

INFLUENCIA DE LA GEOGEOMORFOLOGÍA DEL HÁBITAT SOBRE LA NIDIFICACIÓN DE *CROCODYLUS ACUTUS* EN EL REFUGIO DE FAUNA MONTE CABANIGUÁN, CUBA.

Manuel Alonso Tabet¹
Roberto Rodríguez Soberón²
Vicente Berovides Álvarez³
Carlos E. Hernández Fuentes⁴

INTRODUCCIÓN

La ecología de la reproducción de *Crocodylus acutus* y particularmente el uso del hábitat de nidificación en áreas de distribución de la especie al Sur de la Florida, ha sido documentada por Mazzotti (1983), Odgen (1978), Moler (1991-b), Gaby et al. (1985), Kushlan y Mazzotti (1989-b), entre otros. Asimismo Thorbjarnarson (1988) trata 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, Rodríguez et al. (en prensa) analizaron el efecto de disturbios climáticos tales como inundaciones, marejadas y sequía, sobre la productividad de nidos de *C. acutus*, en relación con tres variables geomorfológicas (altitud, tipo de suelo y exposición al mar) de sitios de nidificación gregaria en el refugio de fauna Monte Cabaniguán, en el período 1992 – 1996. En el presente trabajo se documenta la respuesta de la población de hembras reproductoras de *C. acutus* del referido refugio de fauna, a transformaciones drásticas en la geomorfología de algunas de las áreas de nidificación, provocadas por disturbios climáticos particularmente intensos. Realizando una síntesis de ambos estudios, se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

Para los cocodrilos del Refugio de Fauna Monte Cabaniguán, factores geomorfológicos de las áreas de nidificación de *C. acutus*, modulados por eventos climáticos, afectan la cantidad de nidos y su productividad en cada temporada reproductiva. De esta hipótesis se deriva la siguiente predicción:

Transformaciones drásticas de la geomorfología de áreas de nidificación, provocadas por eventos climáticos particularmente intensos, tienen por respuesta un aumento o disminución del número de nidos.

¹ Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, Refugio de Fauna Monte Cabaniguán. Calle Hnos. Acosta # 10-A, e/ Frank País y R. Chibás. Jobabo, Las Tunas.

² Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, Programa Nacional Cocodrilos. Calle 42 # 514 Esq. 7ª Ave. Miramar, Playa, Ciudad Habana.

³ Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Calle 25 e/ J e I, Vedado, Ciudad Habana.

⁴ Dirección de Higiene y Epidemiología, San Antonio de los Baños, Habana.

EL ÁREA DE ESTUDIOS:

El refugio de fauna Monte Cabaniguán (Fig. 1) ocupa 14 mil hectáreas de una amplia llanura deltaico-aluvial costera, situada al Sur de la provincia de Las Tunas, junto al Golfo de Guacanayabo.

La región recoge los aportes de ríos y arroyos (Ríos Tana, Jobabo, Ojo de Agua, etc.) que en su porción inferior dan lugar a una compleja red estuarina de cauces y lagunas de muy diversos tamaños, con variaciones anuales y diarias de la salinidad, y extensas planicies estacionalmente inundadas. 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 donde extensos saladares se alternan con áreas boscosas donde predominan las palmas del género *Copernicia* y más al Norte, relictos de bosque semidesiduo 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.

Geomorfológicamente el área de estudio está constituida por un conjunto de llanuras marinas lacuno-palustres y fluvio-marinas deltaicas pantanosas. Los suelos cenagosos se desarrollan abundantemente; son típicas las costas de manglares con playas alternas y en las zonas deltaicas abundan los herbazales fluviales. Las ciénagas son húmedas, presentando suelos saturados y mal aereados, empapados en agua hasta la saturación o la casi saturación, 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 pueden poseer además, en diferentes grados, componentes terrígenos.

El área protegida 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. en prensa).

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.

Entre los meses de febrero y julio tiene lugar la temporada de nidificación de *C. acutus*: la construcción de nidos y puesta ocurre entre la cuarta semana de febrero y la tercera de marzo, el período de desarrollo embrionario o incubación se extiende a través de los meses de febrero, marzo, abril y mayo y las eclosiones comienzan desde mediados de mayo, coincidiendo con el inicio de la temporada lluviosa, y se extienden hasta el 10 de julio, aproximadamente, aunque con marcadas variaciones anuales dentro de estos límites

temporales; la fecha media de eclosiones es el 11 de junio (Rodríguez et al. en prensa; Alonso y Rodríguez 1998). Alrededor de 300 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.

Tanto en las áreas de nidificación situadas en sitios más o menos expuestos de la costa como en la situada a 2.5 Km tierra adentro han registrado cambios geomorfológicos graduales y súbitos (variaciones de la altura sobre el nivel del mar y de la composición del suelo) motivados principalmente por eventos climáticos como son inundaciones de origen pluvial, altas mareas y marejadas asociadas a tormentas y al paso de huracanes, particularmente durante el periodo comprendido entre 1993 y 1996.

El Refugio de Fauna carece de población humana residente. La actividad económica fundamental es la pesca en las aguas del golfo, el cultivo del arroz y la ganadería en la periferia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo abarca el periodo comprendido entre 1990 y 1998. Las áreas de nidificación gregaria (Tabla 1, Figura 1) fueron visitadas regularmente a pie, con una frecuencia mínima semanal, durante la temporada de nidificación (que incluye, desde la construcción de los nidos y puesta de los huevos hasta la eclosión, en el periodo comprendido entre la tercera semana de febrero y la segunda semana de julio, como límites máximos). Las áreas fueron también visitadas cada vez que ocurrieron eventos climáticos significativos, como tormentas, paso de huracanes, marejadas, inundaciones y mareas excepcionalmente altas, fuera de la temporada de nidificación.

En los recorridos se tomó nota de las áreas de nidificación que fueron utilizadas, cantidad de nidos activos o de parches con un número indeterminado de nidos y oviposiciones sin previa construcción de nidos (huevos depositados directamente sobre el suelo o en el agua). En cada ocasión se contaron además los nidos que eclosionaron desde la última visita y se estimó la cantidad de eclosiones a partir del conteo de cascarones rotos y de neonatos hallados en las inmediaciones, aunque se consideró un subestimado.

El área de estudio no cuenta con una estación meteorológica, lo que imposibilitó el registro de datos climáticos locales. Por tal razón la mayoría de las caracterizaciones de eventos climáticos constituyen apreciaciones empíricas y los datos de precipitación que pudieron obtenerse son de carácter general para el municipio de Jobabo, donde se encuentra el refugio de fauna.

Con los registros tomados durante las visitas se confeccionó un historial de los cambios geomorfológicos ocurridos en cada área y la respuesta expresada en número de nidos activos.

El análisis de los factores sedimentológicos externos que están involucionando en el sustrato rocoso, que intervienen en la reproducción de *C. acutus* por estar presentes en las cámaras de incubación de sus nidos, requiere que se tenga en cuenta parámetros tales como la composición granulométrica, tipos de depósitos, grado de plasticidad, acidez del suelo y

composición mineralógica, factores estos que intervienen no sólo durante el proceso de incubación, sino incluso en la propia elección de los sitios de nidificación.

Se tomaron muestras de arena de los sitios de nidificación de Jobabito, La Jijira y Ojo de Agua, en estos dos últimos, antes y después de producirse cambios en la composición del sustrato de nidificación, como resultado de depósitos provocados por inundaciones y penetraciones del mar. Estas muestras fueron caracterizadas en cuanto a tipos de sedimentos friables, color y grado de plasticidad.

A cada área de nidificación se le asignó un valor cuantitativo resultante de la suma de las calificaciones de las tres variables de calidad de hábitat consideradas.

- A la variable altitud, se le asignó una escala de 1 a 4: a) muy baja: < 40 cm s.n.m. = 1; b) menos baja: de 40 a 50 cm s.n.m. = 2; c) elevada: > 50 cm s.n.m., con relieve irregular = 3; d) elevada: > 50 cm s.n.m., con relieve regular = 4).
- A la variable sustrato se le asignaron 3 valores: a) arena muy fina, con alto contenido de arcilla y materia orgánica, plástica, con deficiente drenaje y aireación = 1; b) arena fina calcárea, con bajo contenido orgánico, buen drenaje y aireación = 2; c) gravilla mullida de material calcáreo, con excelente drenaje y ventilación = 3.
- A la variable grado de exposición se le asignaron 4 valores: a) nidos a no más de 15 m, directamente frente al mar, sin o con escasa protección por cortina de vegetación = 1; b) nidos situados a no más de 15 m directamente frente al mar, pero protegidos por la vegetación = 2; c) Área de nidificación retirada a 2.5 Km tierra adentro, pero baja y expuesta a las avenidas de esteros vecinos = 3; d) Área retirada del mar a varias decenas de metros y/o bien protegido por vegetación densa = 4

Estas calificaciones numéricas de cada área fueron utilizadas como variables independientes para realizar un análisis de regresión simple con cinco variables reproductivas: cantidad promedio de nidos/año, promedio de nidos exitosos/año, éxito de la nidificación, éxito de la eclosión y probabilidad de eclosión (Hall y Johnson 1987), que se tomaron como variables dependientes. Para este análisis se registraron los datos reproductivos de los años 1990 a 1996. Como resultado de la deposición de sedimentos asociada a inundaciones y penetraciones del mar ocurridas al paso del huracán Lily en octubre de 1996, las áreas de Ojo de Agua, Soloburén y Alto de la Jijira cambiaron su calificación de 3, 3 y 5 a 5, 5 y 7 respectivamente. Para ver el efecto de este cambio se volvió a realizar el análisis de regresión incluyendo los datos correspondientes a 1997 y 1998 para esas áreas, considerando las variables cantidad de nidos/año, Promedio de nidos/año, Promedio de nidos exitosos/año y probabilidad de eclosión. Las variables dependientes mostraron una distribución normal, por lo que no fue necesario transformarlas.

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.

La navegación hasta las áreas de nidificación se realizó en una lancha fiberglass de 16' de eslora, con motor diesel interno y un bote plástico auxiliar de remos de 12' de eslora. Como

centro de operaciones se utilizó la estación biológica D. Miguel Álvarez del Toro, situada en la boca del estero Jobabo Norte (posición: 20°40'52"N; 77°17'47"W).

Se utilizan las siguientes convenciones de terminología:

- **Área de nidificación gregaria:** 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.
- **Cambios drásticos en la geomorfología de las áreas de nidificación:** cambios significativos en la altitud, constitución del suelo y vegetación, provocados por un disturbio climático intenso, durante el corto tiempo en que éste ocurrió, por ejemplo, arrastre total o parcial del sustrato de nidificación, acumulación de nuevo sustrato con características similares o diferentes al que existía previamente, desvío de cauces y cambios en la configuración de la línea de la costa.
- **Cambios graduales en la geomorfología de las áreas de nidificación:** los que no son resultado evidente de un evento climático drástico en particular, sino producto de la combinación de diversos factores actuando sobre un período de tiempo relativamente largo. Por ejemplo, la erosión de la costa o de las orillas de los cursos de agua provocada por la acción diaria de las olas, las mareas y las corrientes, variaciones de la altitud de los sitios asociadas al escurrimiento superficial normal, y los cambios geomorfológicos y del régimen hídrico provocados por la acción de los cocodrilos a través de largos períodos de tiempo (mediante actividades tales como la excavación de madrigueras, rampas y soleaderos en las orillas de los esteros, profundización de cauces y formación de drenes en sitios de tránsito frecuente y remoción, mezcla y acumulación de suelo en el proceso de nidificación).
- **Eventos climáticos drásticos:** a los efectos del presente estudio son: a) las precipitaciones excepcionalmente intensas acaecidas en un corto número de días; b) intensas marejadas y c) mareas excepcionalmente altas. Por lo general estos eventos estuvieron asociados a meteoros tales como hondonadas, tormentas tropicales y huracanes e invariablemente provocaron inundaciones o penetraciones del mar en las áreas de nidificación.
- **Esteros:** en el contexto de este trabajo, son los ríos y arroyos de marea (tidal rivers, tidal creeks) y los cauces que comunican entre sí lagunas y albuferas en ciénagas de influencia salina.
- **Nidos exitosos:** aquellos en los que al menos un huevo eclosionó.
- **Nidos fallidos:** aquellos en que ningún huevo eclosionó.
- **Sitio de nidificación:** el área ocupada por cada nido en particular.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Las áreas de nidificación de *C. acutus* en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguan están caracterizadas, según Rodríguez et al. (en prensa) por diferentes combinaciones de, al menos, tres variables geomorfológicas: altitud, exposición al mar y tipo de suelo. La Tabla 2 muestra una clasificación geomorfológica de las áreas de nidificación de acuerdo con los factores arriba citados.

Desde el punto de vista de la reproducción de *C. acutus* las áreas de mayor calificación fueron Joobabito y La Salina, que son áreas elevadas, con sustrato de gravilla calcárea y que se extienden tierra adentro.

La calificación dada a las áreas mostró una alta asociación lineal (coeficiente de determinación entre 0.59 y 0.87 %) con tres de las cinco variables reproductivas analizadas (Tablas 3 y 4, caso A), siendo la variable promedio de nidos/año la de mayor asociación. Los mismos resultados se obtuvieron cuando se analizaron las variables promedio de nidos/año y Promedio de nidos exitosos/año con las nuevas calificaciones de Ojo de Agua, Soloburén y La Jijira, producto de las transformaciones provocadas por el paso del huracán Lily en octubre de 1996 (Tabla 4, caso B).

En otras palabras, en las áreas con una combinación de factores geomorfológicos más desfavorable, o sea, las más expuestas a las marejadas e inundaciones y con un sustrato con drenaje y ventilación deficientes, los disturbios climáticos provocaron mayores pérdidas por muerte embrionaria que en los sitios más altos, menos expuestos a la acción energética del mar y con mejores condiciones de drenaje y aireación del suelo. Igualmente, en los sitios más favorables se encontraron más nidos que en los menos favorables.

Tres disturbios meteorológicos acaecidos en el área entre 1993 y 1996 provocaron transformaciones significativas en la geomorfología de algunas de las referidas áreas de nidificación, esas transformaciones unas veces perjudicaron y otras mejoraron las condiciones de los sitios para la incubación, pero en todos los casos brindaron la oportunidad de observar las correspondientes respuestas por parte de la población nidificante de *C. acutus*. Estas transformaciones y las respuestas por parte de los cocodrilos están documentados de manera resumida en la Tabla 5.

En la referida tabla se pueden apreciar tres tipos fundamentales de transformaciones y respuestas:

1. La acción del mar depositó una capa de material útil como sustrato de nidificación en segmentos de la costa donde previamente no lo había, como respuesta el segmento fue colonizado en la próxima temporada de nidificación. Posteriormente, cuando las marejadas asociadas a perturbaciones meteorológicas barrieron total o parcialmente el sustrato de nidificación en esas áreas, el número de nidos se redujo o se suspendió del todo la nidificación. Tal es el caso de las áreas de Jobabito 3, Jobabito 4 y Patabanes.
2. Sucesivos disturbios y procesos climáticos (marejadas, inundaciones de origen pluvial, la acción del viento) fueron barriendo capas de sustrato en las áreas más expuestas, sin denunciarlas completamente, pero reduciendo su altitud (Ojo de Agua, Soloburén y La Jijira en 1993 y 1994). Como respuesta la cantidad de nidos en esas áreas fue decreciendo de un año a otro.
3. Sustratos de nidificación con características subóptimas (mal drenaje, tendencia a la compactación) fueron cubiertos por capas de sedimentos arenosos más favorables, acarreados por penetraciones del mar y avenidas de los esteros, lo que provocó además una elevación de las áreas de nidificación. La respuesta fue un significativo incremento de la cantidad de nidos en años subsiguientes, acompañada por un aumento en la

productividad de los nidos (La Jijira, Ojo de Agua y Soloburén, como resultado de las marejadas e inundaciones asociadas al Huracán Lily en 1996).

Para una mejor comprensión de estos procesos, conviene analizar detalladamente la evolución de tres de estas áreas de nidificación, a manera de ejemplos (tabla 6):

Las muestras del área de nidificación Ojo de Agua fueron tomadas de una duna costera situada a 100 m aproximadamente del estero del mismo nombre, que se encuentra bajo el influjo de las mareas. Los depósitos más recientes están representados por una arena fina, cuarzosa, con más del 90 % de sílice y con restos de vegetales (hojas, fragmentos de ramas) y esporádicamente, fragmentos de moluscos marinos de color beige - gris. El material es muy poco plástico y mejor aireado que los la arena fina cienosa que aparece en las muestras tomadas en esa área antes de octubre de 1996, pero sus tonos grises y más claros generan que reflejen más la energía solar, siendo depósitos generalmente fríos y ácidos, independientemente de que permiten mejor la eclosión de los huevos. Estos depósitos están bajo el efecto de las mareas por lo que a pesar de permitir mejores condiciones de aireación, presentan en ocasiones excesiva humedad, considerándose desde el punto de vista físico-mecánico como de regulares a malos para la nidificación.

En esta primera aproximación debemos tener en cuenta el carácter de la movilidad de estos depósitos hologénicos que, frente a los cambios climáticos pueden variar su extensión, incluso en una misma unidad geomorfológica, creando variaciones sustanciales en las facies de los depósitos sueltos que conforman a la misma. Este hecho de cambio es percibido por las hembras reproductoras de *C. acutus* que, en la medida en que van ocurriendo estos cambios en el substrato, van migrando de un depósito a otro para llevar a efecto la nidificación, "como seleccionando el material". Ejemplo de esto lo tenemos en el propio Ojo de Agua: en un inicio existía el substrato genético caracterizado por una arena fina cienosa, con fragmentos de moluscos marinos, de color pardo-verdoso, plástica, que fue utilizada por los cocodrilos en varias anidaciones, pero como efecto de fuertes marejadas asociadas al paso del huracán Lily, en octubre de 1996, sobre estas arenas se depositaron los materiales no arcillosos, de color beige - gris arriba descritos, más aireados y con mayor permeabilidad. Estos depósitos fueron rápidamente asimilados por las hembras de *C. acutus* para la nidificación, con mejores resultados, abandonando prácticamente los depósitos remanentes anteriores.

