de la Juventud a principios de la década de los '60.

Desde 1984 los cocodrilos de Cuba son objeto de un Programa Nacional cuyos objetivos principales son su 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 los refugios de fauna Monte Cabaniguán y 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.

## 2. Área de Estudio

El refugio de fauna Monte Cabaniguán ocupa 9000 hectáreas de una amplia llanura deltaico-aluvial costera, situada al Sur de la provincia de Las Tunas, junto al Golfo de Guacanayabo. La temperatura media anual es de 26°C, con máximas absolutas de 36°C y mínimas de 11°C. Aquí se cumple el patrón general para Cuba de una estación seca, de noviembre a abril, con precipitación media anual de 200 mm y una estación lluviosa, de mayo a octubre, con precipitación media de 900 mm. La suma de precipitaciones medias anuales es de 1200 mm.

La región recoge los aportes de ríos y arroyos (Ríos Tana, Jobabo, Ojo de Agua, etc.) que en su cauce inferior dan lugar a una compleja red estarina de cauces y lagunas de muy diversos tamaños, con régimen de salinidad estacional y extensos saladares de inundación periódica. En las partes donde existe mayor influencia salina predomina el complejo de manglar, representado

por sus cuatro especies típicas: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle prieto (*Avicenia germinans*), Yana (*Conocarpus erecta*) y Patabán (*Laguncularia recemosa*).

Bordeando los manglares por el Norte se extiende una franja de suelos arenoso-arcillosos con vegetación dominada por palmas del género *Copernicia* y más al Norte, relictos de bosque semidesídico micrófilo (Monte Cabaniguán). A lo largo de la costa se alternan segmentos de manglares (*R. mangle*, *A. germinans*) y de playas arenosas. Estas últimas pueden tener dos tipos de suelo: arena de concha y residuos calcáreos, de grano grueso, o de un fino polvo arenoso con alto contenido de arcilla..

El Refugio de Fauna carece de población humana residente. Hasta 1963 hubo pequeñas comunidades de pescadores en puntos de la costa y lagunas interiores, que fueron reubicados en en la ciudad portuaria de Manzanillo tras los desastres ocasionados por el huracán Flora. La actividad económica fundamental es la pesca en las aguas del golfo, el cultivo del arroz y la ganadería en la periferia.

Los conteos poblacionales de *C. acutus* realizados por nosotros en el período 1987-1997 (Rodríguez *et al. in litt.*) registran abundancias relativas medias de 7.96 a 16.32 cocodrilos/Km. y valores máximos de hasta 34 cocodrilos/Km.

Entre los meses de febrero y julio tiene lugar la temporada de reproducción de los cocodrilos. Alrededor de 200 reproductoras anidan de manera gregaria en unas cuantas playas de la costa y un número menor lo hace en un sitio del interior de la ciénaga. Son muy pocos los nidos aislados.

### 3. Materiales y Métodos

Este trabajo abarca el período de 1990 a 1996 y en él se analizan la distribución de las áreas de nidificación gregaria, cronología de eclosiones, producción bruta y productividad de la nidificación, influencia de las características del hábitat y fenómenos climáticos anuales sobre los resultados de la nidificación y efecto de otros factores, como las malformaciones congénitas, deserción de las madres en la atención a los nidos y predación. Se esbozó una clasificación de los hábitats de nidificación presentes en el área de estudio, basada en características fisiográficas (altitud, tipo de suelo, exposición a los movimientos del mar).

Se utilizan las siguientes **convenciones**: denominamos **área de nidificación gregaria** a un segmento de hábitat con características uniformes y generalmente vinculado a un cuerpo de agua (cauce estuarino, laguna), en el que se encontraron dos o más nidos a no más de 100 m de separación. El término **sitio** (de nidificación) se refiere a la ubicación de cada nido en particular. Llamamos **nidos exitosos** a aquellos en que nació al menos una cría. A los restantes les llamamos **nidos fallidos**. **Eclosión natural**, a los efectos de este estudio es la que ocurrió de manera espontánea, sin ayuda nuestra y **eclosión asistida** cuando la cría fue ayudada por nosotros a emerger del huevo o del nido.

Las áreas de nidificación gregaria se localizaron mediante exploraciones realizadas en 1990 y 1992. Las exploraciones se guiaron por la información obtenida de encuestas y por el análisis de fotos aéreas en escala 1:32 800. En las fotos aéreas se identificaron patrones correspondientes a áreas de nidificación conocidas y se trazaron rutas de exploración por los lugares no conocidos con patrones similares. Estas exploraciones abarcaron las playas de todo el

litoral situado entre la desembocadura del río Tana y la del estero Birama y algunos sitios elevados del interior de la ciénaga. La exploración se realizó a pié, entre los meses de abril y junio, coincidiendo con la temporada de incubación y eclosiones. Para estimar la superficie de áreas de nidificación gregaria se utilizó una adaptación del concepto de Extensión de presencia "el área contenida dentro de los límites continuos e imaginarios más cortos que pueden dibujar para incluir todos los sitios conocidos en que al menos un nido se halla presente, a menos de 100 m del más próximo". Las superficies se estimaron mediante plantilla de puntos sobre mapas en escala 1: 10 000.

El estudio sobre resultados de la eclosión abarca las temporadas de reproducción de 1992 a 1996 y se concentró en tres áreas de nidificación gregaria: Jobabito y La Salina, en la costa y "Alto" de la Jijira, en el interior de la ciénaga. Los datos para esta última solamente comprenden los años 1992, 1994 y 1996. Estas áreas de nidificación fueron visitadas a diario o en días alternos, durante la temporada de eclosiones. En cada ocasión se contaron los nidos que eclosionaron desde la última visita y la cantidad de huevos eclosionados en cada uno. En los nidos donde las eclosiones se produjeron sin nuestra asistencia, la cantidad de nacimientos se estimó por el número de cascarones rotos observados, complementado y rectificado por el control directo de los neonatos hallados en las inmediaciones del nido. El número de huevos eclosionados basado en el conteo de cascarones se considera un subestimado.

Los huevos no eclosionados se clasificaron en tres categorías a partir de la observación directa de su contenido: a) muerte prenatal, b) huevo infértil y c) causa indeterminada de no eclosión (cuando el deterioro del huevo impidió discernir entre las categorías a y b). Las observaciones se anotaron en planillas diseñadas al efecto. El mismo método se utilizó en otras áreas de nidificación (Ojo de Agua, Jobabito II, Jobabito III, Jobabito IV, Soloburén, Pataban Boca de Jobabo), pero fueron visitadas con menor regularidad que las tres primeras.

Con el fin de determinar la cantidad de nidos fallidos, cada año, al terminar la temporada de eclosiones (después del 14 de julio) se realizó una minuciosa búsqueda de los nidos que quedaron bajo tierra sin eclosionar. A esta búsqueda le llamamos "**levantamiento**" del área de nidificación.

En algunos casos, nosotros intervinimos ayudando a la eclosión (apertura de nidos y huevos); esto se realizó exclusivamente cuando: a) en los levantamientos de las áreas de nidificación se encontraron organismos aún vivos dentro de los huevos o ya eclosionados, de los nidos; b) se escuchó por más de dos días consecutivos el reclamo de las crías dentro del nido sin que acudiera la madre a asistir el nido y c) se observaron neonatos emergiendo del nido sin asistencia materna, se abrió el nido y asistió a los que aún no habían emergido del nido o habían eclosionado. En todos los casos los neonatos habían consumido el contenido vitelino algunos mostraban signos de autofagia.

En las planillas se registró cada nacimiento asistido. Para evitar el sesgo que esta práctica ocasionaría en el cálculo de la cronología de eclosiones, solamente se tomaron en cuenta los nidos que eclosionaron por vía natural.

Se estimaron indicadores de la productividad natural: Exito de la Nidificación, Exito de Eclosión y Probabilidad de Eclosión (Hall y Johnson 1987); para un juego de datos corregido que los juveniles nacidos con nuestra asistencia se asumen como muertes embrionarias y los nidos en que todos los nacimientos fueron asistidos, se consideran nidos fallidos. La producción bruta y sus estadísticos descriptivos se calcularon a partir del total de nidos y huevos, incluído

los asistidos y los que aparecieron en los levantamientos, con el propósito de obtener una noción del potencial reproductivo de la población.

