



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Ecología y conservación del cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*) en la "Ciénaga de Zapata", Cuba

Roberto Ramos Targarona



Tesis

Doctorales

www.eltallerdigital.com

UNIVERSIDAD de ALICANTE



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Ecología y conservación del cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*) en la “Ciénaga de Zapata”, Cuba

Roberto Ramos Targarona



TESIS DOCTORAL

2013



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Universidad de Alicante, España.
Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Ecología y conservación del cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*) en la “Ciénaga de Zapata”, Cuba



Tesis doctoral presentada por

Roberto Ramos Targarona

dirigida por

Josabel Belliure Ferrer y Vicente Berovides Álvarez

2013



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

La naturaleza no tiene celos como los hombres, ni odios ni miedo como los hombres, no cierra el paso a nadie, porque no teme a nadie. Los hombres siempre necesitarán los productos de la naturaleza.



José Martí

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Agradecimientos

Durante mis 37 años de permanencia en la Ciénaga de Zapata he tenido el gran privilegio y la extraordinaria suerte de haber compartido con muchas personas que, desinteresadamente, me enseñaron a conocer los secretos de la ciénaga y, principalmente, de los cocodrilos, que pronto permitieron olvidar las dificultades encontradas -y más por un muchacho capitalino-. Este intercambio ha sido esencial para realizar esta tesis. A todos ellos estoy muy agradecido.

En primer lugar tengo que agradecer a mis padres Gilberto y Serafina, donde quieran que estén, por inculcarme valores humanos y principios universales.

A mi esposa Elia (la incansable) y a nuestro hijo Roberto (Bolo), a su esposa Yanet y a mi nieta Natalia y mi nieto Cristhian Robert, por su amor, cariño y grata compañía.

A mis hermanos y hermanas (y sus respectivas familias) por su cariño y afecto.

A la flor nacional de Cuba, Celia Sánchez Manduley, que por ella soy cocodrilero.

Al Dr. Rubén Chamizo, por informarnos de la existencia de este doctorado a los cocodrileros.

A mi gran amigo, profesor de profesores, el Dr. Vicente Berovides Álvarez, por su apoyo, su asesoría constante y su paciencia conmigo, a pesar de conocer mi desinterés en tener una categoría científica.

A las Universidades de Alicante y Pinar del Río, especialmente al simpático y exigente Antonio Escarré (disculpe por la demora), por facilitar la oportunidad de cursar este doctorado.

A mi amiga, la persistente Dra. Josabel Belliure, por su bondad, su asesoramiento, por el apoyo incondicional y motivación permanente para culminar esta etapa académica.

Al Dr. Germán López Iborra, por sus valiosas orientaciones y sus materiales de Tai Chi Chuan, para mi enfoque mental y espiritual.

Agradezco primordialmente en memoria, a mi hermano menor John Thorbjarnarson (Juan P), por el apoyo incondicional, su pasión al trabajo, habernos reído tanto y disfrutar nuestro trabajo. Por instancia de él, le dedico especialmente el Capítulo de la anidación en vida libre.

A Elvira Carrillo, mi jefe y amiga, por estar conmigo por más de 15 años, luchando contra los demonios en defender la conservación y manejo del cocodrilo cubano.

A la Dra. María Elena Ibarra, luchadora fiel a la conservación del medio ambiente.

A la memoria de los criadores de cocodrilos, precursores de la conservación del cocodrilo cubano y que ya no están: Humberto Alzugaray, el Niño Alzugaray, Pepe Alonso, Rodolfo Castro, Lazarito Castro, Irene Sánchez, Macho Caballero y al negro Gillua.

A mis amigos fraternos y verdaderos del barrio Martí que colaboraron en la elaboración de mi ser y

a todos aquellos que han dejado una huella en mi.

Agradezco al Dr. Fernando M. González, quien me enseñó los principios teóricos básicos de la zootecnia del cocodrilo y los métodos de investigación. A los técnicos Nelson Carballo, Conrado Céspedes, el difunto Ramiro de la Rúa y mi hijo postizo Joel Boullón, con los cuales compartimos infinitas aventuras y peligros en el estudio de los cocodrilos.

A mi hermano y compadre el Dr. Silvio Elizalde por todos los años que convivimos con los cocodrilos y luchamos contra los molinos de viento.

A mi colega Dr. Roberto Rodríguez Soberón y a mi querido amigo Dr. Manuel Alonso Tabet, por haberme permitido participar en sus trabajos de campo.

A los muchachos especialistas del criadero que me empujan y estimulan a continuar: Gustavito, Etiam y Leiter.

A todos mis colegas, ahijados, sobrinos, nietos (Lupillo y Luisito Sigler) y estudiantes mexicanos, especialmente al Dr. Wilfrido Contreras, al Máster en Ciencias Marco López y Armando Escobedo, por su aliento en la terminación de la tesis y permitir incrementar mis conocimientos sobre los cocodrilos.

A mi gran amigo y hermano Mayito, por estimularme a continuar en el estudio de los cocodrilos, y a todos mis hermanos cocodrileros del mundo.

Un lugar especial en mis agradecimientos lo tienen los trabajadores del criadero de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata, por ser realmente los que han aportado todo el conocimiento para la confección de esta tesis.

Me perdonen los cocodrilos por las molestias que les he causado en capturarlos, inmovilizarlos, sexarlos, marcarlos, medirlos, extraerles sangre y contenidos estomacales, pero saben que los quiero.

Gracias a todos

ÍNDICE

Introducción	
Capítulo 1.	
Capítulo 2.	
Capítulo 3.	
Capítulo 4.	
Capítulo 5.	
Capítulo 6.	
Capítulo 7.	
Capítulo 8.	
Capítulo 9.	
Conclusiones	
Recomendaciones	



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Resumen

El cocodrilo cubano *Crocodylus rhombifer* presenta la distribución geográfica más restringida dentro del Orden Crocodylia y la más amenazada del Nuevo Mundo. La Ciénaga de Zapata es el último reducto natural del cocodrilo cubano, lo que muestra que es su área geográfica más importante, con un hábitat óptimo para esta especie, el cual comparte simpátricamente con el cocodrilo americano *Crocodylus acutus*. La existencia del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata se ha visto amenazada por la caza de los cocodrilos, con fines comerciales para la obtención de pieles hasta 1959 y de animales vivos hasta la década de los años '60, del siglo XX, con el fin de comenzar la cría en cautiverio. No existe referencia científica, que indique el número de animales silvestres del cocodrilo cubano, ni tampoco un estudio de su distribución actual. Esta Tesis se propone establecer el estado de conservación del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata, sobre la base de cuatro aspectos fundamentales de su biología: abundancia, distribución, reproducción e hibridación. Se determinó la distribución geográfica del cocodrilo cubano, mediante entrevista no formal a 61 personas mayores de 35 años, que estuvieron vinculados a la caza comercial de cocodrilos y de acuerdo a la información obtenida se visitó alrededor del 90 % del territorio. Los resultados mostraron que la mayor proporción observada del cocodrilo cubano se encontró en la parte sur y central de la ciénaga occidental, en un rango de aproximadamente 776 km², compartiendo simpátricamente este hábitat con el cocodrilo americano y los cocodrilos denominados mixturados (posibles híbridos). Además, indicaron que el macrohábitat del cocodrilo cubano no es solamente el hábitat de agua dulce, sino que ocupa una amplia variedad de hábitats, asociados con la salinidad del agua. Los estudios para estimar el tamaño poblacional y la tendencia poblacional se realizaron en 1993 y 1996. En 1993 se compararon las tres técnicas más comunes utilizadas en el conteo de cocodrilos en vida silvestre: conteo aéreo, conteo nocturno y el método de captura, marcaje y recaptura, seleccionándose este último método, como la técnica más adecuada en los estudios de los cocodrilos en esta zona. Se encontró una densidad de 19,8 (12,2 – 27,2) individuos por kilómetro cuadrado en 1993 y se estimó el tamaño poblacional en los 300 km² de 5940 (3660 – 8160) individuos e indicó que el 10 % de la población eran hembras adultas (366 y 816). Se observaron 268 cocodrilos, el cocodrilo cubano estuvo representado en un 79.1 %, un 17.9 % por el cocodrilo americano y en un 3 % de animales “Mixturados”. La estructura de talla del cocodrilo cubano en la muestra presentó que la categoría considerada juvenil (60-149 cm) fue la más representada con un 51 %, seguida de la clase de subadultos (150-179 cm), con un 35 % y la clase considerada apta reproductivamente, representó un 14 %. La proporción de hembras en la muestra mayores de 60 cm fue de 0.76 (N= 179) y en la de adultos (mayor o igual que 180 cm), fue

de 0.64 (N= 25), la que no difiere significativamente de lo esperado de igual cociente sexual (Prueba Chi-cuadrado $\chi^2 = 2,46$, g.l. 1, $p < 0,05$). En 1996, aplicando el mismo método se encontró que no había diferencia estadísticamente significativa en el tamaño de la población ni en la proporción sexual, manteniéndose estable el tamaño de la población. Mientras que en la estructura de talla se observó diferencia estadísticamente significativa ($G= 20,56$, $p < 0,01$), registrándose un desplazamiento de la categoría menores de 150 cm a las superiores. La temporada de nidificación del cocodrilo cubano se extendió desde el mes de abril hasta la segunda decena del mes de julio, coincidiendo con el periodo que termina la época seca y el comienzo e intensificación de la temporada lluviosa y las temperaturas comienzan a elevarse (temperatura promedio de 24°C , oscilación de $17 - 32^{\circ}\text{C}$).

Los estudios de morfometría indican que los caracteres morfológicos seleccionados, conjuntamente con los caracteres cualitativos distintivos de las entidades morfológicas que ocurren en la Ciénaga de Zapata pueden ser usados como indicadores de las más profundas diferencias entre las mismas y entre las clases de talla. El uso de técnicas multivariadas parece moderadamente útil en proporcionar información, para el reconocimiento del *C. rhombifer* y *C. acutus* como especies distintas y diferentes a los mixturados. Las principales diferencias morfológicas entre las entidades estudiadas se presentan en los caracteres asociados a la variación de la forma de la cabeza.

La hembra del cocodrilo cubano en cautiverio, puede alcanzar su madurez sexual a una edad mínima de seis años de edad y con una talla mínima promedio de $190,75 \pm 9,40$, mientras que una porción de los machos pueden madurar a la misma edad de seis años y con una talla promedio de $197 \pm 8,14$ cm. La mayor actividad de ovoposición se observó en los meses de Mayo y Junio. Los nidos registrados presentaron un montículo de forma elíptica o casi circular, fabricados con el sustrato que disponían. Las dimensiones promedio del montículo fueron: diámetro mayor de $121 \pm 20,1$ cm. (rango = 95 – 300); diámetro menor de $120 \pm 18,2$ cm. (rango = 90 – 270) y una altura de $45,5 \text{ cm} \pm$ (rango= 40,2 – 120). La distancia del primer huevo en el nido al tope del mismo fue de $12,5 \pm 0,75$ cm. La profundidad del nido registró la mayor variabilidad (27,3 %) y el diámetro menor estuvo más variable que el diámetro mayor.

Se encontraron evidentes diferencias en los valores promedios de las variables reproductivas (dimensiones del huevo y de la nidada) y sus relaciones alométricas con las dimensiones de la hembra entre las hembras que se incorporan a la reproducción con una talla promedio menor de dos metros y las de múltiples puesta mayores de dos metros de promedio y de edad desconocida. Las hembras de múltiples puestas incrementan el tamaño y peso de la nidada, por lo que son más productivas

El tamaño de la hembra no exhibió ninguna correlación con los parámetros del montículo, ni tampoco con los de la cámara del nido ($p > 0,05$). Se compararon los cambios alométricos en las dimensiones del huevo y las dimensiones de la nidada, para determinar los cambios en el rendimiento reproductivo, en dos grupos de hembras: hembras de primera puesta y de múltiples puestas. Las hembras que han puesto en varias ocasiones y tienen mayores tallas y peso corporal ponen mayor cantidad de huevos, los cuales son más pesados, menos largos y más anchos, por lo que son más esféricos que los huevos de hembras de primera incorporación.

Se encontraron 15 nidos silvestres que consistieron en montículos, contruidos de turba aprisionada con raíces, hojarasca y ramas de diferentes tamaños de la vegetación que rodeaba al nido, lo que es obvio indicar que el material del nido depende del sitio. Existen diferencias significativas entre las dimensiones del montículo del nido y de su cámara, dimensiones del huevo y las dimensiones de la nidada entre hembras en vida libre y en cautiverio.

Las pautas y comportamientos reproductivos descritos en este trabajo para *C. rhombifer*, en general mostro una serie de complejas posturas del cuerpo y de señales acústicas vocales y no vocales manifestándose principalmente en los machos, similares a los patrones ya descritos para otras especies del género

El comportamiento reproductivo del cocodrilo cubano en cautiverio mostró una serie de complejas posturas del cuerpo y de señales acústicas vocales y no vocales, manifestándose principalmente en los machos, muy semejantes a lo reportado para los cocodrilianos.

El cocodrilo cubano está incluido en el Apéndice I de la Convención Internacional sobre Comercio de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Silvestre (CITES). Además dicha especie, de acuerdo a los nuevos criterios para listas de especies del Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (SGS – UICN, 2008), se transfirió del estatus EN Peligro (EN) a EN Peligro Crítica (CR). Se concluye en este trabajo con las recomendaciones para actualizar el estado de conservación de la especie en la Ciénaga de Zapata y contribuir a crear un programa de conservación y manejo sostenible del cocodrilo cubano.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN GENERAL



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

1. Introducción

Los cocodrilianos constituyen un grupo de réptiles acuáticos que datan de hace más de 210 millones de años. Los últimos datos genéticos indican que el grupo se encuentra representado en la actualidad por dos familias: Crocodylidae (cocodrilos verdaderos y gaviales), con 5 géneros (*Crocodylus*, *Gavialis*, *Mecistops*, *Tomistoma* y *Osteolaemus*), y Alligatoridae (aligatores y caimanes), con 4 géneros (*Alligator*, *Caiman*, *Melanosuchus* y *Paleosuchus*; Mc Aliley et al., 2006; Oks, 2007; Roos et al., 2007). No obstante, otros autores prefieren la taxonomía tradicional, que considera que el Orden Crocodylia esta dividido en tres familias: Alligatoridae, que incluye los aligatores y caimanes, Crocodylidae, que incluye los verdaderos cocodrilos, y Gavialidae, que contiene dos formas especializada de rostro largo (Densmore and Owen, 1989; Poe, 1996; Harshman et al., 2003; Rodríguez, 2007).

Los cocodrilos habitan la mayor parte de los estuarios de agua dulce o salobres, ríos y zonas pantanosas de todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, e incluso penetran en las latitudes más sureñas de la zona templada (distribución pantropical; Rueda-Almonocid et al., 2008).

El género *Crocodylus* esta representado en el Nuevo Mundo por cuatro especies: *Crocodylus intermedius*, que se encuentra confinado en la cuenca del río Orinoco en Colombia y Venezuela (Medem, 1981, 1983; Thorbjarnarson and Franz, 1987; Thorbjarnarson and Hernández, 1992; Rueda-Almonocid et al., 2008) y de forma esporádica en la Isla de Trinidad (Rueda-Almonocid et al., 2008); *Crocodylus acutus*, la especie de mayor amplitud, que incluye el extremo sur de la Florida, las costas Atlántica y Pacífica del sur de México, América Central y Sudamérica hasta Venezuela y norte del Perú, así como la isla de Cuba, Jamaica y la Española (Thorbjarnarson, 1989; Thorbjarnarson et al., 2006); *Crocodylus moreletti*, que habita principalmente en cuerpos de agua dulce en las tierras bajas del Atlántico y del Caribe en México, Guatemala y Belice (Álvarez del Toro, 1974; Ross, 1998; Domínguez-Laso, 2005), y que en la parte oriental de la península de Yucatán ocurre en simpatría con *C. acutus* (Cedeño, 2006) con el que se reconoce que se hibridiza en Belice (Ray et al., 2004); y *Crocodylus rhombifer*, la especie más amenazada por su restringida distribución, que en la actualidad ocurre solamente en Cuba (Ramos, 2000).

C. acutus ostenta la categoría de amenaza UICN de Vulnerable (VU) y está registrado en el Apéndice I de CITES, con la excepción de la población cubana de esta especie, que fue transferida

del Apéndice I al Apéndice II en la 14ª Conferencia de las Partes de CITES, celebrada en Bangkok en octubre de 2004. Las restantes tres especies se encuentran en el Apéndice I de CITES (2007) y en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (2008): *C. Intermedius* y *C. Rhombifer* están clasificadas En Peligro Crítico y *C. moreletii* como especie de bajo riesgo, pero dependiente de acciones de conservación.

Los cocodrilianos constituyen uno de los grupos biológicos claves de los humedales, al estar implicados en el mantenimiento de las funciones y estructura de estos ecosistemas por su actividad (Thorbjarnarson, 1989; Cifuentes y Cupul, 2004, Alonso-Tabet, 2010). Además, se trata de especies que tienen importancia económica por su valor para la subsistencia (alimento y medicina) y uso productivo (pieles, carne y taxidermia), además de otros valores relacionados con el uso para recreación y turismo.

La clave para proteger y manejar una especie rara o amenazada es tener un conocimiento sólido de su ecología, sus características distintivas (su historia natural), el estado de sus poblaciones y los procesos dinámicos que afectan su tamaño y distribución (su biología poblacional). Primack et al., (2001) reconoce como fundamental el conocimiento del ambiente en que se desenvuelve la especie, su distribución, interacciones bióticas, morfología, fisiología, demografía, comportamiento y genética.

2. Los cocodrilos de Cuba

El Orden Crocodylia está representado en Cuba por dos especies, pertenecientes a la familia Crocodylidae: el cocodrilo americano *Crocodylus acutus*, Cuvier, y el cocodrilo cubano *Crocodylus rhombifer*, Cuvier. Ambas especies se conocen desde el siglo XIX (Cuvier, 1807; Humboldt, 1826, 1840; Cocteau 1842; Gundlach, 1875, 1880). Además, en Cuba también se encuentra una especie de la familia Alligatoridae: caimán de anteojos o babilla, *Caiman crocodylus fuscus*, introducida desde Colombia en 1959 en la Ciénaga de Lanier, Isla de la Juventud.

El cocodrilo americano es la especie más ampliamente distribuida en el archipiélago cubano. Gundlach (1880) señala que el cocodrilo americano estaba presente en la desembocadura de todos los ríos de la costa sur de Cuba y en la costa norte en el Río Manimani, provincia de Pinar del Río. La distribución de *C. acutus* en el siglo XX (hasta Diciembre de 1980) fue reportada con mayor precisión por Varona (1985), que destaca la presencia por toda la costa sur de Cuba, y en la costa

norte resalta la costa noroeste de la Península de Guanahacabibes, la provincia de Pinar del Río, el río Bandera y la Playa Blancarena, el norte de la provincia Habana, la costa al norte de Itabo (Matanzas), Ciénaga de Yaguajay (Sancti Spiritus) y la costa al oeste de Puerto Padre (Las Tunas), subrayando que la especie era más abundante en las lagunas de agua salobre que rodean el suroeste de Isla de Pinos (Isla de la Juventud en la actualidad) y en los pantanos de Lanier, y que una población considerable en la isla de Cuba estaba en la Ciénaga de Zapata.

En la actualidad esta especie está presente en humedales costeros de la isla de Cuba, Isla de la Juventud y en la mayoría de los cayos que forman el archipiélago cubano, siendo las localidades de mayor abundancia: Ciénaga de Zapata, Humedales costeros al Oeste, Este y Sur de la Isla de la Juventud, y la ciénaga de Birama, al oriente del país (Refugios de fauna Delta del Cauto y Monte Cabaniguán; Pérez et al., 1997; Rodríguez, 2000, 2010; Alonso-Tabet, 2010).

La babilla se encuentra ampliamente distribuida y es abundante por toda la Isla de la Juventud, sobre todo en presas y micropresas de la parte norte (Berovides et al., 2000). De un grupo inicial de 9 caimanes liberados en 1959 en la Isla de La Juventud (Varona, 1976), la población de caimán se incrementó considerablemente hasta un estimado de 40.000 caimanes en 1998, y puede ser encontrado virtualmente en cada hábitat de agua dulce en esa isla (Rodríguez et al., 1996).

3. Distribución del cocodrilo cubano

3.1. Distribución pasada en el área de las Antillas

El cocodrilo cubano se ha considerado una especie endémica de Cuba por varios autores (De Sola, 1930; Varona, 1966; González, 1976; Ramos, 1978; Nieto, 1997), e incluso se ha catalogado como un endémico de la zona (Rodríguez, 1993).

La distribución geográfica de esta especie en el Caribe fue más extendida durante el pleistoceno, cuando los niveles del océano fueron aproximadamente 120 m más bajos que en el presente. Su distribución incluía las Bahamas (Abaco) y las Islas Caimán (Morgan et al., 1993). En estas islas se han recuperado restos fósiles de seis sitios diferentes, extraídos de ciénagas turbosas con alto contenido de sedimentos orgánicos y asociados a vertebrados de agua dulce y de estuarios (Morgan et al., 1993). La especie más abundante identificada en esos sedimentos orgánicos fue el cocodrilo cubano, representados por huesos e incluso cráneos enteros de juveniles y subadultos, y han sido fechados en no menos de 1.000 Ma, lo que indica que pertenecen al Holoceno tardío (Morgan et al., 1993). Los resultados de estos fechados indican la presencia del cocodrilo cubano en Gran Caimán tanto en el tiempo precolombino como cuando estas islas fueron descubierta por Colón en 1503 (Morgan et al., 1993). Otro reporte que indica la presencia del cocodrilo cubano en esas islas lo

constituyen las notas de campo obtenidas por C.J. Maynard (1888:101) citadas por Garman (1888): “dos especies de cocodrilos han ocupado la isla de Little Caiman y una en Caiman Brad” y “los nativos le aseguraron que esas especies eran similares a las de Cuba”.

La presencia de *C. rhombifer* en Gran Caimán en vez de *C. acutus* resulta confusa, ya que el cocodrilo americano prefiere hábitat costeros y de agua salobres, mientras que el cocodrilo cubano prefiere las aguas dulces y ciénagas (Morgan et al., 1993). Aunque las relaciones ecológicas y de hábitat de los cocodrilos en estas áreas no están claras, es probable que habitaran en humedales relictos de agua dulce, que desde entonces han desaparecido, o que el cocodrilo cubano habitó una gran variedad de hábitats (Morgan et al., 1993).

La primera evidencia fósil (un cráneo reconstruido) de la presencia de esta especie en las islas de Bahamas fue encontrada en “Blue Hole”, en la parte sur central de Abaco (norte de Bahamas), y fue fechada con 2840 ± 60 Ma (Franz et al., 1995). En años recientes se han encontrado en Sawmill Sink (Abaco) gran cantidad de fósiles de grandes vertebrados, entre los que los cocodrilos son los más abundantes: se han documentado 53 individuos adultos, subadultos y juveniles con similares características craneales al cocodrilo cubano, y han sido fechados entre 2900 a 10000 ó más años, correspondiendo al Holoceno - Pleistoceno tardío (Morgan, com. per. 2009).

La presencia de *C. rhombifer* en Abaco, Little Bahamas Bank, corresponde a un tiempo donde el nivel del mar era más bajo que el actual, lo que sugiere que el cocodrilo cubano pudo haber tenido una mayor distribución en el oeste de Bahamas en el pasado (Franz et al., 1995).

Según Franz et al., (1995) “el cocodrilo cubano pudo haber invadido desde Cuba a Bahamas, a través del Viejo Canal de Bahamas, durante los períodos de niveles del mar disminuidos a la altura de la última época glacial, aunque se necesitan más muestras fósiles para valorar la distribución pasada en Bahamas”. En ese tiempo el nivel del mar descendió aproximadamente 120 m por debajo del los niveles actuales, exponiendo el gran Banco de Bahamas y reduciendo la distancia entre este banco y Cuba a menos de 20 km (Morgan, 1989).

Los demás restos fósiles encontrados en Bahamas no son adecuados para identificar la especie, por lo que podrían pertenecer a ambas especies. No obstante, es más probable que todos estos reportes se refieran a la especie más eurihalina, *C. acutus* (Franz, 1995).

La existencia del cocodrilo cubano en Bahamas y Gran Caimán pudiera interpretarse como que, debido a las regresiones marinas periódicas del Pleistoceno, probablemente conformaron un territorio continuo, lo que facilitaría el intercambio faunístico entre ellos, y que el cocodrilo cubano en esas islas pudiera haber llegado por un proceso de invasión y colonización a través de la

comunicación de los mares pocos profundos, bajos y canales.

Los cambios climáticos y el nivel del mar durante el Pleistoceno, ejercieron una gran influencia sobre la existencia y distribución de los vertebrados en las Antillas, y durante la última glaciación predominaron las condiciones secas y áridas (Pregill and Olson, 1981), lo que pudiera explicar la extinción del cocodrilo cubano en Bahamas y Gran Caimán en ese periodo. La desaparición de cocodrilos y muchas otras especies de vertebrados de Gran Caimán durante los últimos 500 años, probablemente resultó de la combinación de la destrucción del hábitat por el hombre y la depredación (Morgan and Woods, 1986).