El Alto de la Jijira, a 2.5 Km tierra adentro, constituye una zona alta, a modo de cayó emergido de los esteros Patabanes y Jobabo Norte, afectado frecuentemente por el aumento del nivel de las aguas de la localidad. El área de nidificación está conformada por una arena media de cuarzo, cienosa, con restos vegetales y fragmentos de moluscos que le ceden cierto grado de carbonatación, disminuyendo su acidez respecto a las arenas cuarzosas antes citadas, pudiendo clasificarse como medianamente plástica. En esta localidad, como resultado de los arrastres provocados por inundaciones asociadas al paso del huracán Lily, también se observaron cambios faciales del substrato de arenas biogénicas plásticas, a substratos más friables y aireados de arenas de cuarzo que aun tienen cualidades plásticas, pero menores que las anteriores. En este caso también se observó un incremento del número de nidos en las temporadas de reproducción de 1997 y 1998, acompañado de un aumento de los índices de productividad.

En la localidad de Jobabito, en la zona costera, la muestra está compuesta por una grava media blanca, constituida únicamente por fragmentos triturados de conchas carbonatadas. La propia naturaleza marina y carbonática, no plástica, provee de un excelente drenaje y aireación y de un pH neutro. Esta área de nidificación y La Salina, son las más elevadas y mejor abrigadas contra la acción de las olas y penetraciones del mar; consecuentemente, los eventos meteorológicos no provocaron modificaciones sustanciales de su geomorfología y la cantidad de nidos se ha mantenido alta, con pocas variaciones durante el período de estudios. En ambas áreas las inundaciones ocurridas en 1993 y 1994 provocaron menos pérdidas de nidos y muertes embrionarias que en las otras áreas estudiadas; el éxito de la nidificación (Hall y Johnson 1987) se ha mantenido alrededor del 86 % y el éxito de la eclosión alrededor del 70 %. La mayoría de las muertes embrionarias en nidos exitosos se debieron a inundación críptica del nido (Mazzotti 1983) pues la mayor parte de los nidos se encontraban suficientemente altos para que el agua no inundara completamente las cámaras de incubación y las excelentes propiedades de drenaje del suelo facilitaron su rápida infiltración.

Los efectos de la intensa sequía ocurrida durante la temporada de incubación de 1996 ejemplifica muy bien la manera en que la interacción entre los factores meteorológicos y las propiedades higroscópicas de los substratos de nidificación afecta a la productividad de los nidos. Ese año las áreas de nidificación más "favorecidas" por las excelentes propiedades de drenaje de sus suelos, es decir, Jobabito y La Salina, mostraron sus más bajos índices de eclosión durante el período de estudios. Sin embargo, las áreas de Soloburén, Ojo de Agua y Alto de la Jijira, caracterizadas hasta esa fecha por sus suelos de baja altitud, altamente plásticos y con alto índice de retención de la humedad, tuvieron ese año sus más altos índices de eclosión en todo el período que va de 1990 a 1996 (Tabla 5).

Un efecto concomitante en el fracaso de nidos en todas las áreas ha sido la falta de asistencia parental en el momento de la eclosión; en estos casos la deserción de las madres ha sido más frecuente después de producirse los referidos disturbios climáticos y puede atribuirse al efecto de dispersión y stress causado por tales fenómenos, o al retardo en la fecha de eclosión provocado por bajas temperaturas en los nidos sometidos a excesiva humedad. En el área de estudio se ha observado que las hembras reproductoras no permanecen en las áreas de nidificación más allá de una fecha determinada, independientemente de que los nidos bajo su cuidado hayan eclosionado o no.

De todos los resultados anteriores podemos extraer las siguientes generalizaciones adicionales:

La presencia de 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 del crecimiento poblacional. Esto se pone además de manifiesto al analizar la cantidad de nidadas depositadas directamente sobre el suelo (sin construcción de nidos) durante el período de estudio. En el gráfico de la Figura 2 se puede observar cómo la cantidad de nidadas abandonadas ha variado de manera inversa a los incrementos de nidos asociados a los cambios geomorfológicos acaecidos en las áreas de nidificación. Esto se interpreta como resultado de un efecto de saturación territorial. En la mayoría de los casos, las nidadas

abandonadas están compuestas por un número de 13 a 20 huevos de dimensiones pequeñas, lo que hace suponer que pertenecen a reproductoras de jóvenes o de nuevo reclutamiento a las que les es denegado el acceso a sitios de nidificación donde la densidad de nidos y la presión territorial son muy altas. Al incrementarse el hábitat efectivo de nidificación como resultado de las transformaciones geomorfológicas, las nuevas reproductoras toman ventaja, ocupando nuevos sitios que no habían sido colonizados, no viéndose forzadas a ovipositar en el suelo raso.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean hacer patente su reconocimiento a todas las personas que de una u otra manera brindaron su colaboración para la realización de este estudio: a los trabajadores de la estación biológica D. Miguel Alvarez del Toro en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán y a las tripulaciones de los barcos Delta del Cauto, Cabo Cruz y Dos Ríos, por su decisivo apoyo en las tareas de campo, así como a numerosos colegas que han visitado el área y participado junto a nosotros en los trabajos de campo, en diferentes momentos durante el desarrollo del presente estudio y han contribuido además con sus inspiradoras ideas y sugerencias: Rodrigo Benavides, Gabriel Brull, Michael Cherkiss, Gabriel Cisneros, Beatriz Figueroa, Norberto Fonseca, William McMahan, Hermógenes Méndez, Annamarys Miranda, Paul Moler, José Morales Leal, Alfredo Olvera, James Perran Ross, Andreas Schubert, Luis Sigler, John Thorbjarnarson, Ana María Trelancia y Rafael Quiñones. Reconocemos a todos ellos su aporte, con sincero agradecimiento.

LITERATURA CITADA

- Alonso, M. y R. R. Soberón. 1998. Observations on nesting behavior of *Crocodylus acutus*. Crocodile Specialist Group Newsletter 17(1):11-13.
- Gaby, R., M. P. McMahon, F. J. Mazzotti, W. N. Gillies and J. R. Wilcox. 1985. Ecology of a Population of *Crocodylus acutus* at a Power Plant Site in Florida. Jour. Herpet. 19(2):189-198.
- Hall, P. M. and D. R. Johnson. 1987. Nesting biology of *Crocodylus novaeguineae* in Lake Murray District, Papua New Guinea. Herpetologica, 43(2):249-258.
- Kushlan, J. A. and F. J. Mazzotti, 1989b. Population Biology of the American Crocodile. Jour. Herpet. 23(1):7-21.
- Mazzotti, F. J. 1983. The ecology of *Crocodylus acutus* in Florida. Ph.D. dissertation, Pennsylvania State Univ. 161 p.
- Moler, P. E. 1991. American Crocodile Nest Survey and Monitoring Bureau of Wildlife Research. Florida Game and Fresh Water Fish Commission,
- Ogden, J. C., 1978. Status and Nesting of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*, (Reptilia Crocodylidae) in Florida. Jour. Herpet. 12(2):183-196.
- Rodríguez Soberón, R. Manuel Alonso y Vicente Berovides. Nidificación del Cocodrilo americano (*Crocodylus acutus* Cuvier) en el Refugio de Fauna "Monte Cabaniguán", Cuba. En prensa.

Thorbjarnarson, J. 1988. The status and ecology of the American Crocodile in Haiti. Bull. Fl. Stat. Mus. Biol. Sci. 33(1) 86 p.

Tabla 1: Áreas de nidificación gregaria de *C. acutus* en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán.

Nombre del área	Posición geográfica	Superficie (há)
Soloburén	22°42'48"N - 77°21'20"W	2.7
Ojo de Agua	22°43'38"N - 77°19'45"W	1.9
Boca de Jobabo	20°40'55"N - 77°17'50"W	0.2
Alto de la Jijira	20°41'22"N - 77°16'37"W	2.0
Jobabito	20°40'22"N - 77°27'22"W	0.8
Jobabito II	20°40'22"N - 77°17'23"W	0.4
Jobabito III	20°40'12"N - 77°17'14"W	0.2
Jobabito IV	20°40'12"N - 77°17'08"W	0.2
Boca de Patabanes	20°39'23"N - 77°16'37"W	0.2
La Salina	20°38'36"N - 77°15'59"W	1.2
TOTAL		9.8

TABLA 2: Tipificación de las áreas de nidificación gregaria de *C. acutus* en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán, antes de octubre de 1996.

AREA	Elevación (calificación)	Substrato (calificación)	Exposición (calificación)	Calificación total
1. Playas				
1 a. Playas altamente expuestas, bajas, de arena fina con alto contenido arcilloso - orgánico				
Ojo de Agua y Soloburén	Bajo, menos de 40 cm s.n.m. (1)	Arena muy fina, con alto contenido de arcilla, plástica, deficiente drenaje y aireación. (1)	Los nidos están a menos de 15 m de la línea de la costa; algunos segmentos sólo están protegidos por una estrecha franja de mangles. (1)	3
1 b. Playas expuestas, menos bajas, arena gruesa (gravilla) de material calcáreo				
Jobabito 3 y Jobabito 4	Bajo, a menos de 40 cm s.n.m. (1)	-Gravilla Mullida, de material calcáreo, con excelente drenaje y ventilación (3)	Nidos altamente expuestos a la acción del mar (a menos de 15 m de la línea de la costa). (1)	5
1 c. Playas elevadas, de arena gruesa, mayormente protegidas por una franja de manglar				
Patabanes	Bajo, a de menos de 40 cm s.n.m. (1)	Gravilla Mullida, de material calcáreo, con excelente drenaje y ventilación (3)	Nidos altamente expuestos a la acción del mar (1)	5
2. Areas del interior de la ciénaga				
La Jijira	Bajo (menos de 40 cm s.n.m.), con relieve irregular. (1)	Arena muy fina, con alto contenido de arcilla, plástica, deficiente drenaje y aireación (1)	Retirada a 2 Km tierra adentro, Protegida del mar, pero expuesta a las avenidas de los esteros vecinos (3)	5
3. Areas elevadas, con substrato de arena gruesa calcárea, que se extienden tierra adentro por varias decenas de metros a partir de la costa				
La Salina	Elevada a más de 45 cm s.n.m., aunque con algunas depresiones del relieve. (3)	Gravilla Mullida, de material calcáreo, con excelente drenaje y ventilación (3)	Duna costera protegida por densa franja de cactáceas y un área interior totalmente protegida de la acción del mar. (4)	10
Jobabito	Elevado, a más de 45 m.s.n.m., con relieve uniformemente alto (4)	Gravilla Mullida, de material calcáreo, con excelente drenaje y ventilación (3)	Retirada del mar, rodeada de manglar denso; bien protegida contra la acción del mar y el viento (4)	11

TABLA 3: Calificación de las áreas de nidificación gregaria y variables reproductivas de *C. acutus* asociadas a ellas, en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán.

Caso	Area	Calificación	Total de nidos	Promedio de nidos/año	Promedio de nidos exitosos/año	Éxito de la nidificación	Éxito de la eclosión	Probabilidad de eclosión
Caso A:	Ojo de Agua	3	48	6.9	3.4	0.55	0.55	0.30
	Soloburén	3	30	5.0	3.3	0.65	0.49	0.32
	Jobabito 3 y 4	5	23	7.7	1.0	0.13	0.49	0.06
Período	Patabanes	6	20	10.0	6.5	0.65	0.36	0.23
1990-96	Alto de la Jijira	5	103	17.2	9.4	0.64	0.36	0.23
	La Salina	10	373	53.3	43.8	0.93	0.71	0.66
	Jobabito	11	594	84.9	70.7	0.86	0.70	0.60
Caso B:	Ojo de Agua	5	55	27.5	23.0	0.83	0.78	0.65
Período	Soloburén	5	17	17.0	17.0	1.00	-	-
1997-98	Alto de la Jijira	7	53	26.5	21.0	0.79	0.76	0.60

TABLA 4: Análisis de regresión de cinco variables reproductivas en un índice de hábitat, para siete áreas de nidificación gregaria de *C. acutus* del Refugio de Fauna Monte Cabaniguán.

Variable dependiente	Casos	F	r ²	Ecuación de regresión	S _b
Promedio nidos/año	A	35.36**	0.876	Y = 3.58 + 0.097 X	1.63
	B	44.09***	0.846	Y = 3.51 + 0.097 X	1.46
Promedio de nidos exitosos/año	A	32.17**	0.866	Y = 3.97 + 0.11 X	1.94
	B	36.90***	0.822	Y = 3.81 + 0.11 X	
Éxito de la nidificación	A	2.99 n.s.	-	-	-
Éxito de la eclosión	A	5.55 n.s.	-	-	-
Probabilidad de eclosión	A	7.28*	0.593	Y = 2.21 + 11.46 X	4.24
	B	4.05 n.s.	-	-	-

* p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.01. Caso A = Valores de 1990 - 96; Caso B = Valores de 1990 - 98

Tabla 5: Efectos de eventos climáticos drásticos en áreas de nidificación de *C. acutus* del refugio de fauna Monte Cabaniguán, 1993 – 1996.

Año	Evento climático	Efecto en la geomorfología de los sitios de nidificación	Efecto en la reproducción de <i>C. acutus</i>
1993	"TORMENTA DEL SIGLO" 1° al 2 de junio (iniciando la temporada de eclosiones de <i>C. acutus</i>). Cayeron 410 mm de lluvia en menos de 12 horas), fuertes vientos del Sur, en rachas de hasta 50 Kph. Olas de hasta 3 m de altura. Inundaciones parciales y totales en áreas de nidificación. En el año cayeron en el municipio 1447 mm de precipitaciones (252 mm por encima de la media anual histórica de 1195 mm).	JOBABITO	
		El área sufrió una breve inundación que no provocó cambios en su geomorfología	25 nidos no exitosos de un total de 89. Dejó de eclosionar el 26.5 % de huevos fértiles en nidos exitosos.
		LA SALINA	
		El segmento retirado del mar se inundó sólo parcialmente y por poco tiempo, sin cambios aparentes en su geomorfología; la marejada depósito de arena en el segmento de playa incrementando el área de nidificación, en extensión y altitud	La inundación del área de nidificación provocó la pérdida de 6 nidos y el 46 % de los huevos fértiles dejó de eclosionar en los nidos exitosos. En el segmento costero aumenta en 11 el número de nidos en la temporada de 1994
		LA JIJIRA	
		Avenida de esteros, inundación, el arrastre de suelo provoca depresión del área de nidificación	Pérdida de todos los nidos (n = 18) en 1993.
		OJO DE AGUA Y SOLOBUREN	
		Marejadas e inundación. Arrastre del sustrato de nidificación y depresión del área	Pérdida de todos los nidos en 1993; se reduce la cantidad de nidos en años subsiguientes (n = 11 en 1994; n = 5 en 1996).
		JOBABITO 3 Y JOBABITO 4	
		Marejadas. Depósito de gravilla calcárea en la playa: nueva duna	Colonización de estas áreas en la próxima temporada (1994): 11 nidos
1994	TORMENTA TROPICAL Del 17 al 18 de junio (en plena temporada de eclosiones). Fuertes lluvias acompañadas de vientos del Sur y marejadas. Inundaciones parciales y totales en áreas de nidificación. En 1994 cayeron 1 210 mm de lluvia en el municipio (15 mm por encima del promedio histórico).	JOBABITO	
		El área sufrió una breve inundación que no provocó cambios en su geomorfología	Dejaron de eclosionar 2 de 89 nidos; dejó de eclosionar el 26 % de los huevos fértiles en nidos exitosos.
		LA SALINA	
		La densa vegetación de cactáceas protegió la duna y los nidos en el sector costero, evitando que fueran barridos; el sector del interior sufrió inundación parcial sin cambios aparentes en su geomorfología	Dejaron de eclosionar 9 de 53 nidos; dejó de eclosionar el 28 % de los huevos fértiles en nidos exitosos.
		LA JIJIRA	
		Avenida de esteros, inundación, arrastre del sustrato de nidificación	Pérdida de todos los nidos (n = 23)
		OJO DE AGUA Y SOLOBUREN	
		Marejadas e inundación, arrastre del sustrato de nidificación	Pérdida de todos los nidos. Menos nidos en la próxima temporada (n = 3)
		JOBABITO 3 Y JOBABITO 4	
		Marejadas, arrastre del sustrato de nidificación	Pérdida de todos los nidos. Menos nidos en la próxima temporada (n = 9)
		PATABANES	
		Marejadas, depósito de arena con formación de nueva duna	Colonización del área al año siguiente (1995): 5 nidos

Año	Evento climático	Efecto en la geomorfología de los sitios de nidificación	Efecto en la reproducción de <i>C. acutus</i>
1996	HURACAN LILY El huracán atravesó la isla de Cuba en el mes de octubre, con rumbo aproximado SW, a más de 500 Km del área de estudio. Provocó un fuerte mar de leva y mareas excepcionalmente altas que se transmitieron por los cauces al interior del área provocando inundaciones en áreas de nidificación costeras e interiores. La temporada de nidificación se caracterizó por una intensa sequía..	JOBABITO	
		No provocó efectos notables en el área de nidificación	El huracán ocurrió después de concluida la temporada de nidificación. La intensa sequía que lo precedió provocó bajo índice de eclosiones: éxito de eclosión de 0.64, contra un 0.70 para todo el período 1990 – 96.
		LA SALINA	
		La mar de leva asociada al paso del huracán depositó más arena en el sector costero del área de nidificación.	Ligero incremento del número de nidos en el sector costero en los años 1997 y 1998.
		LA JIJIRA	
		Avenida de cauces; depósito de sustrato con mejores cualidades para la nidificación; elevación del área	Aumento de la cantidad de nidos en años ulteriores; aumento de la productividad de los nidos. En 1996 el éxito de eclosión fue de 0.76, contra un 0.23 para el período completo 1990 – 96; este aumento se atribuye a la intensa sequía durante el período de incubación, que contrarrestó la excesiva humedad del sustrato.
		OJO DE AGUA Y SOLOBUREN	
		Marejadas e inundación; depósito de arena con mejores cualidades para la nidificación; elevación de la duna	Aumento drástico de la cantidad de nidos a partir de 1997 (33 nidos en 1997 y 57 en 1998); aumento de la productividad de los nidos. En 1996 la sequía favoreció el índice de eclosiones en estas áreas particularmente húmedas (Éxito de eclosión de 1.0 en Soloburen y de 0.83 en Ojo de Agua, en contraste con 0.32 y 0.30 respectivamente, para el período 1990 – 96)
		JOBABITO 3 Y JOBABITO 4	
		Marejadas; arrastre total del sustrato de nidificación	Desaparición del área de nidificación
		PATABANES	
		Marejadas; arrastre de sustrato de nidificación	Reducción del 70 % del área efectiva de nidificación; menos nidos en años subsiguientes (n = 3).