Para contrastar los efectos de factores climáticos anuales y las condiciones de hábitat en las áreas de nidificación gregaria, se utilizaron tablas de contingencia y pruebas de Chi cuadrado, según el procedimiento indicado por Quenouille, 1966, para las variables proporción de nacidos, muertes prenatales y huevos infértiles, considerando nidos asistidos o no. Se aplicó el mismo método al contraste entre los índices éxito de nidificación y éxito de eclosión. Para el análisis año a año y localidad a localidad, del porcentaje de huevos eclosionados por nido, se utilizó un test no paramétrico U de Mann - Whitney.

Por último, se realizó un estimado del tamaño poblacional, por el procedimiento empleado por Ogden, 1978 basado en Chabreck, 1966 y Graham, 1968.

Se trabajó con la totalidad de los nidos exitosos y se asume que se localizó la totalidad de los fallidos durante los levantamientos; la muestra total es de 756 nidos.

Todas las observaciones se realizaron durante el horario diurno, preferentemente por la mañana. Las visitas a las áreas de nidificación fueron breves y se cuidó de no dejar ningún material extraño o sustancias olorosas que pudieran repercutir en el comportamiento de las reproductoras, los neonatos o los potenciales predadores.

Como base cartográfica se utilizaron hojas cartográficas en escala 1:10 000, 1:25 000 y 1:50 000 y fotos aéreas en escala 1:32 800. Las posiciones geográficas se determinaron con el auxilio de un Sistema Posicionador Global (GPS) Magellan 2000. La base de operaciones para los trabajos de campo fue la Estación Biológica D. Miguel Alvarez del Toro, ubicada en la desembocadura del estero Jobabo Norte, punto equidistante de las áreas de nidificación.

## 4. Resultados y Discusión

### 4.1 Distribución de las áreas de nidificación gregaria

Se localizaron 10 áreas de nidificación (Tabla 1). Nueve de ellas están junto al mar y sólo una (el Alto de La Jijira) se encuentra separada del mar, aproximadamente a 2 Km. De las áreas situadas junto al mar, sólo Jobabito y La Salina se extienden algunas decenas de metros tierra adentro. Se observó un solo nido aislado en el área conocida como Boca de Jobabo, donde está ubicada la Estación Biológica, el resto de los nidos estuvo en áreas bien delimitadas y en cantidades que oscilaron entre 3 y 97.

La concentración de hembras reproductoras, sus nidos y sus crías, en un exiguo espacio junto al mar, en un sector costero donde abunda la actividad pesquera y coincidiendo con el inicio de la temporada ciclónica constituye un factor de fragilidad para la población local de cocodrilos.

### 4.2 Hábitats de nidificación

En Monte Cabaniguán existe una diversidad de hábitats de nidificación de cocodrilos, pero resulta notable que en sus 90 Km<sup>2</sup> (de los que más de las dos terceras partes son humedal habitado por estos reptiles) la extensión de presencia de nidos no alcanza las 10 Hás. (0.12 % del área total).

Tabla 1. Areas de nidificación gregaria de *C. acutus* en el Refugio de Fauna Monte Cabanigua

Nombre del área	Posición geográfica	Superficie (ha)	Cantidad y Densidad máximas de nidos	Año en que se obtuvo el máximo de nidos
Soloburén	22°42'48"N - 77°21'20"W	2.7	5 - 1.85	1990
Ojo de Agua	22°43'38"N - 77°19'45"W	1.9	8 - 4.21	1990
Boca de Jobabo	20°40'55"N - 77°17'50"W	0.2	4 - 20.0	1995
Alto de la Jijira	20°41'22"N - 77°16'37"W	2.0	23 - 11.5	1994
Jobabito	20°40'22"N - 77°27'22"W	0.8	92 - 115.0	1992
Jobabito II	20°40'22"N - 77°17'23"W	0.4	5 - 12.5	1995
Jobabito III	20°40'12"N - 77°17'14"W	0.2	8 - 40.0	1995
Jobabito IV	20°40'12"N - 77°17'08"W	0.2	3 - 15.0	1995
Boca de Patabanes	20°39'23"N - 77°16'37"W	0.2	15 - 75.0	1996
La Salina	20°38'36"N - 77°15'59"W	1.2	61 - 50.8	1992
TOTAL		9.8		

La Tabla 2 muestra la tipificación de hábitats de nidificación en el área de estudio. Se determinaron tres categorías principales (tipos), una de ellas (la categoría 1) con cuatro categorías secundarias (sub-tipos). Los tipos y sub-tipos están dispuestos en la tabla en orden creciente de éxito reproductivo: el número promedio de nidos por área aumenta en el mismo orden; con independencia de la superficie utilizable de cada área.

Los sitios más utilizados son, en primer lugar, aquellos que brindan mayor protección contra los movimientos del mar (La Jijira, La Salina, Jobabito) y dentro de éstos, los más elevados y con un suelo de arena gruesa calcárea, con mejores propiedades térmicas, de ventilación y drenaje (La Salina y Jobabito). Las menores cantidades de nidos están en las playas expuestas, sobre todo las de suelo fino, compactable y de mal drenaje, similar al de La Jijira de Agua y Soloburén). Esto sugiere un alto grado de selectividad por parte de los reproductores. La presencia de nidos en sitios poco adecuados, la alta densidad de nidos en las mejores áreas y la escasa extensión de presencia de áreas de nidificación respecto a la superficie total del área de estudio, señalan a la disponibilidad de hábitat para la nidificación como un factor limitante de crecimiento poblacional.

Kushlan y Mazzotti, 1988 definen dos tipos fundamentales de hábitats de nidificación de *C. acutus* en el Sur de la Florida: "arroyos" ("creek nests") que incluye las orillas de cauces naturales y de canales artificiales y "costas" ("shore nests"). Ogden, 1978 coincide con Thorbjarnarson, 1988 al señalar como factor común a los sitios de nidificación de *C. acutus*, la ubicación en suelos relativamente bien drenados y adyacente a aguas suficientemente profundas para permitir el acercamiento de un cocodrilo adulto. Thorbjarnarson, 1988 observó además la construcción de nidos en "montículos de carbón" (restos de antiguos hornos de carbón vegetal) situados en las mismas playas elevadas y bien drenadas. Moler, 1991 afirma que Todos los nidos de *C. acutus* de Cayo Largo están en áreas de aguas quietas, protegidas de la acción del viento y las olas".

Alvarez del Toro, 1974 describe dos tipos de hábitat de nidificación para *C. acutus* en México: sitios pantanosos donde la madre hace un nido de montículo cubierto con material vegetal y bancos arenosos cubiertos de matorrales aislados y manchones de zacate en las orillas

de los grandes ríos; señala además que los ponederos, que seguramente son individuales, se encuentran separados cuando menos a cincuenta metros y ninguna hembra tolera la presencia de otra en la cercanía del nido.

Tabla 2: Tipificación de hábitats de nidificación gregaria de *C. acutus* en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán.