3.2. Distribución pasada en Cuba.

El origen de los reptiles cubanos, las vías mediante las que arribaron al territorio y la forma en que ocuparon los hábitats disponibles constituyen cuestiones complejas y no del todo esclarecidas (Rodríguez, 1993). Evidencias de tipo fósil y sub-fósil dan testimonio de una distribución más amplia de *C. rhombifer* en Cuba durante el Pleistoceno y tiempos más recientes. En Cuba existen 37 yacimientos con restos de cocodrilos distribuidos en siete provincias, y es significativo que los restos fósiles de cocodrilos encontrados se asocian con tres mamíferos terrestres identificables: un perezoso megaloníchido (*Imagocnus zazaе*), un roedor capromido isolobontino (*Zazamys veronicae*), y un primate platyrrínido (*Paralouatta marianae*; MacPhee et al., 2003).

Restos subfósiles del Pleistoceno superior y del Holoceno inferior de *C. rhombifer* son conocidos al menos en cuatro áreas de la parte central de Cuba. La mayor colección de material fósil de *C. rhombifer* ha sido obtenida en los Baños de Ciego de Montero, al norte de la provincia Cienfuegos, a finales del siglo XIX, asociados con restos de desdentados como el gigante perezoso (*Megalocnus*), entre otros, y que muestran señales evidentes de marcas de mordidas que sugieren la depredación de esos extintos mamíferos por el cocodrilo cubano (Varona, 1984). Dada la falta aparente de depredadores de los grandes mamíferos, el cocodrilo cubano pudo haber sido un depredador importante de la megafauna del Pleistoceno en Cuba, y pudiera explicar en parte su naturaleza, casi terrestre. Los otros tres sitios donde han sido encontrados restos de cocodrilo cubano son los Casimbas de Las Llanadas, en la Sierra de Jatibonico, provincia Las Villas (actualmente provincia de Sancti Spiritus), las cuevas de Cueiba en la Sierra de Remedios (Varona, 1984) y, recientemente, en Sagua la Grande, al norte de la Provincia de Villaclara.

La presencia de *C. rhombifer* a lo largo de la costa central del sur de Cuba, la Isla de Pinos y quizá en el Archipiélago de los Canarreos, sigue lógicamente la extensión conocida de hábitat terrestres durante el pleistoceno (Figura 1.1), pero su ocurrencia en Gran Caimán representa un misterio

biogeográfico.

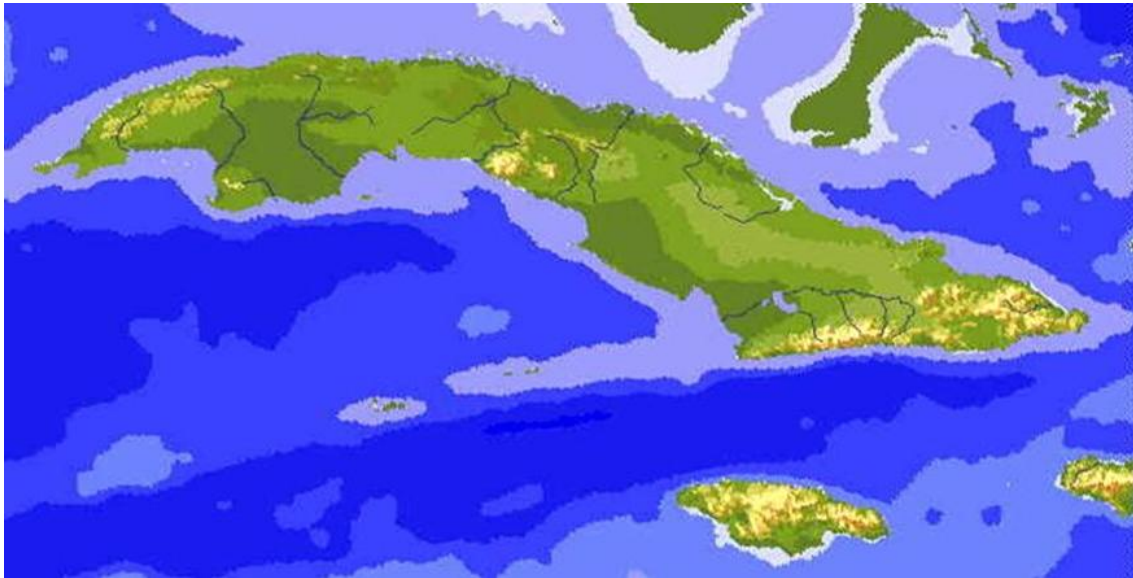


Figura 1.1. La isla de Cuba expuesta durante el mínimo nivel del mar del Pleistoceno. Este mapa ilustra la conexión de la Isla de Pinos y el Archipiélago de los Canarreos con la principal isla de Cuba.

La extinción de *C. rhombifer* en la zona central del país puede haber sido también a causa del cambio climático ocurrido durante el pleistoceno, aunque no existe ninguna prueba de ello. Como resultado, el cocodrilo cubano disminuyó grandemente su área de distribución, confinándose a la ciénaga de Zapata y a la de Lanier, en Cuba.

3.3. Distribución Actual

Desde el siglo XIX la localidad geográfica de esta especie se sitúa en dos zonas bien definidas: la Ciénaga de Zapata, situada en la región occidental de Cuba, al sur de la provincia de Matanzas, y la Ciénaga de Lanier, Isla de de la Juventud, antigua Isla de Pinos (Gundlach, 1880; Barbour and Ramsdem, 1919; Varona, 1966).

En la Ciénaga de Lanier, humedal natural de aproximadamente 100 km² de extensión, la población

silvestre original de cocodrilo cubano fue virtualmente extirpada durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX (Rodríguez, 2000). Se ha sugerido que una combinación de una intensa caza para la piel en la década del 20 del siglo XX, una intensa sequía, y un fuego intenso en 1926 puede haber reducido severamente la población e incluso haberla extinguido (Rodríguez et al., 2000). Los cocodrilos observados y capturados en la Ciénaga de Lanier y en el sur de la isla de Pinos han sido *Crocodylus acutus* (Garrido, 1980). Pero *C. rhombifer* en esta localidad donde se creía extinta fue redescubierta en 1977 (Varona, 1984).

La población actual es el resultado de un programa de reintroducción iniciado en 1994, a través del cual se han liberado 600 ejemplares de diferentes categorías obtenidos en cautiverio, que actualmente ocupan una superficie menor de 100 Km² (Rodríguez et al., 1996), compartiendo este hábitat con otras dos especies de Crocodylia: el cocodrilo americano, que ocupa preferentemente las zonas de aguas salobres y saladas que se encuentran hacia los extremos oriental y occidental de la ciénaga, y la babilla, *Caiman crocodilus*, que está ampliamente distribuida y es abundante sobre todo en presas y micropresas de la parte norte de la isla, en toda las localidades de ciénaga de inundación periódica y en las lagunas naturales de la ciénaga de Lanier (Berovides et al., 2000).

En los cayos de los Canarreos fue reportada la presencia del cocodrilo cubano por cazadores de cocodrilos entrevistados por Varona (1966), pero su presencia no ha sido verificada.

4. Identificación del cocodrilo cubano como especie

La investigación científica aplicada al conocimiento del cocodrilo cubano se desarrolló hasta la primera mitad del siglo XX fundamentalmente en el terreno de la paleontología y la taxonomía, y es en esa etapa cuando se da la determinación de la especie por Cuvier (1807) y la identificación por Leidy (1868) de los restos fósiles descubiertos en Ciego Montero por Carlos de la Torre (Rodríguez et al., 2000).

Varona (1987) reseña brevemente las referencias históricas sobre la especie en el período comprendido entre 1699 y 1985. Los reportes históricos de Dampier (1699) proveen pruebas discutibles de que el cocodrilo cubano fue visto por los europeos en las Islas Caimán, así como en Isla de Pinos (actualmente Isla de la Juventud), Cuba.

Ha existido un persistente error en la literatura de las especies de cocodrilos que ocurren en Cuba en cuanto a su nombre. Según Humboldt (1826), la existencia de dos especies de cocodrilos en Cuba era conocida desde el siglo XVI, adjudicando como cierto lo relatado por Dampier (1699): "... en la Isla de Pinos y en los innumerables juncales de la costa de Cuba hay cocodrilos y caimanes al mismo tiempo..."

Cocteau (Sagra, 1843) niega valor a esa referencia, exponiendo que fue precisamente Humboldt quien da a conocer al mundo científico la existencia de dos especies de cocodrilos para Cuba. La presencia de cocodrilos y caimanes fue reportada también por el Padre Antonio Perpiñá, en 1889, en un número de localidades en Cuba (Varona, 1987).

Humboldt (1826) da por hecho que dos especies de cocodrilos estaban presentes en Batabanó, región situada en la costa sur de la Habana, pero confundió el nombre común, nombrando erróneamente a *C. rhombifer* “caimán”; así mismo los confunde Cocteau en Sagra (1843), hasta que fue esclarecido por Gundlach en 1868 (Varona, 1987).

Cuvier (1807) nombra la especie *Crocodylus rhombifer* basado en la descripción de un cráneo, sin conocer su procedencia, que aún era ignorada en 1825 (Cocteau en Sagra, 1843). En el año 1833, Cocteau envió al Museo Real de París desde Cuba un ejemplar de cocodrilo vivo, y colectó varios más para su trabajo, y estableció la patria del *Crocodylus rhombifer* (Varona, 1966).

5. Uso del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata

Entre las actividades económicas fundamentales de los aborígenes cubanos, además de la recolección de alimentos y vegetales se encontraba la caza de diversos animales terrestres y marinos, tales como roedores, mamíferos, saurios, aves y ofidios; además, abundaban también restos indicadores de la caza de iguanas y de cocodrilos (Mosquera et al., 2005).

El valor de uso directo de los cocodrilos en la Ciénaga de Zapata es conocido desde el siglo XIX, principalmente en el uso productivo que se ha realizado en la obtención de pieles con fines comerciales.

Tanto el cocodrilo cubano como el cocodrilo americano fueron objeto de caza con fines comerciales, al menos desde la segunda mitad del siglo XIX hasta la década de los '60 del siglo XX, pero no existen registros precisos sobre localidades y volúmenes de extracción (Ramos, 1987). Las localidades en que ambas especies fueron más explotadas históricamente son la Ciénaga de Zapata y la ciénaga de Lanier en la Isla de la Juventud (Rodríguez et al., 2002; Ramos, 2006).

En la Ciénaga de Zapata, toda la fauna y fundamentalmente los cocodrilos y las garzas fueron sometidas a una caza excesiva, pues junto a la producción artesanal de carbón, la madera y la pesca, constituían el único modo de subsistencia del cienaguero en la primera mitad del siglo XX (Coscolluela, 1918).

Debido a que el número de cocodrilos en Zapata era tan generoso a principios del siglo XX, se estableció la industria de sus pieles, pagándose \$0.50 centavos por piel, siendo la Laguna del Tesoro

un centro permanente donde tenían establecidos sus campamentos los cazadores (Coscolluela, 1918).

La Ciénaga, por sus características y peculiaridades que la distinguieron dentro del contexto independentista nacional, constituyó durante los 30 años de luchas mambisas en el siglo XIX una permanente prefectura natural, distinguiéndose en la sanidad y el establecimiento de refugios o campamentos. La existencia de hospitales de sangre y enfermerías fue su peculiaridad más destacada, su aporte más sólido a la causa independentista, sin que por ello dejara de ser el seguro refugio militar de siempre para los insurrectos (Álvarez, 2004). Los insurrectos que operaban en la ciénaga vivían de peces y jicoteas, y cuando no disponían de estos alimentos usaban la carne de la cola y, en menor cantidad, de otras partes del cuerpo del cocodrilo; posteriormente la carne proveyó el alimento para los insurgentes (Anónimos, 1906).

La caza de los cocodrilos con fines comerciales para la obtención de pieles continuó hasta 1959 en la Ciénaga de Zapata, cuando se decreta una veda permanente de estos animales. Sin embargo, ambas especies siguieron capturándose con el fin de comenzar la cría en cautiverio en el centro construido, también en el año 1959, en la Boca, Laguna del Tesoro, Ciénaga de Zapata, donde fueron confinados cientos de individuos adultos silvestres capturados de las dos especies (Ramos, 1987).

Desde sus inicios, el criadero de cocodrilos de la ciénaga de Zapata tuvo por objetivos la conservación y el incremento de las poblaciones de las dos especies de cocodrilos presentes en la ciénaga de Zapata (*Crocodylus rhombifer* y *Crocodylus acutus*), así como iniciar la apertura de opciones para el desarrollo turístico de esa región, como alternativas para la creación de nuevas fuentes de empleo (González, 1972, 1975) y para el mejoramiento de las condiciones de vida en una de las regiones más subdesarrolladas de Cuba.

Como valor de subsistencia se ha reportado la utilización de la manteca del cocodrilo para algunas enfermedades del caballo, la utilización de polvos del miembro (virtud o pene) por sus cualidades antiespasmódicas, los colmillos de los individuos grandes para mecheros, los dientes pequeños para colgarlos en el cuello o muñeca de los niños en crecimiento (para que faciliten la dentición) y la carne de la cola para alimento (Gudlach, 1875). Seone (1984) refiere que la manteca de cocodrilo y de caimán curan el asma; también refiere que la flojera (fiebre, catarro o gripe mal cuidado) se quita dándose fricciones fuertes de manteca de caimán en las piernas y en la rabadilla. La grasa del cocodrilo ha sido usada contra el reuma y la artritis (Boullon com. per. 2007), mientras que el producto de las glándulas mandibulares del cocodrilo se usa como fijador de perfumes (Nieto,

1997). Los usos medicinales descritos anteriormente han permanecido en la población de la ciénaga. Actualmente, la grasa se utiliza para los problemas pulmonares (principalmente para aliviar el asma), como expectorante, en las quemaduras y para fricciones. La virtud (pene) es usada contra el tétano en los caballos y cerdos, además de como afrodisiaco, al igual que la carne. Las uñas de la extremidades son utilizadas como espuelas en los gallos de pelea.

El uso de la carne de cocodrilo como alimento de la población de la Ciénaga de Zapata no era común antes de 1990. Su consumo se incrementó en la década de los años '90, cuando el país atravesó una fuerte crisis económica, y como resultado, las poblaciones del cocodrilo cubano silvestre y de muchas otras especies silvestres se han visto afectadas por la caza ilegal por parte de la población, principalmente para la comercialización de la carne y, en algunos casos, para la taxidermia de diferentes partes del cocodrilo (patas, cabezas y animales enteros) como souvenir para el turismo internacional que se ha desarrollado en el país.

En los cultos afrocubanos existen diferentes leyendas sobre los cocodrilos (Rivalta et al., 2000) y frecuentemente son utilizados en sus altares y rituales.

6. Objetivo de la tesis

La ecología, historia natural, estado de la población y la biología poblacional del cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*) en vida silvestre ha sido casi totalmente desconocida, y posiblemente esta es la especie de cocodrilo del mundo menos estudiada. Desde el año 1968, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 1968) incorporó al cocodrilo cubano en su libro rojo de las especies en peligro de extinción en el mundo, y en la actualidad está categorizado como En Peligro Crítico (UICN, 2009). Además, está incluida en el Apéndice I de la Convención Internacional sobre Comercio de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Silvestre (CITES). Debido a que el zoológico de Zapata alcanzó la acreditación por CITES en 1994 para poder efectuar operaciones comerciales con los ejemplares nacidos y criados en ese centro para tales fines, se considera también como Apéndice II.

El conocimiento de una especie implica responder preguntas como: ¿Dónde vive?, ¿cuántos individuos tiene?, ¿con quien interactúa?, lo que permite establecer criterios de distribución, abundancia y relación con el entorno (biótico – descripción vegetal – y abiótico – parámetros físicos –) para aproximarse a la determinación a nivel básico de la dinámica y ecología de su población y delinear bases para el desarrollo de programas para la conservación de la especie y su hábitat. En este orden de ideas, se hace necesario conocer las características relevantes de las especies objeto de

estudio con relación a su morfología y ecología, al igual que del área en que habitan, con el fin de contar con bases sólidas para dilucidar el estado de las poblaciones silvestres (Ulloa-Delgado and Sierra-Díaz, 2002).

Actualmente no se puede determinar el estado actual de conservación del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata, debido al insuficiente conocimientos de la especie en aspectos clave como su abundancia y distribución actual en la zona núcleo para la especie, su biología de la reproducción en cautiverio y en vida libre, y las relaciones interespecíficas con *C. acutus*, especialmente en cuanto al grado de hibridación entre ambas especies.

Consideramos que si se llega a conocer e integrar la información sobre los aspectos de abundancia, distribución, reproducción y amenazas del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata, se puede llegar a establecer el estado de conservación de la especie en el área. Con esta finalidad se ha realizado el presente trabajo de tesis.

Objetivo general:

Establecer el estado de conservación del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata, sobre la base de cuatro aspectos fundamentales de su biología: abundancia, distribución, reproducción e hibridación.

Objetivos específicos:

- Determinar la distribución geográfica actual de la población del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata.
- Estimar su tamaño poblacional, utilizando tres métodos de conteos.
- Monitorear la tendencia poblacional del tamaño poblacional en tres años.
- Caracterizar la estrategia reproductiva en cautiverio y vida silvestre, en cuanto a tipo de nido, cronología de puesta y parámetros reproductivos.
- Comprobar la existencia de individuos híbridos de *C. acutus* y *C. rhombifer* y describir la estructura de tallas de de ambas especies y sus híbridos.
- Comparar la morfometría del cocodrilo cubano con su especie afín y el híbrido producido por ambas.
- Integrar los resultados obtenidos para determinar el estado de conservación del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata, para un manejo que logre la recuperación y el mantenimiento indefinido de la especie.

La importancia de esta investigación radica en que constituirá un estudio integral de los aspectos fundamentales de la biología del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata, que permitirá la determinación del estado de conservación de sus poblaciones en su última área de presencia conocida, que es la Ciénaga de Zapata en Cuba.

La información que contiene esta tesis procede de los estudios realizados durante los años 1974 a 1996 sobre la especie en la Ciénaga de Zapata, si bien en cada caso se indican los años considerados, que pueden variar de un capítulo a otro y de unas preguntas a otras.

El Capítulo I ofrece una Introducción General a la especie, presentando la distribución pasada y presente del cocodrilo cubano y los usos del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata por parte de la población. Además, se recoge la justificación y los objetivos de esta tesis. El capítulo II describe el área de estudio de la especie en vida natural, y la distribución geográfica actual se da a conocer en el Capítulo III. Los estimados de la población son discutidos en el Capítulo IV, donde además se analiza la composición por sexos, la estructura de talla, el éxito de captura y la tendencia de la población en tres años. La morfología y biometría de la especie así como de sus híbridos se describe en el Capítulo V. Los Capítulos VI y VII se centran en la ecología reproductiva de la especie, tanto en cautiverio como en vida libre. Distintos aspectos del comportamiento reproductivo pudieron estudiarse en cautiverio, y se describen en el Capítulo VIII. Las implicaciones de estas informaciones en el manejo y la conservación de la especie son referidas en el capítulo IX. Finalmente, se recogen las principales conclusiones de la tesis y las recomendaciones.

Literatura Citada

- Anónimo. 1906. Military notes on Cuba. War department: Office of the Chief of staff. Second Section, General Staff, No. 15.
- Álvarez, A. O. 2004. Historia del municipio Ciénaga de Zapata (periodo de las guerras 1868-1898).
- Álvarez Conde, J. 1945. *Excursión científica a la Ciénaga de Zapata*. Ed. Jesús Montero, La Habana.
- Álvarez del Toro, M. 1974. *Los Crocodylia de México. Estudio Comparativo*. Eds. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. México, D.F. 70 pp.
- Barbour, T. and C.T. Ramsden. 1919. The herpetology of Cuba. Mem. Mus. Comp. Zool. 47:69-213.
- Berovides, A. V., M. Méndez and R. Rodríguez. 2000. Análisis de la explotación del caimán común

- o Babilla (*Caiman crocodilus*) en la Isla de la Juventud. In: Proceedings of the 15th Working Meeting of the CSG, IUCN. 113 –140.
- Brazaitis, P. 1973. The identification of living crocodylians. *Zoologica* (New York) 58:59-101.
- Cedeño-Vázquez, J.R., J.P. Ross and S. Calmé. 2006. Population *moreletii* in southeastern Quintana Roo, Mexico. *Herpetol Nat Hist* 10:17–29.
- Cifuentes, J. L. and F. G. Cupul-Magaña. 2004. *¿Los Terribles Cocodrilos?* Fondo de Cultura Económica. México. 136 pp.
- Cocteau, J.T. and G. Bibron. 1843. Historia Física, Política y Natural de la Isla de Cuba. En Ramón de la Sagra. Segunda Parte. Tomo IV. Reptiles y Peces. 255 pp. Imprenta y Litografía de Maulde et Renau. Paris, 1843.
- Coscolluela, J.A. 1918. Cuatro años en la Ciénaga de Zapata. Imp. y Papelería La Universal, de Ruiz y Ca., Habana. 497 pp.
- Cuvier, G.L. 1807. Sur les diferentes especies de crocodylians vivants et sur characters distinctifs. *Ann. Mus. Hist. Nat. Paris* 10:8-66.
- Dampier, W. *Voyages and Descriptions*, Vol II. Printed for James Knaptan. London 1699. 529 pp.
- De Sola, C.R. 1930. The Cuban crocodile: An account of the species *Crocodylus rhombifer* Cuvier, with notes on its life history. *Copeia* 1930: 81-83.
- Densmore, L., D. and R. D. Owen. 1989. Molecular systematic of the order Crocodylia. *Amer. Zool.* 29:831-41.
- Domínguez–Laso, J. 2005. Determinación del estado de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México y evaluación de su estatus en la CITES. Informe final del proyecto CS009. CONABIO. México.
- Franz, R., G. M. Morgan., N. Albury and S. D. Buckner. 1995. Fossil skeleton of a Cuban Crocodile (*Crocodylus rhombifer*) from a Blue Hole on Abaco, Bahamas. *Caribbean Journal of Science* Vol.31. No 1-2. 149-152.
- Garrido, O. H. 1980. Los vertebrados terrestres de la Península de Zapata. *Poeyana* 203:1-49.
- González F. M. and A. Sotolongo. 1972. Estudio preliminar de la explotación de cocodrilos en Cuba (Informe a las instancias superiores del gobierno). 21 pp.
- 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 Doctoral.
- Gundlach, J.C. 1880. Contribución a la Erpetología Cubana. G. Montiel. La Habana.
- Gundlach, J.C. 1875. Catálogo de los reptiles cubanos. *Anales. Soc. Hist. Nat. Madrid* IV, p. 347.

- Harshman, J., C. J. Huddleston, J.P. Bollback, T. J. Parsons and M. J. Braun. 2003. True and false gharials: a nuclear gene phylogeny of crocodylia. *Syst Biol* 52:386–402.
- Humboldt, A. 1826. *Ensayo político sobre la Isla de Cuba*. Primera edición castellana.
- Humboldt, A. 1840. *Ensayo político sobre la Isla de Cuba, con un mapa; obra traducida al castellano por D. José López de Bustamante*. Nueva Edición. Gerona, Imprenta de D.V. Oliva, 364 pp.
- IUCN. 2008. *IUCN Red List of Threatened Species*. Prepared by IUCN Species Survival Commission. IUCN: The World Conservation Union, Gland, Switzerland.
- MacPhee, R.D.E., and M.A. Iturralde-Vinent. 2003. Domo de Zaza, an Early Miocene Vertebrate Locality in South-Central Cuba, with Notes on the Tectonic Evolution of Puerto Rico and the Mona Passage¹. Published by the American Museum of Natural History Central Park West at 79th Street, New York, NY 10024, Number 3394, 42 pp., 16 figures, 5 tables
- McAliley, L. R., R. E. Willis, D. A. Ray, P. S. White, C. A. Brochu, and L. D. Densmore. 2006. Are crocodiles really monophyletic? Evidence for subdivisions from sequence and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 39:16-32.
- Medem F. 1981. *Los Crocodylia de Suramérica*, Vol. 2. Colciencias, Bogotá, Colombia: Ed. Carrera. 354 pp.
- Medem F. 1983. *Los Crocodylia de Suramérica*, Vol. 1. Colciencias Bogotá, Colombia: Ed. Carrera. 270 pp.
- Morgan, G.S, and C. A. Woods. 1986. Extinction and the zoogeography of West Indians land mammals. *Biol. J. Linnean Soc.* 28:167-203.
- Morgan, G.S., R. Franz & R. Crombie. 1993. The Cuban Crocodile, *Crocodylus rhombifer* from Late Quarternary fossil deposits on Grand Caiman. *Caribbean Journal of Science*. Vol. 29. (3 – 4): 153 – 164.
- Garman, S. 1888. On the reptiles and batrachians from the Caimans and from Bahamas. *Bull. Essex. Inst.* 20:101-113.
- Mosquera, C., J. González., O. Durán., I. Zamora., T. Geler y H. Alfonso. 2005. *La Historia Ambiental de la Ciénaga de Zapata*. Proyecto: Propuesta de Ordenamiento y Manejo de la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata.
- Nieto A. 1997. *La fauna Silvestre de la Cienaga de Zapata*. Editorial Científico- Técnico.
- Oaks, J. R. 2007. *Phylogenetic systematics, biogeography, and evolutionary ecology of the true crocodiles (eusuchia: crocodylidae: crocodylus)*. Master of Science Degree Dissertation in the Department of Biological Sciences from Louisiana State University.