Tabla 6: Caracterización de muestras de suelo de tres áreas de nidificación de *C. acutus* en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán:

Localidad	Ubicación geomorfológica	Tipos de sedimentos	Color	Grado de plasticidad	Evaluación para la nidificación
Ojo de Agua antes de octubre de 1996	Duna costera	arena fina cienosa, con fragmentos de moluscos marinos, de color pardo-verdoso, plástica	Pardo - verdoso	Plástica	Mala
Ojo de Agua después de octubre de 1996	Duna costera	Arena fina de cuarzo con pocos restos de vegetales, esporádicamente, restos de moluscos marinos.	Beige - gris	Poco plástica	Regular
Alto de la Jijira antes de octubre de 1996	Zona alta a modo de un cayo emergido	Arena media de cuarzo cienosa, con restos de vegetales y moluscos fragmentados, aproximadamente el 30%	Pardo oscuro	Plástica	Mala
Alto de la Jijira, después de octubre de 1996	Zona alta a modo de un cayo emergido	Arena fina de cuarzo con pocos restos de vegetales, esporádicamente, restos de moluscos marinos.	Gris	Poco plástica	Regular
Jobabito	Duna costera	Grava media grosera constituida por fragmentos de conchas carbonatadas	Blanco	No plástica	Buena

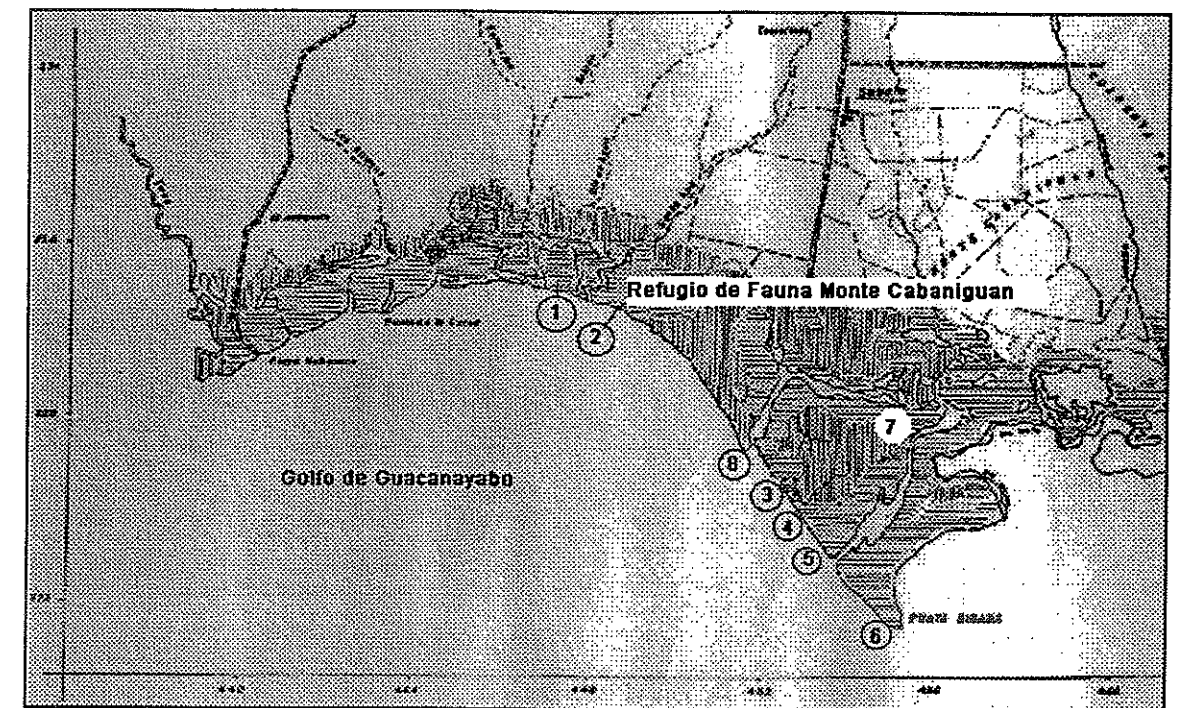
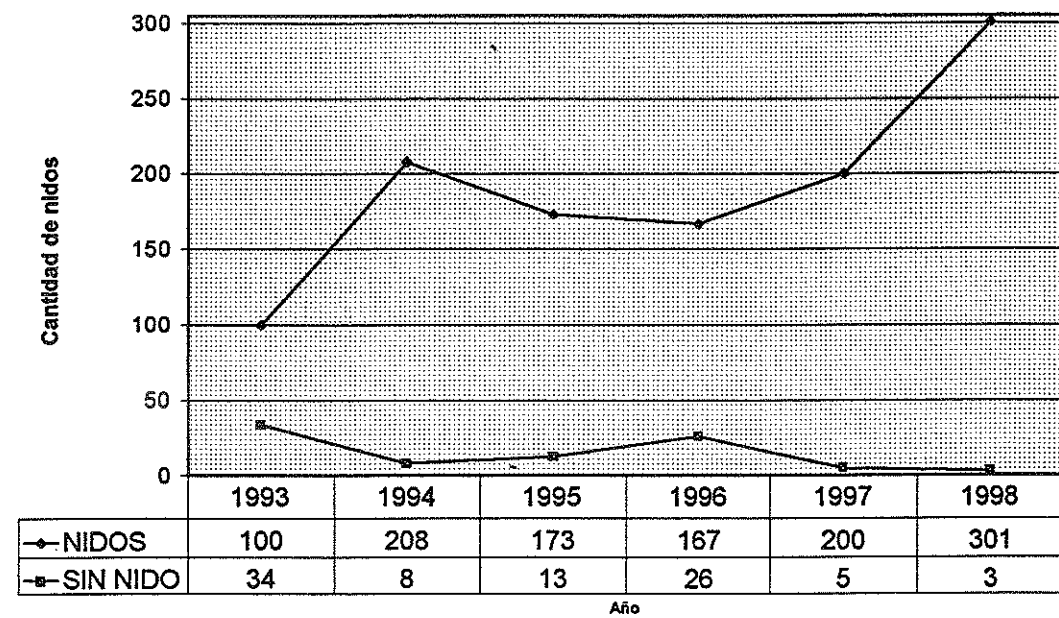


FIGURA 1: Áreas de nidificación gregaria de *C. acutus* en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán:

1.: Ojo de Agua; 2. Soloburén; 3. Jobabito; 4. Jobabito 3 y Jobabito 4; 5. Patabanes; 6. La Salina; 7. Alto de la Jijira; 8. Estación Biológica D. Miguel Álvarez del Toro.

FIGURA 2: Cantidad de nidos y de oviposiciones sin previa construcción del nido reportados en



el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán en el período 1993 – 1998.

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DEL COCODRILO AMERICANO (*CROCODYLUS ACUTUS* CUVIER) EN EL SECTOR COSTERO SUR DE LA ISLA DE LA JUVENTUD, CUBA.

Damarys López Rodríguez¹, Roberto Rodríguez Soberón¹, Vicente Berovides Álvarez²

Resumen

Del Cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) se conoce relativamente bien la distribución macrogeográfica en Cuba y en el resto de las Antillas, pero en nuestro país, se conoce muy poco de su distribución microgeográfica. La especie se ubica en la categoría de "En Peligro" según UICN y constituye un valioso recurso natural para nuestro país. Este trabajo tuvo por objetivo determinar la distribución y abundancia del Cocodrilo americano en la porción Sur de la Isla de la Juventud, donde la especie se considera relativamente abundante. En dicha área se muestrearon 18 localidades que comprendían 4 tipos de hábitat: esteros (N = 8); lagunas (N = 7); playas (N = 2) y río (N = 1). En estas localidades, durante el mes de agosto de 1999 se evaluó la densidad relativa (Cocodrilos/Km) y la composición etaria (crías, juveniles y adultos) de la población, mediante conteos nocturnos por la técnica de reflector, a pié o en bote y registrando todos los individuos observados y su categoría de edad. Se detectaron cocodrilos en todas las unidades de muestreo; la densidad relativa osciló entre 1.1 y 33.8 cocodrilos/Km, con una media de 5.2 coc/Km. No se pudo afirmar que existe la misma composición etaria en todos los tipos de hábitat, aunque si se excluye la clase de juveniles, entonces no aparecen diferencias significativas entre los esteros y lagunas. El área de estudio sustenta una población viable y saludable de la especie.

Abstract

The macro-geographic distribution of the American Crocodile (*Crocodylus acutus* Cuvier) is relatively well known in Cuba and in the rest of the Antilles, but, very little is known of their micro-geographic distribution in our country. The species is located in the category of "Endangered" according to UICN and it constitutes a valuable natural resource for our country. For such a reason, the main objective of this work it is to determine the distribution and abundance of the American Crocodile in the southern portion of Isle of Youth, where the species is considered relatively abundant. Eighteen locations involving four different types of habitat were sampled: tidal creeks (n = 8), lagoons (n = 7), beaches (n = 2) and river (n = 1). The surveys were conducted in August 1999. Relative abundance (crocodiles / hour) and age classes (hatchlings, juveniles and adults) distribution of the population were estimated. The surveys were carried out by walking or in a boat and all the observed individuals and their age category were recorded. Some of these animals were captured; their total lengths (snout - tip

¹ Programa Nacional Cododrilos, Emp. Nac. Flora y Fauna. Calle 42 # 514, Miramar, Ciudad Habana.

² Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Calle 25 e/ I y J, Vedado, Ciudad Habana.

of the tail) were measured (in cm) and the sex of the individuals big enough to determine it was recorded. American crocodiles were observed in all of the sampled localities; the relative density ranged between 1.1 and 33.8 crocodiles/Km (croc /Km), with a general mean of 5.2 croc/Km. It cannot be affirmed that the population in all the types of habitat showed a similar age class composition. The tidal creeks and lagoons show no significant difference in the proportion of adults and hatchlings. Comparatively the hatchlings were something more abundant in the tidal creeks than in the lagoons, while the adults were more abundant in the lagoons. The studied area sustains a viable and abundant population of American crocodiles.

Introducción

La isla de la Juventud, además de ser la segunda en extensión del archipiélago cubano y una de las regiones de mayor importancia desde el punto de vista natural y socioeconómico, tiene el privilegio de albergar en su territorio tres especies de crocodilianos: el cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*), el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) y el caimán de anteojos o babilla (*Caiman crocodilus fuscus*).

La distribución de *C. acutus* incluye el extremo sur de la Florida, las costas Atlántica y Pacífica del sur de México, América Central y el norte de Sudamérica, así como las islas de Cuba, Jamaica y La Española; los países donde la especie está presente son: Belice, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, México, Panamá, Perú, y Venezuela (Thorbjarnarson 1992).

En Cuba, la especie está bien distribuida en humedales costeros de la isla principal, los cayos situados al norte y sur de ésta y la Isla de la Juventud (Varona 1987), pero se conoce relativamente poco de su distribución microgeográfica. Esta especie se ubica en la categoría UICN de "En Peligro" (Thorbjarnarson 1992) y constituye un valioso recurso natural para nuestro país. Por tal motivo este trabajo tiene por objetivo determinar la distribución y abundancia del Cocodrilo americano en la porción sur de la Isla de la Juventud, donde la especie se considera relativamente abundante.

Materiales y métodos

Entre el 5 y el 27 de agosto de 1999 se realizaron censos poblacionales de *C. acutus* en 18 localidades situadas a lo largo de la costa sur de la Isla de la Juventud. La técnica de muestreo empleada fue el conteo nocturno directo con el auxilio de reflector manual a lo largo de transectos acuáticos de longitud variable que comprendían cuatro tipos de hábitat: esteros (n = 8 localidades), lagunas (n = 7), playas (n = 2) y río (n = 1). Los sitios a muestrear se eligieron teniendo en cuenta la posibilidad práctica y los medios disponibles, seleccionando aquellos cuerpos de agua con hábitat más característico a fin de obtener una visión general en un tiempo relativamente corto. Además, 17 de las 18 localidades que fueron objeto de muestreo (excluyendo el río Hato Nuevo) están distribuidas casi de manera uniforme a lo largo de los 110 Km de costa existentes entre Punta Francés, al oeste y Punta del Este, en el extremo oriental de la costa sur. Los conteos se realizaron a pie, a lo largo de

las orillas de los cuerpos de agua, y en bote de remos. Durante los conteos los cocodrilos fueron detectados mediante el reflejo de los ojos al recibir el haz de luz del reflector. Una vez detectado el animal, se realizó un acercamiento con el fin de estimar su talla, o efectuar su captura. Las capturas se realizaron manualmente o (en el caso de los individuos más grandes) con el auxilio de un lazo. Se anotó la presencia, ubicación y talla estimada de cada animal observado. Se estableció que los individuos a los que no fuera posible acercarse lo suficiente para estimar la talla, se registraran como "sólo ojos", pero esto no sucedió en ningún caso. Los ejemplares capturados fueron medidos (longitud total en centímetros) y siempre que la talla del animal lo permitió, se determinó el sexo mediante tacto cloacal, tras lo cual fueron liberados en el mismo sitio donde se efectuó la captura.

Se estimó la abundancia relativa (cocodrilos/ Km) y la composición etaria de la población, para cada localidad de conteo y para el área en general. Para el estimado de la composición etaria se consideraron tres categorías de edad basadas en la talla: crías (menores de 50cm), juveniles (de 50 a 200 cm) y adultos (mayores de 200 cm). Esta clasificación parte de un criterio similar al de Kushlan y Mazzotti (1989 b), modificado de acuerdo con los parámetros observados en la población local.

Los estimados de la densidad lineal, composición etaria y distribución por sexos se expresan en tablas para cada tipo de hábitat y para el área de estudio en general. Se aplicaron estadísticos descriptivos de las variables consideradas y tests estadísticos (Chi cuadrado) para determinar si existían diferencias de la composición etaria entre los distintos tipos de hábitat muestreados.

En los conteos se utilizó un bote plástico de 3.5 m de eslora. Para la detección de los cocodrilos se empleó un reflector manual de 6 voltios con bulbo de kriptón. Las mediciones de la longitud total se realizaron con el auxilio de cinta métrica flexible graduada en centímetros y milímetros.

Área de estudio

El área de estudio se enmarca a lo largo de toda la costa sur de la Isla de la Juventud, entre su extremo occidental (Punta Francés) y oriental (Punta del Este), con una longitud aproximada de 110 Km. Se trata de una costa abrasivo-acumulativa, de exposición al sur, con dunas de arena calcárea, que limita una extensa llanura cársica de 95 mil hectáreas de extensión, con altitudes de 3 a 9 m.s.n.m. formada por rocas calizas del Cuaternario y mayormente cubierta de bosques semidesiduos. En la franja situada inmediatamente detrás de la barra de arena se encuentran, a intervalos, albuferas que desaguan al mar a través de cortos cauces. Estas lagunas y cauces (esteros) están rodeadas de manglar, tienen un régimen de salinidad estacional influenciado fundamentalmente por las precipitaciones y el aporte de las mareas, pues, dada la naturaleza cársica del terreno, generalmente no reciben aportes superficiales de agua dulce, aunque están conectadas con las aguas freáticas de lo que constituye una cuenca abierta.

Toda la población humana del área de estudio (alrededor de 300 habitantes) está concentrada en un pequeño poblado costero situado en la porción occidental ("Cocodrilo"). Las

principales ocupaciones son la pesca, y la actividad forestal. Todo el sector sur de la Isla de la Juventud está protegido y el acceso humano al mismo está controlado.

Resultados y discusión

Fueron contados un total de 150 cocodrilos en 18 localidades y en una longitud total de transectos de 28.8 Km, para una densidad lineal general de 5.2 Coc/Km (Tabla 1). La densidad máxima registrada fue de 33.76 Coc/Km en el estero Los Cocos, con una longitud de apenas 470 m, donde se contaron 15 juveniles y un adulto. También se encontraron altas densidades en los esteros Limitete Chico (14.90 Coc/Km) y Bravo (11.34 coc/Km) y en las lagunas Corte Viejo (27.82 Coc/Km) y La Carbonera (11.36 Coc/km).

El tipo de hábitat "río" estuvo representado por una sola muestra: el Hato Nuevo, que nace en la ciénaga de Lanier y desemboca en la costa oriental, a más de 15 Km de la costa sur; en esa localidad se contaron 9 individuos adultos, para una densidad de 4.5 coc/Km.

La densidad general para el hábitat de lagunas fue de 5.94 Coc/Km ($DS = 8.436$) y para el hábitat de esteros fue de 6.13 Coc/Km ($DS = 10.655$); no se halló diferencia significativa entre las densidades generales de cocodrilos en lagunas y esteros ($t = 0.115$; $p = 0.99$). En el área de estudio existe una continuidad entre el hábitat de laguna y el de esteros; estos últimos son por lo general cauces cortos que comunican las lagunas con el mar. En algunos casos no hay una clara distinción morfológica entre ellos, pues las lagunas suelen tener una configuración alargada y estrecha, el flujo es único y muy lento, provocado por las fluctuaciones de las mareas o por descargas pluviales y las orillas de ambos están pobladas por similar vegetación de manglar.