Area	Promedio anual de nidos	Elevación del terreno	Características del sustrato	Exposición al viento y los movimientos del mar
<b>1. Playas de la costa</b>				
<b>1-a. Playas altamente expuestas, bajas, de arena fina, de alto contenido arcilloso - orgánico</b>				
Ojo de Agua y Soloburén	2.6	Bajo, menos de 35 cm s.n.m.	Arena muy fina, con alto contenido de arcilla; mal drenaje y compactación	Altamente expuestas a la acción del viento y los movimientos del mar; por tramos sólo protege una estrecha franja de mangle.
<b>1-b. Playas expuestas, menos bajas, de arena gruesa, calcárea</b>				
Jobabito III y Jobabito IV	7.6	Bajo a mediano, de 30 a 45 cm s.n.m.	Arena gruesa, de material calcáreo, con buen drenaje y ventilación.	Totalmente expuestas a la acción del viento y los movimientos del mar.
<b>1-c. Playas elevadas, de arena gruesa, mayormente protegidas por una franja de manglar</b>				
Patabanes	10	Elevado, 40 o más cm s.n.m.	Arena gruesa, de material calcáreo, con buen drenaje y ventilación.	Relativamente protegida por una franja de manglar.
<b>2. Areas del interior de la ciénaga</b>				
Alto de la Jijira	19.3	Baja altitud y relieve irregular	Arena muy fina con alto contenido de arcilla y materia orgánica, con deficiente drenaje y tendencia a la compactación	Situada a 2.5 Km. de la costa, protegida contra la acción del viento y el oleaje, pero expuesta a inundaciones causadas por precipitaciones y mareas.
<b>3. Areas elevadas, con sustrato de arena gruesa calcárea, que se extienden tierra adentro por varias decenas de metros a partir de la costa.</b>				
La Salina	49.8	Elevación mayor de 40 cm s.n.m., aunque con relieve irregular.	Arena gruesa, de material calcáreo, con buen drenaje y ventilación.	Duna costera protegida por densa vegetación de cactáceas; hacia el interior está totalmente protegida de la acción del viento y el oleaje.
Jobabito	82.6	Mayor de 40 cm s.n.m.,	Arena gruesa, de material calcáreo, con buen drenaje y ventilación.	Protegida contra la acción del viento y el oleaje, totalmente rodeada de manglar.

De las condiciones descritas por Moler, Ogden y Thorbjarnarson en los trabajos arriba citados, en Monte Cabaniguán siempre se cumplió la cercanía a una vía acuática suficientemente profunda para permitir el acercamiento de cocodrilos reproductores, pero no siempre se cumplieron dos importantes condiciones: a) sitios elevados, bien drenados y b) protegidos de la acción del viento y el mar. Más bien abundan aquí las áreas costeras expuestas, como las descritas por Ogden, 1978 para ciertos puntos de los cayos y Florida Bay (p. 187). Otro rasgo común a

todas las áreas de nidificación de Monte Cabaniguán es la contigüidad de una laguna del tipo conocido localmente como "saladar", originada por el embalsamiento de las aguas de rebose de los esteros o de las mareas. Estas lagunas son estacionales e hiperhalinas, su profundidad rara vez sobrepasa los 50 cm y su vegetación está compuesta por grupos ralos de *R. mangle* y *A. germinans* arbustivos. Hemos observado que estos saladares cumplen una importante función como refugio temporal y vía de tránsito de los neonatos hacia los esteros. En las áreas de nidificación de Ojo de Agua, Soloburén y un sector de La Salina, donde los nidos están distribuidos a lo largo de la playa, algunos de ellos se encuentran a más de 200 m de la desembocadura del estero profundo más cercano. En estas áreas, las vías de tránsito entre el estero y el nido, para las reproductoras y sus camadas, son los saladares y el propio mar.

En el área de estudio no existen canales artificiales ni obras de excavación como las descritas por Kushlan y Mazzotti, 1989 ni se han observado nidos de montículo con material vegetal en sitios pantanosos como los descritos por Alvarez del Toro, 1974; tampoco se manifiesta la territorialidad en la nidificación que este autor menciona; por el contrario, la nidificación es eminentemente gregaria. Fuera de los límites del área de este estudio, en el refugio de fauna colindante Delta del Cauto, hemos observado nidos asociados a antiguos hornos de carbón, como los descritos por Thorbjarnarson, 1988.

Ninguno de los nidos analizados ( $n = 756$ ) pudo ser clasificado con propiedad como "de montículo", entendido como tal el nido en que "la hembra trabaja el suelo en un amplio montículo antes de realizar la puesta de los huevos" (Moler 1991) con el "propósito" de situar la camada de huevos por encima del nivel en que el sustrato es más húmedo o fuera del alcance de las inundaciones (Campbell 1972; Mazzotti 1983). En las áreas de nidificación elevadas y bien drenadas de Jobabito y La Salina, con densidades de nidos excepcionalmente altas, algunos se encontraban en convexidades del terreno que pudieran ser interpretados como montículos, pero que (como sugiere Ogden, 1978) son el resultado del movimiento de tierra repetido año tras año por una o varias reproductoras. Por ejemplo, en uno de estos "montículos" presente en La Salina (dimensiones aproximadas: 4 m de diámetro por 0.4 m de altura) había 8 nidos. Como contraste en el área nidificación de La Jijira, donde el suelo es bajo y anegadizo, pero los nidos estuvieron menos agrupados, todos ellos fueron, definitivamente, de hoyo. Estos resultados no son consecuentes con las apreciaciones de Campbell, 1972 y Mazzotti, 1983.

### 4.3 Cronología de la nidificación

El proceso global de nidificación estuvo acotado por los meses de febrero y julio. Como es común a las especies de cocodrilo que nidifican en hoyos, la puesta tiene lugar durante la estación seca y las eclosiones a principios de la estación lluviosa (Thorbjarnarson 1988).

En 1992, 1993 y 1996, que se caracterizaron por intensa actividad de frentes fríos durante el invierno, la nidificación comenzó más tardíamente que en 1994 y 1995, que tuvieron inviernos más benignos (Fig. 1).

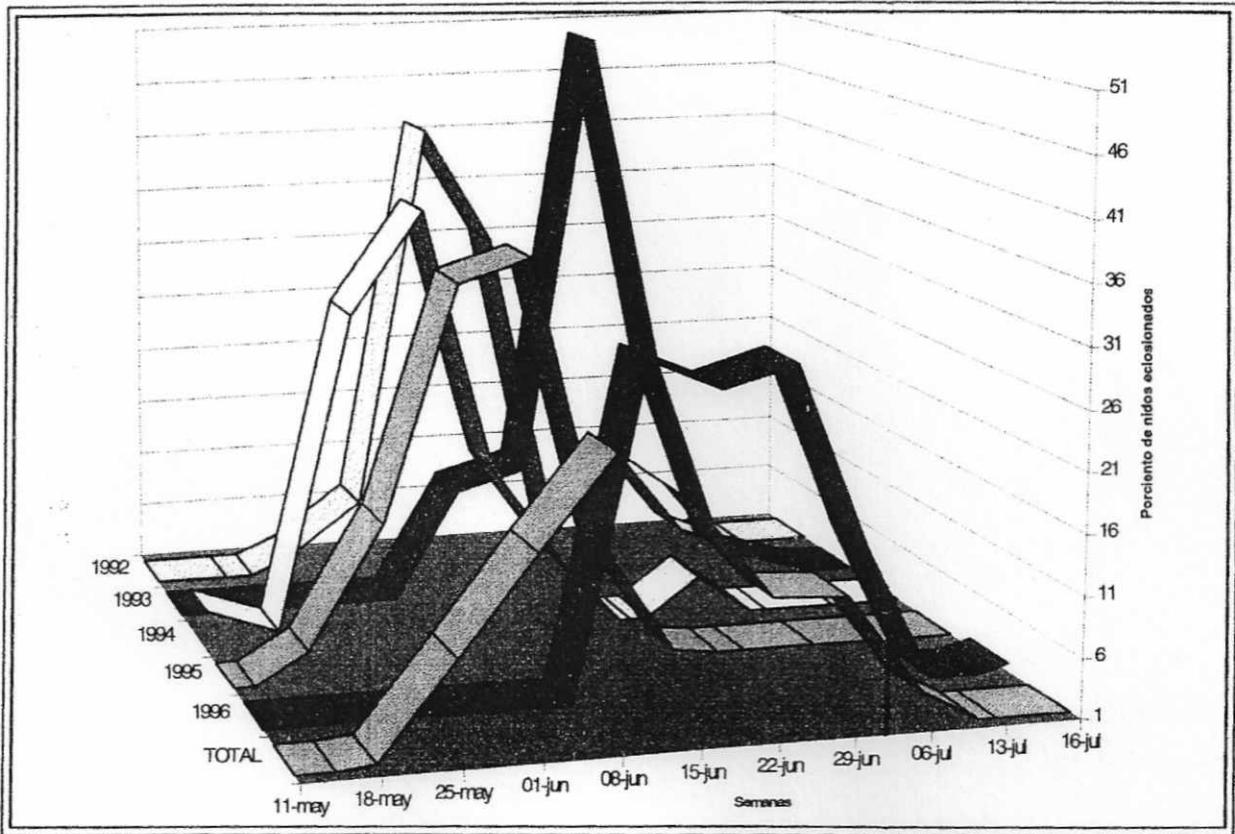


Figura 1: Cronología de la eclosión de *C. acutus* en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán: distribución semanal de frecuencias de los porcentajes de nidos eclosionados en el período 1992 - 1996.