- Pérez. E., E. Osa, Y. Matamoros, and U.S. Seal (editors). 1997. Conservation Breeding specialist Group (SSC/UICN). Brief Book for Conservation Assessment and Management Plan Workshop for Selected Cuban Species II: CBSG, Apple Valley, Minnesota, 55124, USA.
- Perpiña, P. Antonio. 1889. El Camaguey (viajes pintorescos por el interior de Cuba y por sus costas, con descripciones del país). Barcelona.
- Poe, S. 1996. Data set incongruence and the phylogeny of crocodylians. *Syst Biol* 45:393–414.
- Pregill, G. K., and S. L. Olson. 1981. Zoogeography of the West Indian vertebrates in relation to Pleistocene climatic cycles. *Ann. Rev. Ecol. System* 137: 1-48.
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. and F. Massardo. 2001. Fundamentos de conservación biológica. Perspectiva latinoamericana. Fondo de Cultura Económica. México. D.F.
- Ramos R., Diaz. S. Laiz O. R. And F.M. González. 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.
- 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.
- Ramos, R. 2000. Estimados poblacionales comparativos del cocodrilo cubano *Crocodylus rhombifer* realizados en 1993 y 1996 en la Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba. Proceedings of the 15th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge UK.
- Ramos, R. 2006. First National workshop on the status of the Cuban Crocodile. Group Specialist Crocodile Newsletter, Vol. 25, No. 4: pp. 5-6.
- Ray, D.A., J. A. Dever, S.G. Platt, T.R. Rainwater, A.G. Finger, S.T. McMurry, M.A. Batzer, B. Barr, P.J. Staord, J. McKnight and D. L. Densmore. 2004. Low levels of nucleotide diversity in *Crocodylus moreletii* and evidence of hybridization with *C. acutus*. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. *Conservation Genetics* 5: 449– 462.
- Rivalta, G., A. Chamizo and A. Torres. 2000. Importancia cultural y uso tradicional de los cocodrilos de Cuba y en diversas partes del mundo. In Proceedings of the 15th Working Meeting of the CSG, IUCN. 463-468.
- Rodriguez D. 2007. Crocodylian evolution, systematics and population genetics: recovery and ecological interactions of the American crocodile (*Crocodylus acutus*). PhD Dissertation. Texas Tech University, Lubbock, Texas.

- Rodríguez Shettino, L. 1993. Áreas Faunísticas de Cuba según la distribución ecogeográfica actual y el endemismo de los reptiles. *Poeyana*, 436: 1-17.
- Rodríguez, R., R. Ramos, W. Mc Mahan and J. P. Ross. 1996. Reintroducción del cocodrilo cubano en la Isla de la Juventud. *Newsletter* 15:10-11.
- Rodríguez, R., P. Ross and U. Seal (Eds). 2000. *Cocodrilo Cubano Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat: Borrador del Informe*. CBSG, Apple Valley, MN.
- Rodríguez, R. 2000. Situación actual del *Crocodylus acutus* en Cuba. In *Proceedings of the 15th Working Meeting of the CSG, IUCN* 113 –140.
- Roos, J, K. Ramesh and A. Janke. 2007. Extended mitogenomic phylogenetic analyses yield new insight into crocodylian evolution and their survival of the Cretaceous–Tertiary boundary. *Mol Phylogenet Evol* 45:663–673.
- Ross, J.P. 1998. *Crocodyles. Status Survey and Conservation Action Plan*. 2nd edition. Crocodyles Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Rueda-Almonacid, J.V., J. L. Carr, R. A. Mittermeir, J. V. Rodríguez-Mahecha, R. B. Mast, R.C. Vogt, A.G.J. Rhodin, J.de la Ossa-Velásquez, J.N. Rueda and C.G. Mittermeir. 2007. *Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo No 6. Conservación Internacional. Ed. Panamericana, Formas e Impresos, Bogotá, Colombia, 538 pp.*
- Seone Gallo, J. 1984. *El folklore médico de Cuba*. Editorial de Ciencias Sociales, La Habana.
- Thorbjarnarson, J. and R. Franz. 1987. *Crocodylus intermedius* (Graves). Orinoco Crocodile. Pp. 406. I-402. In: *Catalogo of American Amphibians and Reptiles*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles (SSAR).
- Thorbjarnarson, J. 1989. Ecology of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*. *Crocodyles. Their ecology, management, and conservation*. IUCN Publications New series. Pp:229-259.
- Thorbjarnarson, J. and G. Hernández. 1992. Recent investigation on the status and distribution of orinico crocodile *Crocodylus intermedius* in Venezuela. *Biological Conservation* 62: 179-188.
- Thorbjarnarson, J., F. Mazzotti, E. Sanderson, F. Buitrago, M. Lazcano, K. Minkowski, M. Muñiz; P. Ponce, L. Sigler, R. Rodríguez-Soberon, A. M. Trelancia and A. Velasco. 2006. Regional habitat conservation priorities for the American crocodile. *Biological Conservation* 128:25-36.
- Ulloa, G. and C. Sierra. 2006. Experimental pilot project for the conservation of *Crocodylus acutus* by local communities in the mangrove of Cispata Bay, Córdoba, Colombia, South America.

Pp: 156-164 In: *Crocodiles. Proceedings of the 18th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group*, IUCN- The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge UK.

Varona, Luis S. 1966. Notas sobre los crocodílidos de Cuba y descripción de una nueva especie del Pleistoceno. *Poeyana*, Ser. A 16:1-34.

Varona, Luis S. 1976. *Caiman crocodilus* (Reptilia: Alligatoridae) in Cuba. *Miscelánea Zoológica* 5:2.

Varona, Luis S. 1984. Los cocodrilos fósiles de Cuba (Reptilia: Crocodylidae). *Carib. J. Sci.* 20:13-18.

Varona, Luis S. 1985. The distribution of *Crocodylus acutus* in Cuba. *Herpetological review* 16:103-105.

Varona, Luis S. 1987. The Status of *Crocodylus acutus* in Cuba. *Caribbean Journal of Sciences* 23:256-259.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



CAPÍTULO 2. ÁREA DE ESTUDIO

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

1. Medio Físico

La Ciénaga de Zapata está ubicada en la Península de Zapata, al sur de la provincia de Matanzas, aproximadamente a 22° latitud sur y 81° longitud oeste, con una extensión de este a oeste de 175 km y una anchura que varía de 14 km a un máximo de 58 km (Figura 1). Constituye una unidad ecológica con grandes valores naturales, por lo que dentro de ella han sido declaradas áreas protegidas de diferentes categorías. Posee una superficie de 4520 km², de las cuales 2600 km² corresponden a áreas inundadas (el 75% del total de la superficie), por lo que se trata del principal humedal de Cuba y del Caribe insular.

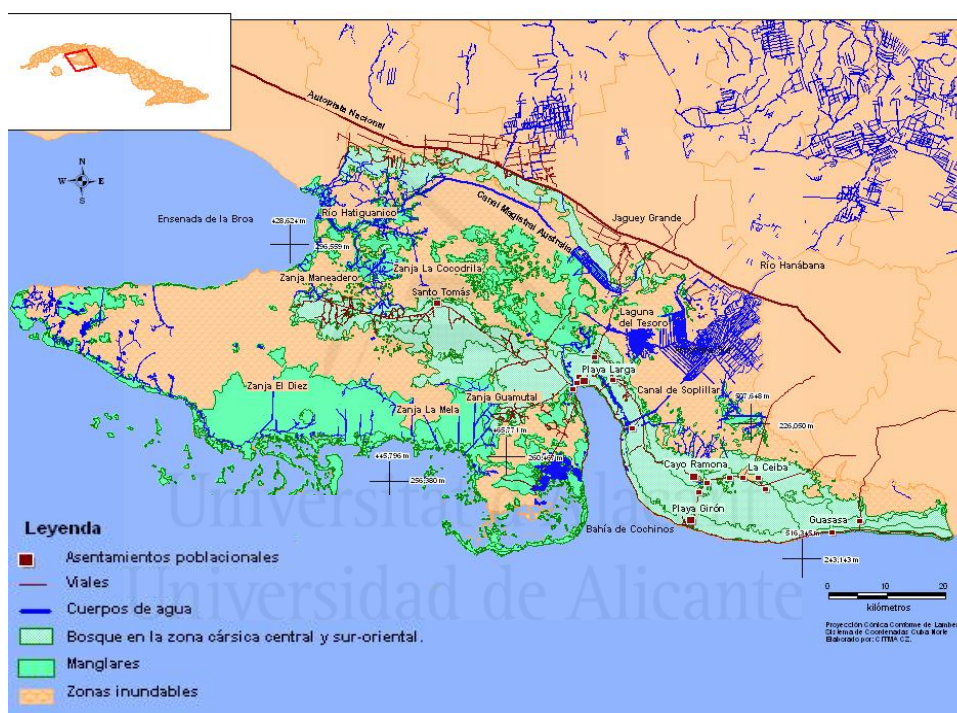


Figura.2.1. Características generales y ubicación de la Ciénaga de Zapata.

La península, con su bajo relieve y pobre drenaje, forma un extenso territorio de humedales bajos, marismas, ciénagas y bosques. Fue declarada Reserva de la Biosfera en el año 2000 y Sitio Ramsar en 2001. Actualmente está considerada a nivel nacional como Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) y Región Especial de Desarrollo Sostenible (Decreto 197/ 96 del Plan Turquino Manatí), y gran parte de su territorio ha sido declarado Parque Nacional.

1.1 Geología y relieve

Este territorio peninsular se caracteriza por áreas jóvenes, principalmente turbosas y pantanosas, de sedimentos cuaternarios yaciendo sobre un substrato rocoso sobre el que se ha elaborado el relieve de rocas carbonatadas del Neógeno (Rodríguez et al., 1993). Esta estructura de piedras calizas se encuentra fracturada por un sistema de fallas de componente Norte-Sur y sistemas de agrietamientos paralelos, que aportan una diferenciación espacial al territorio, dando lugar a dos grandes bloques bien diferenciados geológicamente, separados por la falla de Cochinos: la ciénaga Oriental y la Occidental. Esta diferenciación se refleja en el tipo de suelo y el drenaje. El bloque occidental, más deprimido, se caracteriza por tener costas de tipo acumulativo – biogénicas, debido a los diversos manglares que se desarrollan a lo largo del mismo, con abundantes lagunas y marinas. Está subdividido en las zonas noroeste y sudoeste por una elevación cársica del terreno de menos de 5 m. El área total es plana y está por debajo de los 10 m de elevación. Se caracteriza por calizas recientes del Holoceno y por capas de sedimentos orgánicos de turba sobre el carso. Esta superficie cársica está ampliamente erosionada formando casimbas, sumideros, cenotes y otros tipos de depresiones como lapiaz, que facilitan los principales drenajes y pequeños aliviaderos de las aguas superficiales (CITMA, 2004).

El bloque oriental, más elevado, presenta un claro predominio de costas abrasivas. Está limitado por la costa sur, que es escarpada. Un área considerable de su interior fue zanjeada y drenada para el cultivo del arroz. En esta zona las formas cársicas están más desarrolladas, existiendo más de medio centenar de grandes y pequeñas depresiones encajadas en las rocas desnudas y paredes escarpadas, que se encuentran inundadas permanentemente, alineadas según los patrones morfotectónicos en grupos que forman “rosarios de lagos”, siendo la más representativa y la de mayor área de toda la península la de la Laguna del Tesoro, con una superficie de 9 km². Esta zona presenta la mayor modificación por las actividades pesqueras y de turismo, aunque permanece una gran área de sabanas inundables.

El relieve esta compuesto por superficies marinas que, condicionadas por la presencia en toda

el área de rocas carbonatadas y por la evolución neotéctónica del territorio, han originado depresiones con acumulaciones de turba con espesores máximos de 0.8 m, así como extensas áreas de diferentes grados de carsificación (Rodríguez et al., 1993). El relieve fluvial es casi inexistente en todo el territorio, con excepción del asociado a los ríos Hatiguanico en la región occidental y Hanábana en la región oriental, con pocos kilómetros de longitud. Todas las corrientes provenientes del norte desembocan en el borde septentrional de la ciénaga. Solo el río Hatiguanico atraviesa la ciénaga occidental (Proyecto, 2004).

1.2 Hidrología

La cuenca de Zapata, se encuentra en una de las regiones de significativo desarrollo de los procesos cárnicos del país, lo que sumado a los procesos de empantanamiento y antrópicos (canalización, regulación del drenaje, etc.) determinan que su red de drenaje superficial se encuentre muy desmembrada y se defina como un sistema de acuíferos caracterizado por diferencias litoestructurales e hidrodinámicas, cuya descarga se produce fundamentalmente hacia la ciénaga y de esta al mar a través de dos líneas principales de drenaje: la Bahía de Cochinos y la Ensenada de la Broa, que concentran la mayor parte del escurrimiento superficial y subterráneos de la cuenca. El drenaje en general presenta componentes superficiales, subsuperficiales y subterráneas, que varían su presencia y magnitud, en dependencia de las particularidades de cada sector del territorio (Proyecto, 2004).

Una importante base hídrica la constituye la cuenca del Río Hatiguanico, compuesta por los afluentes Gonzalo, Negro y Guareiras, la cual vierte directamente al mar a través de la Ensenada de la Broa (ACC, 1993), y otra base la constituye el Río Hanábana, que vierte sus aguas a la Laguna del Tesoro y de esta a la Bahía de Cochinos a través del Canal de Soplillar, conectado al mar por un sistema de ponores que aparecen en la laguna La Nasa con posterior descarga en Caleta Ávalo y Caleta del Rosario (Abreu com. per., 2008).

La ciénaga no supone una barrera natural al avance de la intrusión marina sobre el acuífero miocénico desarrollado en el tercio superior de la cuenca, sino que actúa de tampón o amortiguador de esto. La presencia generalizada de la intrusión salina a una u otra profundidad en toda el área se debe a que prácticamente todo el horizonte acuífero se encuentra debajo del mar, a la ausencia de una barrera hidrogeológica y a los factores litológicos y estructurales de la región (Proyecto, 2004).

La cuenca de alimentación a la ciénaga occidental proviene de la vertiente norte, donde las aguas superficiales se originan en su mayor parte en las Alturas de Bejucal - Madruga -

Coliseo. Esta abarca un área de 1516 km² y tributó el 53.24 % de los aportes de agua al territorio en el año 2000 (Petrova, 2008). El 91.59 % de estas aguas se infiltran a través de un sistema de ponores abiertos o difusos con cotas de 15 a 20 m sobre el nivel del mar en áreas de la propia llanura y por vía subterránea alimentan la ciénaga occidental. Otro aporte importante son las precipitaciones que se generan en la región, que constituyen alrededor del 35 %.

Por su parte, la zona de captación de la ciénaga oriental ocupa un área de 3116 km² y es la responsable del 87.47 % del aporte de agua a dicha porción de la ciénaga para igual período (Petrova, 2008). Las líneas de afluencias fundamentales a estas son la subterránea, con un 55.25%, y la superficial a través del Río Hanábana, responsable del 32.22%.

La porción sudoeste de la península está limitado en su borde sur por cayos de arrecifes coralinos, y forma una hoya de poca profundidad con poco drenaje natural. Desde finales del siglo XIX se llevó a cabo la construcción a mano de una red de canales para la extracción de productos forestales, lo que propició un escape considerable del agua superficial de esta zona. En la actualidad estos canales están en desuso, y se han ido cerrando como resultado del crecimiento de la vegetación. Los pocos que permanecen abiertos permiten, en la época de lluvia, el acceso con pequeños botes al interior de esta virtualmente impenetrable ciénaga.

1.3 Suelo

Los suelos de la Ciénaga de Zapata presentan una distribución E-O, que se corresponde aproximadamente, con la orientación de la estructura geológico - geomorfológico y las condiciones hidrólogo - hidrogeológicas que influyen directamente, en la composición y tipo de nutrición hídrica y mineral del suelo. Existen cuatro fajas bien diferenciadas entre sí: Ferralíticos rojos y ferralíticos amarillentos; turbosos, turbosos - gleyzados y margosos – turbosos; rendzinas negras y rojas y cenagosos costeros y solonchak de mangle. En la faja ocupada por pantanos, los suelos son turbosos, turboso - gleyzados y margoso - turbosos, dentro de una amplia depresión tectónica, cuyo lecho está cubierto por calizas envueltas irregularmente por margas de fondo lacustre, fangos, arcillas fluviales y eluviales y turbosapropelias (Ortega, 1980; Furrozola, 1997; Hernández et al., 2004).

En la zona central sudoccidental, los suelos y sedimentos son generalmente saturados y forman una capa de lodo de 1-2 m de profundidad sobre el estrato cársico. El agua dulce de su interior es intensamente teñido con taninos de algunas plantas y tiene un bajo pH.

1.4 Clima

Las características climáticas de la ciénaga de Zapata están muy marcadas por las condiciones físico - geográficas locales (Alfonso, 1991). Las temperaturas varían de 15°C hasta 35°C, con promedio anual de 24.5°C. La temperatura media anual es de 23 °C para la zona central de la Península de Zapata y 25 °C para el resto del territorio.

Presenta un período más cálido y lluvioso entre mayo y octubre, con valores de la temperatura máxima diaria por encima de los 30°C y la mínima por encima de los 20°C. En el período menos cálido de noviembre a abril, las máximas diarias son menores de 30°C y las mínimas inferiores a 20°C. La amplitud diaria de la temperatura en los diferentes sectores de la Ciénaga, se ve atenuada por el efecto de las superficies anegadas de agua, que regulan el régimen térmico. La distribución de la temperatura, de igual manera se encuentra regulada en este sentido, en función de la distancia a la costa, debido al mismo proceso referido, apreciándose un gradiente de componente N-S, con las mayores amplitudes hacia el interior del territorio (Rodríguez et al., 1993).

El viento predominante es del este, generalmente débil, y eventualmente asociado a anticiclones migratorios al norte de Cuba. La componente sur o sureste del viento también tiene relevancia en la región, generalmente asociada a frentes fríos.

Debido a la interacción de las brisas, se origina una zona de convergencia en la parte central y noroccidental de la Ciénaga de Zapata, que tiene gran importancia en el régimen de precipitaciones y en la ocurrencia de tormentas locales severas. Este mecanismo de los vientos provenientes fundamentalmente del noreste y del sur, es frecuente en cualquier época del año, pero típico del verano (Rodríguez et al., 1993).

La lluvia promedio anual es de 1500 mm y la parte Noroeste de la ciénaga es una de las zonas más lluviosas del país con un máximo de 1700 mm. Resulta junio el mes más lluviosos del año (300 – 500 mm) y diciembre el menos lluvioso (< 20 mm). En la Península de Zapata ocurren inundaciones periódicas en gran parte del territorio y se presentan cuando las lluvias alcanzan entre 500 – 700 mm en los meses de mayo – junio o septiembre – noviembre.

La humedad relativa en la región presenta valores altos debidos a la disponibilidad del elemento agua en gran parte de su extensión. La humedad relativa es alta con valores medios del 81 - 85 % de septiembre a noviembre y del 75 – 77 % en los meses de marzo a abril. El valor promedio es de un 85 %, que tiende a aumentar hacia el sur.

El territorio de la Ciénaga de Zapata ha sido afectado por 11 huracanes en el periodo de 1844 al 2005. En el transcurso de 51 años (desde 1944 hasta 1995) fue afectada directamente por

tres huracanes y la misma cantidad de huracanes afectaron a esta región en sólo 11 años desde 1996 hasta 2007; destacándose como los más intensos el Michelle en el 2001 y el Dennis en el 2005 (Fig.2). Estos eventos han provocado incalculables pérdidas materiales y humanas, toda vez que afectan un territorio eminentemente llano, con drenaje deficiente y costas bajas (CITMA, 2002).

2. Medio Biológico

2.1 Flora y vegetación

La Península de Zapata se considera un distrito fitogeográfico por la individualidad de su flora y vegetación: su mayor relación florística está dada con la Península de Guanahacabibes y el sur de la Isla de la Juventud, dentro del archipiélago cubano y fuera de éste, con el sur de La Florida (Proyecto, 2004).

En la Ciénaga de Zapata, la distribución espacial de la vegetación responde a la presencia y características del agua como factor ecológico, es por ello que existe una amplia gama de tipos de vegetación, coexistiendo un total de 17 formaciones vegetales (Del Risco, 1978; Oviedo, 1991), siendo la más importante por su extensión el herbazal de ciénaga que ocupa el 36 % del territorio y el manglar que cubre 1200 km² lo que representa el 26.6 % del área de la ciénaga, constituyendo esta la mayor extensión de manglares de Cuba y una de las mayores del Caribe. Se destacan también, por su extensión y composición: vegetación de agua salada, vegetación de saladar, vegetación de agua dulce, sabanas, bosque de ciénaga, bosque semicaducifolio con humedad fluctuante, bosque subperennifolio mesófilo, bosque semicaducifolio mesófilo, bosque caducifolio, bosque caducifolio esclerófilo subcostero, matorral xeromorfo costero, matorral sp, matorral esclerófilo sobre carso con diente perro, complejo de vegetación de costa arenosa y complejo de vegetación de costa rocosa.

En estas formaciones vegetales se desarrollan algo más de 1000 especies de plantas autóctonas, distribuidas en 110 familias; son consideradas 15 especies como raras o en peligros de extinción, destacándose 115 endemismos cubanos, de ellos 5 locales que presentan variantes debido a cambios en las condiciones ecológicas y a procesos de antropización ocasionados por talas selectivas, fuegos, cambios en el régimen hídrico, etc.

La información sobre la vegetación y la flora fue obtenida del estudio del ordenamiento ambiental de la Ciénaga de Zapata realizado por el Instituto de Geografía Tropical de Cuba conjuntamente con otras dependencias del territorio en el año 2004.

Vegetación de Agua Salada: Esta formada por plantas halófitas sumergidas, generalmente es pobre en especies y forman un césped en las lagunas de agua salada y salobre. Las especies

que caracterizan esta formación vegetal son: *Najas marina* (Lino de agua), *Ruppia maritima* (Hierba de Manatí), *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* (Hierba de Manatí). Las áreas más significativas que presentan este tipo de formación vegetal son: las lagunas de Las salinas, los alrededores de la cayería, la zona occidental de la Península y áreas bajas de la Ensenada de la Broa.

Vegetación de Saladar: Son comunidades de plantas halófilas en zonas salinas terrestres. La integran fundamentalmente plantas suculentas y gramíneas que resisten altas presiones osmóticas. Se ubican generalmente a continuación de los manglares donde los suelos se inundan frecuentemente con agua salada. Las especies más características son: *Batis marítima* (Perejil de costa), *Salicornia perennis* (Hierba de vidrio), *Suaeda linariis* (Sosa), *Distichlis spicata* (Gramma de costa), y *Heliotropium curassavicum* (Alacrancillo de playa), *Sporobolus virginicum ssp. litoralis* (Gramma de playa), *Achrostichum areum* (Cola de alacrán). Las áreas más significativas que presentan este tipo de formación vegetal son: Algunos puntos de Las Salinas, Cayería al Sur de la ciénaga.

Manglar: Está compuesto por bosques perennifolios con el predominio generalmente, de un solo estrato arbóreo, escasas especies de arbustivas, hierbas, lianas y epífitas. Es una de las formaciones vegetales más importantes en el humedal por su extensión y salud de los mismos, diversidad de asociaciones y su papel esencial, desde el punto de vista ecológico. Las especies características son: *Rhizophora mangle* (Mangle rojo), *Avicennia germinans* (Mangle Prieto), *Laguncularia racemosa* (Patabán), *Conocarpus erectus* (Yana), Otras especies acompañantes son: *Batis marítima* (Perejil de costa), *Achrostichum aureum* (Cola de alacrán), *Distichlis spicata* (Gramma de costa), *Rhabdadenia biflora* (Clavelito del manglar), *Ipomoea spp.* (Aguinaldos), *Tillandsia fasciculata* (Curujey), *Broughtonia lindenii* (Orquídea), *Dalbergia ecastophyllum* (Bejuco baracoa), *Pavonia spicata* (Majagüilla). Las áreas más significativas que presentan este tipo de formación vegetal son: la porción occidental de la península y la Cayería.

Vegetación de agua dulce: Formada por plantas dulceacuícolas tanto sumergidas como flotantes. Se desarrolla en lagunas, ríos, canales, charcas y áreas temporalmente inundadas. Las especies que caracterizan esta formación son: *Vallisneria americana* (Hierba de Manatí), *Scirpus lacustris ssp. validus* (Junco), *Utricularia foliosa* (Ayún), *Potamogeton nodosus*; *P. illinoensis* (Espigas de agua), *Hydrocotyle umbellata* (Ombigo de Venus), *Nymphaea ampla* (Ova blanca); *N. odorata* (Ova de galleta), *Nuphar luteum var. macrophyllum* (Malangueta) y *Salvinia auriculata* (Lechuguilla de agua).

Herbazal de Ciénaga: Lo componen comunidades de plantas herbáceas que se reúnen en

áreas que permanecen inundadas la mayor parte del año. Las gramíneas y las ciperáceas son los elementos que predominan en este tipo de formación vegetal. Las especies más importantes son: *Cladium jamaicensis* (Cortadera), *Typha domingensis* (Macío), *Eleocharis interstincta* (Junco de ciénaga), *Acoelorrhaphe wrightii* (Guano prieto), *Eleocharis celulosa* (Junco fino), *Ilex cassine* (Yanilla blanca) *Myrica cerifera* (Arraijan).

Sabanas (sensu lato): El origen de este tipo de formación vegetal en la ciénaga se estima que sea mayormente a partir de alguna otra formación vegetal alterada por intervención erógena, principalmente la acción del hombre. La composición florística y fisonómica varía en dependencia del sustrato donde se asienta y la formación vegetal a partir de la cual se originó. Se caracteriza mayormente por plantas herbáceas, palmas y pocos árboles y arbustos dispersos. También pueden encontrarse epífitas. La misma se desarrolla en zonas bajas, temporalmente inundadas. Dentro de la dominancia de la vegetación herbácea, las gramíneas y ciperáceas son mejor representadas. Las especies más características son: *Sabal marítima* (Guano cana), *Tabebuia spp.* (Roble blanco), *Acoelorrhaphe wrightii* (Guano prieto), *Ilex cassine* (Yanilla blanca), *Bucida palustris* (Júcaro de ciénaga), *Loncheocarpus dominguensis* (Guamá de sogá) *Crescentia cujete* (Guira), *Hohenbergia penduliflora* (Curujey gigante) y *Selenicereus grandiflorus* (Pitaya).