En 2.7 Km de recorrido a lo largo de la orilla del mar frente a la playa El Francés y en 2.57 Km a lo largo de Playa Larga, se contaron 3 y 8 cocodrilos adultos, respectivamente. Las playas presentan una morfología totalmente diferente de los esteros y lagunas, a la que corresponde además una marcada diferencia en cuanto a uso por parte de los cocodrilos. La franja marina litoral es utilizada fundamentalmente por los cocodrilos adultos (y eventualmente también por individuos subadultos) con fines de alimentación, tanto durante el horario diurno como nocturno, como se ha observado durante la conducción del presente y anteriores muestreos efectuados en la misma área; particularmente durante la temporada de incubación (marzo a julio en el área de estudio), las hembras adultas que tienen sus nidos en las dunas, cerca de la desembocadura de los esteros, son observadas con frecuencia en el mar, a varias decenas de metros de la costa (D. López, R.R. Soberón, obs. pers.). Una conducta similar se observa entre las hembras reproductoras de *C. acutus* que tienen sus nidos en playas expuestas del refugio de fauna Monte Cabaniguán, en la provincia de Las Tunas (Alonso y Rodríguez 1998). Presumiblemente, los animales observados en el mar durante los censos realizados en Playa Larga y Playa Francés, mantienen un territorio más o menos permanente en lagunas y esteros que desembocan en esos segmentos de la costa: los esteros Bravo, Limitete Chico, Corte Viejo y Limitete Grande, en el tramo de Playa Larga, y el estero Simón y otros cauces de menores dimensiones, en Playa Francés.

Fueron observados 15 nidos de montículo con indicios de haber estado activos durante la

temporada de reproducción de 1999, todos ubicados en dunas de arena cercanas a las desembocaduras de esteros. Particularmente uno de estos nidos, situado a pocos metros de la desembocadura del estero Limitete Chico, ha estado activo por lo menos desde 1993.

Durante una visita al área en septiembre de 1996 (R. R. Soberón, obs. pers.) se encontraron en ese sitio tres montículos, presumiblemente correspondientes a tres nidos hechos por la misma reproductora en tres años consecutivos; el mayor de ellos, con 50 cm de altura, mostraba evidencias de eclosión reciente. En esta ocasión se encontró un solo montículo de más de 60 cm de altura, que abarcaba toda el área donde habían estado los tres montículos hallados en 1996.

La Tabla 2 muestra la distribución porcentual de grupos de edad en los distintos tipos de hábitat considerados. La mayor frecuencia correspondió a las crías (51.33 %, presentes exclusivamente en las lagunas y esteros), el segundo grupo más abundante fueron los adultos (36.0 %) y el menos abundante, los juveniles (12.0%). Sólo los esteros y lagunas mostraron la presencia simultánea de los tres grupos etarios considerados. Mediante un test G, se contrastó la hipótesis de igual estructura etaria para los esteros y lagunas, considerando las tres categorías de edad; la hipótesis fue rechazada a un nivel significativo ($G = 8.753$; $g.l. = 2$; *). Observando que la clase de edad juvenil era mucho más abundante en el hábitat de lagunas, se repitió el test, esta vez considerando solamente los grupos etarios de crías y adultos. En este caso no aparecieron diferencias significativas entre las composiciones de ambos tipos de hábitat ($G = 0.005$; $g.l. = 1$; n.s.).

En la Tabla 3 se expresan los promedios y los valores máximos y mínimos de las tallas (LT) de los animales capturados, para las tres categorías etarias, hembras y machos por separado en los ejemplares pertenecientes al grupo de tallas superior a 200 cm. Como puede apreciarse en la tabla, las cinco crías capturadas no alcanzan la talla de 40 cm, lo que indica que se trata de individuos nacidos en la temporada de 1999, con una edad que no sobrepasa los dos meses. En el Sur de la Isla de la Juventud *C. acutus* tiene su temporada de eclosiones entre los meses de junio y julio, y eventualmente, los primeros días de agosto. Los conteos se realizaron en fecha muy próxima a esa temporada, cuando todavía existe una relación de cuidado parental de las crías por parte de las hembras reproductoras. Esto explica la mayor frecuencia de observaciones de juveniles y adultos en los esteros y lagunas; como más arriba se señala, las dunas asociadas a la desembocadura de los esteros son utilizadas con frecuencia para la anidación, mientras que las lagunas, de aguas cálidas y someras, con abundante mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en sus orillas y con valores de la salinidad presumiblemente más bajos que el mar durante la temporada de lluvias (mayo a septiembre), brindan excelente refugio y abundante alimento a las crías. Coincidentemente, durante trabajos exploratorios realizados en julio de 1986, fueron contados alrededor de 200 neonatos en la laguna de Corte Viejo (R. R. Soberón, obs. Pers.).

La baja proporción de individuos de la categoría subadultos reflejada en los conteos parece ser común a muchas poblaciones de cocodrilos (Thorbjarnarson 1988). Este fenómeno es señalado también por Messel et al. (1981) para *C. porosus* en Australia y por Mazzotti (1983) para *C. acutus* en el Parque Nacional Everglades, entre otros autores. Thorbjarnarson

(1988) lo atribuye a la combinación de tres factores fundamentales (y apoya parcialmente su criterio en el modelo de dinámica poblacional elaborado por Messel et al. (1981) para *C. porosus*), a saber: (1) rápido crecimiento de los cocodrilos juveniles, (2) un comportamiento extremadamente elusivo u ocupación de hábitats marginales, o (3) alta mortalidad juvenil.

De un total de 18 juveniles observados durante los conteos, se capturaron y midieron 12 ejemplares, con talla promedio de 107 cm, en un rango de 79 a 126 cm, por lo que se estima que estos individuos sean nacidos entre 1997 y 1998.

La tasa de crecimiento corporal calculada por Arteaga y Herrera (1997) para *C. acutus* introducidos en un embalse de Venezuela es de 0.23 mm/día en LT. Aplicando este índice a partir de una talla promedio al nacer de 27 cm (M. Alonso y R. Soberón, obs. Pers), a los cocodrilos juveniles capturados y medidos durante el presente estudio, se obtiene una edad promedio de 347 días (430 días para el cocodrilo de talla máxima 126 cm), lo que considerando las probables diferencias genéticas y ecológicas, se ajusta a la edad estimada.

Como puede observarse en la Figura 1, las localidades muestreadas se distribuyen de manera casi uniforme a lo largo de un tramo de costa de aproximadamente 110 Km de largo. Al ordenarlas de manera consecutiva, de oeste a este (excluyendo los dos tramos de playas y el río Hato Nuevo, que no corresponde al sector costero sur) y plotear en un gráfico de líneas las densidades observadas (Figura 2) se aprecia que en la mitad oriental, entre la laguna La Carbonera y la laguna Corte Viejo están concentradas las densidades mayores de 9 coc/Km. En el gráfico de la Figura 3 se aprecia que el mayor aporte a esas altas densidades está dado por la presencia de crías, que en este sector constituyen el 76.6% del total de las crías reportadas en el estudio. Esta tendencia en la distribución sugiere un uso preferente del sector centro-oriental del área de estudio como hábitat de reproducción y cría.

Conclusiones

1. Se confirmó la presencia de *C. acutus* en las 18 localidades muestreadas.
2. La densidad general (coc/Km) fue de 5.3; predominó el grupo etario de las crías (51.3%), seguido por adultos (36.0%) y juveniles (12.0%).
3. El análisis estadístico arrojó diferencias significativas en el uso de hábitat por los diferentes grupos etarios, al considerar todos los grupos y tipos de hábitat, pero no se manifestó diferencia significativa en la proporción de crías y adultos en lagunas y esteros.
4. Se observa un patrón geográfico de distribución de grupos etarios que sugiere la presencia de "Zonas de reproducción y cría" hacia la porción centro-oriental del área de estudios.
5. La presencia de 15 nidos de *C. acutus* a lo largo de las orillas de esteros que desembocan en la porción centro-oriental refuerza la anterior apreciación. Se ha observado uso repetido de los mismos sitios de nidificación en años consecutivos.
6. Todos estos datos sugieren que el sector costero sur de la Isla de la Juventud sustenta una población viable de cocodrilos americanos.

Referencias

- Alonso, M. y R. R. Soberón. 1998. Observations on nesting behavior of *Crocodylus acutus*. Crocodile Specialist Group Newsletter 17(1)11-13.
- Arteaga, A. y E. Herrera. 1997. Resultados preliminares del estudio sobre crecimiento, sobrevivencia y uso de hábitat de *Crocodylus acutus* introducidos en el embalse de Tacarigua, Edo. Falcón, Venezuela. Memorias de la 4ª Reunión Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilos de América Latina y el Caribe. Villahermosa, 1997. Pp. 17-20.
- 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 p.
- Messel, H., G. C. Vorlicek, A. G. Wells, and W. J. Green. 1981. The Blyth-Cadell rivers system study and the status of *Crocodylus porosus* in tidal waterways of northern Australia. Methods for analysis, and dynamics of a population of *C. porosus*. Monog. 1. Pergamon Press, Oxford. 463 p.
- Thorbjarnarson, J. 1988. The status and ecology of the American crocodile in Haiti. Bulletin of the Florida State Museum of Biological Sciences, 33(1) 86 p.
- _____. 1992. Crocodiles. An Action Plan for their Conservation. J. Thorbjarnarson (Compiler), H. Messel, W. King & J. P. Ross (Eds). IUCN, Gland, Switzerland. 136 p.
- Varona, Luis S. 1987. The status of *Crocodylus acutus* in Cuba. Caribbean Journal of Sciences (23(2)256-259.

Tabla 1: Censo poblacional de *C. acutus* en la costa sur de la Isla de la Juventud, resultados generales.

Unidad de muestreo	Duración (min.)	Longitud transecto (Km)		N Crías	N Juveniles	N Adultos	N Total cocodrilos	Densidad (Coc/Km)
Playa Francés	120		2.70	0	0	3	3	1.11
Laguna El Cayuelo	120		1.60	5	2	3	10	5.00
Estero Simeón	260		0.47	0	0	3	3	6.37
Estero Cabo Pepe	60		0.73	0	1	0	1	1.36
Laguna El Inglés	167		0.68	0	4	2	6	8.77
Laguna Alvaríño	600		4.58	3	0	3	6	1.31
Estero Agustín Joli	61		4.25	3	1	3	7	1.65
Laguna La Carbonera	35		0.44	4	0	1	5	11.36
Laguna Las Canoas	320		3.00	8	5	4	18	6.00
Estero Los Cocos	60		0.47	15	0	1	16	33.76
Estero Bravo	140		0.44	4	0	1	5	11.34
Estero Limitete Chico	207		1.07	15	0	1	16	14.90
Playa Larga	300		2.57	0	0	8	8	3.12
Laguna Corte Viejo	344		0.68	13	3	3	19	27.82
Río Hato Nuevo	120		2.00	0	0	9	9	4.50
Estero Limitete Grande	251		1.00	0	1	4	5	4.98
Laguna El Bravo	45		0.64	4	0	1	5	7.86
Estero Canal Del Medio	120		1.50	3	1	4	8	5.33
TOTALES	3330		28.8	77	18	54	150	5.20

TABLA 2: Distribución percentual de grupos etarios por tipos de hábitat

Tipos de hábitat	Composición percentual		
	Crías	Juveniles	Adultos
Lagunas	53.62	20.29	24.64
Esteros	65.57	6.56	27.87
Playas	0	0	100
Río	0	0	100
General	51.33	12	36

Estructura etaria por tipos de hábitat (contraste de hipótesis nula) :

- Para todo el conjunto: estadístico $G = 169.24$; $G.L. = 4$ ***. Se rechaza la hipótesis nula a un nivel muy significativo.
- Para lagunas y esteros, los tres grupos etarios: $G = 8.904$, $G.L. = 2$ *. Se rechaza la hipótesis nula a un nivel significativo.
- Para lagunas y esteros, excluyendo Juveniles: $G = 0.005$. Se acepta la hipótesis nula, el conjunto es no significativo.

Tabla 3: Longitud total promedio por grupos etarios y sexos de *C. Acutus*

Grupo etario	N	Longitud total		
		promedio (cm)	Min	Max
Cría	5	36.7	35	38.7
Juvenil	12	107	79	126
Adulto macho	9	336	208	400
Adulto hembra	19	263	210	325

Proporción de sexos en la muestra: 2:1.

FIGURA 1: Censo poblacional de *C. acutus* en el sur de la Isla de la Juventud. Ubicación de las localidades muestreadas.

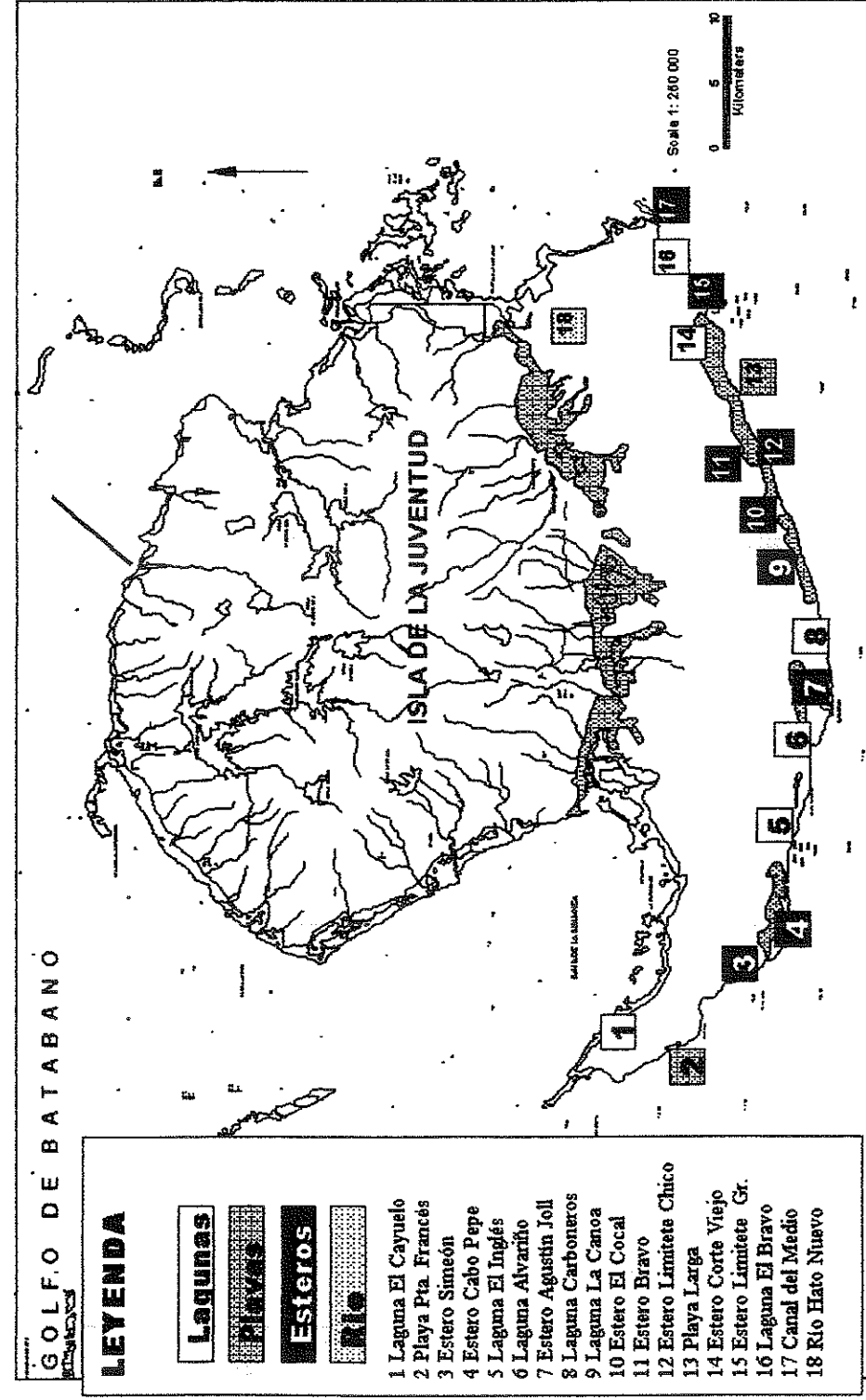


Figura 2: Densidades (coc/Km) en las unidades de muestreo, ordenadas geográficamente de oeste a este