Las eclosiones en el período 92 -96 tuvieron lugar entre el 5 de mayo y el 16 de julio ( $\bar{x}$  = 11 de junio, D.St. = 13.86, N = 469), con distribución cercana a la normal.

Como se aprecia en la Tabla 3, la duración de la temporada de eclosiones fue de 36 a 38 días en la mayoría de los años analizados. Solamente en 1994 se extiende por 55 días, sin embargo, esto se debe a que 7 nidos (el 7.8% de un total de 92 muestreados) eclosionaron entre el 5 y el 16 de mayo; el restante 92.2 % lo hizo a partir del 17 de mayo, cubriendo un período de 38 días. Desgraciadamente, no se dispone de una base de datos climáticos locales suficientemente detallada para correlacionar con los eventos de la nidificación.

El área de nidificación de La Jijira muestra una fecha media de eclosiones algo más tardía (15 de junio) que Jobabito y La Salina (7 de junio), para el período de estudio en su conjunto. El contraste de fechas de eclosión área a área, mediante un Test U de Mann - Whitney, indica diferencias muy significativas entre Jobabito y La Jijira ( $U = 2107.0$ ;  $p = 0.0001$ ) y entre La Salina y La Jijira ( $U = 1452.0$ ;  $p = 0.0001$ ), mientras que la hipótesis de igualdad se acepta para Jobabito y La Salina.

Tabla 3. Cronología de la eclosión de *C. acutus* en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán.

Año	N	Fecha media de eclosión	Dv. St.	Primera eclosión	Última eclosión	Duración del período (días)
1992	171	09 - Jun.	68.178	25 - May.	30 - Jun.	37
1993	93	21 - Jun.	70.769	05 - Jun.	10 - Jul.	36
1994	91	30 - May.	111.545	05 - May.	28 - Jun.	55
1995	153	01 - Jun.	71.159	20 - May.	25 - Jun.	37
1996	135	21 - Jun.	84.764	09 - Jun.	16 - Jul.	38
TOTAL	643	11 - Jun.	116.885	05 - May.	16 - jul.	40.6

Durante el conteo poblacional realizado en octubre de 1987 (Rodríguez *et al.* en litt.) se observaron altas densidades de cocodrilos con tallas de reproductores en lagunas extensas del área protegida (Virama, Hoja de Maíz y Yiguanita), situadas a más de 5 Km. de la costa. Sin embargo, en el conteo efectuado entre marzo y abril de 1993, en plena temporada de nidificación (Rodríguez *et al.* in litt.) en la laguna de Virama no se observaron cocodrilos y en la de Yiguanita, solamente 13 ejemplares, de ellos apenas 4 adultos (30.7 %). En cambio, en los esteros y lagunas vinculados a las áreas de nidificación de Jobabito, la Salina y La Jijira se contaron esa misma semana 128 cocodrilos, de ellos 116 (el 90.6 %) adultos. Esto hace suponer que las lagunas extensas del interior del área protegida constituyen refugios de invierno para los reproductores.

#### 4.4 Producción bruta

Se analizó una muestra de 720 nidos de las áreas de nidificación de Jobabito, La Salina y La Jijira, en las temporadas de 1992 a 1996 (Tabla 4). De un total de 17 833 huevos eclosionaron 11 147 (el 62.5 %), con nuestra asistencia o sin ella. En 647 nidos (el 89.9 %) eclosionó por lo menos un huevo (nidos exitosos). Dejaron de eclosionar 4 276 huevos fértiles (el 23.98 %) por muerte del embrión y 1 778 huevos (el 11.73 %) fueron infértiles. Un total de 632 huevos (3.54 %) que no eclosionaron, no pudieron ser clasificados como fértiles o infértiles por encontrarse muy deteriorados debido a excesiva humedad en el nido y fueron reportados como "indeterminados"; de ellos, 621 se encontraron en nidos fallidos. Nótese que, como en 1996 el levantamiento posterior a la temporada de eclosiones sólo se realizó en La Jijira, los datos de ese año para Jobabito y La Salina corresponden solamente a nidos exitosos.

Los promedios generales por nido fueron: 24,77 huevos, con mínimo de 8 y máximo de 51 huevos; 15,46 huevos eclosionados, 6,13 muertes prenatales y 2,51 huevos infértiles. La tasa de fertilidad para para todo el período de estudio fue del 89.66%, prácticamente idéntica a la reportada por Kushlan y Mazzotti, 1983 para esta especie en la Florida. En nuestro caso, de un total de 15 423 huevos fértiles (potencial teórico de nacimientos) eclosionaron 11 147 huevos, para una "eficiencia de eclosión" (Moler 1991) del 72.3 %. Este valor es considerablemente superior a algunos valores de este mismo índice reportados en la Florida: 32.4 % en Key Largo durante el período 1979 - 1990 (Moler 1991); 59 % en Turkey Point (Gaby *et al.* 1985).

Tabla 4. Resultados generales de la nidificación de *C. acutus* en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán: muestra de tres áreas de nidificación gregaria: Jobabito, La Salina y La Jjira. Todos los nidos (asistidos o no), 1992 - 1996.

Año	Nidos exitosos			Nacidos			Muerte prenatal			H. Infértiles			
	Total de nidos	Total %	Total huevos	Media Huevos por nido	Total	Media %	Total	Media %	Total	Media %	Total	Media %	
<b>Area de nidificación Jobabito</b>													
1992	92	100.0	2334	25.36	1801	19.58	77.16	236	2.57	10.11	297	3.23	12.72
1993	89	71.9	2146	24.30	991	11.09	46.18	789	9.15	36.77	355	3.86	16.54
1994	89	97.8	2307	25.73	1702	18.85	73.78	501	5.69	21.72	104	1.15	4.51
1995	90	98.9	2022	22.47	1426	16.02	70.52	446	4.96	22.06	150	1.67	7.42
1996	53	100.0	1281	24.17	822	15.51	64.17	352	6.64	27.48	107	2.02	8.35
<b>Subtotal</b>	<b>413</b>	<b>93.2</b>	<b>10090</b>	<b>24.43</b>	<b>6742</b>	<b>16.33</b>	<b>66.82</b>	<b>2324</b>	<b>5.68</b>	<b>23.03</b>	<b>1013</b>	<b>2.42</b>	<b>10.04</b>
<b>Area de nidificación La Salina</b>													
1992	61	98.4	1439	23.59	1106	18.13	76.86	122	2.00	8.48	211	3.38	14.66
1993	36	83.3	874	24.28	417	11.58	47.71	379	10.53	43.36	78	2.17	8.92
1994	53	83.0	1390	25.94	779	15.27	56.04	457	8.96	32.88	87	1.71	6.26
1995	54	98.1	1276	23.63	941	17.43	73.75	236	4.37	18.5	99	1.83	7.76
1996	45	-	1117	24.82	823	18.29	73.68	148	3.29	13.25	146	3.24	13.07
<b>Subtotal</b>	<b>249</b>	<b>93.2</b>	<b>6096</b>	<b>24.41</b>	<b>4066</b>	<b>16.46</b>	<b>66.70</b>	<b>1342</b>	<b>5.43</b>	<b>22.01</b>	<b>621</b>	<b>2.49</b>	<b>10.19</b>
<b>Area de nidificación La Jjira</b>													
1992	14	85.7	296	21.14	162	11.57	54.73	68	4.86	22.97	66	4.71	22.3
1994	23	0	746	32.00	0	0	0	171	28.50	89.06	21	3.50	13.19
1996	21	85.7	605	28.81	177	8.43	29.26	371	17.67	61.32	57	2.71	9.42
<b>Subtotal</b>	<b>58</b>	<b>51.7</b>	<b>1647</b>	<b>28.40</b>	<b>339</b>	<b>5.84</b>	<b>20.58</b>	<b>610</b>	<b>14.88</b>	<b>55.81</b>	<b>144</b>	<b>3.51</b>	<b>14.97</b>
<b>TOTAL</b>	<b>720</b>	<b>89.9</b>	<b>17833</b>	<b>24.77</b>	<b>11147</b>	<b>15.46</b>	<b>62.51</b>	<b>4276</b>	<b>6.13</b>	<b>23.98</b>	<b>1778</b>	<b>2.51</b>	<b>11.73</b>