Bosque de Ciénaga: Se caracteriza por la presencia de bosques con estrato arbóreo de 5-15m (puede llegar hasta 20m) de altura con la mayor parte de los árboles perennifolios. Presenta estrato arbustivo, algunas hierbas, lianas y generalmente abundantes epífitas y algunas palmas. Estos tipos de bosques se desarrollan en suelos mayormente turbosos, que pueden permanecer temporalmente inundados con agua dulce entre cuatro y seis meses del año. Esta formación vegetal es de las más ricas en especies del área. Las especies características son: *Bucida palustris* (júcaro de ciénaga), *Bucida buseras* (Júcaro negro), *Tabebuia angustata* (Roble blanco), *Taliparites elatus* (Majagua), *Calophyllum antillanum* (Ocuje), *Salix caroliniana* (Clavellina), *Sabal marítima* (Guano de cana), *Roystonea regia* (Palma real), *Annona glabra* (Bagá), *Chrysobalanus icaco* (Icaco), *Myrica cerifera* (Arraigan), *Erythroxylum confusum* (Arabo carbonero), *Rauwolfia cubana* (Víbona), *Sagittaria lancifolia* (Flechera de agua), *Achrostichum danaefolium* (Cola de alacrán), *Smilax laurifolia* (Raíz de China), *Tillandsia fasciculata*, *T. balbisiana*, *T. flexuosa* (Curujeyes), *T. usneoides* (Guajaca), *Tolumnia variegata* (Angelitos), *Encyclia spp.* (Orquídeas), *Prostachaea ssp.* (Orquídeas), *Ionopsis utricularioides* (Mosquita), *Polypodium aureum* (Calaguala), *P. polipodioides* (Doradilla) etc.

Bosque semicaducifolio con humedad fluctuante: Estos bosques crecen en suelos

inundados por corto tiempo, se localizan entre los bosques de ciénagas y los semicaducifolios. Presentan dos estratos arbóreos densos de 12-20 m, estrato arbustivo bien representado, algunas hierbas, lianas y epífitas. Las especies que lo caracterizan son: *Lysiloma laticiliquum* (Soplillo), *Metopium brownei* (Guao de costa), *Swietenia mahagoni* (Caoba antillana), *Calophyllum antillanum* (Ocuje), *Geoffrea inermis* (Yaba), *Pithecellobium glaucum* (Abey), *Allophylus cominea* (Palo de caja), *Amyris balsamifera* (Cuaba blanca), *Myrcine coriacea* (Sangre de doncella), *Guettarda combsii* (Contraguao), *Tabebuia leptoneura* (Roble blanco), *Eugenia axillaris* (Guairaje), *Lasiasis divaricata* (Pitillo de monte), *Chiococca alba* (Bejuco de Berraco), *Smilax havanensis* (Alambrillo), *Gouania lupoloides* (Bejuco leñatero), *Tillandsia fasciculata*, *T. balbisiana*, *T. flexuosa* (Curujeyes), *Encyclia phoenicia* (Orquídea de Chocolate) y *Epidendrum nocturnum* (Flor de San Pedro).

Bosque subperennifolio mesófilo: Presenta más del 70% de las especies del estrato arbóreo perennifolias. Tiene de dos a tres estratos arbóreos, formados por árboles y palmas altas que pueden oscilar entre 15-20m de altura el más alto y los otros oscilan entre 8-10m y 10-15m. El estrato arbustivo está compuesto por arbolitos y arbustos que no sobrepasan los 6m. Además se pueden encontrar algunos representantes del estrato herbáceo, lianas, abundantes helechos y algunas epífitas. Este tipo de formación vegetal es atípica en la localidad y por tanto es la menos representada, sin embargo resulta muy importante por el grado de endemismo, valor maderable de sus especies y papel ecológico. En esta formación se presentan elementos de bosques húmedos de montaña. Las especies más características son: *Laurocerasus occidentalis* (Cuajani), *Sideroxylum foetidissimum* (Jocuma), *Calophyllum antillanum* (Ocuje), *Cedrela mexicana* (Cedro), *Nectandra antillana* (Aguacatillo), *Turpinia paniculata* (Sauco cimarrón), *Exotea paniculata* (Yaicuaje), *Taliparites elatus* (Majagua), *Cupania macrophylla* (Guara blanca); *C. glabra* (Guara de costa), *Erythroxylum areolatum* (Arabo), *E. havanensis* (Jibá), *Ateramnus lucidus* (Yaití), *Eugenia spp.* (Guairajes y mijes), *Smilax lanceolata* (Raíz de china), *Cissus verticillata* (Bejucubí), *Marcgravia rectiflora* (Bejuco perdíz), *Vitis tiliaefolia* (Parra cimarrona), *Encyclia spp.* (Orquídeas), *Oeceoclades maculata* (Orquídea terrestre invasora), *Tillandsia fasciculata* (Curujey), *Guzmania monostachia* (Curujey) y *Catopsis berteronia* (Curujey).

Bosque semidecaducifolio mesófilo: Son bosques donde el 50% o más de las especies arbóreas son caducifolias localizadas en zonas que generalmente no se inundan. Pueden presentar, generalmente dos estratos arbóreos que oscilan entre los 20m el más alto y el más bajo puede llegar hasta los 15m de altura (figura 5). El estrato arbustivo está bien

representado, sin embargo el herbáceo es escaso. Hay abundantes especies de lianas y epífitas. Es la formación boscosa más abundante de la ciénaga por su gran extensión, su presencia es comparada a la de los manglares y presenta gran productividad maderable. Además se caracteriza por la gran diversidad de especies con muchos endémicos. Las especies más comunes son: *Lysiloma latisiliquum* (Soplillo), *Burcera simaruba* (Almácigo), *Zuelania guidonia* (Guaguasí), *Ceiba pentandra* (Ceiba), *Cordia gerscanthus* (Baría), *Geoffrea inermis* (Yaba), *Roystonea regia* (Palma real), *Sabal yapa* (Cana japa), *Cedrela mexicana* (Cedro), *Chrysophyllum oliviforme* (Caimitillo) y *Eugenia maleolens* (Guairaje blanco), *Casearia sylvestris* var. *syvestris* (Sarnilla), *Casearia aculeata* (Jía brava), *Erythroxylum havanensis* (Jibá), *Picramnia pentandra* (Aguedita), *Lasiasis divaricata* (Pitillo de monte), *Psychotria horizontalis* (Tapa camino), *Smilax havanensis* (Alambrillo), *S. lanceolata* (raíz de china), *Gouania lupuloides* (Bejuco leñatero) y *Tillandsia spp.*(Curujeyes).

Bosque caducifolio: Son bosques abiertos con alrededor del 75% de las especies arbóreas caducifolias. Son escasos, localizados en puntos aislados y muy secos de la parte oriental de la ciénaga. Se caracterizan por un estrato arbóreo de 10-12m de altura, arbustos y algunas hierbas, lianas y epífitas. Además, en ellos se destaca la presencia de cactáceas arborescentes. Las especies que caracterizan este tipo de formación vegetal son: *Chloroleucon mangensis* var. *lenticifolium* (Humo o Guayabillo), *Spondias mombin* (Jobo), *Lysiloma latisiliquum* (Soplillo), *Cordia gerscanthus* (Baría), *Cordia collococca* (Ateje), *Burcera simaruba* (Almácigo), *Guapira longifolia* (Zarza sin espinas), *Chrysophyllum oliviforme* (Caimitillo), *Guazuma ulmifolia* (Guásima), *Dendrocereus arboreus* (Aguacate cimarrón o Flor de copa), *Zanthoxylum fagara* (Uña de gato), *Erythroxylum havanensis* (Jibá), *Cryptostegia grandiflora* (Estrella del norte), *Picramnia pentandra* (Aguedita), *Cordia globosa* (Hierba de la sangre), *Harrisia taylori* (Jijira), *Croton lucidus* (Cuabilla), *Lasiasis divaricata* (Pitillo de monte), *Commelina elegans* (Canutillo), *Smilax havanensis* (Alambrillo), *Stigmaphyllon sagreanum* (Bejuco de San pedro), *S. diversifolium* (Bejuco blanco), *Tillandsia spp.* (Curujeyes).

Bosque semicaducifolio esclerófilo subcostero: Estos bosques presentan más del 50% de las especies caducifolias. Se caracteriza por presentar dos estratos arbóreos, el más alto de 10-12 m y el más bajo de 8-10 m de altura. Además hay representación de palmas, cactus, arbustos y las hierbas, lianas y epífitas son muy escasos, en algunos puntos ausentes. Esta formación vegetal alberga altos índices de diversidad y endemismos. Las especies que

caracterizan a esta formación vegetal son: *Picrodendron macrocarpum* (Yana prieta), *Burcera simaruba* (Almácigo), *Zuelania guidonia* (Guaguasí), *Lysiloma latisiliquum* (Soplillo), *Sideroxylon foetidissimum* (Jocuma), *Hypelate trifoliata* (Cuaba de Ingenio), *Capparis cinophalophora* (Mostacilla o Aceitunillo), *Swietenia mahagoni* (Caoba antillana), *Thrinax radiata* (Guano de costa), *Eugenia maleolens* (Guairaje blanco), *Zanthoxylum fagara* (Uña de gato), *Capparis flexuosa* (Mostacilla), *Erythroxylum havanensis* (Jibá), *Diospyros crassinervis* (Ébano carbonero); *D. grisebachii* (Ébano real), *Harrisia taylori* (Jijira), *Croton lucidus* (Cuabilla), *Argythamnia candicans* (Plateado), *Opuntia dillenii* (Tuna brava), *Morinda royoc* (Palo garañón), *Serjania subdentata* (Bejuco esquinado), *Triopteris rigida* (Bejuco de San Pedro), *Selenicereus grandiflorus* (Pitaya), *Tillandsia recurvata*, *T. fasciculata*, *T. variabilis*, *T. balbisiana* (Curujeyes), *Tolumnia lemoniana* (Orquídea), *Cyrtopodium punctatum* (Cañuela), *Encyclia phoenicia* (Orquídea de chocolate).

Matorral xeromorfo costero: Se caracteriza por ser un matorral achaparrado de 4-6m compuesto mayormente por arbustos esclerófilos, espinosos y con la presencia de algunos arbolitos emergentes. Se destaca la presencia de cactus y algunas palmas, hierbas, lianas y epífitas. Este tipo de formación vegetal se destaca por la riqueza de especies y endemismo. Las especies que caracterizan este tipo de formación vegetal son: *Savia bahamensis* (Icaquillo), *Bumelia glomerata* (Jiquí espinoso), *Ateramnus lucidus* (Yaití), *Guapira obtusata* (Macagüey), *G. longifolia* (Zarza sin espinas), *Hypelates trifoliata* (Cuaba de Ingenio), *Dendrocereus nodiflorus* (Aguacate cimarrón o flor de copa), *Croton lucidus* (Cuabilla), *Pilosocereus robinii* (Jijira), *Coccothrinax cupullaris* (Yuraguano), *Copernicia brittonorum* (Yarey de costa), etc.

Matorral sp. : Matorral esclerófilo sobre carso con diente de perro (formación vegetal nueva al menos para la Ciénaga de Zapata). Esta formación vegetal esta integrada por un estrato arbustivo de hasta 2 m de alto; la mayoría esclerófilos (Figura 6). Con pocos arbolitos emergentes (de apariencia enana), muy dispersos de 2.5-3 m de alto. Es una vegetación muy abierta con un 35-40 % de cobertura vegetal. Presencia de lianas, epífitas (orquídeas y curujeyes), mayormente en la base de los troncos y hasta en el suelo en algunos puntos sobre la hojarasca. También ciperáceas y orquídeas terrestres. Esta vegetación se desarrolla sobre carso puro (diente de perro) y casimbas, algunas algo profundas y con turba y/o agua; a 4-5 msm. Entre las especies que caracterizan esta formación vegetal se destacan: *Metopium toxiferum* (Guao de costa), *Savia bahamensis* (Icaquillo), *Strumphia marítima*, *Neobracea angustifolia*, *Manilkara jaimiqui* (Jaimiqui, Acana jaimiqui), *Byrsonima lucida* (Carne de

Doncella), *Coccoloba praecox* (Uverillo), *Phialanthus stillans*, *Guettarda cf. Scabra* (Chicharrón de monte, Cuero, Guayabillo blanco), *Ouratea illicifolia* (Rascabarriga), *Smilax havanensis* (Alambrillo), *Smilax laurifolia* (Raíz de China), *Vanilla articulata* (Vainilla), *Cynanchum caribaeum*, *Cassytha filiformis* (Bejuco fideo), *Cladium jamaicensis* (Cortadera), *Rhynchospora aff. Tenuis*, *Scleria lithosperma*, *Tetramicra urbaniana*, *Epidendrum nocturnum* (San Pedro), *Catleyopsis lindenii* (San Pedro), *Tillandsia spp.* (Curujeyes) y *Catopsis nutans* (Curujey).

Uveral: Es una formación vegetal perennifolia, monodominante, que en dependencia de la intensidad de los vientos marinos puede cambiar su aspecto fisonómico de arbustivo (hasta 5m) a arbóreo (hasta 10 m). Se desarrolla fundamentalmente en costas arenosas localizadas puntualmente en algunas áreas de la parte oriental de la ciénaga y cuando está saludable se presenta muy compacto y cerrado su dosel. Las especies que la caracterizan son: *Coccoloba uvifera* (Uva caleta), *Thrinax radiata* (Guano de costa), *Caesalpinia bonduc* (Mate amarillo), *Burcera simaruba* (Almácigo), *Morinda royoc* (Palo garañón), *Ipomoea spp.* (Aguinaldos). El uveral más importante se localiza en la costa de Guasasa-Punta mangle.

Complejo de vegetación de costa arenosa: Se desarrolla en las costas arenosas, constituyendo una franja desde el límite de las mareas hasta la parte baja de las dunas llegando al uveral. Solo lo componen plantas herbáceas y lianas rastreras. Entre las especies que caracterizan a este complejo se encuentran: *Suriana marítima* (Cuabilla de playa), *Sporobolus virginicus* (Gramma de playa), *Cannavalia marítima* (Mate de costa), *Ipomoea brasiliensis* (Boniato de Playa) y *Chamaesyce buxifolia* (Yerba mala o Yerba lechera).

Complejo de vegetación de costa rocosa: Se ubica en el litoral rocoso, directamente en contacto con las costas y se caracteriza por ser un matorral bajo, abierto, con arbustos achaparrados de 1-2 m de altura que se desarrollan sobre roca caliza desnuda o sobre pequeñas aglomeraciones de arena que se acumulan en las concavidades de las rocas. Las especies más características de este complejo son: *Borrichia arborescens* (Romero de playa), *Rachicallis americana* (Cuabilla), *Suriana marítima* (Cuabilla de playa), *Coccoloba uvifera* (Uva caleta), *Sesuvium portulacastrum* (Verdolaga de playa), etc.

Entre las especies invasoras más importantes introducidas en el humedal están: *Melaleuca leucadendron* (Cayepút, Melaleuca), *Casuarina equisetifolia* (Casuarina) y *Myriophyllum pinnatum* (Miriofilum).

2.2 Fauna

En esta área existe una significativa vida silvestre asociada a los cocodrilos. La fauna esta representada, fundamentalmente, por aves, mamíferos, reptiles, anfibios y peces. Los mayores valores de endemismos se reportan para los anfibios (86 %) y de las 58 especies identificadas para Cuba la cuarta parte vive en la Ciénaga de Zapata (Rodríguez - Shetino y Rivalta, 2003). Los reptiles tienen un endemismo de un 36 % y de las 156 especies reportadas para Cuba, el 26 % habita en la región (Estrada, 1995). Dentro de este grupo se encuentra el cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*) especie endémica de Cuba, considerada la especie de cocodrilos con mayor riesgo de extinción por tener hábitat restringido, el cocodrilo americano (*C. acutus*), el maja de Santa María (*Epicrates angulifer*) y abundantes jicoteas (*Pseudomys decussata*) concurren también (Garrido 1977).

La Ciénaga de Zapata no sólo es el lugar más rico en especies de aves en Cuba (258 de 368 reportadas para el archipiélago), sino que también es el área del Caribe con mayor cantidad de endémicos de la avifauna (González et al., 1999; Llanez, 2002, 2004). De las 30 especies de aves endémicas de Cuba 23 existen en la región de Zapata. Dos de estas, la Gallinuela de Santo Tomás (*Cyanolimnas cerverai*) y la Ferminia (*Ferminia cerverai*), solamente se encuentran en este lugar del país (Garrido y Kirkconnell, 2000). Del total de especies de aves reportadas, 100 son acuáticas y de estas últimas, cinco tienen categorías de amenazadas.

Los mamíferos están representados en Zapata por 15 especies de las que solo una es endémica local: la jutía enana (*Mesocapromys nanus*) la cual esta extinta y algunos de ellos con determinado grado de amenaza como es el caso del manatí (*Trichechus manatus manatus*), jutía carabalí (*Mysateles prehensilis*) y la jutía conga (*Capromys pilorides*). Hay reportados 8 especies de murciélagos, y una especie introducida de venado (*Odocoileus virginianus*). Son abundantes también los mamíferos ferales como el cerdo jíbaro (*Sus scrofa*) (Garrido, 1980, Proyecto, 2004) y ratas (*Rattus sps.*).

De la ictiofauna dulceacuícola que habita en el territorio se han descrito 30 especies de las que 9 son endémicas, destacándose como claves: la Biajaca criolla (*Nadopsis tetracanthus*) y el Manjuarí (*Atractosteus tristoechus*), el cual posee especial interés biológico, sobre todo desde el punto de vista evolutivo. Representa un grupo raro de vertebrados que pudieran constituir los peces de agua dulce más antiguos de Cuba. Actualmente esta especie está seriamente amenazada. Entre las especies introducidas en el humedal están: trucha (*Micropterus salmoides*), claria (*Clarias gariepinus*), tilapia (*Oreochromis sps*) y cinco especies de la familia Cyprinidae.

En particular, la Ciénaga de Zapata esta formada por una gran variedad de humedales que serán detallados posteriormente en el capítulo III.

2.3 Medio humano

- **Caracterización Demográfica**

En la Ciénaga de Zapata existen 18 asentamientos, con una población de 9070 habitantes (el 52.1 % son hombres y el 47.9 % son mujeres), lo que significa una densidad poblacional de 1.99 habitantes por km², la más baja del país, que se concentra sobre todo en pequeñas comunidades situadas a lo largo de los viales principales (CITMA, 2008), asentadas la mayoría en la región oriental, existiendo en la actualidad una muy baja población en la parte occidental, que no excede las doscientas personas. En los últimos dos años la mortalidad infantil y materna ha sido cero por cada mil nacidos vivos y la esperanza de vida al nacer de 76.4 años, con predominio de la población urbana.

La población residente en el territorio mantuvo como característica general la estabilidad del número de habitantes, durante toda la década del 1980 al 1990. En los últimos años existe una tendencia al crecimiento poblacional. Un análisis del movimiento migratorio del territorio muestra que el municipio se comporta como receptor de población, al tener un saldo migratorio favorable que influye en el crecimiento poblacional.

Resulta distintivo de la localidad con respecto a la provincia, el peso predominante de la población con bajo nivel de instrucción, 73 % hasta secundaria básica, resultado de la política educacional que se ha seguido en el municipio,

- **Caracterización Económica.**

El uso tradicional del área ha sido la extracción de madera, la producción de carbón vegetal, la pesca, la apicultura, la agricultura a pequeña escala y la caza de algunas especies de animales silvestres. La economía cenaguera actual está marcada por un bajo desarrollo industrial y se sustenta fundamentalmente en la explotación de sus valiosos recursos naturales, siendo las principales actividades económicas, la silvícola-forestal (madera aserrada, carbón vegetal, cuje para secar tabaco y las traviesas labradas), la pesca de escamas y dulceacuicola, explotación comercial del cangrejo de tierra, el turismo con una marcada especialización en el turismo de naturaleza (buceo contemplativo, observación de aves, pesca deportiva y recorridos náuticos fluviales) y la apicultura.

Los pobladores del territorio históricamente se han valido de los recursos de la naturaleza para su subsistencia. Con el desarrollo socioeconómico experimentado por el municipio a

partir de los años 60, la dependencia de los recursos naturales para satisfacer las necesidades personales disminuyó. En ese periodo, las entidades estatales absorbieron la explotación de los recursos y constituyeron las principales fuentes de empleo. A través del salario se logró la satisfacción de las necesidades de los pobladores y se elevó el nivel de vida de los cenagueros acercándose a los estándares nacionales.

El área en su totalidad cuenta con un plan rector para su desarrollo sustentable y ordenado que debido a sus características naturales y socioeconómicas del territorio fue declarada por Cuba como Región Especial de Desarrollo Sostenible en el Decreto 197/ 96 del Plan Turquino Manatí. El área recibe protección bajo una serie de documentos jurídicos dictadas por el estado como son: Ley de Medio Ambiente No. 81 de 1997, Estrategia Ambiental Nacional, 2001, Decreto- Ley 164 que protege entre otros especies acuáticas a los cocodrilos entre otros. Por la relevancia en el continente americano, debido a su extensión, integridad y características naturales, la UNESCO, en el año 2000, declara Reserva de la Biosfera a la Ciénaga de Zapata y como Sitio Ramsar, el 12 de Abril del 2001, con el número 1062. Actualmente está considerada a nivel nacional como Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) y Región Especial de Desarrollo Sostenible en el Decreto 197/ 96 del Plan Turquino Manatí. Gran parte de su territorio ha sido declarada Parque Nacional por Acuerdo 6291 del 26 03 08 del Consejo de Estado.

Los estudios de la biología poblacional se realizaron fundamentalmente en la porción occidental de la ciénaga.

Los estudios de la reproducción del cocodrilo cubano se realizó en el zoológico de cocodrilos, situado en la Ciénaga de Zapata, el cual será descrito en el capítulo referente a este tema.

Literatura citada

- Academia de Ciencias de Cuba (ACC) e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (ICGC). 1993. Estudio geográfico integral: Ciénaga de Zapata. Publicaciones Servicios de Información y traducciones del ICGC: 225.
- Alfonso, A. P. 1991. Las condiciones climáticas. Estudio geográfico especial. Ciénaga de Zapata. ICGC, La Habana: 18-33.
- CITMA. 2002. Informe de las Afectaciones al ambiente provocadas por el huracán Michelle durante su paso por la Reserva de la Biosfera de la Ciénaga de Zapata. Órgano del CITMA Ciénaga de Zapata, (mecanografiado) Matanzas.
- CITMA 2004. Ordenamiento Ambiental de la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata

2004. Instituto de Geografía Tropical. Agencia de Medio Ambiente.
- CITMA. 2008. Plan integral para el ordenamiento sobre bases sostenibles de la Ciénaga de Zapata. Órgano del CITMA Ciénaga de Zapata, (mecanografiado) Matanzas.
- Del Risco, E. 1978. La Vegetación de Zapata (Cuba) y su relación con las condiciones Ecológicas, con especial énfasis en el nivel del agua freática. [inédito], tesis de doctorado, Instituto de Botánica, Academia de Ciencias de Cuba e Instituto de Botánica, Academia de Ciencias de Checoslovaquia.
- Estrada, A. R. 1995. Sinopsis de la Herpetofauna de la Ciénaga de Zapata. Informe del Instituto de Investigaciones Forestales, 12 pp.
- Furrazola, G. Nuñez, K. E. 1997. Estudio sobre Geología de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología. Centro Nacional de Información Geológica.
- Garrido, O. H. Y A. Kirkconnell. 2000. Field Guide of the birds in Cuba. Cornell Univ. Press, Ithaca, New Cork.
- Garrido, O. H. 1980. Los vertebrados terrestres de la Península de Zapata. Poeyana 203:1-49.
- González H., LLanes A., Sánchez B., Rodríguez D., Pérez E., Blanco P. y A. Pérez .1999. Estado de las comunidades de aves residentes y migratorias en ecosistemas cubanos en relación con el impacto provocado por los cambios globales. Informe final. 111pp.
- Hernández, A. et al. 2004. Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos, La Habana, 64 pp.
- LLanes, A.; H. Gonzalez; B. Sanchez y E. Pérez. 2002. En Aves de Cuba. Ed. Hiram Gonzalez UPC Print, Vaasa, Finland, 161 pp.
- LLanes, A. 2004. Algunas consideraciones acerca de la avifauna de la Ciénaga de Zapata. Informe de trabajo. Inédito.IES. 6 pp.
- Oviedo, R. 1991. La flora de la Ciénaga de Zapata. Su diversidad ecológica y potencialidades de uso. I Simposio sobre el desarrollo socio-económico de los humedales. Ciénaga de Zapata. Matanzas. Cuba.
- Ortega, F. 1980. Contribución a la clasificación de los suelos de las ciénagas cubanas. Academia de ciencias, La Habana.
- Pérez, L. 2003. El humedal Ciénaga de Zapata, una importante región natural donde se realizan acciones para el desarrollo sostenible. IV Simposio Internacional "Humedales 2003". Ciénaga de Zapata. Matanzas. Cuba.
- Rodríguez, Y.J.L; Lucas Fernández Reyes y Ricardo Cruz Nardo. 1993. Estudio Geográfico

Integral de la Ciénaga de Zapata. (Eds). 1993. Academia de Ciencias de Cuba e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana, 225 pp.