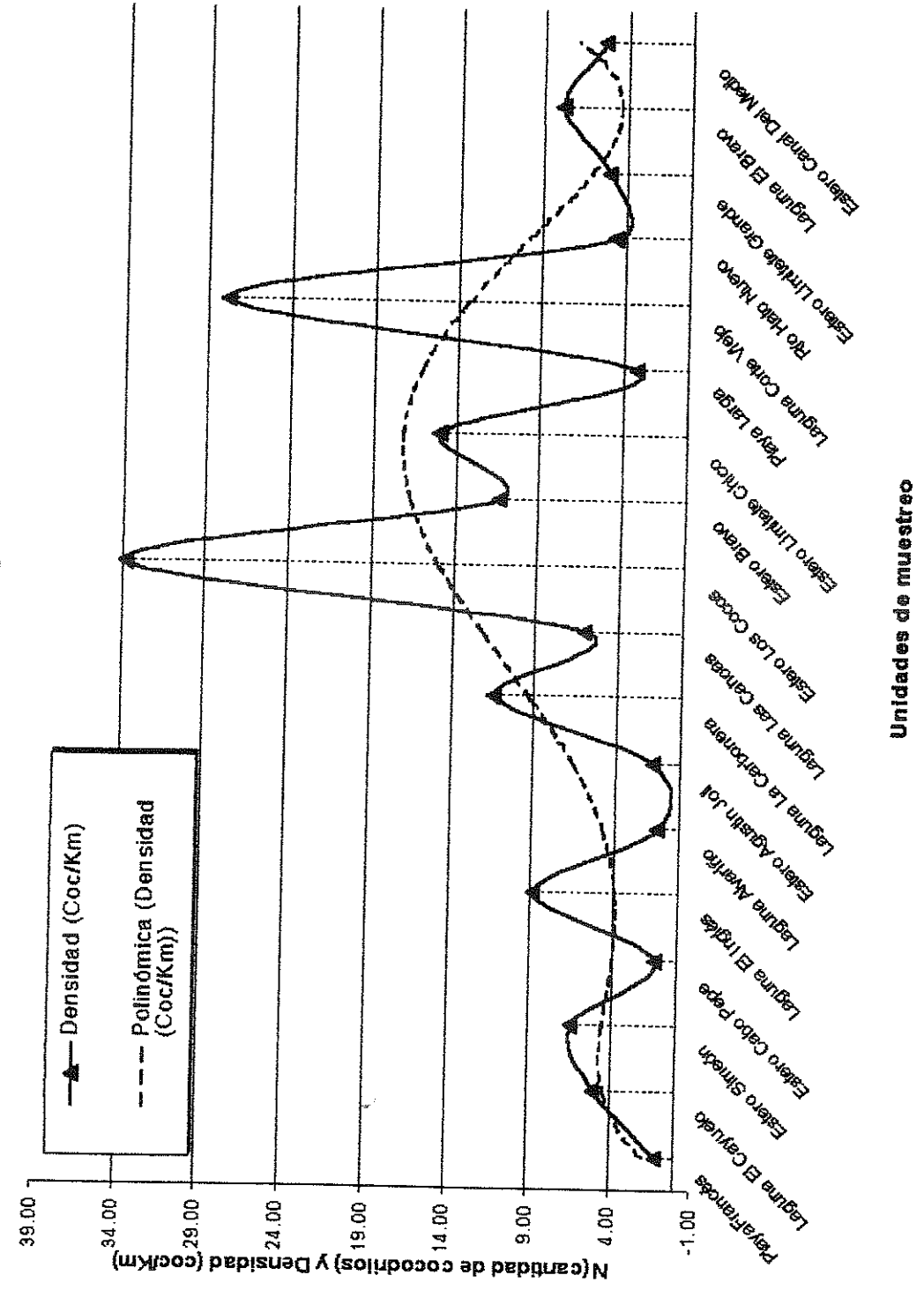
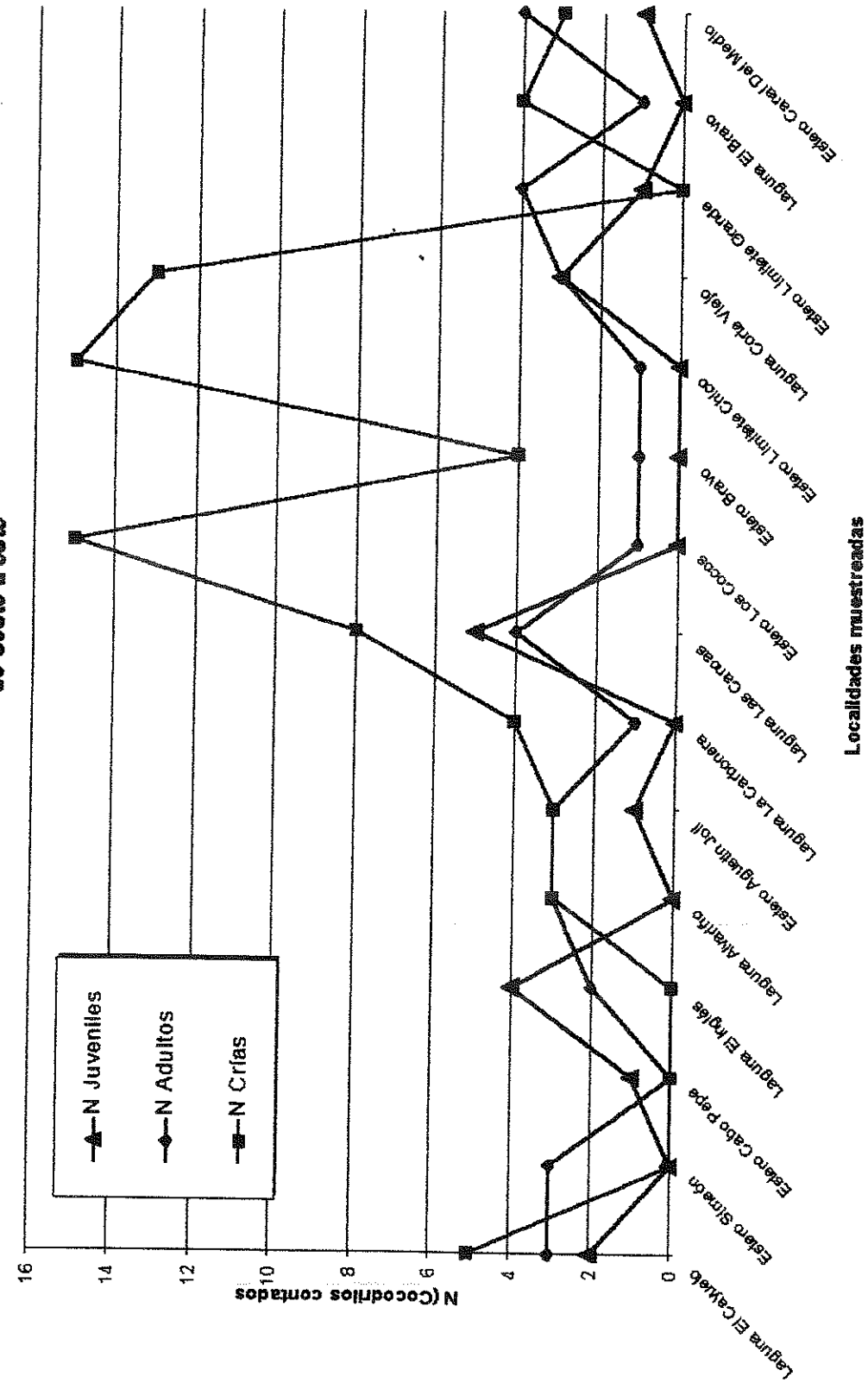


FIGURA 3: Aporte numérico por categorías etáreas, en lagunas y esteros, ordenados geográficamente de oeste a este



*REPRODUCCION EN CAUTIVERIO DEL COCODRILO CUBANO
CROCODYLUS rhombifer EN EL ZOOCRIADERO DE LA CIENAGA DE
ZAPATA, MATANZAS CUBA,*

Roberto Ramos Targarona

Resumen:

En este trabajo se describen los diferentes eventos reproductivos de hembras de primera generación obtenidas en el zoológico de C. de Zapata a través de 11 años de estudio como son el cortejo, copula y ovoposición con sus diferentes fases del *C. rhombifer* que se extiende desde Febrero hasta Septiembre. La mayor ovoposición ocurrió en Mayo y Junio observándose un desplazamiento de la mayor cantidad de nidos desde el año 1996 hacia Junio. Los valores de reproducción más importantes fueron: apareamiento efectivo de 83.5%, la fertilidad 98.81%, la natalidad fue de un 54%, huevos promedio por hembras de un 18.63, las crías por hembras aptas y fértiles fueron de 8.13 y 9.75 respectivamente lo que permiten valorar la eficiencia reproductiva de la zoológico que se puede considerar buena aunque por causas no determinadas con exactitud, existe una alta mortalidad embrionaria. Se correlacionaron el largo y el peso de la hembra con el número de nidos y los parámetros biométricos de los huevos encontrándose que al aumentar el largo de las hembras aumentaba el número de huevo y disminuía el ancho de los mismos siendo menos esférico.

Introducción:

En Cuba existen tres especies de cocodrilos: *Crocodylus acutus*, Cuvier, *Crocodylus rhombifer*, Cuvier y Caimán *Crocodylus fuscus*, esta última introducida en 1959 en la Ciénaga de Lanier, Isla de la Juventud desde Colombia. Las otras dos especies son conocidas desde el siglo pasado (Cuvier 1800: Humboldt 1808: Cocteau 1842: Gundlach 1868, 1880), perteneciendo ambas a la familia Crocodylidae.

El conocimiento de los aspectos reproductivos de los cocodrilos en cautiverio ha aumentado en los últimos 20 años. A pesar de ello existen pocos reportes describiendo los comportamientos sociales y reproductivo de la mayoría de los cocodrilos y la verdadera diversidad del comportamiento de ellos puede ser real una vez que las investigaciones sean llevadas a una mayor variedad de especies (Thorbjarnason y col. 1993)

Gundlach (1880) es primero que hace observaciones sobre la nidificación del *C. rhombifer* aunque no lo sitúa en tiempo y señala mediciones de los huevos. Desde 1964 a 1970 el Grupo Técnico del Combinado Avícola (CAN) trabajó en la cría en cautiverio estableciendo parámetros de incubación artificial para los huevos del *Crocodylus acutus* logrando elevados porcentajes de incubabilidad (González 1975) En el periodo de 1966 a 1975 se dan a conocer diferentes aspectos de la reproducción del cocodrilo cubano (Varona 1966, 1986b, Gómez y González 1970, 1971, Ramos 1970) siendo la más importante la de González (1974) en la que muestra los resultados de su investigación sobre indicadores de comportamiento las

hembras, biométricos, estructurales, y de desarrollo de los huevos por el tiempo de puesta.

Wayne (1971) plantea de que el éxito en el mantenimiento de una gran colección de reptiles en cautiverio demanda algún conocimiento de la biología de las especies en cuestión y que el criterio final de éxito de una cría en estas condiciones se valora por la observación del celo, copula y la multiplicación de las especies maduras.

Las investigaciones aplicadas sobre la reproducción permiten aplicar la técnica y la investigación científica a una cría dirigida y controlada; única forma de lograr un sistema eficiente donde se garantice un manejo adecuado aumentando la calidad y multiplicación del número de nuestros cocodrilos. Por estas razones el objetivo de este trabajo es presentar los resultados obtenidos durante 11 años en el zoológico de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata en cuanto a eventos y parámetros reproductivos del cocodrilo cubano que posibilite tener una base sólida biológica que con otras medidas como la protección de su hábitat y los estudios poblacionales pertinentes permitan la conservación de una especie promisorio de la fauna silvestre cubana y en peligro de extinción y así poder hacer un aprovechamiento sostenible de este recurso renovable.

Materiales y Métodos

Este estudio se realizó en la zoológico de Cocodrilos de la Ciénaga de Zapata, Provincia de Matanzas, Cuba que tiene una extensión de 13 Ha. Los animales reproductores bajo este estudio procedieron de una selección a través de 6 años de la primera generación del plantel fundador del *C. rhombifer* en este zoológico en 1974, que fueron ubicados en un encierro que tiene una forma variada y de aproximadamente .0.6 Ha, con una proporción de tierra – agua de un 40 a un 60% y con un espacio vital de 40 m² por animal. Estos encierros tienen árboles y vegetación densa para facilitar la sombra y otras áreas que le permitan el asoleamiento. El sistema reproducción fue grupal con un coeficiente sexual de un macho por dos hembras con monta directa. Los animales son alimentados una vez por semana con desperdicios de la matanza de ganado vacuno y pescado fresco en una proporción de un 7 % de su peso corporal.

Durante 11 años, en estos encierros de reproducción, se observaron casi diariamente desde las 7 a.m. a la 7 p.m., entre los meses de Octubre a Julio, los diferentes eventos reproductivos; territorialidad, cortejo, cópula anotándose los diferentes datos de los anteriores aspectos. La observación de la ovoposición fue compleja ya que fundamentalmente es nocturna a pesar de estos se observaron más de 200 ovoposiciones.

Los huevos fueron recolectados diariamente en horas tempranas de la mañana tomándose los siguientes datos: No del coral, No de hembra, talla de la hembra, hora de colecta de los huevos y si estos tienen mácula o no, características del nido (medida de los diámetros y profundidad del nido). En el primer año de incorporación de las hembras F1 se recolectaron 33 nidos (53% de la puesta anual), después de las 4 horas de puesta y de cada nido se tomaron el 50% de los huevos totales (331 huevos) a estos huevos se midieron el largo y ancho con un pie de rey y se pesaron con una balanza digital, determinándose el índice morfológico (ancho/largo) de los mismos. Se determinaron las relaciones (coeficiente de regresión) de estas relaciones con la longitud y el peso de la hembra y el número de huevos por hembras.

El método de incubación que se utilizó es una réplica de las condiciones donde se desarrolla la incubación natural, enterrándose en la turba de 10 a 15 cm y

construyendo sobre él un montículo de unos 30 cm de altura, se tomó el tiempo de incubación. Se calcularon el total de nidos por meses (decenas) y por años además se estimó las veces que estas hembras F1 nidificaron en los 11 años por cada año de incorporación a la reproducción se determinaron los valores reproductivos anuales y totales como son: apareamiento efectivo (es el porcentaje de hembras fertilizadas del total de hembras aptas reproductivamente), porcentaje de natalidad (en base de huevos totales), huevos promedio por hembra, cría por hembras aptas y por hembras fértiles.

Para conocer la significación de la nidificación anual se utilizó una prueba F. Y se comparó la nidificación entre los meses de Mayo y Junio anual por una prueba G y se le ajustó una recta de regresión. Los parámetros externos de los huevos fueron comparados con una prueba t con los resultados obtenidos por González (1975).

Resultados

Madurez sexual: De las 100 hembras seleccionadas de la primera generación nacidas en 1975 con una talla promedio de 190.61 ± 19.81 cm., el 62% de ellas comenzaron a reproducirse a los 6 años de edad (Largo total = 190.75 ± 9.40 cm.), el 36% a los 7 años (Largo total = 190.75 ± 9.22 cm.) y el 2% a los 3 años (Tabla 1). Estos resultados sugieren que los machos maduran a partir de los 6 años y con una longitud total promedio de 197 ± 8.14 cm.

Territorialidad: los machos existentes en el zoológico de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata son poligínicos y territoriales, acentuándose la territorialidad en la época de reproducción marcando un territorio donde si otro macho penetra tratan de alejarlo tomando diferentes posiciones que demuestren su dominancia como es la elevación de la cabeza y el tronco y la cola arqueado que dando parte de ella fuera del agua. En esta posición comienza a temblar todo su cuerpo y a veces se percibe un olor fuerte a almizcle. En tierra eleva su cuerpo, parándose en sus extremidades, moviendo la cola a ambos lados y emitiendo un sonido característico. Otra demostración es la elevación de su cabeza dejándola caer sobre el agua abriendo y cerrando rápidamente sus mandíbulas dos o tres veces seguidas produciendo un sonido alto. Después de estas demostraciones los machos subordinados son perseguidos hasta fuera del territorio marcado. Por lo general las peleas son rápidas, no siendo los daños grandes si el otro huye. En pocas ocasiones pueden ser mutiladas las mandíbulas completamente y hasta provocarle la muerte.

Cortejo y Copula: se extiende desde Febrero hasta Abril. El juego amoroso comienza cuando el macho emite sonidos y olores. La hembra receptiva se acerca al macho y nada alrededor de él, pasándole su mandíbula por la parte dorsal del cuerpo y el maxilar del mismo durando entre 5 y 10 minutos, la hembra se pone delante del macho y este se le sube encima que por lo general siempre la sumerge, la entrelaza con sus extremidades y cola girando hasta que queden sus cloacas juntas penetrando el pene. El tiempo de duración es muy variable ya que depende de sus tamaños y varía entre 5 y 15 minutos, La eyaculación parece ser rápida.

Nidificación: transcurre desde la mitad de Abril a principios de Agosto cuando comienza la época de lluvia y se realiza en horas nocturnas fundamentalmente en la madrugada (70%). En cautiverio la hembra desarrolla hábitos de conducta semejantes a los que presenta en su medio en lo relativo en la selección del lugar de puesta y lugar del nido, recogiendo ramas, hojas y todo el material alrededor del lugar escogido que puede durar hasta 15 días. La forma del nido es de montículo pudiendo llegar hasta 1 m de altura, 1 m de base y 2.70 de diámetro menor. La cámara donde deposita los huevos tiene un diámetro mayor de $20.95 \text{ cm} \pm 4.43 \text{ cm}$ y

un diámetro menor de $14.25 \text{ cm} \pm 3.29 \text{ cm}$. La altura de la misma es de $23.26 \text{ cm} \pm 4.4 \text{ cm}$ y del tope del nido a los huevos $12.25 \pm 1.75 \text{ cm}$. (Fig. 2) La nidificación se desarrolla en 3 fases:

1. **Fase de excavación:** en esta fase la hembra excava con sus extremidades posteriores un orificio con los parámetros mencionados anteriormente, quedando la cloaca del animal en relación directa con el hoyo recién abierto e introduciendo sus extremidades exteriores en él, formando una canal por donde se deslizarán los huevos posteriormente. En este momento se observan contracciones abdominales. (Fig. 1 y 2). Esta fase puede durar hasta 40 minutos.
2. **Fase de ovoposición:** comienza con la salida por la cloaca de una sustancia gelatinosa denominada glea y expulsando los huevos a intervalos. No hay estudio de la función de esta sustancia, aunque se piensa que juega un papel importante en la protección química de los huevos en los primeras horas de la puesta aislándolo de posibles gérmenes patógenos, así como el mantenimiento y la manutención de la humedad y temperatura requeridas para las primeras horas de incubación (González, 1977). En esta fase la hembra es dócil. (Fig. 3 y 4) y puede durar hasta 75 minutos.
3. **Fase de recubrimiento:** la hembra saca sus extremidades posteriores perdiendo los huevos sus posiciones iniciales dentro del nido y con movimientos de todas sus extremidades recoge todo el material alrededor del nido, cubriendo de nuevo el montículo (Fig. 5). La duración de esta fase fue muy variable. A partir de esta fase la hembra presenta una gran agresividad.

Nidificación

Se observó que de las hembras que se incorporaron a la reproducción a los 6 años de edad nidificaron el 17.74% en todos los años de estudio. Las hembras que comenzaron a reproducirse a los 7 años el 5.56% de ellas lo hicieron en los 11 años de estudio. En los años 1987 y 1989 nidificaron el 100% de las hembras. El promedio de veces que nidificaron para toda las hembras fue de 7 (64%) lo que indica que en este tiempo el comportamiento de nidificación fue casi bianual (Tabla.1).

El total de nidos en los 11 años de estudio fue de 918 y se observó que la mayor actividad de ovoposición fue en los meses de Mayo y Junio con 379 y 511 nidos respectivamente (Fig.6) y entre estos dos meses la mayor cantidad de nidos registrados fue en la última decena de Mayo y la primera de Junio (Fig.7). En los años 1988 y 1990 hubo una disminución en el número de nidos con 57 y 69 respectivamente en que hubo intensas lluvias.

Al ajustar una línea de regresión a la distribución de nidos por años en el mes de Mayo se encontró que el coeficiente de determinación fue de 0.49, la ecuación $Y=72.16-5.12X$, el coeficiente de regresión $b=-5.12 \pm 1.74$ (Fig.8). Se encontró en la nidificación anual una diferencia significativa entre años ($F=8.662$).