El promedio general de 24,77 huevos/nido es notablemente inferior a los 38 huevos/nido reportados para la misma especie en el Sur de la Florida por Kushlan y Mazzotti, 1989 y no se aparta mucho del valor de 22.3 huevos/nido, reportado para la población de *C. acutus* de Lago Enriqueillo, Rep. Dominicana (SEA/DVS 1995B) que es, como la nuestra, una población insular y está situada aproximadamente en la misma latitud geográfica. Con independencia de posibles diferencias en la composición de edades de las reproductoras en cada población, no descartamos que las profusas nidadas de la Florida respecto a las de Monte Cabaniguán y Lago Enriqueillo respondan a una estrategia adaptativa de las poblaciones continentales, sometidas a más intensas presiones de factores ecológicos adversos, como temperaturas extremas y mayor diversidad de depredadores. El resultado final de la reproducción, expresado en promedio de juveniles nacidos en nidos exitosos, no guarda marcadas diferencias entre las tres poblaciones: para Monte Cabaniguán, 17,23 juveniles/nido; para Lago Enriqueillo, 16,7 juveniles/nido (SEA/DVS 1995) y para la Florida, 10,97 juveniles/nido, 15,5 juveniles/nido (Moler 1991) y 20,1 juveniles/nido (Ogden 1978). Si partimos de tasas de fertilidad similares entre las poblaciones de Monte Cabaniguán y la Florida (89 %), entonces las diferencias en eficiencia de la reproducción que equiparan el resultado final deben atribuirse, casi totalmente, a muertes prenatales. Los datos disponibles los autores no permiten pasar de la mera especulación en este punto.

#### 4.5 Influencia de factores del hábitat y disturbios climáticos anuales

Las áreas de La Salina y Jobabito, situadas sobre dunas elevadas y poco expuestas a la acción del oleaje y las mareas, con suelo de arena calcárea de grano grueso, bien drenado y aireado, promediaron 16,33 y 16,46 eclosiones por nido respectivamente (Tabla 4). Estos resultados contrastan con las 5,84 eclosiones por nido de La Jijira, situada en un terreno de alta altitud y con un suelo de polvo arenoso de grano muy fino, con alto contenido de arcilla, alto grado de compactación y retención de humedad. Los mayores porcentajes de muerte embrionaria en todas las áreas de nidificación analizadas ocurrieron en los años 1993, 1994 y 1996. En 1993 y 1994 ocurrieron inundaciones durante la temporada de eclosiones. Estas inundaciones estuvieron provocadas por intensas lluvias, asociadas a fuertes vientos que provocaron marejadas con penetraciones del mar. La inundación de 1994 provocó la pérdida de la totalidad de los huevos que se incubaban en La Jijira. En 1996 la puesta se inició tardíamente (5 de marzo) y llovió durante todo el período de incubación.

En las áreas de nidificación de Jobabito III, Jobabito IV y Patabanes, de playas expuestas con un sustrato similar al de Jobabito y La Salina, las altas mareas y el oleaje asociado a vientos del Sur fueron los principales responsables de los altos índices de mortalidad prenatal. Por ejemplo, en Jobabito III y Jobabito IV la marejada barrió 11 nidos en 1994 y 9 nidos más en 1995; lo mismo ocurrió con todos los nidos de las áreas de Soloburén y Ojo de Agua en 1993 y 1994; en estas dos últimas se suma otro factor adverso: el tipo de sustrato, muy similar al de La Jijira, de grano fino, arcilloso, de mal drenaje y tendencia a la compactación.

En los más de 200 m de duna del sector de playa del área de nidificación gregaria de La Salina, las cocodrilas hacen sus nidos bajo la sombra y entre las raíces de una densa franja de cactáceas (*Harrisia sp.* y *Opuntia dilenii*) entremezcladas con *Leucaena leucocephala*. Las marejadas que en 1993, 1994 y 1995 barrieron la arena y los nidos de Ojo de Agua, Soloburén, Jobabito III y Jobabito IV, respetaron los nidos de este sector de La Salina; la franja de

vegetación detuvo la acción de la olas y ancló fuertemente el suelo donde se encontraban los nidos, evitando que fueran arrastrados por las olas.

En el área de Patabanes, con una superficie menor de 60 m<sup>2</sup>, aparecieron por primera vez 5 nidos en 1995, que aumentaron a 13 en la temporada de 1996. Las marejadas que provocó el huracán Lily en septiembre de 1996 denudaron de arena el 70 % de la superficie que fue ocupada por nidos ese año.

Ignorando las fluctuaciones anuales y comparando, por la prueba de Chi cuadrado, las proporciones de huevos eclosionados, muertes prenatales y huevos infértiles entre las tres localidades de la muestra, se observa que existen diferencias altamente significativas ( $X^2 = 665.86$ ; 4 g. l;  $p < 0,001$ ) entre localidades, motivadas por el alto porcentaje de muertes prenatales y bajo porcentaje de nacidos en La Jijira. Las áreas de Jobabito y La Salina no muestran diferencia significativa entre sí ( $X^2 = 1,45$ ; 2 g. l;  $p = 0,5$ ). Un análisis de los tres años comunes a las tres localidades (1992, 1994 y 1996), mostró diferencias altamente significativas para las tres localidades en conjunto ( $X^2 = 889.54$ ; 4 g. l.;  $p < 0.001$ ).

En el Test U de Mann - Whitney aplicado a la variable *Porcentaje de huevos eclosionados por nido*, al comparar las localidades dentro de cada año (Tabla 5), se cumplió la hipótesis de igualdad entre Jobabito y La Salina, para todos los años. El resultado es el mismo, tanto para años de inundación (1993 y 1994), como para años sin inundación (1992, 1995 y 1996). En cambio, se rechazó la hipótesis de igualdad entre estas dos áreas y La Jijira, con diferencias muy significativas, lo que reafirma los resultados de las pruebas de Chi cuadrado para las proporciones de nacidos, muertes prenatales y huevos infértiles. Las diferencias en productividad son atribuibles a factores propios de la localidad, que provocan diferentes grados de resistencia a la acción de los disturbios climáticos. Entre estos factores pueden estar la altitud, la permeabilidad, la retención de humedad y el grado de compactación del suelo en que están los nidos. En el mismo test, aplicado a la comparación entre años dentro de cada localidad (Tabla 6), las diferencias medidas del porcentaje de huevos eclosionados son atribuibles a variaciones anuales de algunas variables climáticas (sobre todo la cantidad de precipitaciones durante el período de incubación). La hipótesis de igualdad entre años de inundación y años sin inundación se rechaza a un valor de  $p < 0.01$  para La Salina y La Jijira y se acepta al comparar entre sí los años de inundación. Lo mismo ocurre en Jobabito respecto a 1993, pero los resultados del test sugieren que la inundación de 1994 tuvo efectos atenuados (poca diferencia con 1995, que fue un año normal). El año 1996, que fue muy seco durante la temporada de incubación, no muestra diferencias muy marcadas con 1994, en Jobabito y La Salina: las pérdidas por muertes prenatales ocurridas por excesivo calor y sequedad son comparables a las causadas por el anego de los nidos en años de inundación.

El efecto relativamente atenuado de la inundación de 1994 sobre la eclosión en Jobabito pudo deberse a que el 17 de junio, cuando ésta comenzó, ya había eclosionado el 74,4 % de los huevos viables. En La Salina, los efectos de la inundación de 1994 si se destacan en el contraste; cuando ésta comenzó sólo había eclosionado el 57.8 % de los huevos viables.