Petrova, V. 2002. Impacto de las obras hidráulicas sobre el equilibrio hídrico y ecológico de la Ciénaga Occidental de Zapata. Inédito.

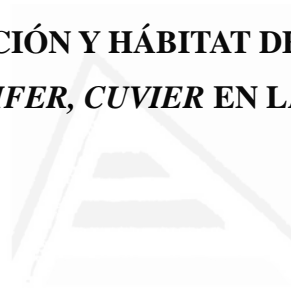
Petrova, V. 2008.

Rodríguez Schettino, L. and V. Rivalta. 2003. Lista de especies. En: Anfibios y Reptiles de Cuba, pp. 162-165. Ed. Lourdes Rodríguez Schettino. UPC Print, Vaasa, Finlandia.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

**CAPÍTULO 3. DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT DEL COCODRILO CUBANO
CROCODYLUS RHOMBIFER, CUVIER EN LA CIÉNAGA DE ZAPATA**



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Introducción

A partir de los años 70 se incrementó el interés por conocer la situación de las poblaciones de cocodrilianos, en diferentes países de la región, para proponer programas de conservación (Goldshalk, 1978, 1982; Ramos, 1978, 1987; Thorbjarnarson, 1989; Sasa y Cháves, 1992; Shubert *et al.*, 1996; Platt & Thorbjarnarson, 1996; Arteaga y Sánchez, 1996; Abadía, 1996).

En el ámbito ecológico, en general para el neotrópico, la distribución, preferencia y uso de hábitat de los cocodrilidos son parecidas en varios aspectos y se basan tanto en la profundidad de los cuerpos de agua como la variedad de afluentes que esté presente, además que exhiban acceso a zonas secas para asolearse y un lugar alto con protección vegetal para la anidación (Thorbjarnarson, 1989), pero aspectos como la salinidad, el tipo de alimento disponible y las relaciones intraespecíficas afectan las relaciones de los organismos con el medio (Thorbjarnarson, 1988).

La combinación del tamaño grande, vida larga, ectotermia, aprendizaje rápido, conducta maternal y un sistema social complejo se conjugan en los cocodrilianos, para formar una estrategia de historia de vida, que les permite usar de manera efectiva, diversos hábitats tropicales y resistir las perturbaciones humanas (Ross, 1998).

Las escasas referencias sobre la distribución del cocodrilo cubano han sido contradictorias desde el siglo XIX. La obra de Gundlach (1880) ha servido como única referencia de nuestros cocodrilos, a un sinnúmero de artículos científicos, a lo largo de más de 80 años (González, 1975).

Desde el siglo XIX, se sitúa la localidad geográfica de esta especie, en dos zonas bien definidas: la Ciénaga de Zapata, situada en la región occidental del país, al sur de la provincia de Matanzas, y en la Ciénaga de Lanier, Isla de la Juventud, antigua Isla de Pinos (Gundlach, 1880; Barbour y Ramsdem, 1919; De Sola, 1930; Varona, 1966), localidad donde se ha convertido raro, restringido y solamente a las regiones más inaccesibles (De Sola, 1930; Varona, 1966).

Las referencias históricas sobre la distribución geográfica de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata son muy reducidas y poca precisa. La primera referencia de la distribución del cocodrilo cubano en la ciénaga de Zapata fue dada por Humboldt (1826), quien creyó que el cocodrilo cubano era encontrado a lo largo de la costa sureña, desde Jagua hasta el Surgidero de Batabano (toda la parte sur de la Ciénaga de Zapata) y en la Isla de Pinos.

Cosculluela (1918) cita: “Existe la creencia muy arraigada, de que en la época del descubrimiento y conquista de Cuba no existían cocodrilos en la Ciénaga de Zapata ... Los cocodrilos en la Ciénaga de Zapata y la tímida garza real fueron abundantes en toda la zona y

han merecido la consideración de muy notables naturalistas, que por sus pantanos han cruzado en excursiones científicas de investigación, como el Barón de Humboldt y Carlos de la Torre, discutiéndose mucho entre ellos, si son caimanes o cocodrilos”.

El mayor número de localidades conocidas de la presencia de cocodrilos en la península de Zapata, se ha basado en observaciones realizadas en la costa sur, en los acuatorios de la cuenca de la Laguna del Tesoro y parte de la zona noroccidental incluyendo la desembocadura del río Hatiguanico y sus ciénagas adyacentes (Humboldt, 1826; Cocteau y Bribon en Sagra, 1843; Gundlach, 1880; Anonimos, 1906; Cosculluela, 1918; De Sola, 1930). No existe referencia científica, que precise la distribución del cocodrilo cubano, en la porción sur-occidental de la Ciénaga de Zapata.

La distribución geográfica del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata fue situado desde el Río Hatiguanico hasta la zona del poblado de Yaguaramas (Gundlach, 1880, Varona, 1966), aunque la información de la exactitud de las localidades de la presencia de esta especie es contradictoria.

Según Cocteau y Bribon en la obra de La Sagra (1843) el cocodrilo americano abundaban en el río Hanabana (río que colectaba el agua de la parte nor-oriental de la Ciénaga de Zapata y desembocaba en la Laguna del Tesoro) e indicaron que ambas especies de cocodrilos que ocurrían en Cuba, habitaban juntos y mezclados en los mismos parajes, pero haciéndose la guerra.

Gundlach (1880) de manera disconforme señaló “que en este río ningún montero había visto jamás un caimán y que, era el cocodrilo cubano abundantísimo”. Además, expuso que el cocodrilo cubano no habitaba, la misma localidad geográfica del cocodrilo americano en la Ciénaga de Zapata. De igual forma rebatió la presencia del cocodrilo cubano en el río Hatiguanico, ubicado en el sector norte de la parte occidental de la Ciénaga de Zapata, que drena en la Ensenada de la Broa (Barbour y Ramsden 1919).

Un espécimen del cocodrilo cubano en el Museo de Historia Natural Americano (AMNH 2024) fue reportado que provenía del río Hanabana, provincia de Santa Clara (actualmente Villa Clara) (Ross, 1998).

El cocodrilo cubano ha sido históricamente relacionado con preferencia al hábitat de agua dulce, mientras que el cocodrilo americano con aguas salobres. (Gundlach, 1880; Barbour y Ramsden 1919, Varona 1966, Ramos 1987). Prefiere las aguas dulces tales como veneros, lagunas y canales dentro de la Ciénaga, aunque han sido observados en el mar, cerca de las costas de la Península de Zapata (Barbour y Ramsdem 1919, Ramos 1987).

El cocodrilo cubano fue abundante en las corrientes de agua que atraviesan el hábitat de

caliza, en el lado este de la Bahía de Cochinos y también fue observado en su lado oeste, a lo largo del borde occidental de la bahía, el cuál comprenden el hábitat típico de *C. acutus* (Barbour y Ramsden, 1919).

El contacto con los cocodrilos en la zona central de la Ciénaga de Zapata fue frecuente con las personas que estaban trazando la ruta para la construcción del ferrocarril desde el ingenio azucarero Australia a la Bahía de Cochinos (Fig.1) en su ruta de 30 Km. (Coscolluela, 1918).

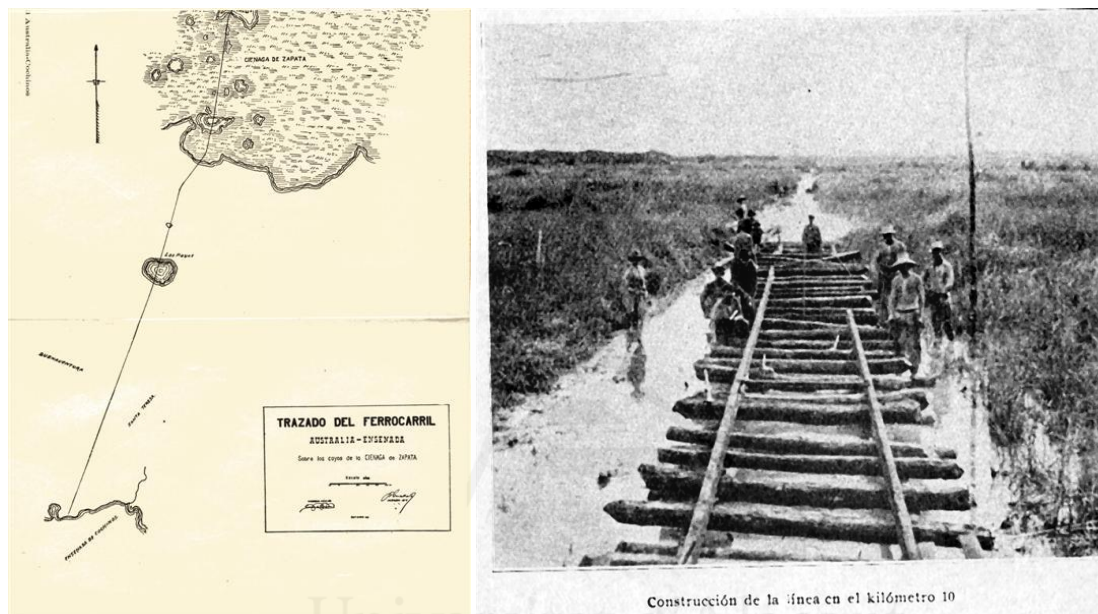


Fig. 3.1. Trazado y construcción de la línea de ferrocarril del ingenio azucarero "Australia" hasta Playa Larga (30 km de longitud).

El cocodrilo cubano se ha reportado en la Laguna del Tesoro (Sola, 1930; Varona 1987), localidad donde ocurrían simpátricamente con el cocodrilo americano, antes y después de construirse el criadero de cocodrilos, en la Ciénaga de Zapata (Varona, 1987).

La Ciénaga de Zapata es un humedal que incluye una amplia variedad de hábitat y paisajes de agua salinas, salobres y hábitat de agua dulce (CENAP, 2004).

El agua es el principal factor ecológico que condiciona las características de sus complejos ecosistemas, en particular su flora y vegetación. La temporalidad en la composición química y espesor de las aguas dulces, en los límites de la zona cenagosa de pantano sobre turba, dependen en alto grado de las fluctuaciones estacionales de las lluvias, de la peculiaridad de alimentación del acuífero y de su explotación (CITMA, 2008).

No conocemos de trabajo referentes a los requerimientos de hábitat (aspecto importante en la distribución de la especie), para el cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata. Entre las causas

fundamentales que han incidido en la disminución de la distribución y abundancia, tanto del cocodrilo cubano como de la especie americana en la Ciénaga de Zapata, está la caza con fines comerciales, al menos durante la segunda mitad del siglo XIX hasta la primera década de los años 60 del siglo XX (Ramos, 1997, 2006)

El cocodrilo cubano, por su limitada distribución, casi ha desaparecido en libertad, encontrándose confinada en los criaderos de la Ciénaga de Zapata (Varona, 1966). Brazaitis (1973) definió la situación del cocodrilo cubano, basado en informaciones no específicas como sigue: “Pocos animales permanecen en la selva, debido a las depredaciones de los cazadores y al drenaje que la agricultura le impone a su hábitat. Se ha estimado un número de unos 3000, con un poco más, en instituciones zoológicas. La mayoría de los individuos existentes viven en áreas de semi-cautiverio, conjuntamente con el *Crocodylus acutus*. Se ha reportado la hibridación de las especies en cuestión”.

Hasta el momento no existe referencia científica que indique el número de animales silvestres ni tampoco un estudio de su distribución actual, ni el daño que los depredadores y la agricultura han causado en los cocodrilos que habitan en Cuba (González, 1975)

El objetivo de este estudio fue conocer el área actual de la distribución geográfica (extensión de presencia y área de ocupación) del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata, generando con esto un acercamiento a las características generales del hábitat en nuestra área de estudio, que permitirán analizar previamente, el método a utilizar, para conducir estudios poblacionales de la especie, en cuanto a su abundancia.

Metodología y materiales

En el estudio de la presencia del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata se realizaron las siguientes acciones:

Entrevistas no estructuradas.

Para determinar la situación en cuanto a distribución geográfica y abundancia del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata, en primer lugar se tuvo en cuenta las conversaciones informales, que fueron realizadas desde septiembre de 1974 hasta el año 1979, a los trabajadores del zocriadero de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata y sus familiares (N= 24) y en el pueblo de Jagüey Grande (N= 10). Además, desde ese año se visitaron las dos principales comunidades vinculadas a la caza de cocodrilos (Maneadero, N= 15 y Vínculo, N= 12), para un total de 61 entrevistados, mayores de 35 años, todos varones. Estas personas vivían vinculadas a la caza comercial de cocodrilos y a la producción de carbón vegetal, que

poseían una gran información de primera mano, sobre la historia natural de las especies de cocodrilos, donde estaban los cocodrilos, cuantos tipos de cocodrilos conocían, como identificaban las especies, comportamiento, alimentación, anidación, como hacían para ir a cazar, ubicación de los campamentos que utilizaban para pernoctar durante la caza, las diferentes técnicas de captura y algunos aspectos de su biología. De toda la información obtenida, solo analizamos la relacionada con la distribución de la especie.

Áreas de estudio

Sobre la base de la información obtenida de los antiguos cazadores, se visitaron diferentes localidades de la ciénaga desde 1975, que se conocían de la presencia de cocodrilos.

En 1975 se seleccionaron cuatro localidades de la zona occidental de la ciénaga: Lagunas de Venero Prieto, complejo lagunar Las Salinas, el estuario del río Hatiguanico y las zanjas de Maneadero (Fig. 2).

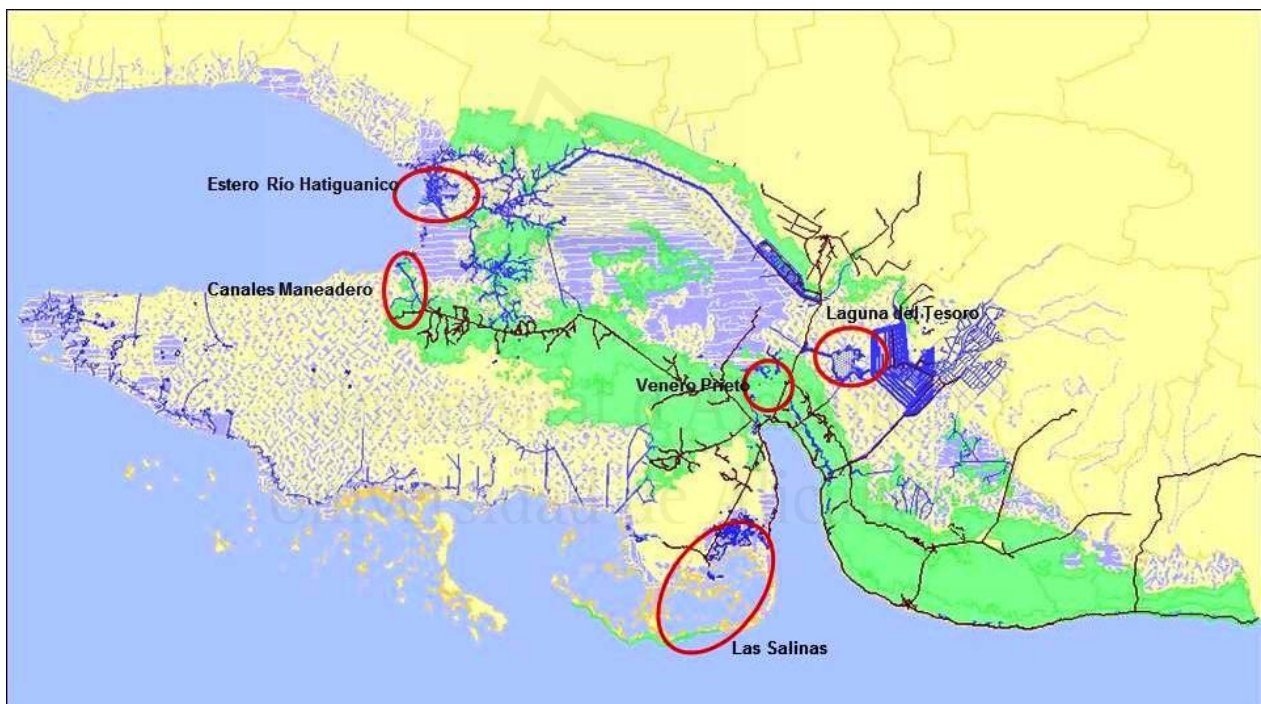


Fig. 3.. Áreas de estudio de la presencia del cocodrilo cubano en porción central y canales de Maneadero (1975 y 1978)

Lagunas de Venero Prieto: es un área compuesta por una sucesión de lagunas, comunicadas entre sí por canales, localizada a 6 km. de Playa Larga y cuatro del criadero de cocodrilo, con un área aproximada de 1ha.

Se realizaron caminatas diurnas por todo el borde de toda la laguna, mientras que los espejos de agua fueron recorridos en un bote durante dos días.

Complejo lagunar Las Salinas: Esta ubicado en la zona occidental de la Ciénaga de Zapata al oeste de la Bahía de Cochinos. “La Salina” está ubicado dentro de los paralelos 22^o 01' 20”

y 22° 06' 45" Norte y los meridianos 81° 20' 50" y 81° 12' 50". Es un complejo de lagunas de agua salobres y salinas de diferentes profundidades, con más de 60 cayos de diferentes tamaños y estructuras que se extiende en unas 13000 ha.

Esta zona tiene acceso por mar, a través de la Bahía de Cochinos y por tierra, mediante un camino de 21 Km, desde Playa Larga.

En exploraciones diurnas fueron recorridas 9 lagunas de diferentes espejos de agua durante 7 días, las cuales fueron examinadas en botes y a pie, cuando la profundidad del agua, no permitía la navegación de botes

Río Hatiguanico: Fluye en dirección E-O y desemboca en la ensenada de la Broa, es considerado no solo el de mayor importancia en la ciénaga occidental, sino además el de mayor connotación en el territorio, por el aporte de aguas que abarca el drenaje subterráneo de numerosos manantiales que brotan a través de "ventanas hidrogeológicas". Al mismo está asociada una red de tributarios como son los ríos Negro, Gonzalo y el Guareira (Fernández, 1933).

Se recorrieron en un solo día aproximadamente 10 Km desde la desembocadura del río hasta la unión con el río Gonzalo, en un bote de 4 m de eslora impulsado con un motor fuera de borda de 9,9 HP.

Zanjas de Maneadero: están formadas principalmente por un canal maestro de 7 km. de longitud, construido para extraer madera y carbón vegetal, desde el asentamiento de la comunidad hasta el mar (Ensenada de la Broa), que se comunica con otras zanjas de longitudes variables entre 1 a 5 km que terminan en las sabanas. Se recorrieron el canal maestro y dos zanjas, con una longitud total de 20 km, hasta el comienzo de las sabanas, durante 7 días (Fig.1).

En los recorridos por los espejos de agua se utilizó un bote de fibra de vidrio de 4 m de eslora, impulsado por una vara larga de madera (palanca). El equipo de trabajo, de acuerdo al lugar, consto entre tres a seis personas, al menos un anotador y dos observadores.

Se anotó la especie de los cocodrilos observados y se estimó su talla, de acuerdo a la experiencia del observador. En todas las zonas visitadas, en los casos en que los cocodrilos pudieron ser capturados se utilizó la captura directa manual con lazos y a mano, utilizadas por los antiguos cazadores y se les midió el largo total (largo de la punta del hocico a punta de la cola) con una cinta métrica. La identificación de la especie se realizó mediante la experiencia de los trabajadores.

En cada sitio de captura, se describió el hábitat en términos de la composición taxonómica de

su formación vegetal.

Laguna del Tesoro y sus acuatorios

En Mayo de 1978 se realizaron recorridos, por ambos lados de la laguna del Tesoro y sus acuatorios (Laguna Nueva y tres canales del plan de arroz, canal maestro, Canal Blanco y canal Maja Parao).

La Laguna del Tesoro se considera el acuatorio de agua dulce más importante de la península y entre los más sobresaliente del país. Es un lago de infiltración de unos 800 ha. Con una profundidad máxima de 10 m. y una profundidad media de 4 m (Furrozola 1964) La Laguna del Tesoro está constituida por una laguna, conectada con un sistema natural de canales, que desembocan en ella y algunos de los cuales, la unen con una laguna de menor tamaño, situada a 1 km, al este y es nombrada como “Laguna Nueva”, la cual esta en contacto, a través de otro canal, situado aproximadamente al este, con los canales del plan arrocero.

Posee una particular flora sumergida, flotante y de riberas. Las formaciones vegetales que se pueden encontrar en este lugar son la vegetación dulceacuícola, herbazal de ciénaga y de galería. Entre las especies curiosas y atractivas de plantas acuáticas que viven en esta importante laguna se destacan la “Hierba de Manatí” (*Vallisneria neotropicalis*), la “Espiga de Agua” (*Potamogeton spp.*), el “Ayún” (*Utricularia spp*), el “Junco” (*Scirpus validus* Gigante), Helecho (*Thelypteris palustris*) y algodón de ratón (*Hibiscus maculatus*).

Los canales del plan arrocero son de unos 30 m de ancho y entre 5 y 10 m de profundidad, vinculadas a la siembra del arroz y a la Laguna del Tesoro (canalización en el sector nororiental y oeste). La vegetación es similar a la de las Laguna del Tesoro y de Laguna Nueva. Constituye un refugio para las especies de patos migratorios que procedente de Norte América pasan el invierno en Cuba.

Los recorridos se utilizaron un bote de 4 m de eslora y propulsado con un motor de 9 HP, por remos y por palancas de madera, de acuerdo al nivel del agua. Las observaciones se realizaron desde el centro de la laguna al borde de la misma por ambas orillas y los canales que se conectan con ella. El equipo estuvo formado por tres personas: un anotador, un observador y un lancharo.

Recorridos de exploración de zanjas.

Al igual que en el caso anterior, con la información obtenida a través de las entrevistas no estructuradas, de numerosos antiguos cazadores de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata y su posterior análisis, se comenzaron a realizar visitas de campo a las áreas (Zanjas y zona suroccidental) desde 1979 a 1992, que se suponían que habían existido las dos especies de cocodrilos, que ocurrían en la Ciénaga de Zapata y otras zonas de posible ocurrencia de las

especie en cuestión, recorriendo casi toda la costa de la ciénaga occidental.

Desde 1979 al 1988 se visitaron un total de 17 zanjas, en la parte occidental de la Ciénaga de Zapata (Fig. 2) en la temporada de seca, a excepción de dos de las zanjas (Zanjas del 9 y Zanja del 10), que fueron visitadas al comienzo del tiempo de lluvia, que es la única época en que se puede transitar con los botes, a través de dichas zanjas.

Las zanjas fueron construidas a mano, a través de los manglares y cayos, principalmente por emigrantes españoles, a finales del siglo XIX y principios del XX, para la extracción de madera y carbón vegetal. La longitud de estas zanjas varía desde 1 Km. hasta 10 km. y la mayoría termina en lagunas naturales. La salinidad en estos canales artificiales varía tanto por las mareas en una porción de ella y el agua dulce, provocada por las lluvias y las aguas subterráneas.

Cinco de estas zanjas comienzan en la Ensenada de la Broa, desde la desembocadura del canal maestro de Maneadero, hasta la punta de la península (Ensenada de Matahambre): Zanja Santiaguito, Zanja La Deleitosa o del Fogón, Zanja Las Paridas, Zanjas de Punta Gorda y Zanjas de Matahambre

Se recorrieron otras ocho zanjas ubicadas en toda la costa sur, de la porción occidental de la ciénaga (Fig. 3): Las Jimaguas, La Regla, Campanario, Marcial, Zanja del 10, trillo del Brigadista, Zanja del 9, Zanjas de Punta Arena, Zanja de Novo y la Zanja Guamutal.

En la zona de la Zanja del 10, a pesar que se visitó en tiempo de agua, solamente se recorrió los primeros 3 km, ya que no se pudo continuar, debido a que hacía muchos años no se transitaban por ella y estaba muy cerrada por la vegetación. Además se recorrió un curso de agua, llamado el “Brigadista”, el cual es un trillo hecho por antiguos cazadores a través del mangle rateño, con una longitud de aproximadamente dos km.

La expedición estuvo integrada por 6 trabajadores del zocriadero de cocodrilos, de vasta experiencia en el trabajo con estos animales, tanto en el medio como en cría, algunos habían sido cazadores comerciales y otros provenían de familia de gran tradición en la caza de cocodrilos, un técnico en biología y un biólogo.

El personal y los instrumentos necesarios fueron transportados en un barco de construcción de ferrocemento de 20 m de eslora, hasta la cercanía de la entrada de las zanjas (Fig. 4), Posteriormente se continuó con una embarcación motorizada de 4 m de eslora, hasta donde se limitó la navegación. Para continuar se realizó en pequeños botes de madera con fondo plano, de 3 m de longitud, impulsado por una persona, con una larga vara de madera hasta donde se pudo navegar. Se utilizó la misma técnica de captura con lazos y a mano utilizada históricamente por los cazadores de cocodrilos.