Al comparar la nidificación entre Mayo y Junio por años también se encontró diferencia significativa ($G=231.77, p>0.05$), observándose un desplazamiento de una mayor actividad de nidificación de Mayo a Junio a partir del año 1986. (Tabla.2).

Parámetros reproductivos anuales:

Las 100 hembras reproductoras (F1) produjeron 16475 huevos en los 11 años de estudio, teniendo un mínimo de 948 huevos en 1988 y un máximo de 1886 en 1982 con una media anual de 18.63 huevos ($16.03-21.74$ huevos). La cantidad de huevos

por hembras en su primera puesta vario entre 2 y 33. La fertilidad media fue de 98.81% con un 97.28 en 1987 y 99.72 en 1991. La natalidad vario de un 18.16% a 69.92% con promedio anual de 54.31%. El apareamiento efectivo anual se comporto desde un 62% a 100% con un promedio de 83.45%. Estos valores reproductivos permitieron calcular que por cada hembra reproductivamente apta se obtuvieron como promedio anual 8.13 crías ($1.75-11.46$) mientras que cada madre fertilizada produjo como promedio anual de 9.75 crías ($3.07-12.46$) (Tabla.3)

Todos estos parámetros reproductivos fueron afectados por los años 1988 y 1990 a excepción de la fertilidad por lo que cuando se excluyen esos valores para esos años aumentan. (Tabla.3) Esta afectación incide en la comparación anual de los mismos siendo significativos para el apareamiento efectivo ($G=20.37, p<0.01$), la natalidad ($G=31.04, p<0.01$), huevos promedio por hembra ($F=0.984, p<0.001$), crías por hembras aptas ($F=0.459, p<0.001$) y las crías por hembra fértil ($F=1.71, p<0.001$) (Tabla.4) pero cuando se excluyen los años de 1988 y 90 todos estos valores reproductivos no presentaron diferencia significativa anualmente. (tabla. 4)

Biometría externa del huevo:

El largo promedio de los huevos fue de $79.50 \pm 3.92 \text{ mm}$, el ancho de $43.8 \pm 2.4 \text{ mm}$, el índice morfológico de 0.55 ± 0.04 que fue el parámetro más variable ($C.V=7.43\%$) y el peso fue de $99.82 \pm 5.44 \text{ gr}$. (Tabla.5). Al compararse estos resultados con los valores obtenidos por González (1975) en *C. rhombifer* en este mismo zoológico se encontró diferencia significativa para el peso de los huevos ($t=2.93, p<0.01$), para el ancho ($t=4.18, p<0.001$), y ligeramente para el índice morfológico ($t=2.00, p<0.05$). No se observó diferencia significativa para el largo del huevo (Tabla.4).

Relaciones del largo total y peso de la hembra con el número de huevos y los parámetros externos de los huevos y entre ellos (Tabla. 5).

Se encontró una correlación negativa entre el largo de la hembra y el ancho de los huevos ($r=-0.83$), con el índice morfológico ($r=-0.53$). Además esta correlacionado positivamente con el peso corporal de la hembra ($r=0.99$) y con el número de huevos ($r=0.41$). El peso corporal también se correlaciono negativamente con el ancho ($r=-0.87$) y con el índice morfológico ($r=-0.57$) y positivamente con el número de huevos ($r=0.35$).

El largo de los huevos solamente se correlaciono positivamente con el peso del huevo ($r=0.42$) y negativamente con el índice morfológico ($r=-0.68$) y con el número de huevos ($r=-0.53$), así mismo se encontró una correlación positiva del ancho con el índice de los huevos ($r=0.75$). Este índice tuvo una correlación positiva con el número de huevos ($r=0.22$).

Discusión:

El ciclo reproductivo del cocodrilo cubano transcurre desde Febrero a principios de Septiembre: cortejo y copula es de Febrero a Abril, la ovoposición de Mayo a Julio y la eclosión de Agosto a principios de Septiembre lo que afirma el carácter cíclico, monoestral, estacional y poliovarial en su reproducción.

Los cocodrilos cubanos tanto los machos como la hembra de primera generación alcanzan la madurez sexual a partir de los 6 años y con una talla de más de 180cm. La época reproductiva se extiende desde Febrero hasta septiembre en la cual el cocodrilo cubano tiene una gran actividad dependiendo de la variación estacional de temperatura y precipitaciones comenzando la ovoposición al inicio de las lluvias parecido a las de *C. moreletii* (Casas-Andreu y col. 1991). El comportamiento

reproductivo de *C. rhombifer* es muy similar a los de otras especies de cocodrilidos (Garrick y Lang 1977, Garrick y col. 1978, Huerta 1986, Thorbjarnarsos 1993). Los machos de *C. rhombifer* presentan una gran territorialidad en la temporada reproductiva desplegando una serie de demostraciones como la cola arqueada, la cabeza emergida y golpes de ella contra el agua que coinciden con las que realizan otras especies de cocodrilos (*C. acutus*, Ramos 1978; *C. palustris*, Whitaker y Whitaker 1984) pero estas demostraciones son simultanea con sonidos vocales parecidas a las reportada para el cocodrilo del Orinoco (Thorbjarnason 1993) y emisión de olores por las glándulas almizclales. Estas demostraciones nos sugieren que el cocodrilo cubano la realiza para establecer su territorio y como atracción de las hembras para la cópula. Mis observaciones de las fases de la nidificación y el cuidado parental de la hembra *C. rhombifer* coincide con las descritas por González (1975) donde en la fase de ovoposición es dócil permitiendo que se le acerque pero en la fase de recubrimiento es altamente agresiva que la mantiene hasta un tiempo después de la eclosión. He podido observar que cuando los neonatos emiten sonidos cerca de machos adultos, estos son capaces de atacar al intruso que los tenga.

Los nidos del *C. rhombifer* observados fueron del tipo montículo lo que no coincide con lo señalado por Varona (1966, 1986) y fueron iguales a los nidos encontrados de hembras silvestre. Las dimensiones de los mismos depende del tamaño de la hembra y de la cantidad de sustrato disponible.

La mayor actividad de ovoposición coincide con las encontradas por González (1975) y Varona (1986) en los meses de Mayo (última decena) y Junio (primera decena) cuando comienzan las lluvias y la temperatura promedio del aire empiezan a incrementarse lo que parece indicar una respuesta reproductivas a la luz, lluvia y temperatura ambiental como ocurre en otros cocodrilidos (Ferguson 1985, Huerta 1986, Casas-Andreu y col. 1991), por lo que es necesario correlacionar estos factores climáticos con los reproductivos. También se noto un desplazamiento de la actividad de nidificación de Mayo a Junio a partir del año 1986 pero no se puede hacer un análisis debido a la ausencia de datos climáticos.

En la nidificación se observa que existió una variabilidad en la frecuencia de puesta sugiriendo que como promedio fue casi bianual (7 veces en 11 años para un 64%), o sea, que estas hembras F1 fallaron al menos una vez en este estudio.

La cifra de apareamientos efectivos como promedio de una granja donde se mantenga un control de parentales debe ser de un 70% (Ulloa 1996). En nuestro caso se observo que este parámetro es alto (promedio de 83.45%), como la fertilidad encontrada (promedio=98.81%) fue más alta que la hallada por González (1975) de 89% en el *C. rhombifer*. Esta diferencia podía ser debido a que en la muestra tomada por González fue pequeña y desconocía el origen (silvestre o no) y la edad de los reproductores, densidad y proporción sexual, factores que entre otros afectan los parámetros reproductivos.

Una granja de cocodrilos tiene una buena eficiencia reproductiva cuando obtiene más de 7 crías por hembra apta (Godwin 1982) por lo que podemos considerar que el encierro de estudio fue eficiente reproductivamente (8.13 crías). El principal problema encontrado en el estudio y para todo el zoocriadero fue la alta mortalidad embrionaria temprana (40.2%) y tardía (4.3%). Los factores que inciden fundamentalmente en ello, es el método de incubación (temperatura, humedad y oxígeno), competencia por el alimento entre machos y hembras que pueden causar deficiencias nutricionales en ellas, deficiencia en la alimentación y la calidad del

mismo. Todos los valores reproductivos fueron afectados en los años 1988 y 1990 por causas de intensas lluvias a excepción de la fertilidad.

El promedio de huevos por hembra se mantuvo estable en los 11 años (18.72 huevos), posiblemente el factor que influyo para que no aumentara el número de huevos fue la calidad, cantidad y frecuencia de comida lo que incrementa la competencia por el alimento entre machos y hembras haciendo que los primeros crezcan más y con los años se acentúan esta situación provocando retraso en el crecimiento y deficiencias nutricionales en las hembras.

Los resultados de correlación parecen indicar que con el aumento del largo de la hembra que inician aumenta el número de huevos y disminuye el ancho de los huevos haciéndose menos esféricos, o sea, que son más alargado lo que difiere con los resultados de González (1975) que encontró que a medida que aumentaba el tamaño de las hembras los huevos se hacían más esféricos. Este resultado puede ser válido con la edad de la hembra, por ello es necesario seguir una secuencia de datos de estos parámetros por años y poder como influyen en la calidad del huevo y poder determinar índices de selección para mejorar la calidad de los cocodrilos.

Bibliografía:

1. Barbour, Thomas y Charles. T. Ramsden. 1919. *The herpetology of Cuba. Mem. Mus. Comp. Zool. Cambridge, Vol. 47, No. 2* pp 69-213.
2. Casas-Andreu, G; J.F. Iracheta y H. Saracho. 1991. *Anidación de Crocodylus moreletii en cautiverio en Tabasco, Mexico. Memorias de la 1ra Reunión regional del CFG. Santa Marta, Colombia. 118 - 133 pp.*
3. Casas-Andreu, GB, G. Barrios-Quiroz 1997. *Nuevos aportes a la anidación (1990 - 1993) de Crocodylus moreletii. 4ta Reunion regional del CGS, Villahermosa, Tabasco, Mexico 21 - 25 pp.*
4. Cocteau, J, 1843 "Historia física, política y natural de la Isla de Cuba". Segunda parte. Tomo I V. Reptiles 255 pp.
5. Cuvier, E. L. 1807. *Sur le differentes especes de cocodililanos vivants et sur chararacters distinctifs. Ann. Mus. His. Nat. Paris, 10:8 - 66.*
6. Ferguson, MWJ 1985. *The reproductive biology and embryology of the crocodilians. In C. Gans, F. S. Billet, and P. F. A. Maderson (eds), Biology of the Reptilia, Vol. 14, 330 - 491 pp. John Wiley and Sons, New York.*
7. Garrick, I., and J. Lang. 1967. *Social signals and behavior of adult alligators and crocodiles. Amer. Zool. 17: 225 - 239 pp.*
8. _____, _____, and H. A. Herzog. 1978. *Social signals of adult American alligators. Bull. Mus. Nat. Hist. 160: 155 - 192 pp.*
9. González F. M. Y Sotolongo, A. 1972. *Estudio preliminar de la explotación de cocodrilos en Cuba (Informe a las instancias superiores del gobierno). 21 p.*
10. González F. M. 1975. *Indicadores del comportamiento de las hembras. Biométricos, estructurales y de desarrollo de los huevos en el cocodrilo cubano C. rhombifer, Cuvier) por el tiempo de puesta en condiciones de cautiverio en Cuba. Tesis Candidato a Doctor en Ciencias Biológicas.*
11. Godwin, F., and P. Cardeilhac. 1982. *Problems with low reproductive efficiency in captive alligators. Proc. First Alligators Prod. Conf., Gainesville, FL. 65 - 70 pp.*

12. Gundlach, J. 1880. *Contribución a la Hepertología cubana*. Imprenta G. Montiel y Cía. La Habana, 99 pp.
13. Humboldt, A. 1807. "Ensayo Político sobre la Isla de Cuba". Imprenta de D. V. Oliva, 364 pág. (1840).
14. Ramos R., Díaz, S. Laiz O. R. Y González, F-M. 1978. *Consideraciones acerca del crecimiento del cocodrilo cubano (C. rhombifer, Cuvier), hasta los cuatro años de edad en el criadero de la Ciénaga de Zapata*. 1er Foro Acuicultura.
15. Ramos R. 1987. *Manejo y aprovechamiento racional del cocodrilo cubano (C. rhombifer, Cuvier). Informe Taller estrategia para el manejo y aprovechamiento del Capibara, Caimán y Tortugas de agua dulce*. Brasil.
16. Ramos, Roberto, V. de Buffrenil y J. P. Ross. 1994. *Currents status of the Cuban Cocodrile, C. rhombifer, in the Wild*. In *Proceedings of the 12th Working of the CSG, IUCN*. Vol. 1.: 113-140.
17. Ramos, R 1999. *Los Cocodrilos de la Ciénaga de Zapata, Matanzas Cuba - 1er Encuentro Iberoamericano de Biodiversidad*.
18. Rodríguez, Roberto., Ramos, R. Mc Mahan, W y J. P. Ross. 1996. *Reintroducción del cocodrilo cubano en la Isla de la Juventud*. Newsletter Vol. 15 No.3 pp. 10-11
19. Thorbjarnarson, J. B. and G. Hernández. 1993. *Reproductive ecology of the Orinoco crocodile ecology and clutch relationship*. J. Herpetol. 27:363 - 370 pp.
20. _____ 1996. *Reproductive charecteristics of the Order Crocodylia*. Hepertologica, 52(1).
21. Ulloa, G 1997. *Aspectos Generales de la Zoocria de Crocodylia en Colombia*. Memorias de la 13 Reunión del CSG de la UINC, 7 - 31 pp. G., J. F. Iracheta y H. Saracho 1993. *Anidación de Cocodrylus moreletti en cautiverio en Tabasco, México I Reunión Regional del CSG*, 118 - 133 pp Santa Martha Colombia
22. Varona, L. S. 1966. *Notas sobre los crocodilidos de Cuba, y descripción de una nueva especie del pleistoceno*. Poeyana. Serie A. No. 16: 1-34.
23. Withaker, R. H., and Z. Withaker. 1984. *Reproductive biology of the mugger (Crocodylus palutris)*. J. Bombay Nat. Hist. Soc. 81:297 - 317 pp.

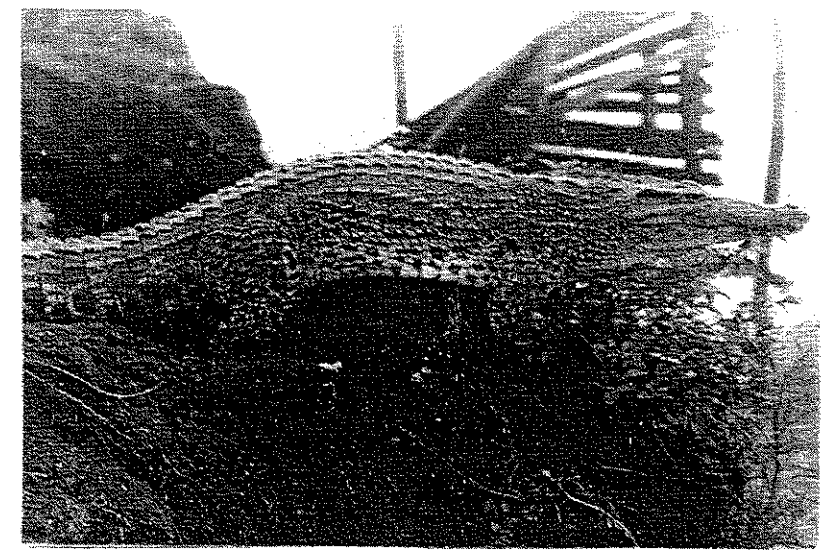


Fig. 1. Comienzo de la Fase de Excavación.

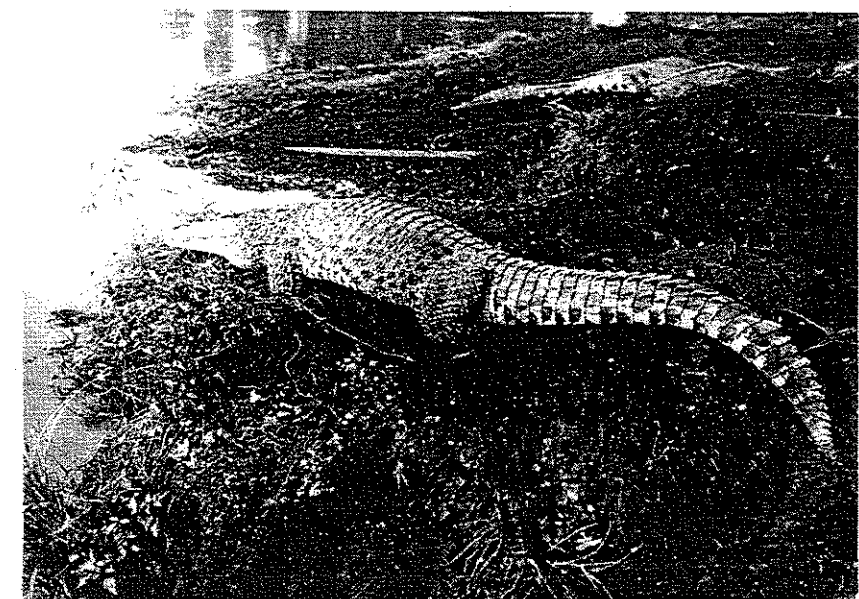


Fig. 2. Terminación de la Fase de Excavación.