La Tabla 7 muestra el comportamiento de los indicadores de productividad, *Éxito de la nidificación*, *Éxito de la eclosión* y *Probabilidad de eclosión* (Hall y Johnson 1987) para cada área y año. Obsérvese que éstos son siempre más altos en Jobabito y La Salina que en La Jijira; si se tiene en cuenta que la infertilidad se comportó casi igual en las tres áreas (como era de esperar,

por tratarse de la misma población), entonces las diferencias en los índices de productividad son atribuibles a las muertes prenatales.

Tabla 5. Resultados de la Prueba U de Mann - Whitney, para el contraste del efecto de localidad sobre el porcentaje de huevos eclosionados por nido.

Año/Área	La Salina			La Jijira		
	U	z	p	U	z	p
Jobabito 1992	2588.0	-0.8123	0.4166	385.0	-2.4168	0.0156
La Salina 1992				237.5	-2.5767	0.0099
Jobabito 1993	1476.5	-0.5918	0.5540			
Jobabito 1994	1908.5	-1.8026	0.0714	23.0	-7.1957	0.0000
La Salina 1994				21.00	-3.4323	0.0006
Jobabito 1995	2197.0	-0.8578	0.3910			
Jobabito 1996	998.0	-1.3830	0.1667	242.0	-3.7708	0.0002
La Salina 1996				185.0	-3.9580	0.0001

**Hipótesis nula:** "No existe diferencia entre los porcentajes de huevos eclosionados por nido, de áreas de nidificación diferentes, dentro del mismo año". **Resultados:** Este contraste muestra el efecto de las condiciones del hábitat de cada área de nidificación. Se acepta la hipótesis de igualdad entre Jobabito y La Salina. La hipótesis se rechaza entre las dos primeras y La Jijira para un valor de  $p < 0.02$ .

Los análisis de Chi cuadrado para los efectos climáticos anuales y de localidad, sobre los éxitos de nidificación y eclosión, revelaron que existen diferencias estadísticamente significativas entre años dentro de cada localidad, para ambos índices, siendo provocadas estas diferencias por los altos valores de dichos índices en los años 1992 y 1995, en las localidades de Jobabito y La Salina (Tabla 8, Figura 2). En Jobabito, ambos años difieren significativamente entre sí y de los tres restantes años, que no mostraron diferencia entre ellos, pero en La Salina los años 1992 y 1995 no difieren entre sí. En La Jijira las diferencias se atribuyen a los años 1994 (éxito de nidificación cero) y 1996 (éxito de eclosión muy bajo). Las diferencias entre localidades (ignorando los años) resultaron altamente significativas para los dos índices y todas difieren entre sí. La Salina fue la localidad con valores más altos para ambos índices.

En la Figura 2 (gráfico de Probabilidad de Eclosión en Jobabito y La Salina, por años), los picos de 1992 y 1995 se asumen como los valores para años normales y pueden representar el valor máximo de probabilidad de eclosión. Los factores de disturbio (inundaciones y sequías) deprimen los indicadores de productividad, las áreas de nidificación parecen tener diferente grado de resistencia a esos disturbios, ya que en La Salina los valores de depresión siempre fueron menores. Los indicadores Exito de la nidificación y Exito de la eclosión tuvieron un comportamiento similar.

Tabla 6: Resultados de la Prueba U de Mann - Whitney para el contraste del efecto de factores climáticos anuales, sobre el porcentaje de huevos eclosionados por nido.

	1993			1994			1995			1996			
	U	z	p	U	z	p	U	z	p	U	z	p	
Jobabito 1992	2236.5	-5.1839	0.0000	3771.0	-0.7927	0.4280	3712.5	-	0.2790	1917.0	-2.1390	0.0324	
1993				2378.0	-4.4205	0.0000	2411.5	1.0826	-	0.0000	1648.5	-2.9094	0.0036
1994							3837.5	-0.2303	0.8178	1997.5	-1.4239	0.1545	
1995										2064.0	-1.2422	0.2142	
La Salina 1992	678.5	-3.1325	0.0017	1191.0	-2.4173	0.0156	1588.5	-	0.7430	1246.0	-0.8086	0.4188	
1993				863.0	-0.7670	0.4468	630.0	0.3278	-	0.0049	564.0	-2.3381	0.0194
1994							1092.0	-2.1122	0.0347	955.0	-1.6896	0.0572	
1996							1153.0	-	0.6656				
La Jijira 1992	-	-	-	23.0	-4.3216	0.0000	-	0.4322	-	113.5	-1.1280	0.2593	
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34.5	-4.8639	0.0000	

**Hipótesis nula:** "No existe diferencia entre los porcentos de huevos eclosionados por nido, en años diferentes, dentro de la misma área de nidificación". **Resultados:** Para un valor de  $p < 0.05$ , la hipótesis de igualdad no se cumple entre los años de inundación (1993 y 1994) y los "normales" (1992 y 1995) en La Salina y la Jijira. En Jobabito, 1992 y 1993 son marcadamente diferentes entre sí, sin embargo, el año de inundación 1994 no presenta una diferencia altamente significativa respecto a 1992 y 1995 que fueron años normales. Los efectos de la inundación de 1994 en La Jijira fueron drásticos: 0 eclosiones. La diferencia es bien marcada respecto a 1992 y 1996. En La Salina, el año 1996, de sequía, no difiere significativamente de los años "normales" 1992 y 1995, pero si de los dos años de inundación; la comparación de 1996 con otros años en La Jijira es similar a La Salina.

Tabla 7: Exito de la Nidificación, Exito de la Eclosión y Probabilidad de Eclosión (Hall & Johnson 1987) en la muestra de tres áreas de nidificación gregaria de *C. acutus* en el Refugio Fauna Monte Cabaniguán, 1992 - 1996.

Area y año	Total nidos	Nidos exitosos	Huevos en nidos exitosos	Eclosiones	Exito de la nidificación	Exito de la eclosión	Probabilidad de eclosión
<b>Jobabito</b>							
1992	96	82	2059	1544	0.85	0.75	0.64
1993	88	38	873	469	0.43	0.54	0.23
1994	88	50	1302	713	0.57	0.55	0.31
1995	89	85	1927	1215	0.96	0.63	0.60
1996	53	31	681	360	0.58	0.53	0.31
<b>TOTAL</b>	<b>414</b>	<b>286</b>	<b>6842</b>	<b>4301</b>	<b>0.69</b>	<b>0.63</b>	<b>0.43</b>
<b>La Salina</b>							
1992	61	54	1250	937	0.89	0.75	0.66
1993	36	25	580	366	0.89	0.63	0.44
1994	53	41	1072	711	0.77	0.66	0.51
1995	54	52	1248	913	0.96	0.73	0.70
1996	45	35	865	626	0.78	0.72	0.56
<b>TOTAL</b>	<b>249</b>	<b>207</b>	<b>5015</b>	<b>35532</b>	<b>0.83</b>	<b>0.71</b>	<b>0.59</b>
<b>La Jijira</b>							
1992	14	12	270	161	0.86	0.60	0.51
1994	23	0	0	0	0	0	0
1996	21	15	442	150	0.71	0.34	0.24
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>27</b>	<b>712</b>	<b>311</b>	<b>0.47</b>	<b>0.44</b>	<b>0.20</b>

**Nidos exitosos:** En los que al menos un huevo eclosionó por vía natural. **Exito de la nidificación:** proporción de nidos exitosos en la muestra. **Exito de la eclosión:** proporción de huevos eclosionados en los nidos exitosos. **Probabilidad de eclosión:** Exito de la nidificación / Exito de la eclosión. Las filas destacadas con sombreado corresponden a años de inundación. Datos corregidos: los nacimientos asistidos se asumen como muertes prenatales y los nidos que todos los nacimientos fueron asistidos, se asumen como nidos no exitosos.