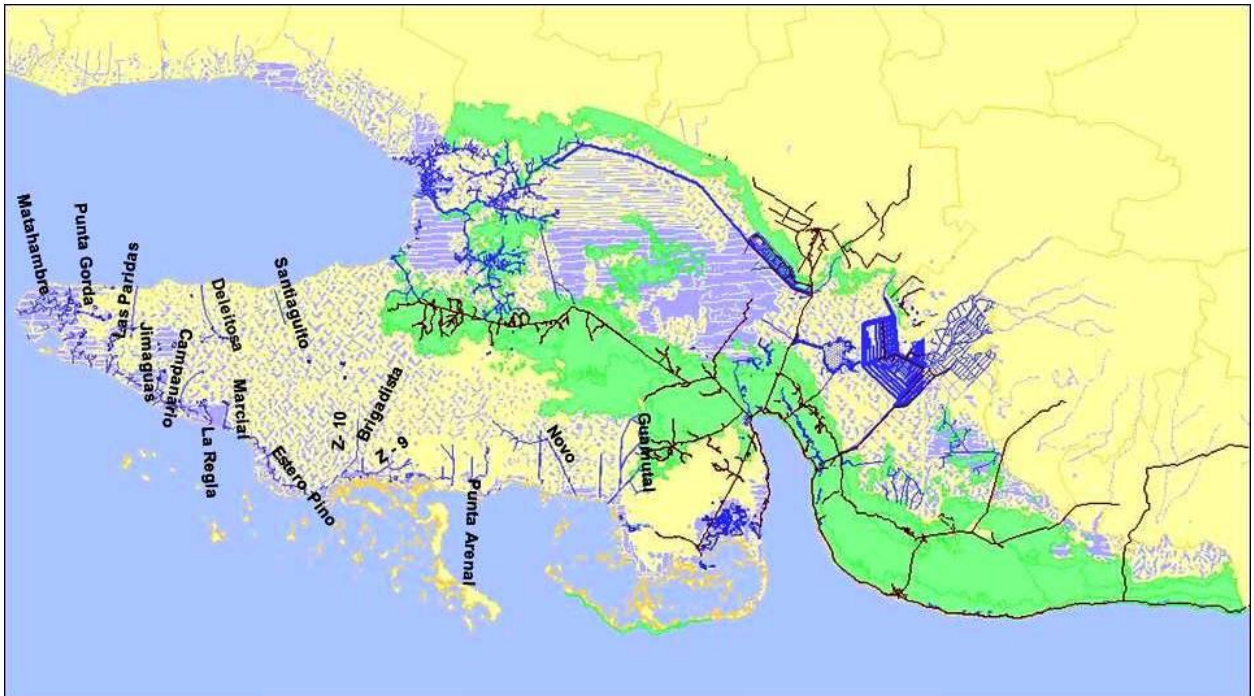


Fig. 3.3. Zanjas recorridas en la porción occidental de la ciénaga de Zapata, en el estudio de la distribución del cocodrilo cubano de 1979 a 1988.

Zona suroccidental de la Ciénaga de Zapata

La zona suroccidental de la Ciénaga de Zapata abarca un área de aproximadamente 1540 km², que a pesar de su gran importancia, desde el punto de vista biológico-ecológico ha sido la menos estudiada por lo inaccesible del área.

Un equipo integrado por 7 trabajadores del zocriadero de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata, realizó visitas periódicas a la zona occidental de la Ciénaga de Zapata, en los años 1989, 1990, 1991 y 1992. Se visitaron siete áreas conocidas, que se consideraban las más importantes en la caza comercial de cocodrilos, de acuerdo a las informaciones dadas por antiguos cazadores (Fig. 4).

Las áreas de estudio solamente se tienen acceso a través de las zanjas que fueron construidas a mano, a principios del siglo XX, principalmente por personas de origen español, para la extracción de madera y carbón vegetal. A las entradas de las zanjas, solamente se llega por el mar, por lo que utilizaron diferentes tipos de embarcaciones marítimas, y ya dentro de la ciénaga se utilizaron botes de madera de cuatro metros de eslora y con fondo plano.

Los sitios base denominados campamentos fueron restringidos a áreas ocasionales, de unos pocos metros cuadrados, siendo el terreno ligeramente más alto en medio del fango y el agua. Muchos de ellos fueron tradicionalmente usados por antiguos cazadores de cocodrilos y redescubierto por el equipo del MIP durante visitas de trabajo a esa localidad desde 1979 a 1992.

Se tomaron como base para el trabajo, siete campamentos nombrados Deleitosa, Jamón, Rinconada del 10 o Chino, Castro, Rinconada del Pino, la Perra y Emeterio (Fig. 4).

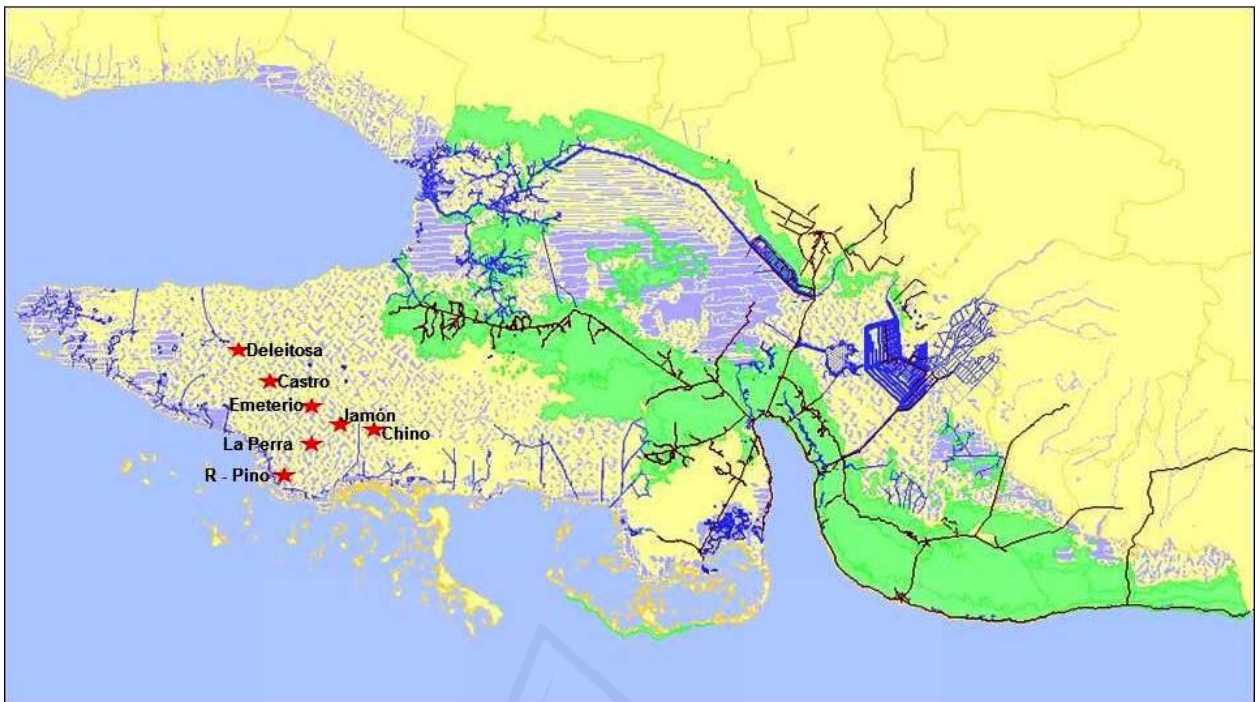


Fig. 3.4. Áreas visitadas en la porción occidental de la ciénaga de Zapata, en el estudio de la distribución del cocodrilo cubano en los años de 1989 a 1992.

En esta fase del trabajo, el método empleado para conocer la presencia de los cocodrilos fue similar a los que empleaban esos cazadores, sin aplicar una metodología estandarizada. A partir de los campamentos se situaron cebos de carcasas de jutías (*Capromys pilorides*) y puerco jíbaros (*Sus scrofa*) a una altura de alrededor de 1 metro del agua y a una distancia variable, unas de otras, en una dirección determinada, que permitiera el paso de los botes. La cantidad de cebos fue variable desde 3 a 6, dependiendo de la vegetación del terreno y la accesibilidad con el bote plano. Cuando los animales disminuían, por lo general a los tres días de puestos, era seleccionado otro transecto, en una dirección radial, respecto al otro transecto, colocando nuevos cebos y así se permanecía entre 12 y 15 días de capturas en cada campamento. Los transectos fueron recorridos durante el día, en los tres o cuatro días subsiguientes. La dirección y la longitud real de esos transectos no pudieron ser determinadas. La captura de los cocodrilos fue directa desde los botes con lazos y los más pequeños a mano, como se realizaba históricamente. La especie a que pertenecían los cocodrilos capturados fue determinada de acuerdo a la experiencia del equipo de trabajo. Se registraron la cantidad de mixturado, que no se tuvieron en cuenta en los análisis por su bajo número. El largo total (LT) fue medido (desde la punta del hocico hasta el final de la cola en

centímetro) con una cinta métrica y además fueron tomadas un conjunto de medidas morfométricas corporales que serán analizadas y discutidas en el Capítulo V.

Resultados:

I. Entrevistas no estructuradas.

Se obtuvo una valiosa información, mediante las conversaciones, con antiguos cazadores de cocodrilos. La información básica obtenida, en cuanto a la presencia de los cocodrilos, en las diferentes localidades, a través de las conversaciones informales, con estas personas de experiencia, familiarizados con la actividad de la caza de cocodrilos comercial, podemos resumirla como sigue (criterio del 100 % de los entrevistados):

- Ambas especies de cocodrilos se encontraban en la ciénaga oriental de Zapata, pero desde los años 50, era raro observar cocodrilos en dicha zona, incluyendo toda la cuenca hidrográfica de la Laguna del Tesoro.
- En la Laguna del Tesoro observaron algunos cocodrilos, pero no podían asegurar, que no fueran escapados del criadero de cocodrilos.
- La zona más importante de la presencia de cocodrilos desde los años 40 era la ciénaga occidental, siendo la porción sur central de esa región, donde observaron la mayor cantidad de cocodrilos cubano.
- Confirmaron que a pesar de haber pocos cocodrilos cubanos en la parte norte de la región occidental de la ciénaga, todavía se podían encontrar por el sur del río Hatiguanico hasta el eje cársico, donde están ubicados los poblados de Santo Tomas, Vínculo y Maneadero y hacia el este hasta la nueva carretera de Jagüey Grande a Playa Larga.
- A finales de los años 50, las poblaciones de cocodrilos en toda la ciénaga habían disminuido considerablemente, lo que cada día se hizo más difícil capturar animales.
- El cocodrilo americano estaba presente por toda la costa y lagunas costeras desde la parte este de la Bahía de Cochinos hasta el río Hatiguanico. Asimismo era muy frecuente encontrarlos en toda la cayería del sur de Zapata. Además se podía encontrar en las zonas interiores de la ciénaga, al igual, que un tipo de cocodrilo, que lo llamaban “mixturados”, el cual lo consideraban el producto del cruce de ambas especies.
- Habían localidades, que solamente capturaron el cocodrilo cubano, las sabanas de la zona de la Zanja del 9 y la Rinconada del Pino.

- El llamado “Mixturado”, lo habían capturado principalmente hacia el centro de la ciénaga y que se habían entregado cierta cantidad al zocriadero de cocodrilos.

Presencia de cocodrilos en cuatro localidades en la zona de la región occidental de la Ciénaga de Zapata en 1975.

Descripción del hábitat de las localidades estudiadas

Lagunas de Venero Prieto: se observó que la laguna principal es una depresión cársica, que al parecer funciona como un sumidero del agua de esta zona que es dulce, con una profundidad en el centro de 4 m, los bordes son de caliza, que van descendiendo hasta que en la porción central comienza a bordearla la vegetación de herbazal de ciénaga.

Las formaciones vegetales de esta localidad van desde bosque de ciénaga con elementos típicos y particulares como *Fraxinus cubensis* (Bufano), *Salix caroliniana* (Clavellina), el mismo le da paso a vegetación sabanosa con lagunas intermitentes. El espejo de agua estaba cubierto por especies herbáceas sumergidas, enraizadas y flotadoras de diversas familias, destacándose: *Utricularia* spp. (Ayún), especies insectívoras; *Echinodorus* spp. (Oreja de burro), *Nymphaea* spp. (Ovas), *Eleocharis* spp. (Junco), *Enhidra sesiles* y *Diodia virginiana* entre otros, taxones con pocas poblaciones e individuos en el área y hasta en el país.

Complejo lagunar Las Salinas: Los principales cayos del sur aparecen deprimidos hacia el sur con presencia de manglares, en la zona central de los mismos puede observarse una vegetación xerofítica subcostera con presencia de abundante guano cana (*Saval parviflora*). El lado norte tiene playas, con una alta presencia de una planta exótica, las casuarinas (*Cassuarina equisetifolia*), donde se observan numerosos refugios de iguana cubana (*Cyclura nubila*).

En el Rio Hatiguanico se observó que en esta área dominan herbazales y matorrales de ciénagas, con algunas zonas abiertas, característica de vegetación de sabanas, así como vegetación de galería muy variada, condicionada a la orilla de canales y ríos, frecuentemente con elementos del manglar. La salinidad varía considerablemente, de acuerdo al régimen de lluvias y las mareas. En la zona de estuario recorrida se observaron dos manatíes (*Trichechus manatus*) y diferentes peces de valor comercial.

Entre los elementos florísticos de diferentes valores se destacaron como importantes recursos fitogenético, la *Vicia acutifolia* y el bleo gigante (*Amaranthus australis*). Además están las plantas insectívoras como el Ayún (*Utricularia* spp) y una planta importante para la alimentación del manatí Hierba de Manatí (*Vallisneria neotropicalis*), entre otras.

Zanjas de Maneadero: El fondo de las zanjas está formado por la denominada roca

“evaporítica de Maneadero”. El nivel del agua en estas zanjas, depende de las lluvias y del régimen de marea, que con el flujo y reflujo del agua de la zanja incide en su salinidad.

Presencia de cocodrilos por localidades.

En las cuatro localidades visitadas se observaron un total de 60 animales (Tabla 1), de los cuales 47 pertenecieron al cocodrilo americano y 13 al cocodrilo cubano, pero el cocodrilo cubano fue solamente avistado en las Lagunas de Venero Prieto y en la zona de Maneadero. En esta última localidad fueron observados 3 ejemplares del cocodrilo americano hacia la desembocadura del canal maestro, próximo a la Ensenada de la Broa, que se identificaron como adultos. En Venero Prieto se capturaron tres cocodrilos cubanos, los cuales no tenían ninguna marca utilizadas en el zoológico de cocodrilos y en la zona de Maneadero se capturaron cinco cocodrilos cubanos y ningún cocodrilo americano.

En el área de la Salina solamente se observaron individuos de *C. acutus* y con excepción de dos ejemplares, los demás se clasificaron como adultos. Solamente en una laguna (Cinco Furnia) fue donde se observó la mayor cantidad de animales, con 27 cocodrilos adultos observados (mayores de 214 cm). Asimismo en el estuario del río Hatiguanico se observaron seis ejemplares del cocodrilo americano.

Tabla 1. Registros de los cocodrilos observados en cuatro localidades de la ciénaga de Zapata recorridas en el año 1976.

Localidad	Cocodrilos observados		Total
	<i>C. acutus</i>	<i>C. rhombifer</i>	
Lagunas de Venero Prieto	0	6	6
La Salina	38	0	38
Estuario del río Hatiguanico	6	0	6
Maneadero	3	7	10
Total	47	13	60

Expedición a la Laguna del Tesoro y sus acuatorios en mayo de 1978.

Descripción del hábitat

La Laguna del Tesoro se considera el acuatorio más importante de la península y entre los más sobresaliente del país. Es un lago de infiltración de unos 800 ha., con una profundidad máxima de 10 m y una profundidad media de 4 m (Furrozola, 1964). Está constituida por una laguna conectada con un sistema natural de canales, que desembocan en ella y algunos de los cuales la unen con una laguna de menor tamaño, situada a 1 km al este, esta a su vez está en contacto, a través de otro canal situado aproximadamente al este, con los canales del plan arrocero.

En la Laguna del Tesoro se encontró que poseía una particular flora sumergida, flotante y de

riberas. Las formaciones vegetales en este lugar fueron la vegetación dulceacuícola, herbazal de ciénaga y de galería. Entre las especies de plantas acuáticas se destacaron la “Hierba de Manatí” (*Vallisneria neotropicalis*), la “Espiga de Agua”(Potamogeton spp.), el “Ayún”(Utricularia spp), el Junco (*Scirpus validus* Gigante”), helecho (*Thelypteris palustris*) y algodón de ratón (*Hibiscus maculatus*).

Actualmente, la Laguna del Tesoro es considerada como una zona interesante por su valor científico, ecólogo-paisajístico, turístico y económico.

Presencia de cocodrilos por localidades.

Se recorrieron un total de 20 km, por las bordas de la Laguna del Tesoro y sus acuatorios, observándose 20 cocodrilos, de los cuales solamente tres pertenecieron a la especie *C. acutus* y uno se identificó como mixturado. Se capturaron 16 animales, dos cocodrilos americanos, 13 cocodrilos cubano y un mixturado (Tabla 2)

Laguna del Tesoro y sus acuatorios

En la porción norte de la Laguna del Tesoro y sus canales se observaron cinco ejemplares de ambas especie (Tabla 2), dos cocodrilos adultos de más 3 m de longitud de *C. acutus* y tres cocodrilo cubano subadultos, los cuales fueron capturados. Por la porción sur, solamente se vieron 3 cocodrilos cubanos y se capturaron dos de ellos, siendo uno una hembra adulta y un juvenil.

En Laguna Nueva se observaron tres cocodrilos adultos que fueron capturados, de los cuales, dos hembras adultas de cocodrilo cubana, esta última con nido. La otra hembra se identificó como “mixturada y también tenía nido, capturándose en una cueva, cercana al nido.

En los canales del plan arroz, se observaron siete cocodrilos, seis pertenecientes a *C. rhombifer* y uno de *C. acutus*. En el canal maestro no se observaron mientras que el Canal Blanco, se observó un cocodrilo americano adulto y se capturaron tres cocodrilos cubanos: dos hembras adultas con nidos y un subadulto y en canal llamado Maja Parao se capturaron dos cocodrilos juveniles y una hembra adulta con nido, todo pertenecientes a la especie *C. rhombifer*. Es significativo que ninguno de los animales capturados estaba marcado, con la marca utilizada en el zoocriadero.

Tabla 2. . Registros de los cocodrilos observados en la Laguna del Tesoro y sus acuatorios en el año 1978.

Zanjas	Longitud recorrida (km)	Cocodrilos observados			
		<i>C. acutus</i>	<i>C. rhombifer</i>	Mixturado	Total
Laguna del Tesoro					
Porción Norte	4	2	3		5
Porción Sur	4		3		3
Subtotal	8	2	6		8
Laguna Nueva	2	0	2	1	3
Plan Arroz					
Canal Maestro	4				2
Canal Blanco	3	1	3		4
Maja Parao	3	0	3		3
Subtotal	10	1	6		9
Total	20	3	14	1	20

Exploración de las zanjas.

Descripción del hábitat de las localidades

Las zanjas están caracterizadas por bosques de manglares y vegetación de pantanos de aguas salinas. Las especies vegetales arbóreas de bosques de mangles, en los bordes de la zanja fueron fundamentalmente mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle prieto (*Avicennia germinans*). En algunas áreas se observó el pataban (*Laguncularia racemosa*) y yana (*Conocarpus erectus*).

Además están asociadas a otros árboles, arbustos, hierbas, liana, epífitas, helechos y hemiparásitas.

En el caso del Estero del Pino se observó que las sabanas estaban formadas por una superficie acumulativa pantanosa y lacustre, sobre depósitos arenos arcillosos con suelos cenagosos, con numerosos veneros de diferentes espejos de agua, medianamente salinizados, de poca profundidad y en su mayoría estaban rodeados de palma cana (*Sabal parviflora*) y por cortadera (*Cladium jamaicense*).

El ecosistema de la Zanja del 9 aparece asociado a zonas, donde existe afloramiento de caliza, con un complejo de micro y macro depresiones cársicas – turbosas, comunicadas entre sí, las cuales aparecen inundadas, la mayor parte del año. En estas depresiones se agrupan los cocodrilos, durante el período seco. La vegetación de este ecosistema estuvo conformado principalmente por cortadera de dos filos (*Cladium jamaicense*), la cual se distribuye por plantaciones aisladas, que logran alcanzar hasta dos metros de altura, combinándose con comunidades de yana (*Conocarpus erectus*), hicacos (*Chrysobalanus icaco*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), *Typha domingensis* (Macío), *Eleocharis interstincta* (Junco de ciénaga), *Acoelorrhaphe wrightii* (Guano prieto), *Eleocharis*

celulosa (Junco fino), *Ilex cassine* (Yanilla blanca) *Myrica cerifera* (Arraijan). En el estrato herbáceo se observó la hierba de vidrio (*Salicornia perennis*). La vegetación acuática estuvo compuesta principalmente por plantas dulceacuícolas, tanto sumergidas como flotantes. Las especies que caracterizan esta formación son: Junco (*Scirpus lacustris ssp. Validus*), Ayún (*Utricularia folios*), Ova blanca (*Nymphaea ampla*); Ova de galleta (*N. odorata*), Malagueta (*Nuphar luteum var. macrophyllum*) y Lechuguilla de agua (*Salvinia auriculata*). La salinidad del agua varía con la estación del año, dependiendo, tanto de la lluvia, como de las aguas subterráneas.

Presencia de cocodrilos por localidades.

➤ Zanjas en la porción oeste de la ciénaga occidental, desde la desembocadura del canal maestro de Maneadero hasta la punta de Matahambres.

Se observaron en las cuatro zanjas visitadas, un total de 40 animales, de los cuales 39 pertenecieron a *C. acutus* y un cocodrilo cubano. Se capturaron un total de 23 animales, lo que representó un éxito de captura de un 57,5 % (Tabla 3):

1. Zanja de Santiaguito y lagunas: en la zanja de aproximadamente 1 km, no se observó ningún cocodrilo. En las dos lagunas revisadas se observaron cinco cocodrilos adultos de *C. acutus*. Se capturaron tres animales, dos hembras juveniles y un macho adulto de 274 cm.
2. Zanja de La Deleitosa: Se observó la mayor cantidad de cocodrilos americanos, en las dos lagunas de la Deleitosa, con un total de 26 animales, capturándose 17 cocodrilos americanos mayores de 2 m: tres machos y 14 hembras y un subadulto de 177 cm de longitud.
3. Zanja Las Paridas: se observaron cinco cocodrilos americanos en las lagunas, donde termina esta zanja, y una cocodrila cubana subadulta, con una talla de 151 cm.
4. Zanjas de Punta Gorda y de Matahambre. No se observó ningún cocodrilo.

➤ Zanjas en la porción sur de la ciénaga occidental desde de la punta de Matahambres, hasta la zanja de Guamutal

En los recorridos por la costa sur de la ciénaga occidental, se recorrieron 10 zanjas, observándose un total de 91 cocodrilos, presentando el *C. rhombifer* una mayor presencia (65,9 %) con 60 animales y *C. acutus* (34,1 %) con 31 (Tabla 3):

Zanjas Jimaguas, Marcial y Campanario. Se observaron solamente tres juveniles de cocodrilos americanos, uno en cada zanja, capturándose una hembra de 150 cm, en la zanja de Campanario.

Canales del estero del Pino: se avistaron un total de 26 cocodrilos: dos cocodrilos adultos de *C. acutus*, 13 cocodrilos cubanos, con una talla entre 70 y 85 cm se capturaron en un venero situado en la sabana, de aproximadamente 6 m² y además se capturaron 11 cocodrilos cubanos: 5 machos (tres adultos y dos subadultos) y 6 hembras (cuatro adultas y dos subadultas).

Zanja del 10: en los primeros tres kilómetros recorridos se avistaron seis cocodrilos, de los cuales uno fue un adulto de cocodrilo americano, cuatro juveniles y un subadulto del cocodrilo cubano.

Zanja del 9: se avistaron siete cocodrilos de *C. rhombifer* (un adulto, un subadulto y seis juveniles).

Trillo del Brigadista: se observaron y capturaron 18 cocodrilos, todos *C. rhombifer*: dos adultos (un machos y una hembras), 14 subadultos (tres machos y 11 hembras) y dos juveniles machos.

Zanja de Punta Arena: se observaron nueve cocodrilos, capturándose un subadulto hembra y otro adulto macho de *C. acutus*. También fueron capturados 6 cocodrilos cubanos: cinco juveniles (tres machos y dos hembras) y una hembra subadulta.

Zanja de Novo: se observaron nueve cocodrilos de *C. acutus*: un macho adulto de más 3 metros de longitud y se capturaron ocho ejemplares: cuatro adultos (un macho y tres hembras), una hembra subadulta y tres juveniles (un macho y dos hembras), además fueron capturado dos juveniles hembras del cocodrilo cubano y un cocodrilo subadulto, que lo categorizamos como mixturado

Zanja Guamutal: solamente se avistaron cocodrilos de *C. acutus*, con un total de nueve cocodrilos adultos: una hembra de más de 3 metros, con nido, dos al final de la zanja y 6 en la desembocadura de la zanja, que se estaban alimentándose, por lo que se pudo la estrategia de caza de esta especie en cuanto a la captura de peces.

Tabla 3. Registros de los cocodrilos observados y capturados en las zanjas recorridas desde 1979 - 1988.

Zanjas (oeste)	Longitud (km)		Cocodrilos observados		Total
	Total	Recorrida	<i>C. acutus</i>	<i>C. rhombifer</i>	
Santiaguito	1	1	8	0	8
Deleitosa	5	5	26	0	26
Las Paridas	5	5	5	1	6
Punta Gorda	2	2	0	0	0
Matahambre	1	1	0	0	0
Total	14	14	39	1	40
Zanjas (sur)					
Jimaguas	2	2	1	0	1
La Regla	2	3	1	0	1
Campanario	2	3	1	0	1
Estero del Pino	1	5	2	24	26
Marcial	3	3	1	1	2
Zanjas del 10	10	4	5	1	6
Brigadista	3	2	0	18	18
Zanja del 9	3	7	0	7	7
Punta Arena	5	4	2	7	9
Novo	10	6	9	2	11
Guamutal	7	7	9	0	9
Total	48	46	31	60	91

Comparación de las áreas

Al comparar los cuatro grupos de áreas estudiadas, en relación al porcentaje con respecto al total de observaciones de ambas especies de cocodrilos observados, encontramos diferencias entre las áreas, observándose el mayor porcentaje en las zanjas ubicadas al sur de la región suroccidental, seguida del área en la parte central y de las zanjas ubicadas al oeste y la de menor porcentaje avistado fue en la Laguna del Tesoro.