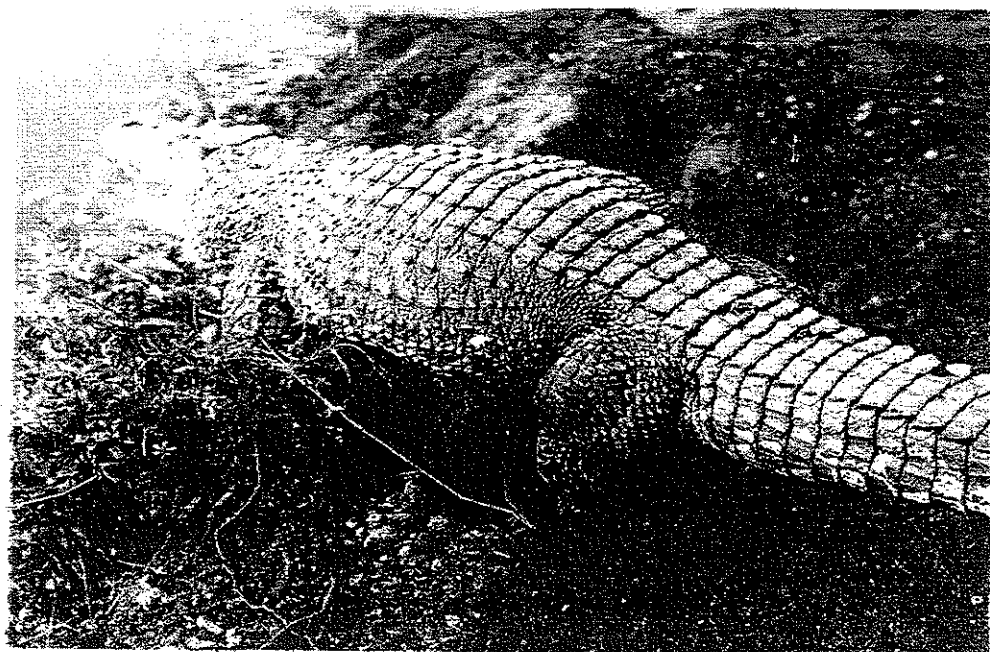


Fig 3. Comienzo de la Fase de Ovoposición.

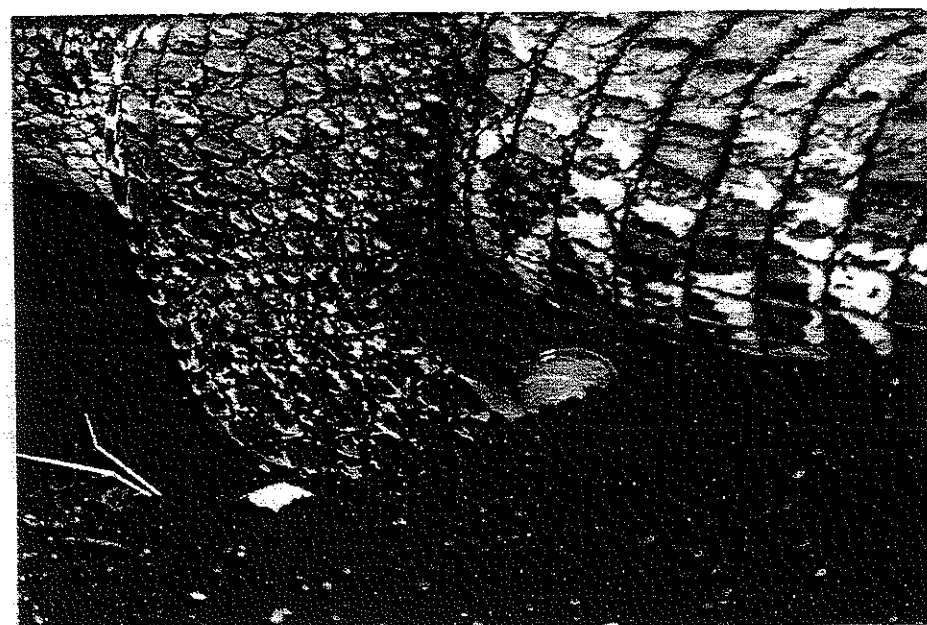


Fig. 4. Terminación de la Fase de Ovoposición.

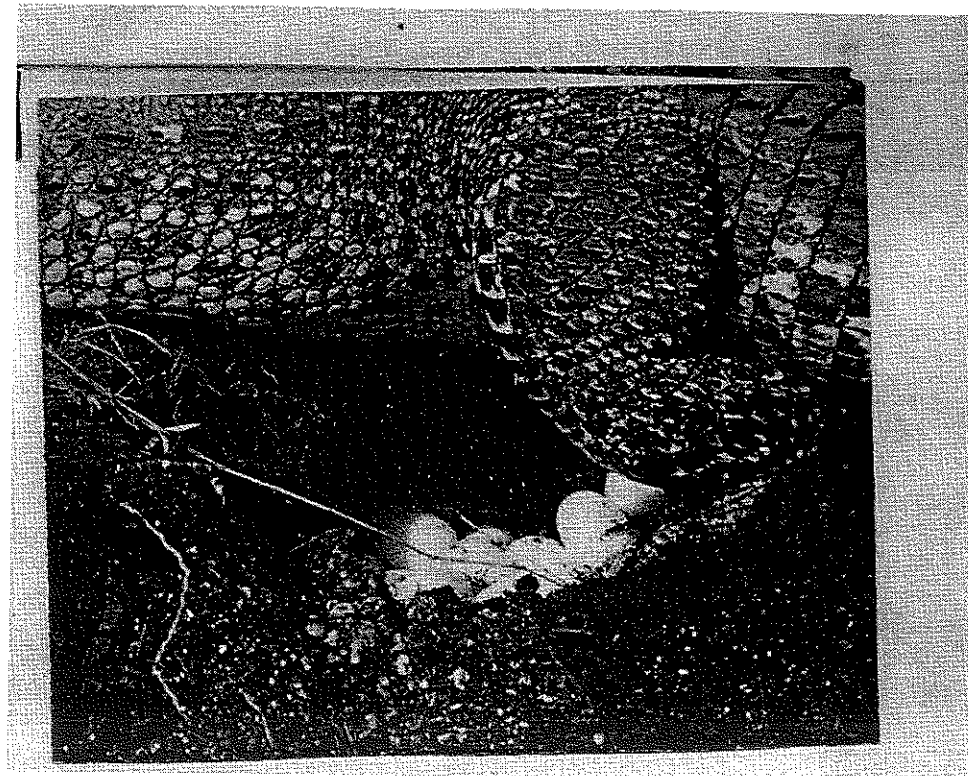


Fig. 5. Fase de Recubrimiento.

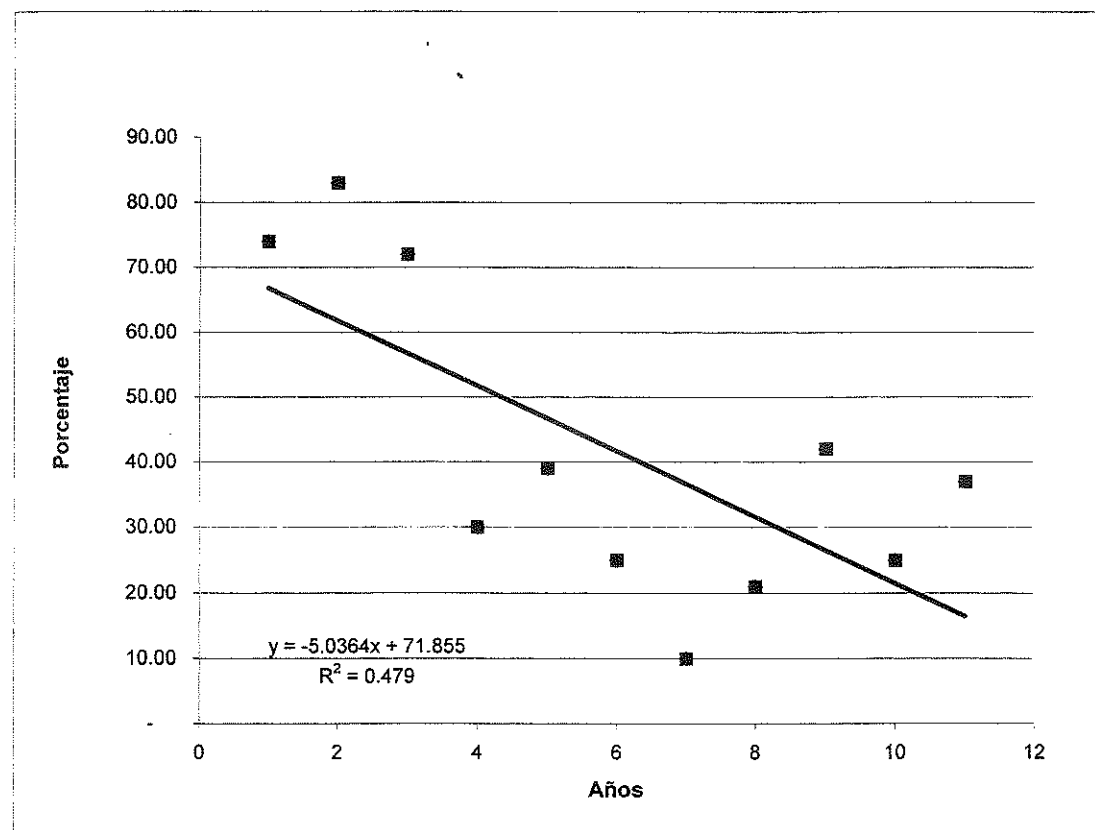


Fig. 8. Frecuencia de nidos anuales en el mes de Mayo.

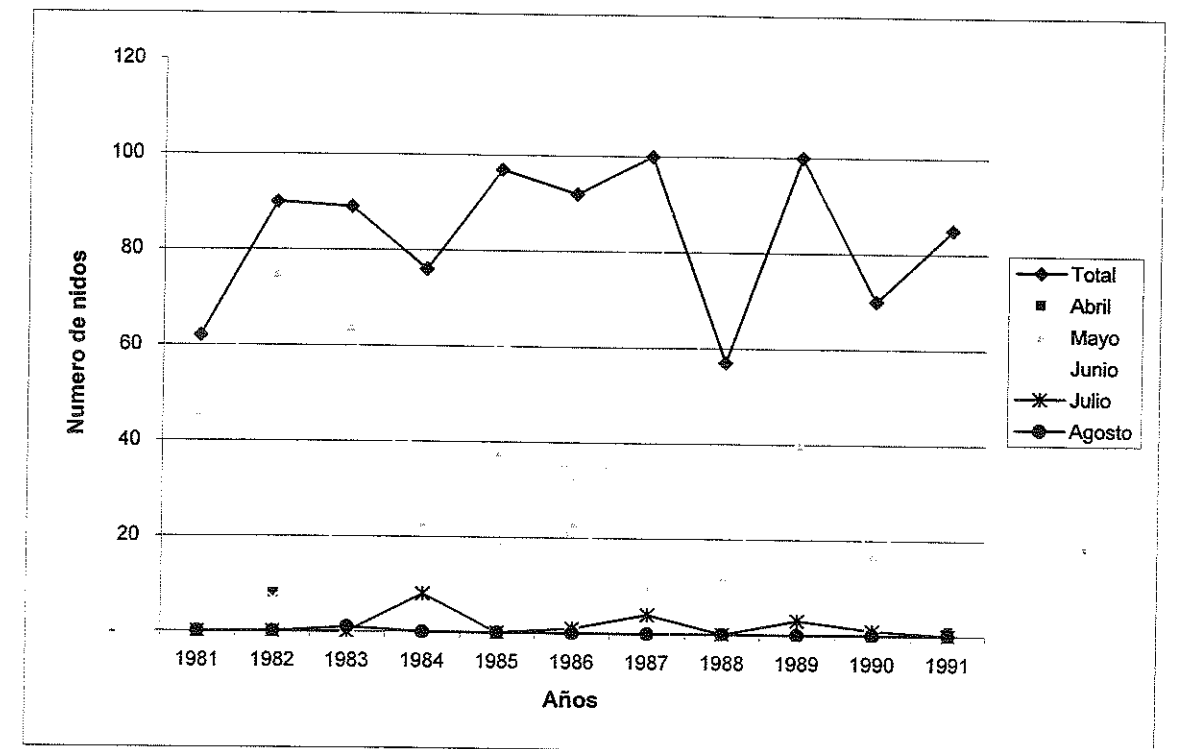


Fig. 6. Numero de nidos mensuales por años y totales.

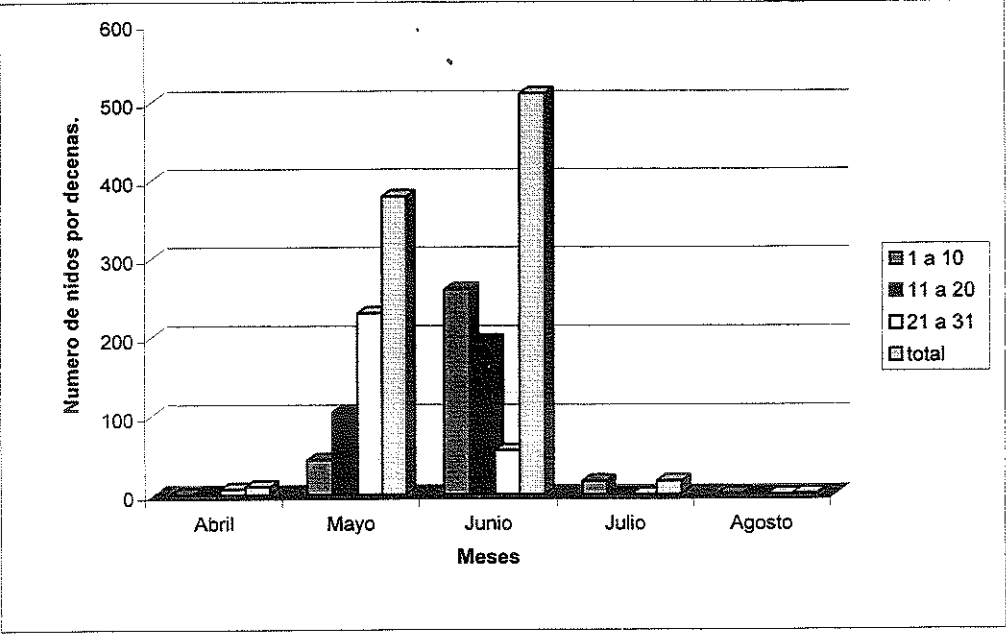


Fig. 7. Numero de nidos por decenas mensuales en 11 años de estudio.

Tabla 1. Incorporación de hembras de 1ra generación (F1) a los eventos reproductivos a partir de los 6 años de edad en los 3 primeros años. Frecuencia que nidificaron en once años de estudio en cada año de incorporación.

Incorporación (año)	Cantidad de hembras incorporadas	Frecuencia de nidificación anual por años de hembras incorporadas.										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	62		1.61	6.45		8.06	22.58	17.74	11.29	17.74	9.68	17.74
2	36	2.78		5.56	22.22	8.33	25	11.11	13.39	2.78	5.56	
3	2							2				

Tabla 2. Frecuencia de nidificación anual en el mes de Mayo y Junio.

Año	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	Total
Abril		8	1								1	10
Mayo	46	75	64	23	38	23	10	12	40	17	31	* 379
Junio	16	7	24	44	59	68	86	45	57	52	53	* 511
Julio				8		1	4		3	1		17
Agosto				1								1
G= 231.77 p<0.01 gI=10												918

Tabla 3. Valores reproductivos anuales (Apareamiento efectivo, Fertilidad, Natalidad, Huevo promedio por hembra, Crias por hembras aptas y Crias por hembras fértiles).

Año-Valor.R	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	Promedio	Promedio*
Apar.efec.(%)	62	90	89	76	97	92	100	57	100	70	85	83.5%	87.88%
Fertilidad(%)	1.21	1.11	1.12	1.31	1.11	1.4	2.72	1.16	0.4	1.54	0.28	1.19%	1.16
Natalidad(%)	50.3	55.04	61.72	54.72	59.8	69.92	55.01	18.46	60.92	31.9	56.97	54%	58.65%
Huevos/hemb	20.2	21.74	19.02	16.03	18.96	18.56	18.16	20.33	18.66	19	17.99	18.63%	18.72
Crias/H.apta	5.83	10.38	10.45	6.26	10.89	11.46	9.71	1.75	10.9	3.85	8.09	813%	10.48
Crias/H.fértil	9.4	11.53	11.74	8.24	11.13	12.46	9.71	3.07	10.9	5.5	9.52	975%	10.6

* Es el promedio de los valores reproductivos anuales excluyendo los años 1988 y 1990.

TRABAJO DE DESARROLLO

TITULO: REPRODUCCION EN CAUTIVERIO DE *CROCODRILUS ACUTUS* EN MANZANILLO.

PROVINCIA GRANMA, CUBA

AUTOR: LIC. FONSECA SANZ RAUL NORBERTO,
DR. BENAVIDES CALVO ROMARICO RODRIGO.

AÑO 1999

INTRODUCCION

La reproducción: proceso fisiológico importante en todos los seres vivos y elemento determinante en la continuidad de las especies se estudia con detenimiento; con el objetivo de preservarlos, se realizan crianzas en cautiverio donde se facilita el manejo para la reproducción y con ello su aumento. Un ejemplo lo constituye el cocodrilo americano, el que por la actividad intensa del hombre ha sufrido mermas con tendencia a su extinción.

La crianza del cocodrilo en cautiverio realizada a todo lo largo y ancho del país se propone metas cada vez superiores dado a la necesidad de conservarlos y garantizar el equilibrio ecológico; de ahí la necesidad de continuar el perfeccionamiento del trabajo en los criaderos.

No satisfechos con los resultados alcanzados hemos decidido incursionar en el tema a través del estudio de toda la experiencia acumulada tanto nacional como internacionalmente. Muchas han sido las investigaciones realizadas en torno a esta problemática, las que nos han servido para ampliar el campo de conocimientos en esta línea de trabajo; así por ejemplo podemos citar los trabajos realizados por Jenkins, R.W.G. 1994 "Conservation Benefits of Captive Breeding". Proceedings 12th Working Meeting Crocodile Specialist Group". S.S.C./IUCN Pattaya, Thailand; este grupo de especialistas se ha dedicado a promocionar el uso comercial de especies de cocodrilos a través de la cría en cautiverio y han tenido éxitos porque han contribuido a beneficiar la conservación de este valioso recurso natural silvestre.