El grado de humedad del suelo es determinante en la selección del sitio de nidificación (Thorbjarnarson 1988); este factor actúa de manera determinante sobre la difusión de oxígeno necesaria para la respiración en los huevos (Ackermann 1980 in Thorbjarnarson 1988). La altitud de La Jijira provoca que cualquier pequeño ascenso del nivel de las aguas (mareas, precipitaciones, etc.) de lugar al anego parcial o total de la cámara de incubación de los nidos. La excesiva humedad del suelo, favorecida por su fina textura y tendencia a la compactación, impide la difusión de oxígeno necesaria para la respiración y provoca temperaturas de incubación cercanas o por debajo del límite crítico inferior, especialmente en períodos nublados (Mole 1991). Coincidentemente, de los 632 huevos cuyo contenido no se pudo analizar debido al avanzado grado de descomposición causado por exceso de humedad, 544 pertenecieron a La Jijira. Las áreas de nidificación gregaria de Soloburén y Ojo de Agua, con un sustrato semejante al de La Jijira, se comportan de manera similar, aunque en ellas se suma otro factor adverso: la exposición a los movimientos del mar. Las bajas temperaturas de incubación asociadas a la excesiva humedad del sustrato pudieran estar además entre las causas del ligero retardo que

muestra la fecha media de eclosión en La Jijira, respecto a Jobabito y La Salina. El suelo en La Jijira es de un color terracota, más oscuro que las arenas casi blancas de Jobabito y La Salina, lo que también puede provocar el efecto contrario: excesivo calentamiento y desecación de los nidos, especialmente antes del inicio de las lluvias.

Tabla 8: Resultados del test Chi cuadrado para el contraste entre años y entre localidades, de los índices de productividad Exitos de la nidificación y Exitos de la eclosión.

Contraste	$\chi^2$	<i>p</i>
<b>Exitos de la nidificación</b>		
<b>Entre años:</b>		
Jobabito	87.0	0.001
La Salina	16.7	0.010
La Jijira	45.5	0.001
<b>Entre localidades</b>	35.2	0.001
<b>Exitos de la eclosión</b>		
<b>Entre años:</b>		
Jobabito	232.0	0.001
La Salina	41.2	0.001
La Jijira	44.0	0.001
<b>Entre localidades</b>	255.4	0.001

La mayoría de los embriones muertos que analizamos mostraron una fase de desarrollo muy temprana o muy avanzada; la muerte de estos últimos coincidió con el incremento de las precipitaciones a partir de los primeros días de mayo. Solamente los años de puesta tardía, 1993 y 1996, fueron secos durante la mayor parte del período de incubación y puede atribuirse una porción sustancial de las muertes embrionarias a desecación y excesivo calor en los nidos. Coincidentemente, en 1996 se reportó uno de los valores más altos de incidencia de malformaciones congénitas (81 individuos), factor que ha sido asociado a temperaturas extremas de incubación (Ferguson *in* Ross, C. 1989).

#### 4.6 Abandono de nidos por las madres

Durante el período de estudio un total de 2 946 crías (el 25.71 % del total eclosionado), fueron asistidas por nosotros para eclosionar o para emerger de 282 nidos. En 127 nidos (el 45,68 % de los nidos asistidos y el 17,63 % del total de los nidos en la muestra) la totalidad de los nacimientos se operó con nuestra intervención. Si asumimos que estas eclosiones no habrían ocurrido sin nuestra asistencia, entonces la falta de asistencia parental puede considerarse un factor importante de mortalidad en el nido. Aparentemente las deserciones son más frecuentes después de las inundaciones y hacia el final de la temporada de eclosiones, sobre todo en años de puesta tardía.

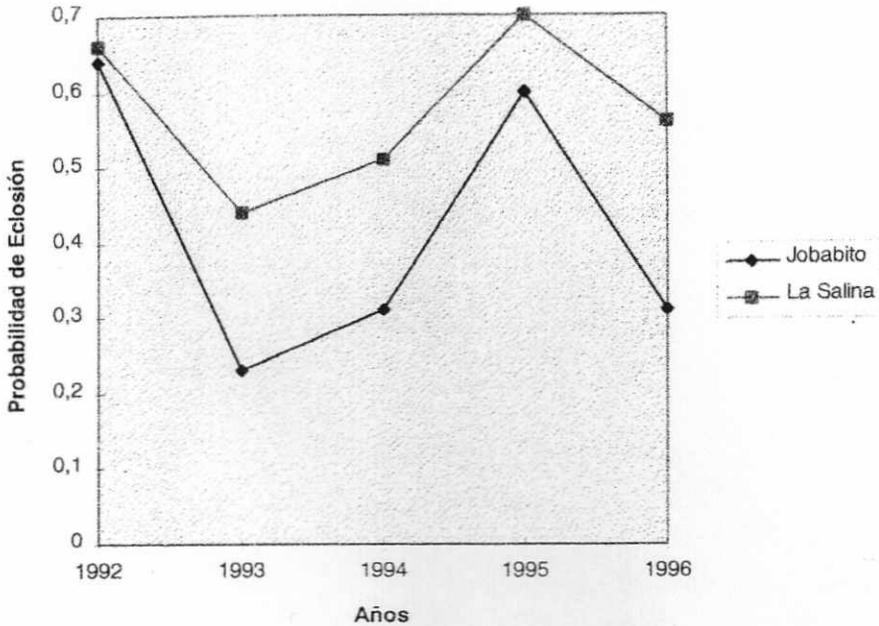


Figura 3: Gráfico de Probabilidad de Eclosión de nidos de *C. acutus*, en las áreas de nidificación Jobabito y la Salina. Los años 1992 y 1995, con los valores máximos, se asumen años normales y pueden representar el valor máximo de probabilidad de eclosión. Los factores de disturbio (inundaciones y sequías) deprimen los indicadores de éxito pero al parecer las áreas de nidificación tienen diferente grado de resistencia a esos disturbios, ya que en La Salina los valores de depresión siempre fueron menores.

#### 4.7 Predación

La predación de los nidos no figura como una causa mayor de mortalidad embrionaria; todo el período de estudio solamente se reportaron tres casos:

- 7 de junio de 1994, La Salina: Un nido atacado por hormigas en el momento de eclosión: ataques a ojos y otras partes del cuerpo.
- 13 de junio de 1994, Jobabito: Un nido atacado por hormigas en el momento de eclosión; un neonato con la cola raída casi hasta el hueso.

El 19 de junio de 1994, Jobabito: fue observada una *Cathartes aura* (Cathartes aura) abriendo un nido poco profundo; sacaba los huevos y se comía los embriones vivos. Por insólita que parezca esta conducta en un ave eminentemente carroñera, ya había sido previamente reportada la predación, por estas aves, de juveniles de *Crocodylus rhombifer* en cautiverio (1972 in Ross, F.D. 1997).

Existen datos anecdóticos sobre predación de nidos de *C. acutus* por iguanas (*Cyclura nubila nubila*), pero carecemos de evidencias para afirmar o negar ese dato. En cambio,

observamos 8 nidos de iguana hechos, de manera oportunista, en las cavidades dejadas por los nidos de cocodrilo al eclosionar.

Se dispone de evidencias de predación de neonatos ulterior a la eclosión por varias especies locales de vertebrados acuáticos y terrestres: Peces: Guasa (*Epinephelus itajara*), Robalo (*Centropomus undecimalis*), Sábalo (*Megalops atlanticus*); aves: Rabihorcado (*Fregata magnificens*), Garcilote (*Ardea herodias*); mamíferos: Gato feral (*Felis catus*).

#### 4.7 Malformaciones congénitas

Estuvieron presentes como causa poco significativa de muertes embrionarias, aunque no todas resultaron letales antes o alrededor del momento de la eclosión. Entre 1992 y 1996 se observaron en Jobabito, La Salina y La Jijira, 305 embriones o neonatos con malformaciones congénitas que, representan el 1,98 % del total de huevos fértiles.

Las malformaciones más frecuentes fueron: individuos ciegos, protuberancia o carencia de huesos del cráneo, agnatia, cicloopia, microftalmia, anoftalmia, cola trunca, doblada o ausente, desarrollo incompleto de la espina dorsal, cuerpo corto y redondeado con la cola corta o carente de ella (por comparación, son llamados localmente "sapos"), ausencia de maxilar asociada a desarrollo incompleto de la espina dorsal y de huesos craneales.

Generalmente los huevos con individuos malformados no eclosionan o lo hacen horas después que los normales y cuando ya las madres se han retirado con el resto de la camada, de esta manera, a las limitaciones físicas del neonato malforme se suma la falta de cuidados parentales y generalmente muere a corto plazo.