Tabla 4. Porcentaje de cocodrilos avistados con respecto al total de observaciones de ambas especies de cocodrilos observados

Localidad	Porcentaje (%)
Centro ciénaga (Venero Prieto, Salinas, río Hatiguanico y Maneadero)	30,93
Zanjas al sur ciénaga	36,66
Zanjas oeste ciénaga	20,62
Laguna del Tesoro	8,76

En cuanto a la especie de nuestro interés, *C. rhombifer*, tenemos los siguientes porcentajes de esta especie, con relación al total de individuos observados (Fig. 5):

Laguna del Tesoro.....82,35 %

Zanjas al sur ciénaga..... 40,26 %

Centro ciénaga.....21,67 %
 Zanjas oeste ciénaga..... 2,50 %

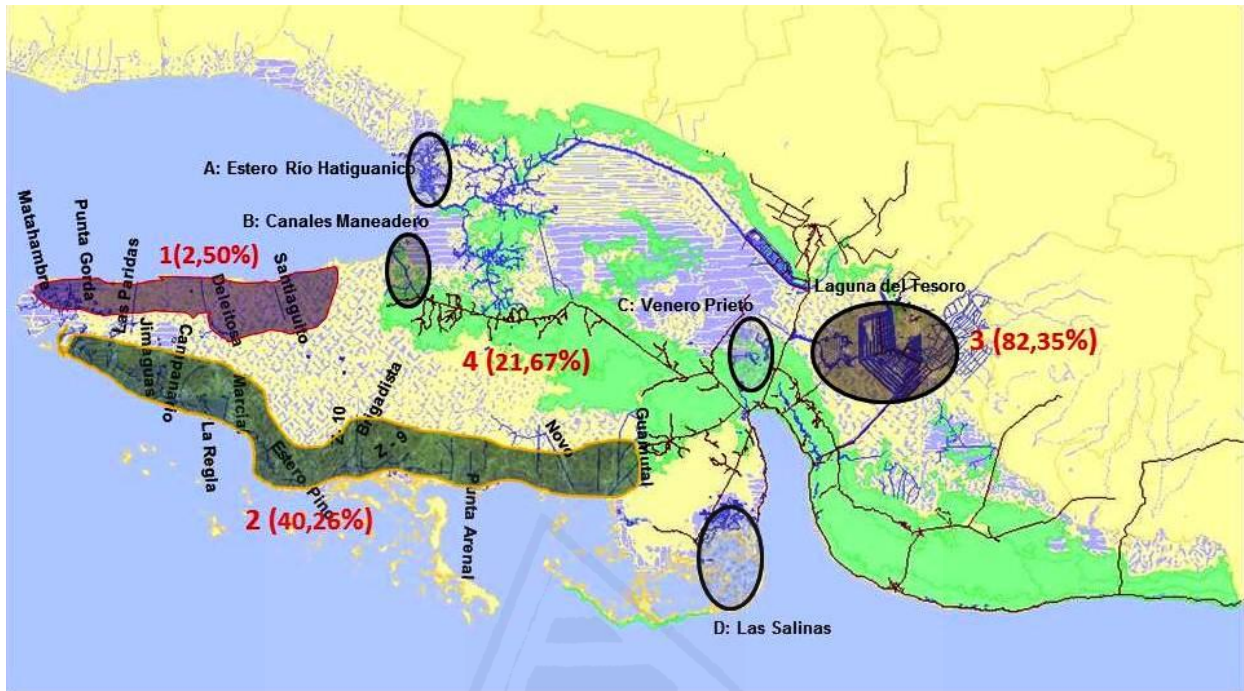


Fig. 3.5. Porcentajes de *Crocodylus rhombifer* con relación al total de individuos observados en las áreas recorridas desde 1975 a 1988 en la porción central y occidental de la ciénaga de Zapata. (1: Zanjas al oeste ciénaga; 2: Zanjas al sur ciénaga; 3: Laguna del Tesoro; 4: centro de la ciénaga.

Estudio en la zona de la región suroccidental central de la Ciénaga de Zapata de 1989 a 1992.

Descripción del área

La zona suroccidental de la Ciénaga de Zapata abarca un área de aproximadamente 1540 km². Esta zona, a pesar de su gran importancia desde el punto de vista biológico-ecológico ha sido la menos estudiada por lo inaccesible del área. Las observaciones realizadas en las visitas de esta área desde 1979 a 1988 mostraron que este ecosistema incluye principalmente estuarios, con manglares, con una salinidad intermedia entre dulce y salada, llanuras costeras y sabanas estacionalmente inundables. Dichas sabanas presentaron una compleja y profunda vegetación con aparentemente ningún cuerpo natural de agua abierto de cualquier tamaño o coherencia. En lugar de eso, el área está caracterizada por un complejo red de canales, parches de aislados charcos y extensas áreas, donde las aguas someras, sedimentos no consolidados y la densa vegetación impiden el acceso con botes, vehículos y caminando (Fig. 6).



Fig. 3.6. Zona central sudoccidental de la Ciénaga de Zapata, en época lluviosa.

En la región costera se presentó el bosque de mangles, predominando el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle prieto (*Avicennia germinans*) y en algunas áreas se encuentran el pataban (*Laguncularia racemosa*) y la yana (*Conocarpus erectus*). Estas especies de árboles estaban asociadas a otros árboles, arbustos, hierbas, lianas, epífitas y hemiparásitas. El bosque de mangles altos no fue tan abundante y en su mayoría achaparrado (Fig.7).

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Fig. 3.7. Manglar achaparrado en la zona de la Zanja del 10.

En el área de sabana o ciénagas predominó el herbazal de ciénaga, sobresaliendo la comunidad de cortadera (*Cladium jamaicensis*), con yana (*Conocarpus erectus*), que es común en lugares con inundaciones prolongadas sobre turbas muy blandas. La comunidad de herbazal alto estaba constituido por plantones aislados de cortaderas y yanas, aunque también se observó que formaban plantones, con icaco (*Chrysobalanus icac*) y arraigan (*Myrica cerifera*), las que formaban una densa plataforma (Fig. 8). Frecuentemente se observó el desprendimiento de burbujas fangosas del fondo, sobre las que crecía el junco fino (*Eleocharis celulosa*), formando cayos flotantes (balsas), llamadas toscas. El árbol predominante fue la yana. Los árboles formaban, casi un continuo dosel, sobre gran parte del área. Dos clases de isla de árboles denominados cayos o petenes fueron comunes. Los suelos ligeramente más altos estaban dominados por la palma cana (*Sabal parviflora*), mientras las áreas alrededor de los charcos más profundos (veneros) y depresiones de agua dulce de diferentes espejos de agua, soportaban la yana, icaco (*Chrysobalanus icac*), clavellina (*Salix caroliniana*), palma cana (*Sabal parviflora*) y por cortadera (*Cladium jamaicensis*).



Fig. 3.8. Herbazal de ciénaga en la zona central de la porción suroccidental de la Ciénaga de Zapata.

Desde la Zanja del 10, ubicada al sur de la parte de la Ciénaga de Zapata, hacia el centro y al oeste, va disminuyendo el mangle rojo, para después volver a surgir en la parte oeste de la costa norte.

Una gran variedad de plantas acuáticas y emergentes crecen en estas áreas, predominando la ova blanca (*Nymphaea ampla*), malangueta (*Nuphar luteum* var. *Macrophyllum*), la ova de galleta (*N. odorata*) y el junco (*Scirpus lacustris* ssp. *validus*), junco de ciénaga (*Eleocharis interstincta*), junco fino (*Eleocharis celulosa*) y macío (*Typha domingensis*).

Distribución

En las siete áreas visitadas durante el periodo de 1989 a 1992 fueron capturados y marcados un total de 679 cocodrilos, de los cuales 503 fueron cocodrilos cubanos y 176 cocodrilos americanos. La composición taxonómica del total de animales capturados estuvo representado en un 74.1 % por el cocodrilo cubano y un 25,9 % por el cocodrilo americano.

Los resultados muestran que en las capturas realizadas, el cocodrilo cubano estuvo

mayormente representado, en las siguientes localidades: la Rinconada del 10 con un 86,7 %; Jamón con un 76,5 %, Emeterio con un 80 %, la Perra con un 86,4 %, Castro con un 73,7 %, la Rinconada del Pino con un 80 % y en la zona de la Deleitosa (noroeste de la península) estuvo menor representada con 34,7 % (Fig. 9). Las diferencias entre especie en cada una de las localidades estudiadas fueron estadísticamente significativa (Prueba Chi-cuadrado $\chi^2 = 95,72$, $p < 0.5$).

Estos resultados sugieren que el cocodrilo cubano estaba distribuido en las localidades de la parte central de la región sur - occidental de la Ciénaga de Zapata, con una mayor de proporción d cocodrilos cubanos, principalmente desde el centro hacia el sur, que comprende un área calculada de aproximadamente 300 km².

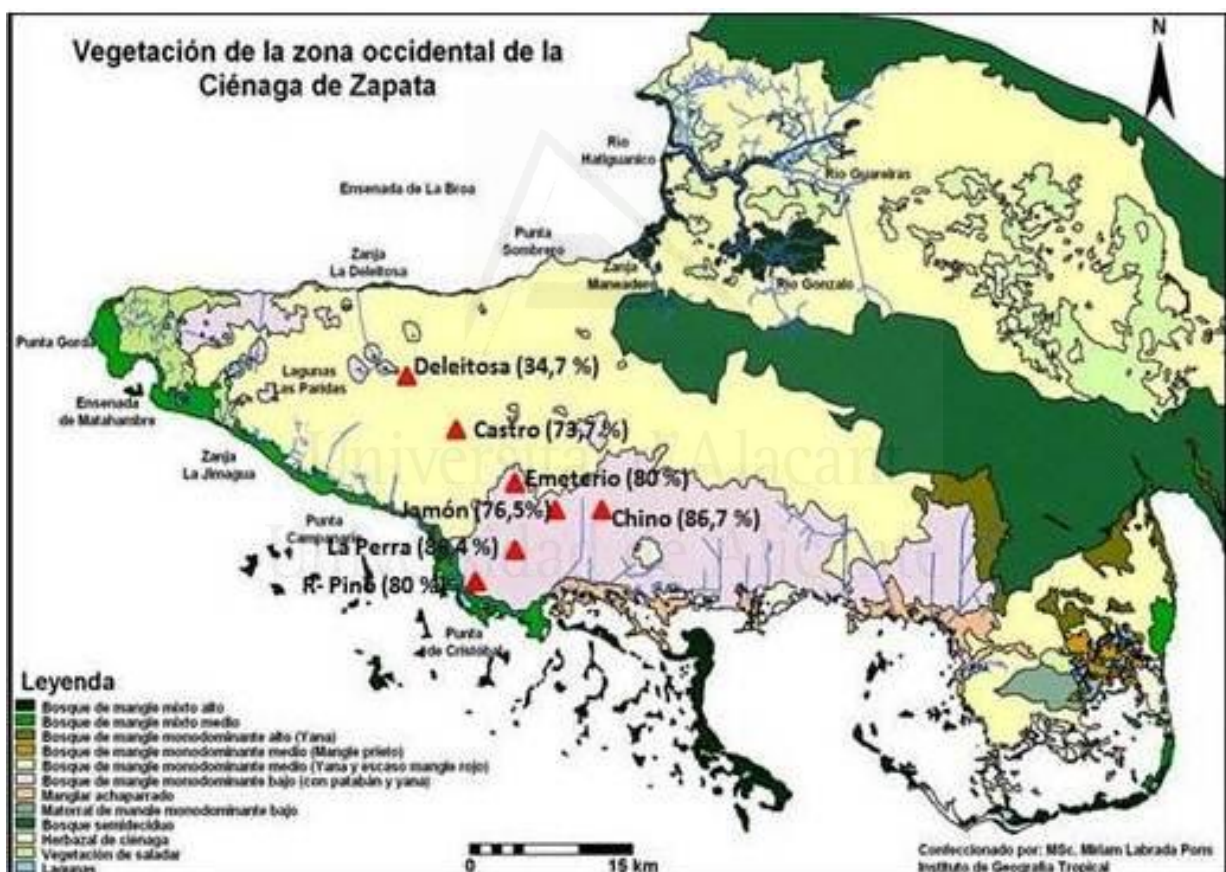


Fig. 3.9. Representación del cocodrilo cubano en porciento, en siete localidades estudiadas en la región suroccidental de la ciénaga de Zapata.

Discusión

Las referencias sobre la distribución de los cocodrilos en la Ciénaga de Zapata, precisando las localidades son bastante escasas y aún más cuando se trata de precisar las localidades donde ocurría el cocodrilo cubano, principalmente en la región suroccidental de la Ciénaga de

Zapata, debido a los escasos estudios que se han realizado.

El análisis de la información obtenida de los antiguos cazadores y familiares, respecto a la distribución del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata, coincide con la información ofrecida por varios autores, que situaban el cocodrilo desde el río Hatiguanico hasta Yaguarama (Humboldt, 1826; Gundlach, 1880; Varona, 1966), pero no especificaron las localidades donde ocurrían, mientras que los entrevistados dieron una información precisa de las localidades, donde capturaban los cocodrilos con los nombres dados por ellos, que siempre coincidían por situaciones que sucedieron.

Los registros por Barbour y Ramsden (1919) y el trabajo anterior de Gundlach (1880) provee evidencia clara, que la distribución del cocodrilo cubano se había reducido durante el último siglo. La casi ausencia de la presencia de cocodrilos, sin especificar la especie en la zona de la Laguna del Tesoro en la década de los años 40, coincide con la información de Álvarez Conde (1945) quien señaló de que prácticamente no existían cocodrilos en esa zona, en esa fecha.

Históricamente, ambas especies fueron vistas en varias áreas de la Ciénaga de Zapata, incluyendo los sectores este, norte y oeste, pero realmente nunca se precisó las localidades de la región central sur-occidental de la ciénaga de Zapata, donde estaba presente el cocodrilo cubano.

La rara presencia en la zona oriental de la Ciénaga de Zapata del cocodrilo cubano desde los años 40, indica que la transformación del hábitat en los 60 no fue la causa principal, que provocó la disminución drástica de los cocodrilos, sino que la caza indiscriminada con fines comerciales afectó en mayor grado la presencia del cocodrilo cubano en esta zona. Es significativo encontrar en varios trabajos, citas sobre las cantidades de cocodrilos cazados, especialmente en la red hidrográfica de la Laguna del Tesoro y acuatorios adyacentes donde fueron abundantes y se podían ver animales de gran tamaño (Anónimos, 1909; Cosculluela, 1914, Álvarez, 1945).

En y alrededor de la Laguna del Tesoro fueron obtenidas de septiembre 15 del 1906 a Marzo de 1907 más de 12000 pieles de cocodrilos y enviadas desde este punto por la costa (Anónimo, 1909) y desde 1902 hasta 1945 se habían cazado 26000 cocodrilos y que ya en ese momento eran difícil de observarlos (Álvarez, 1945). Cosculluela (1918) menciona que en el término de diez años fueron cazados 90 mil cocodrilos en ese territorio, sin referirse a las localidades. Como se observa en estos datos de capturas, no registran la especie, por lo que no se puede hacer un análisis de la distribución del cocodrilo cubano en esta zona.

La cacería comercial solamente sin otras presiones humanas no es la causa de la eliminación

de una población de cocodrilianos (Ross, 1998). Los reportes anteriores sugieren que la causa fundamental de la disminución del cocodrilo en la zona oriental fue principalmente la caza indiscriminada, aunque es difícil interpretar, porque no sucedió lo mismo en la zona occidental. Una posible explicación sería que esta región es mayor en superficie, de muy difícil acceso por la densa vegetación y solamente es accesible en la temporada de lluvia, cuando el nivel del agua se incrementa y permite el traslado con botes pequeños de fondo plano y además existían una menor población cercana al área, por lo que el esfuerzo de captura sería menor. En esta zona occidental, de acuerdo a los datos dados por los cazadores, es la paulatina disminución de los cocodrilos en ciertas áreas, lo que trajo que tuvieran que ir hacia zonas más intrincadas, para poderlos cazar. Se puede pensar, que en esta área la disminución de cocodrilos a partir del año 1959 fue debido a su caza, para comenzar el zocriadero, época que se removieron de esta zona miles de cocodrilos de ambas especies, sin que se tenga referencia segura de las localidades, donde se cazaron ni la especie en cuestión.

La observación de ambas especies en las localidades visitadas de Maneadero, Venero Prieto y la Laguna del Tesoro y sus acuatorios, mostraron que todavía quedaba un remanente de cocodrilos que al no estar marcados, se puede asegurar que no procedían del zocriadero de cocodrilos.

El cocodrilo americano prefiere las aguas salobres y salinas (Thorbnarjanson, 1988, Ramos, 2000), por lo que el hábitat de La Salina es óptimo para su presencia, lo que coincide por lo dicho por Barbour y Ramsden en 1919. El que esta área estuviera en 1917 ocupado por *C. rhombifer* es un hecho bastante extraño. Actualmente sólo *C. acutus* es conocido estar presente en esa área.

Los cocodrilos en la región oriental, central y la porción norte occidental de esta ciénaga, especialmente en la red hidrográfica de la Laguna del Tesoro y en la cuenca del río Hatiguanico fueron abundantes (Gundlach, 1880; Anónimos, 1909; Cosculluela, 1914). Nuestras observaciones sugieren, que en la actualidad la presencia de cocodrilos no ha cambiado básicamente, aunque es muy raro observarlos, como demuestra las visitas a estas zonas.

En ninguno de los pocos trabajos publicados se especifica la especie que ocurrían en esas áreas, pero de acuerdo al comportamiento agresivo de los cocodrilos, en los contactos frecuentes con el hombre, en la construcción del ferrocarril de Australia a Playa Larga, sugieren que estos cocodrilos eran cocodrilos cubanos. Esta zona se caracteriza por una comunidad herbácea, asociada al agua dulce.

De Sola (1930) señala la captura solamente de ejemplares del cocodrilo cubano en la Laguna del Tesoro y sus acuatorios, mientras que en las visitas efectuadas en este estudio fueron observadas ambas especies. La presencia de ambas especies observadas, como haber examinado pieles curtidas en los años 40, procedentes de la captura de cocodrilos en esa zona y con la información de antiguos cazadores de esa área, indican que existían las dos especies de cocodrilos, lo que coincide con lo señalado por Cocteau, lo cual fue rebatido por Gundlach, quizás la diferencia de estos criterios hayan sido, por no estar bien definidas las localidades.

La mayor presencia del cocodrilo americano en las zonas de la costa de Ensenada de la Broa y en la zona desde la zanja Guamutal hasta la Salina, debe ser un tema de estudio en el futuro, analizando los factores bióticos y abióticos, que inciden en la distribución de los cocodrilos en la Ciénaga de Zapata.

Las causas posibles de las diferencias de los porcentajes de cocodrilos observados respecto al total de observaciones entre las áreas en los estudios conducidos entre 1975 a 1988, parecen ser tamaño del área muestreadas, diferencias ecológicas entre áreas, cambios motivados por la diferencia en años y diferencia del grado de antropización de las áreas. Las diferencias de la frecuencia encontrada del cocodrilo cubano en esas áreas se pueden interpretar del mismo modo, aunque en la Laguna del Tesoro, se observó el mayor porcentaje de cocodrilo cubano, siendo la de mayor antropización, lo que influye en el avistamiento del cocodrilo americano, ya que esta especie es muy cautelosa y huidiza y al realizarse los recorridos de día, la posibilidad de encontrarlo disminuye, por lo que en el futuro deben hacerse los censos nocturnos.

Es evidente de la proporción de cocodrilo cubano y cocodrilo americano, que se encontró en los estudios en la región suroccidental de la ciénaga, que había un área central (núcleo), donde el cocodrilo cubano fue más abundante, un área transitoria y una extensa región costera de la península, donde el cocodrilo americano se encuentra mayormente. Teniendo en cuenta estos resultados podemos indicar que el cocodrilo cubano en la región central sur occidental de la Ciénaga de Zapata está distribuido geográficamente en un área de 776 km².

La mayor proporción de animales capturados, en las áreas de los campamentos más interiores de la ciénaga, pertenecientes a la especie cubana, pudiera explicarse que debido a que el estudio se realizó hacia el interior de la ciénaga y en tiempo de lluvias, el agua es completamente dulce, lo que coincide con lo señalado por Varona (1966), que el cocodrilo cubano prefiere este tipo de hábitat, mientras que el cocodrilo americano prefiere las aguas salobres. Además el *C. acutus* es muy cauteloso y difícil de observar de día, por lo que se

dificultad su captura. Aunque es significativo, que las zonas de los campamentos de la Perra y el Estero del Pino están muy cercanas a la costa, a unos 5 y 1 Km respectivamente, se encontró principalmente cocodrilo cubano, lo que contradice lo anterior y sugiere que el principal hábitat del cocodrilo cubano es donde predomina la vegetación asociada con el agua dulce pero también pueden ocupar hábitats que tienen una transición de agua salina a dulce dependiendo de la estación del año compartiendo algunos de estos tipos de hábitats con el *C. acutus* e híbridos.

Se ha observado al cocodrilo cubano plenamente en el mar, en la costa sur de la Ciénaga de Zapata, a no más de 500 m de la franja de mangles y de arena (Ramos, 1997), incluso se han capturado machos adultos y juveniles en la franja de arena donde nidifica el *C. acutus*, como también se han capturado juveniles en lagunas costeras con una salinidad de 55 ppm (Obs. per., 2010).

Nuestros resultados indican que el macrohábitat del cocodrilo cubano no es solamente el hábitat de agua dulce, sino que ocupa una amplia variedad de hábitats, asociados con la salinidad del agua.

Es importante el estudio de la relación hábitat – especie, porque puede predecir su distribución en áreas no muestreadas, determinar la naturaleza de esa relación y puede predecir las consecuencias de los cambios en el hábitat.

La relación del cocodrilo cubano con su entorno, en cuanto a los factores bióticos (descripción vegetal) y abióticos (parámetros físicos) no ha sido estudiado, con una metodología estandarizada. Además, el uso de una variedad de hábitat no ha sido examinado con detalles.

Por lo que es de suma necesidad, realizar estudios sistemáticos de la variedad de hábitat, que ocupa el cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata, en cuanto a sus atributos y calidad (factores bióticos y abióticos que lo componen), lo cual ayudaría a identificar y evaluar nuevas áreas con hábitat potencial para la supervivencia y reproducción de esta especie amenazada.

Los trabajos más recientes (Varona 1966; Brazaitis 1973) señalaron que el cocodrilo cubano había casi desaparecido en vida libre, encontrándose la especie, confinada en el zocriaderos de la ciénaga de Zapata. Afirmación interesante, cuando no está basada en datos de observación o de al menos visitas de campo, a las diferentes localidades de la ciénaga de Zapata. Con la información publicada, no se puede realizar una comparación objetiva, de la distribución del cocodrilo cubano, con los resultados encontrados en este estudio, que muestran que la mayor proporción observada del cocodrilo cubano se encontró en la parte sur

y central de la ciénaga occidental, en un rango de aproximadamente 776 km², compartiendo simpátricamente este hábitat con el cocodrilo americano y mixturados.

La interpretación de los datos obtenidos en la disminución de la presencia de cocodrilos, en ausencia de reportes anteriores es difícil, pero sugieren que la población del cocodrilo cubano en la parte oriental, central y norte occidental no se ha recuperado, debido a la gran alteración del hábitat, que sufrió en los años 59 y 60, mientras que en la zona sur occidental donde su hábitat no sufrió ninguna alteración, se observó una mayor presencia del cocodrilo cubano, lo que pudiera interpretarse, que realmente no solo la caza, sino principalmente la alteración del hábitat, influye en mayor grado, en la recuperación de las poblaciones de cocodrilos. Es conocido la eliminación del *C. acutus* en la Ciénaga Grande de Colombia, debido a que fue drenada.

Los resultados de este estudio condujo a considerar, una metodología sistemática, estandarizada y que pudiera ser replicable para comenzar el estudio poblacional, como se explicara en el capítulo próximo.

Literatura citada.

Abadía, G. 1996. Population Dynamics and Conservation Strategies for *Crocodylus acutus* in Bahía Portete, Colombia. Proc. 13th Working Meeting of the CSG/IUCN. Santa Fé, Argentina. 176-183.

Álvarez, Conde, J. 1945. Excursión científica a la Ciénaga de Zapata. Jesús Montero, editor, La Habana.

Anonimos, 1906. Military notes on Cuba. War Department: Office of the Chief of Staff. Second Section, General Staff, No. 15.

Arteaga, A & C. Sánchez. 1996. Conservation and management of *Crocodylus acutus* in the low basin of the Yaracuy River. Pp: 153-161. In: Crocodile Proceedings of the 13th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. IUCN-The World Conservation Union, Switzerland. ISBN 2-8317-0327-1.

Barbour, Thomas y Charles. T. Ramsden. 1919. The herpetology of Cuba. Mem. Mus. Comp. Zool. Cambridge, Vol. 47, No. 2 pp 69-213.

Brazaitis, P. 1973. The identification of living crocodylians. Zoologica (N.Y.) Vol. 58(4):59-101. Ilust. Maps: figs.