Por su parte Kushland y Mazzotti 1989 definieron tres grupos de edades para el cocodrilo *acutus* en vida libre: eclosionados, juveniles y adultos, demostrando que en este medio hay más población eclosionada que adulta. Lever, J. 1994 en Captive Breeding and Conservation Allies or Enemies. Proceeding 12th Working Meeting Crocodile Specialist Group. S.S.C./IUCN Pattaya, Thailand plantea que la conservación puede ser compatible con su cría en cautiverio, es decir que concede una extraordinaria importancia a esta labor por cuanto permite la conservación de estas especies. Sin embargo, un trabajo más profundo y con mayores dimensiones en cuanto a su contenido lo realiza H. R. Kelly 1994 en A Comparison Between the Breeding Results of Captive and Wild Nile Crocodiles and the Conservation Merits of Closed Cycle Breeding in South Africa 1994 Proceedings 12th Working Meeting Crocodile Specialist Group S.S.C./IUCN Pattaya, Thailand. Este autor documentó, comparó y evaluó los resultados de la cría en cautiverio con los de vida libre en Sudáfrica, indicando los méritos conservacionistas de la cría en ciclo cerrado.

Un estudio más cercano a nuestra experiencia lo realiza Roberto Ramos 1997 en manejo en cautiverio del cocodrilo cubano: *Cocodrilus Rhombifer* en el zoológico de la Ciénaga de Zapata, Cuba. 4ta reunión grupo especialistas cocodrilo América Latina y el Caribe, Villa Hermosa, México, quien realizó un amplio estudio sobre la alimentación y la reproducción de esta especie, dando a conocer el desarrollo alcanzado a través de los índices de crecimiento manifestados en las muestras tomadas.

Como se puede apreciar, a pesar de todas las investigaciones realizadas y el reporte de estas para el conocimiento científico en esta materia, el tema no ha sido agotado; pues mucho nos queda por conocer sobre estas especies en sentido general y la reproducción de forma particular. Es por ello que nos proponemos en este trabajo determinar las regulaciones más significativas que se dan durante el proceso de reproducción del cocodrilo en el zoológico de Manzanillo; elementos que marcarán índices importantes en la actividad que realizamos.

MATERIALES Y METODOS

El zoológico de Cocodrilos de Manzanillo en la provincia Granma comenzó a operar en Junio de 1991 con un grupo de 500 juveniles de *Crocodylus acutus* nacidos en ese año y colectados en el momento de la eclosión, en áreas naturales de nidificación de la Ciénaga de Virama, el humedal costero más extenso del Oriente de Cuba. En enero de 1996 una selección compuesta por 248 hembras y 70 machos de ese primer grupo, con tallas por encima de 180 cm de longitud total, fue ubicada en un corral, recién construido de 5000 m² de superficie (15.7 m² por Cocodrilo, a una proporción de sexos de 3.5 hembras por 1 macho). Este corral dispone de un estanque central rectangular de 2 m de profundidad, 80 m de largo y 30 m de ancho, rodeado por un territorio de 10 m. A cada lado del terrario hay depósitos de arena de río de 1 m de profundidad, así como árboles y arbustos regularmente distribuidos.

Este grupo de Cocodrilos comenzó a realizar cortejos y apareamiento en 1997, pero sin resultados reproductivos. Entre Marzo y Abril de 1998, por primera vez 21 hembras (el 8.47 %) realizaron la construcción del nido y puesta de huevos. Para esa fecha la longitud total promedio de los Cocodrilos era de 225 cm y recibían una dieta de 2 a 3 Kg semanales de pescado fresco de mar y vísceras de res, a razón de 2 comidas semanales. La reproductora de menor talla fue de 2.08 cm y la mayor de 2.45 cm.

Antes de las 24 horas de 16 de esos nidos fueron trasladados a un área de incubación seminatural con sustrato de arena gruesa de material calcáreo, extraída de la localidad de procedencia de los Cocodrilos del corral dichos nidos se ubican a la misma profundidad que lo hizo la reproductora. Se dejaron 5 nidos intactos como testigo, cada 4 horas se midió la temperatura atmosférica y en la cámara de incubación de los nidos, mediante termómetros de suelo. Con el auxilio de una cinta métrica graduada en cm se midieron las dimensiones de los nidos (altura sobre el suelo, dimensiones horizontales en la superficie y profundidad de la cámara de incubación) distancia del nido al agua, al árbol o arbusto más cercano y entre nidos. Además se midió la longitud entre polos y diámetro en el ecuador de los huevos (mediante pie de rey) y su peso (pessola con rango de pesaje de 300 g y divisiones cada 10 g). Se revisó el contenido de los huevos no eclosionados para distinguir entre muerte embrionaria o infertilidad, se midieron y pesaron los neonatos y se elaboraron estadísticas descriptivas elementales para todos los parámetros medidos.

Para el período 1999 se realiza el manejo con dichos reproductores, con las mismas características del corral, solo que estos con mas edad y mas puestas (71 nidos) así como el suministro de igual dieta y frecuencias.

En este período se siguieron los mismos métodos solo que se dejaron más nidos testigos (31) sin embargo cuando se esperaba un porcentaje aceptable de nacimientos en los meses de mayo y junio fuertes lluvias inundaron dentro y fuera del corral produciéndose la muerte de los embriones. (Ver anexo 1)

A nuestro juicio tuvo posibilidades de nacer un 36.91 % de la fertilidad que fue un 61.35 % pues de 1545 huevos 948 eran fértiles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores evaluados en el proceso reproductivo en los periodos comprendidos de marzo de 1998 a julio de 1999.

Indicadores evaluados	Periodos	
	1998	1999
• Cantidad de nidos	21	71
• De ellos, fueron de montículo	4	1
• Periodo de puesta	Marzo 1 – Abril 12	Febrero 22 – Abril 17
• Periodo de eclosión	Mayo 20 – Junio 27	Mayo 13 – Julio 6
• Duración promedio del periodo de incubación	82 días	85 días
• Temperatura en la cámara de incubación:		
✓ Abril	28.8 °C	29.2 °C
✓ Mayo	32.0 °C	31.3 °C
• Anchura y longitud promedio de nidos en la superficie	25 – 30 cm	23 – 28 cm
• Profundidad promedio de cámara de incubación	29.7 cm	27 cm
• Distancia promedio de nidos al agua	6.60 m	6.47 m
• Distancia promedio de nidos al arbusto más cercano	1.29 m	1.22 m
• Distancia promedio entre nidos	5.7 m	1.8 m
• Total de huevos	362	1580
• Promedio de huevos por nidos	17.23	22
• Cantidad mínima y máxima de huevos por nidos	3 y 31	8 y 41
• Nidos exitosos (al menos 1 huevo eclosionado)	7 (33.3 %)	10 (14.1 %)
• Nacidos vivos	18 (15 % total fértil)	22 (23 %)
• Muertos al nacer	6	-
• Muertos prenatales	88 (25 % total huevos)	924 (59.8 %)
• En estadio embrionario temprano	77 (21.2 %)	574 (36.3 %)
• En estadio tardío	11 (3.0 %)	350 (22.1 %)
• Huevos infértiles	234 (66.2 % total huevos)	597 (37.8 %)
• Malformaciones congénitas	7	2
• Dimensiones promedio de los huevos	6.5 – 3.8 cm	6.7 – 3.9 cm
• Peso promedio de huevos	58 g	66.97 g
• Talla promedio de las crías largo total	22.5 cm	22.86 cm

7

• Peso promedio de las crías	32.3 g	37.95 g
• Porcentaje de fertilidad	33.7	61.3

En la siguiente tabla se comparan las dimensiones de huevos, talla y peso de neonatos de este estudio con muestreos aleatorios de 13 nidos eclosionados en 1997, en la misma localidad donde fueron colectados los recién reclutados reproductores del zoológico de Manzanillo.

Variable a comparar	1 ^{ra} puesta	2 ^{da} puesta	Nidos medio natural
Tamaño promedio de las nidadas	17.23	22	24.61
Promedio de huevos eclosionados por nido	0.86	0.096	15.3
Promedio de muertes prenatales por nido	4.19	13.01	6.20
Promedio de huevos infértiles por nido	11.14	8.40	2.50
Altura promedio del huevo (cm)	6.5	6.7	7.38
Anchura promedio del huevo (cm)	3.8	3.9	4.75
Largo total promedio del neonato (cm)	22.5	22.86	28.31
Peso promedio del neonato (g)	32.3	37.95	64.05

Regularidades determinadas durante el proceso reproductivo en los periodos 1998 – 1999

- Tendencia a la disminución de las dimensiones del nido (ancho, largo y profundidad).
- ✓ Ancho / largo 25/30 y 23/28
- ✓ Profundidad 29.7 – 27 cm
- Disminución de la distancia entre nidos
- ✓ De 5.7 – 1.8
- Aumento del promedio de huevos por nidos
- ✓ De 17.23 – 22
- Disminución en el porcentaje de nidos exitosos
- ✓ De 33.3 – 14.1
- Aumento del % de muertes prenatales
- ✓ De 25 – 58.4
- Aumento del peso promedio del huevo
- ✓ De 58 g – 67 g
- Aumento del peso promedio de las crías

Diferencia
2/2 cm
2 – 7 cm

3.9 m

4.77 huevos

19.2 %

33.4 %

9 g

8

- ✓ De 32.3 – 38 5.7 g
- Aumento del % de huevos fértiles
- ✓ De 33.7 – 61.3 27.6 %

**Comparación con el medio natural.
Diferencia con el año 1999.**

Indicadores	98	99	M. Natural	Diferencia
Tamaño promedio de la nidada (menores)	17.23	22	24.61	2.61 huevos
Huevos eclosionados por nidos (menor)	0.86	0.096	15.3	15.2 h/n
Dimensiones del huevo (menor)				
Alto	6.5	6.7	7.3	0.6 cm
Ancho	3.8	3.9	4.7	0.8 cm
Largo total y peso de los neonatos				
Largo	22.5	22.8	28.3	5.5 cm
Peso	32.3	38	64	26 g
Valor promedio de huevos infértiles/nidos (mayor)	11.14	8.40	2.50	5.9 huevos/nidos

Anexo 1. Comportamiento de temperaturas, precipitaciones y humedad relativa en los años 1998 – 1999

MESES	Temperatura 1998 - 1999	Precipitaciones 1998 - 1999	Humedad relativa % 1998 - 1999
Febrero	24.3 – 23.4	46.9 – 84.3	75 – 81
Marzo	24.6 – 24.5	99.6 – 18.8	79 – 83
Abril	26.1 – 26.8	2.5 – 8	77 – 78
Mayo	27.6 – 26.6	96.7 – 110.8	74 – 80
Junio	28.4 – 26.8	135.3 – 222.8	78 – 84

OBSERVACIONES GENERALES

Los huevos de los nidos dejados en el sustrato original de arena de río, no mostraron signos de descomposición química de la cáscara en el momento de la eclosión fue necesario asistirlos; los huevos incubados en arena traída de los sitios naturales de nidificación sufrieron un fuerte proceso de corrosión, con numerosas fracturas en la superficie.

En el período de reproducción del 1998 se presentaron temperaturas desacomodadamente frías (abril). Los nidos de mayor eclosión fueron los puestos tardíamente, que disfrutaron de temperaturas de incubación más estables alrededor de los 32 °C, no así los puestos tempranamente que permanecieron mas tiempo sometidos a temperaturas cercanas a los 28 °C coincidentemente el 87.5 % de las muertes embrionarias fueron tempranas. La temporada de puestas coincidió con la de la población silvestre de donde fueron extraídos estos cocodrilos.

CONCLUSIONES

Ya concluyendo nuestro trabajo podemos plantear que:

- La reproducción no es exitosa cuando se da en animales precoces, por la poca madurez de su organismo, huevos pequeños, infértiles, etc.
- La conformación del banco de arena debe tener condiciones favorables para que permita la nidificación en condiciones similares al medio natural.
- El hacimiento de los reproductores en el estanque influye negativamente en la reproducción.
- Necesidad de obra hidráulica para el control del nivel del agua en el canal.
- Los factores climstológicos como las temperaturas, las lluvias y las descargas eléctricas también influyen negativamente en el proceso reproductivo.

BIBLIOGRAFIA

- De la Osa, J. "Manejo y Reproducción de *Crocodylus acutus* en el zoológico de Colombia Reptiles LTDA durante el período 1998-1996". México, 1997. Pág. 70.
- H. R. Kelly. "A comparison between the breeding results of captive and wild Nile crocodiles and the conservation merits of closed cycle breeding in South Africa 1994". Thailand, 1994. Pág. 181-186.
- Jenkins, R. W. G. "Conservation benefits of captive breeding". Thailand 1994. Pág. 156-161.
- Kushland, J. A y F. J. Mazzotti. "Population biology of the American crocodile". Florida, EE.UU, 1989. Pág. 7-21.
- Lever, J. "Captive breeding and conservation allies or enemies". Thailand, 1994. Pág. 162 – 166.
- Ramos, R. "Manejo en cautiverio del cocodrilo cubano *Crocodylus Rhombifer* en el zoológico de la Ciénaga de Zapata, Cuba". Mexico, 1997, Pág. 145 – 149.

**Diferenciación entre *Crocodylus rhombifer* y
Crocodylus acutus mediante el patrón electroforético del
sistema esterásico**

Autores: Ada R. Chamizo Lara,* Roberto Ramos Fargarona,** Vicente Berovides Alvarez*** y Ada Camacho Pérez†

*Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

** Ministerio de la Industria Pesquera

*** Facultad de Biología, Universidad de La Habana

INTRODUCCIÓN

En la fauna herpetológica cubana existen dos especies de cocodrilos: *Crocodylus acutus* Cuvier, 1807 y *Crocodylus rhombifer* Cuvier, 1807, esta última endémica y con una distribución geográfica restringida a las Ciénagas de Zapata y de Lanier, pertenecientes a Matanzas e Isla de la Juventud respectivamente. Como resultado del cruzamiento interespecífico entre *C. rhombifer* y *C. acutus* aparecen individuos híbridos conocidos vulgarmente como "mixturados" los cuales resultan difíciles de diferenciar de sus progenitores basándonos solamente en sus características morfológicas externas. Resulta bien conocido la utilidad del empleo de marcadores moleculares en la determinación de individuos y especies, sobre todo en aquellos casos donde el gran parecido y solapamiento de caracteres morfológicos, dificulta la identificación inequívoca.

En la actualidad, han alcanzado un gran auge diferentes técnicas que emplean como marcador genético al ADN. Sin embargo, la electroforesis de proteínas, por ser relativamente simple y barata, y por permitir examinar un gran número de individuos, poblaciones y especies, continúa siendo muy utilizada con estos fines. El presente trabajo tiene como principal objetivo, la caracterización electroforética de las isoenzimas de *C. rhombifer* y *C. acutus* lo cual facilitaría con posterioridad, la caracterización del híbrido. En este sentido, también se pretende encontrar sistemas proteicos que puedan considerarse diagnósticos entre las dos especies de cocodrilos estudiados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de *C. rhombifer* fueron extraídas de 84 animales sacrificados para otros usos, los cuales procedían de la granja ubicada en la Ciénaga de Zapata, provincia de Matanzas. Las de *C. acutus* fueron tomadas de siete animales vivos procedentes de la granja de Playa Bailén, provincia de Pinar del Río. A éstos se les extrajo sangre por punción cardíaca y un pequeño fragmento de músculo de la cola. Por tanto, las isoenzimas, cuya mejor expresión en el gel tiene lugar en otros tejidos como los del corazón, riñón e hígado, no pudieron ser caracterizadas electroforéticamente para esta especie.

La talla de todos los ejemplares osciló entre 55 cm y un metro, y su promedio de edad entre uno y dos años.

Se siguió el procedimiento de rutina para la preparación de las muestras y se empleó el método de electroforesis horizontal en gel de almidón, según Smithies (1955).

Se establecieron las condiciones de corrida electroforética para 19 marcadores proteicos utilizando los sistemas de buffer que aparecen en la Tabla 1. Se probaron diferentes tejidos y los de mejores resultados se muestran en la Tabla 1. La variabilidad genética de *C. rhombifer* se calculó mediante los siguientes índices:

P: grado de polimorfismo $\frac{P}{n}$ No. de loci polimórficos
(% de loci polimórficos) No. de loci examinados

Ho: heterocigosidad observada $\frac{H_o}{N}$ No. de fenotipos heterocigóticos
No. total de fenotipos

Tabla 1. Sistemas de buffer y tejidos empleados para la corrida electroforética

SISTEMA PROTEICO	SISTEMA DE BUFFER	TEJIDO
SORBITOL DESHIDROGENASA (SDH)	—Harris y Hopkinson, 1976	—riñón
FOSFOHEXOSA ISOMERASA (PHI)	—Selander, 1971	—músculo
FOSFOGLUCOMUTASA (PGM)	—Ridgway y col., 1970	—músculo
DESHIDROGENASA LACTICA (LDH)	—Ridgway y col., 1970	—músculo
α GLICEROFOSFATO DESHIDROGENASA (α GPD)	—Ridgway y col., 1970	—riñón
FOSFATASA ACIDA (AcP)	—Britton-Davidian, 1979	—músculo
ENZIMA MALICA (Me)	—Selander, 1971	—corazón
DESHIDROGENASA MALICA (MDH)	—Selander, 1971	—riñón, músculo
ISOCITRATO DESHIDROGENASA (IDH)	—Clayton y Tretiak, 1972	—músculo
6 FOSFOGLUCONATO DESHIDROGENASA (6PGD)	—Selander, 1971	—músculo
XANTINA DESHIDROGENASA (XDH)	—Clayton y Tretiak, 1972	—hígado
GLUCOSA 6 FOSFATO DESHIDROGENASA (G6PD)	—Selander, 1971	—músculo
PEPTIDASA (Pep.)	—Selander, 1971	—riñón
ESTERASAS (Est.)	—Clayton y Tretiak, 1972	—hígado
GLUTAMATO DESHIDROGENASA (GDH)	—Selander, 1971	—músculo, hígado
ALCOHOL DESHIDROGENASA (ADH)	—Selander, 1971	—hígado, riñón
PROTEINAS TOTALES (PT)	—Clayton y Tretiak, 1972	—músculo
SUPERÓXIDO DISMUTASA (SOD)	—Ridgway y col., 1970	—músculo
ASPARATO AMINO TRANSFERASA (AAT)	—Ridgway y col., 1970	—hígado
	—Clayton y Tretiak, 1972	—hígado
	—Selander, 1971	—músculo
	—Clayton y Tretiak, 1972	—músculo