#### 4.8 Depositiones de huevos sin previa construcción de nidos

Todos los años aparecieron en las áreas de nidificación camadas de huevos que fueron depositados directamente sobre la superficie del suelo, sin mediar la construcción del nido; la mayor de estas camadas contenía 17 huevos.

En una muestra compuesta por los años 1993 y 1996 (Tabla 9) la media fue de 15.4 huevos/camada. Atribuimos estas camadas a hembras que realizaron la puesta por primera vez (nuevos reclutamientos en la categoría reproductora). En 1996 hubo 9 camadas más que en 1993, lo que puede indicar una tendencia al aumento del número de reproductoras. Como apoyo a esta hipótesis puede mencionarse también la creciente colonización del área de Patabanes, a partir de 1995. Ambos fenómenos también pueden ser síntoma de saturación de las áreas de nidificación.

#### 4.9 Estimación del tamaño poblacional a partir del número de nidos

Se estimó el tamaño poblacional según la adaptación de Ogden, 1978, del método desarrollado por Chabreck, 1966 para *Alligator mississippiensis* y de las tablas poblacionales de Graham, 1968 para *Crocodylus niloticus*: se asume que el número de reproductoras activas constituye, de un 4 a un 5 % de la población total. Si en nuestro caso se cumple esa misma condición y el número de reproductoras activas equivale al número máximo de nidos contados en un año: 174 nidos en 1992, entonces el tamaño poblacional es, aproximadamente, de 3 480 a 4 350 individuos.

Tabla 9: Huevos depositados directamente sobre el suelo, sin previa construcción de nido. Muestra de 1993 y 1996.

Año	1993		1996	
	Grupos	Huevos	Grupos	Huevos
Jobabito	13	170	3	31
Salina	3	39	2	31
Ojo de Agua			5	88
M. el Burro			3	53
Jobabito II			2	44
Jobabito III	3	35	2	27
Patabanes			5	97
Boca de Jobabo			4	80
TOTAL	19	244	26	451

## 5. Recomendaciones

a) Abarcar, en la continuación de este estudio, las etapas tempranas del proceso reproductivo: apareamientos, migración hacia las áreas de nidificación, puesta e incubación;

b) Abordar además la etapa postnatal: supervivencia, crecimiento y migración de los juveniles, mediante la aplicación de técnicas de marcaje y radiotelemetría. Dar inicio al estudio de la dinámica poblacional;

c) Realizar la colecta temprana e incubación artificial de huevos en sitios más seguros y controlar la actividad marítima y pesquera y el acceso a las áreas de puesta durante la temporada de nidificación, para contrarrestar el factor de fragilidad dado por la concentración de la mayoría de las hembras reproductoras y sus nidos en un espacio exiguo contiguo al mar, de fácil acceso y expuesto al riesgo de disturbios climáticos como huracanes y penetraciones del mar;

d) Por su excepcional abundancia y su nidificación gregaria, esta población de *C. acutus* puede utilizarse como patrón de comparación para estudios poblacionales, de ecología y biología de la reproducción de esta especie en otras localidades dentro y fuera de Cuba. También se puede aprovechar esta circunstancia para la realización de cursos, talleres y seminarios de alcance nacional y regional, sobre técnicas de investigación y manejo poblacional de *C. acutus*, teniendo como sede la Estación Biológica D. Miguel Álvarez del Toro;

e) Evaluar la factibilidad de aprovechamiento económico sustentable de esta población mediante el sistema de rancheo.

## Agradecimientos

Los autores hacen patente su agradecimiento al personal de los Refugios de Fauna Mont Cabaniguán y Delta del Cauto y tripulaciones de los barcos Delta del Cauto y Cabo Cruz, por su importante apoyo en los trabajos de campo. Al Dr. James Perran Ross, Oficial Ejecutivo del C.S.G. por su apoyo en medios de investigación; a los Doctores. Oscar Casanova, Unidad

Administrativa Flora y Fauna Isla de la Juventud y Jorge Orquín Lena, Alcona S.A. y por sus oportunas críticas y sugerencias en la revisión del manuscrito.

## Literatura Citada

- Alvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México. Eds. del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. México D.F.
- Campbell, H.W. 1972. Ecological or phylogenetic interpretations of crocodylian nesting habits. *Nature* 238:404-405.
- Ferguson, M.W. 1989. Birth defects in American alligators. pp.105-109. In: Ross, C.A. [Ed.]. *Crocodiles and Alligators Facts on File*. New York.
- Gaby, R., M.P. McMahon, F.J. Mazzotti, W.N. Gillies & J.R. Wilcox. 1985. Ecology of a Population of *Crocodylus acutus* at a Power Plant Site in Florida. *Journal of Herpetology* 19(2):189-198.
- Hall, P.M. & D.R. Johnson. 1987. Nesting biology of *Crocodylus novaeguineae* in Lake Murray District, Papua New Guinea. *Herpetologica* 43(2):249-258.
- Kushlan, J.A. & F.J. Mazzotti. 1989a. Historic and present distribution of the American crocodile in Florida. *Journal of Herpetology* 23(1):1-7.
- Kushlan, J.A. & F.J. Mazzotti. 1989b. Population biology of the American crocodile. *Journal of Herpetology* 23(1):7-21.
- Mazzotti, F.J. 1983. The ecology of *Crocodylus acutus* in Florida. Ph.D. dissertation, Pennsylvania State Univ. 161 pp.
- Moler, P.E. 1991. American Crocodile Nest Survey and Monitoring. Bureau of Wildlife Research. Florida Game and Fresh Water Fish Commission. Talahassee, FL, USA.
- Ogden, J. C., 1978. Status and nesting of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, (Reptilia Crocodylidae) in Florida. *Journal of Herpetology* 12(2):183-196
- Perez E., E. Osa, Y. Matamoros & U.S. Seal. [Eds.]. 1997. Taller para la Conservación, Análisis y Manejo Planificado de una Selección de Especies Cubanas II. Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN), La Habana, Cuba.
- Quenouille, M.H. 1966. *Introductory Statistics*. Freeman, London.
- Rodríguez Soberón, R., R. Estrada & R. Martínez. 1987. Censo poblacional del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus* Cuvier) en las lagunas de Virama, Yiguanita, Hoja de Maíz y cuerpos de agua circundantes. Informe de la Sub-dirección Técnica, Empresa Nacional para la Conservación de la Flora y la Fauna. No publicado.
- Rodríguez Soberón, R. M. Alonso & G. Brull. 1993. Resultados del censo poblacional del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus* Cuvier) en los refugios de fauna Delta del Cauto y Monte Cabaniguán, abril de 1993. Informe de la Sub-dirección Técnica, Empresa Nacional para la Conservación de la Flora y la Fauna. No publicado.
- Ross, F.D. 1997. A geographically divided historical review of items about *Crocodylus acutus*, *Crocodylus moreletii* and *Crocodylus rhombifer* in volumes 1 to 9 (June 1971 to December 1990) of the I.U.C.N. Crocodile Specialist Group Newsletter; with notes about citing items, and about an expedition

*Crocodylus acutus en Cuba*

- ing Central American *Crocodylus*. Memorias de la IV Reunión Regional del Grupo de  
stas de Cocodrilos de América Latina y el Caribe. Villa Hermosa, Tabasco, México. 4 - 7 de  
1997.
- S 1995b. Mejoramiento de la situación Ambiental en la Propuesta de Reserva de Biosfera  
o (Tomo 2). Secretaría de Estado de Agricultura, Departamento de Vida Silvestre. Santo  
, República Dominicana.
- hanson, J. 1988. The status and ecology of the American Crocodile in Haiti, *Bull. Fl. Stat. Mus.*  
33(1):1-86.
- hanson, J. 1992. Crocodiles, An Action Plan for their Conservation. UICN - The World  
tion Union. Gland, Switzerland.
- L.S. 1966. Notas sobre los crocodilidos de Cuba y descripción de una nueva especie del  
no. *Poeyana* (Serie A) 16:1-34.
- L. S. 1976. *Caiman crocodilus* (Reptilia: Alligatoridae) en Cuba. *Miscelania Zoológica. Acad. de  
de Cuba* 5:2.