CITMA, 2008. Plan Integral para el ordenamiento, sobre bases sostenibles, de la Ciénaga de Zapata, considerando la problemática socioeconómica y ambiental. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Informe a las instancias superiores del gobierno). 65 p.

- CNAP. 2004. Áreas Protegidas de Cuba. CNAP. 112 pp.
- Cocteau, J.T. y G. Bibron. 1838-1840. Reptiles. p. 1-243 +30 la. In R. de la Sagra. Historia Física, Política y Natural de la Isla de Cuba. Segunda Parte. Historia Natural. Tomo IV. Reptiles y Peces. Imprenta y Litografía de Maulde et Renau. Paris, 1843.
- Cosculluela, J. A. (1918): Cuatro años en la ciénaga de Zapata (Memorias de un ingeniero). Imp. y Papelería "La Universal", de Ruiz y Cía. Habana. 528pp.
- De Sola, C. R. 1930. The Cuban crocodile: An account of the species *Crocodylus rhombifer Cuvier*, with notes on its life history. Copeia 1930: 81-83.
- Godshalk, R. 1978. El caimán del Orinoco, *Crocodylus intermedius*, en los llanos occidentales venezolanos, con observaciones sobre su distribución en Venezuela y recomendaciones para su conservación. FUDENA (World Wildlife Fund - Venezuela), Caracas, Venezuela. 84 p.
- Godshalk, R. 1982. The habitat and distribution of *Paleosuchus* in Venezuela. Pp. 31- 38. In: crocodiles. Proc. 5th Working Meeting Crocodile Specialists Group. IUCN, Gland, Switzerland. 409 p.
- 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.
- Gundlach, J. 1880. Contribución a la Herpetología cubana. Imprenta G. Montiel y Cía. La Habana, 99 pp.
- Humboldt, Alejandro de. 1826. Ensayo político sobre la Isla de Cuba. Primera edición castellana.
- Platt, S. G. and J. B. Thorbjarnarson. 1996. Preliminary assessment of the status of the American crocodile (*Crocodylus acutus*) in the coastal zone of Belize. Pp. 184- 206. In: Crocodile Proceeding of the 13th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. IUCN-The World Conservation Union, Switzerland. ISBN 2-8317-0327-1.
- Ramos R., S. Díaz. O. R. Laiz y F. M. González. 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.
- 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.
- Ramos, R. 2006. First National workshop on the status of the Cuban Crocodile. Group

Specialist Crocodile Newsletter, Vol. 25, No. 4: pp. 5-6.

Ramos, Roberto. 1997. Manejo en cautiverio del cocodrilo cubano *Crocodylus rhombifer* en el zoológico de la Ciénaga de Zapata, Cuba. Memorias de la 4ta. Reunión del Grupo de Especialista de Cocodrilos de América Latina y del Caribe. Centro Regional de Innovación Agroindustrial, S.C. Villahermosa, Tabasco. pp: 145-49.

Ramos, Roberto. 1999. Los Cocodrilos de la Ciénaga de Zapata – 1er Encuentro Iberoamericano de Biodiversidad, Pamplona, España.

Ross, F. D. 1998. *Crocodylus rhombifer* (Cuvier) Cuban crocodile. In: Catalogue of American Amphibians and Reptiles.

Sasa, M. y Chaves, G. 1992. Tamaño, estructura y distribución de una población de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 40(1):131-134.

Shubert, A.; W. James; H. Méndez & G. Santana. 1996. Head-starting and Translocation of Juvenile *Crocodylus acutus* in Lago Enriquillo, Dominican Republic. Proc. 13th Working Meeting of the CSG/IUCN. Santa Fé, Argentina. 166-175.

Thorbjarnarson, J.B. 1988. The status and ecology of the American crocodile *Crocodylus acutus* in Haiti. Bull. Florida. State Mus., Biol.Sci. 33(1): 1-86.

Thorbjarnarson, J. 1989. Ecology of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*. Crocodiles. Their ecology, management, and conservation. IUCN Publications New series. 229-259.

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.

Varona, L. S. 1987. The state of *Crocodylus acutus* in Cuba. Carib. J. Sci. 23(2):256-259.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

**CAPITULO 4. TAMAÑO POBLACIONAL DEL COCODRILO CUBANO EN LA
CIÉNAGA DE ZAPATA**



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Introducción.

El primer paso necesario en cualquier estudio poblacional de cocodrilianos es determinar dónde y cuantos animales son en el sistema (Baylis, 1987; Leslie, 1997), o sea, cuantos individuos (adultos y juveniles, machos y hembras, individuos reproductores, etc.) componen las poblaciones (Berovides et al., 2005), ya que estos datos aportan información básica, para la conservación y manejo de dichas poblaciones.

A partir de los años 70 se incrementó el interés, por conocer la situación de las poblaciones de cocodrilianos en diferentes países de la región, para proponer programas de conservación (Goldshalk, 1978, 1982; Ramos, 1978, 1987; Thorbjarnarson, 1989; Sasa y Cháves, 1992; Shubert *et al.*, 1996; Platt & Thorbjarnarson, 1996; Arteaga y Sánchez, 1996; Abadía, 1996; Rodríguez, 2000).

Las técnicas para estimar el tamaño poblacional de las poblaciones de cocodrilos han sido revisadas por diversos autores (Magnusson, 1982; Baylis, 1987; Graham, 1969,1988,1989; Woodward, 1990). Las poblaciones de cocodrilos pueden ser monitoreadas por diversos métodos (King et al. 1994): 1) por el conteo directo de todos los animales observados en todas las poblaciones; 2) por el conteo de animales vistos en una porción seleccionada de la población; 3) por el registro del número de nidos como una medida del esfuerzo reproductivo; o 4) por el registro del número de animales cosechados de la población cada temporada.

Entre las técnicas más utilizadas están el estimado por conteos diurnos, conteos nocturnos que incluye el uso de reflectores (spotlight) y lámparas de cabeza, conteos aéreos y el método de captura, marcaje y recaptura (Thorbnarjarson, 2005; Botha, 2005).

Los conteos nocturnos representan el método más utilizado para los estudios de cocodrílidos gracias a su versatilidad en hábitat y a la naturaleza nocturna de estos animales (Magnusson, 1982). Se ha usado en los estimados de cocodrilianos en todo el mundo involucrando muchas especies (Messel et al., 1981; Magnusson, 1982; King et al., 1994; López et al., 2000) y la validez de esta técnica ha sido confirmado por otros métodos como las técnicas de marcaje y recaptura, particularmente en hábitat de aguas abiertas (Baylis et al., 1986, Hutton and Woolhouse, 1989).

La abundancia es un atributo de las poblaciones, variable en el tiempo y el espacio, y de singular importancia en el manejo de la fauna silvestre. Estimar la abundancia de una población nos permite evaluar y comparar su estado, a través del tiempo en un área determinada (García-Grajales et al., 2007). Asimismo, sirve como criterio de evaluación de la calidad del hábitat, en la asignación de cuotas de cosecha al tamaño poblacional y en

seguimiento de planes de manejo (García-Grajales et al., 2007). Debido a esto, la estimación de la abundancia es una herramienta valiosa y versátil en la toma de decisiones para el manejo y conservación de la fauna (Ojasti & Dallmeier, 2000, Williams et al. 2002).

Para el manejo de las poblaciones silvestres de cocodrilos, se requiere de información disponible y actualizada referente a las estimaciones de abundancia, las cuales permiten determinar los cambios a través del tiempo y a su vez conocer los efectos causados por la actividad humana o eventos estocásticos (García-Grajales et al., 2007).

El establecimiento de la industria de pieles de cocodrilos fue a principios del siglo XIX, debido a que el número de cocodrilos en Zapata era tan crecido (Coscolluela, 1918).

Hasta el momento no existe referencia científica, que indique el número de animales silvestres, ni tampoco un estudio de su distribución actual, ni el daño que los depredadores y la agricultura han causado en los cocodrilos, que habitan en Cuba (González, 1975)

Ottenwalder y Ross (1991) cita “Existe una casi completa ausencia de estudios o monitoreo sobre las poblaciones silvestres de cocodrilos en Cuba. La información disponible es anecdótica y no cuantitativa sin indicación de su precisión o confiabilidad. Ningún estudio han sido completado sobre ecología o comportamiento de los cocodrilos silvestres y aún la distribución básica permanece pobremente comprendida o reportada. Los monitoreos para establecer la distribución y la abundancia relativa del cocodrilo cubano son la más alta prioridad”.

El objetivo de esta investigación fue precisar la situación actual de la población del cocodrilo cubano en cuanto a su abundancia, en la región sur occidental de la Ciénaga de Zapata y monitorear los cambios de la población para conocer la tendencia de la población en tres años. Con dicha información se podrá generar la línea base de datos de la población del cocodrilo cubano y delinear bases para el desarrollo de planes o programas que conlleven a la conservación de la especie y su hábitat. Se ha documentado que el tamaño real de las poblaciones silvestres de cocodrilos es difícil de estimar (Llobet & Seijas 2003; Sarkis-Gonçalves et al. 2004), por lo que otro objetivo planteado fue comparar las tres más comunes técnicas utilizadas, en el conteo de cocodrilos en vida silvestre y seleccionar la más adecuada en los estudios de los cocodrilos en esta zona.

2. Materiales y métodos:

2.1. Localidades de estudio:

Este estudio se realizó en dos zonas bien diferenciadas de la Ciénaga de Zapata: zona central suroccidental de la Ciénaga de Zapata y la Laguna del Tesoro, las cuales fueron descritas en el capítulo III.

2.2. Métodos utilizados para estimar el tamaño de la población.

Los estudios poblacionales fueron realizados en los años 1993 y 1996. El primer estimado poblacional se realizó desde el 27 de Septiembre al 26 de Octubre de 1993. Se empleó una combinación de técnicas de estimados, para determinar el tamaño total de la población del cocodrilo cubano, en la Ciénaga de Zapata y así poder comparar el método más funcional. Las técnicas básicas utilizadas fueron: conteo aéreo, conteos nocturnos y el método de captura, marcaje y recaptura.

Se utilizaron mapas topográficos de diferentes escalas: 1:25000 (edición 1990), 1:50000 (edición 1974), 1:100000 (edición 1993) que cubrían toda la península de Zapata, confeccionados por el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. Todas las ediciones y escalas fueron exactas con respecto a las mayores características y puntos de referencia cartográficos.

Las posiciones, rutas, cebos de atracción, y las distancias respectivas fueron determinados por un equipo de sistema de posición global (GPS) Magellan NAV 5000 operado por baterías y con un sesgo de 100 m.

La unidad esta evaluada con una precisión de 100 m cuando es usado en condiciones estándar sin las correcciones diferenciales. Fueron usados solamente lecturas con una señal fuerte del satélite de 7/9 o mayor y una precisión de 5/9 o mejor para determinar las posiciones. Se obtuvieron estimaciones empíricas de la precisión del GPS, registrando la posición de un mismo punto en varias ocasiones en diferentes días, anotando la variación de la posición indicada. Esta prueba confirmo que la variación en latitud y longitud de un punto no fue más de un segundo (alrededor de 80 m a esta latitud). Para el propósito de este estudio, las posiciones fueron aceptadas con una incertidumbre de 100 m. La cobertura del satélite en esta posición fue de 24 horas. La facilidad de calcular la ruta por el GPS fue usada para determinar la distancia en línea recta entre las posiciones establecidas.

2.2.1. Conteo aéreo:

Previos vuelos aéreos de reconocimientos fueron conducidos en un biplano convencional (ANDO AN-2) el día 3 de agosto y en un helicóptero MI-8 PS el 30 de septiembre de 1993 para familiarizarse con el terreno y entrenar a los observadores. Basados en los resultados de esos dos preliminares vuelos, un censo cuantitativo se diseñó y llevo a cabo desde el 21 al 23 de Octubre de 1993 usando la técnica de doble observador o doble tándem.

Los conteos cuantitativos formales fueron conducidos en un helicóptero M18 PS volando una ruta fija del transceto a 70 metros de altitud y a una velocidad de 100 Km /h.

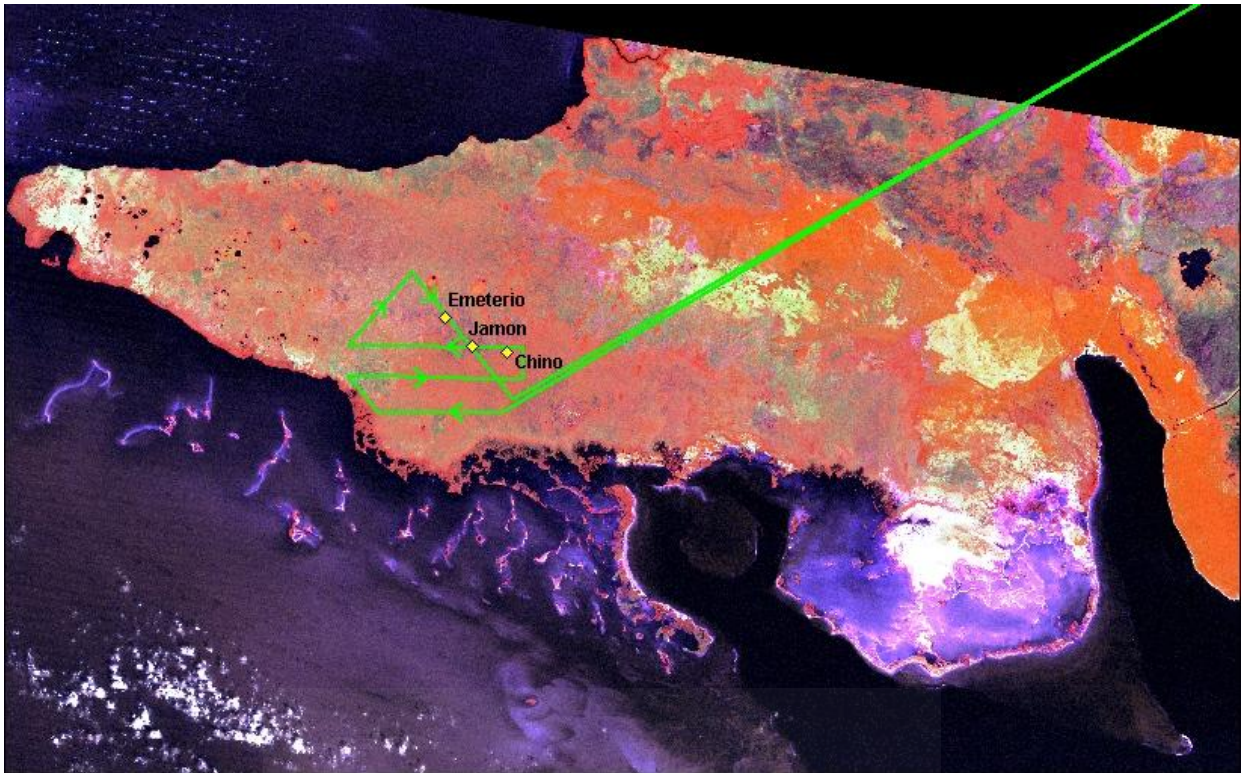


Fig. 1. Posiciones de las líneas de los transectos. Observaciones generales fueron realizadas desde Jagüey Grande a la Zanja 10 y censos cuantitativos fueron hechos desde esta Zanja hacia delante.

Se dispuso de dos observadores en cada lado de la aeronave (cuatro observadores en total), los que sostenían un registro independiente de la sección del transecto, el tiempo y los cocodrilos observados. Dos adicionales observadores llevaron el registro de la posición y el tiempo usando un GPS, coordinando la navegación con la tripulación de la aeronave y haciendo adicionales observaciones del terreno y de los cocodrilos. Los observadores rotaron posiciones y lugar en la aeronave cada día para intentar distribuir el sesgo de observación, debido a la configuración de la aeronave. El ancho del transecto fue estimado por cada observador y confirmado por cálculos geométricos basado sobre la apertura de la ventanilla de la aeronave, altitud y el campo visual.

El conteo aéreo se realizó en tres consecutivas mañanas del 21 al 23 de Octubre de 1993. La ruta del transecto fue seleccionada para que fuera representativa de la distribución del *C. rhombifer*, pero fue limitado por la falta de un aparato electrónico de navegación disponible para la tripulación de la aeronave y la subsiguiente necesidad de navegar totalmente por cálculo entre los pocos puntos de referencia visibles en este área mayormente uniforme. Las rutas de los transectos reales (Fig. 1) fueron determinadas desde posiciones regulares del GPS obtenidas de los puntos finales de la sección y posiciones intermedias. Los observadores sentados a los lados derecho e izquierdo de la aeronave no tuvieron transposición en el campo

de vista, así la muestra del transceto se consideró la franja paralela de ancho y largo conocido. La independencia de las observaciones de los dos observadores del mismo lado de la aeronave, permitió la aplicación de la técnica de doble observadores, desarrollada por Magnusson et al (1978) y descrita por Graham (1988,1989) y Baylis (1987), para el análisis y cálculos de la densidad de cocodrilos. Se tomaron precauciones para evitar que los observadores indirectamente divisaran los apuntes de los otros.

La notación empleada del conteo de doble observador fue:

S_1 = el número de cocodrilos vistos por el primer observador, pero pasados por alto por el segundo observador

S_2 = el número de cocodrilos vistos por el segundo observador, pero pasados por alto por el primero

B = el número de cocodrilos visto por ambos observadores

ρ_1 = la probabilidad de que un cocodrilo sea visto por el primer observador

$$\rho_1 = B / (B + S_2)$$

ρ_2 = la probabilidad de que un cocodrilo sea visto por el segundo observador

$$\rho_2 = B / (B + S_1)$$

CF_1 y CF_2 = los factores de corrección estimados para el primer y segundo observador respectivamente, para estandarizar los conteos entre los observadores.

$$CF_1 = 1/\rho_1$$

$$CF_2 = 1/\rho_2$$

El estimado de cocodrilos N

$$N = (S_1 + B+1) (S_2 + B+1) / (B+1)$$

La varianza de N

$$\text{Var} = S_1 * S_2 (S_1 + B+1) (S_2 + B+1) / (B+1)^2 (B+2)$$

Se adoptó la más conservadora posición para considerar las observaciones áreas, justamente como “cocodrilos” y se calculó la proporción real de las diferentes especies, por los estudios de marcaje y recaptura.

2.2.2. Conteo nocturno:

Los conteos nocturnos se realizaron en la Laguna del Tesoro (Fig. 2) durante las noches del 30 de septiembre y la del 21 de Octubre de 1993. Esta es una localidad, donde el terreno permitió usar la técnica estandarizada de conteo nocturno (Messsel, 1974-1984; Woodward, 1990). Se tomaron los siguientes datos: Fecha del censo, punto exacto del comienzo y final, la distancia y ruta entre el comienzo y final, la estación, temperatura ambiental y del agua, fase de la luna, velocidad y dirección del viento, el número de animales observados, la

especies y las clases de talla de los animales con intervalo de 1m. La distancia censada en ambos casos fue de 4 km, alrededor de las márgenes este, norte y oeste de la laguna y adicionalmente se censo un canal artificial de 4.5 km. de longitud que se extiende desde el centro turístico de La Boca hasta la entrada de la laguna. El 30 de Septiembre se censo también un canal de 1 km de longitud, que se dirige desde el este del centro turístico Guama, situado al fondo de la laguna, hasta el lado este de la misma. Los censos comenzaron al oscurecer y se realizaron en un bote de 4 metros, con un motor fuera de borda de 25 HP. Participaron tres personas: un motorista, un contador y un anotador. Los cocodrilos fueron localizados con una lámpara encandiladoras de un millón de intensidad lumínica, alimentada con una batería de 12 voltios.

Los intentos para modificar esta técnica para aplicarla en otras zonas de la ciénaga no dieron resultado por varias razones. En primer lugar fue que el área tiene una densa y compleja vegetación y las vías de agua son muy pocas profundas, lo cual hace imposible el paso del bote con el motor fuera de borda. La profundidad del agua vario de 10 a 35 cm. con muchas áreas bajas intransitables. La visibilidad generalmente está restringida entre 5- 10 m por la densa vegetación y pasar en línea recta fue raramente posible por más de 30 m. Nosotros tratamos de conducir conteos nocturnos en un bote pequeño de 3 m de largo y de fondo plano, propulsado por una vara, pero por razones de seguridad del personal y la dificultad real de navegar en la ciénaga por la noche, aún con las rutas previamente marcadas, no se realizaron.

2.2.3. Censo por el método marcaje, liberación y recaptura

Para emplear este método se aprovechó la experiencia del equipo del zoocriadero de la Ciénaga de Zapata para la captura directa de los cocodrilos desde los botes en la ciénaga. Esto requirió una extensiva y cuidadoso esfuerzo logístico. Se transportó el personal y la logística en un barco pesquero de 20 m de eslora, por 100 km. de costa aproximadamente en 24 horas hasta la cercanía de una de las zanjas de entrada en la zona de estudio llamada Zanja del 10 (Fig. 2), ubicada al sur de la península. Posteriormente se continuó con un pequeño bote motorizado, aproximadamente 12 Km. hasta arriba del canal donde se limitó la navegación. Para entrar a la ciénaga solamente fue posible en pequeños botes de fibra de vidrio con fondo plano de 3 m de longitud, impulsado por una persona con una larga vara de madera. Once personas y todo el equipo permanecieron 18 días en lugar y se hicieron 100 km. de travesía.

Los estudios de captura y recaptura fueron conducidos por 21 días desde el 4 al 16 de

Octubre de 1993, pero realmente las capturas se hicieron del 4 al 16, en un sitio de la parte central de la zona suroccidental de la Ciénaga de Zapata, accesible por vía marítima a un canal construido a mano que era la referida Zanja del 10. Se trabajó desde pequeños botes impulsados por una vara de madera.

Se seleccionaron tres de los más accesibles de los campamentos utilizados anteriormente como centros de operaciones para el estudio de marcaje y recaptura, nombrados Emeterio, Jamón y Rinconada del 10, los cuales estaban localizados a una distancia menor de 4 km, unos de otros (Fig. 2). Se referenciaron geográficamente las posiciones relativas de los campamentos, las estaciones con cebo y área de la zona de estudio, mediante el sistema de información geográfico, por el programa de MapInfo Profesional v.9.

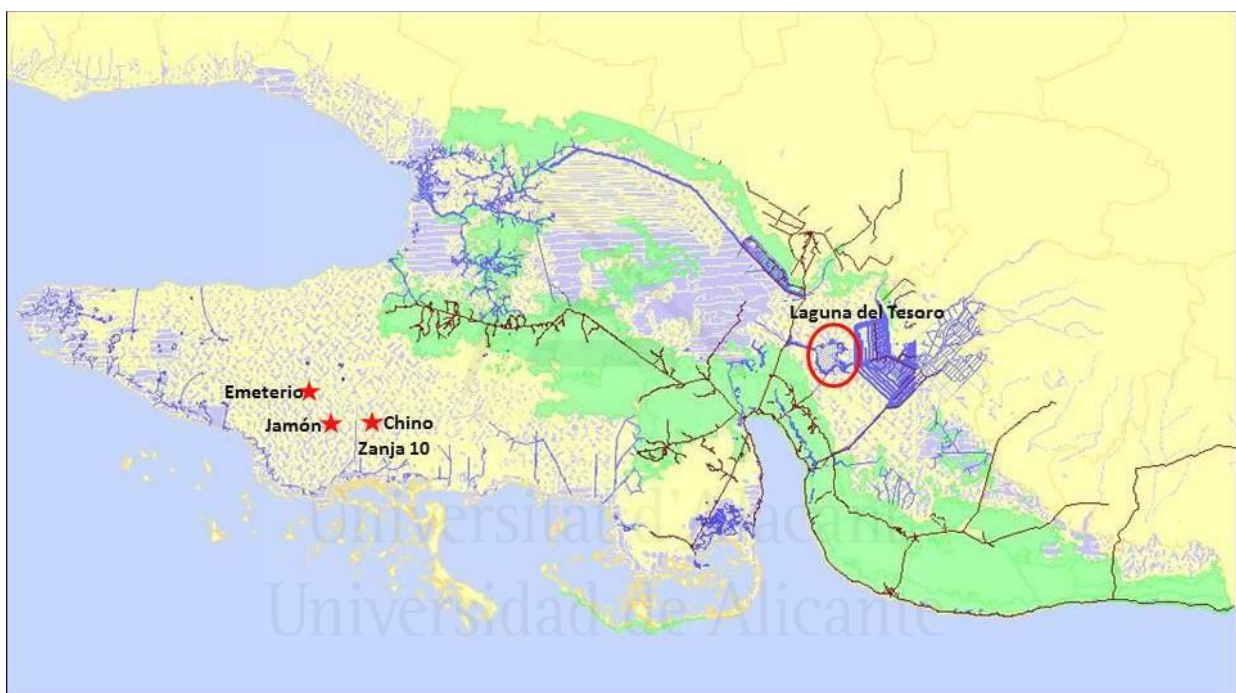


Fig.2. Áreas de estudio: región suroccidental central y Laguna del Tesoro.

En cada uno de esos sitios de operaciones fueron establecidos tres transectos radiales de aproximadamente 1 km de longitud. La dirección y la longitud real de esos transectos fueron determinadas por el terreno y la accesibilidad con el pequeño bote. A lo largo de cada transecto se pusieron 6 cebos que consistieron en desperdicios de ganado vacuno (pulmones, cabezas y pieles) o carcasas de jutías (*Capromys pilorides*) a no menos de 100 m de separación unas de otras y puesto a una altura de 1 a 2 m sobre el nivel del agua (Fig. 3). Las posiciones de los campamentos, rutas de los transectos y las estaciones de los cebos fueron establecidas por el GPS. Las rutas fueron establecida y los cebos colocados en el primer día de estancia en cada campamento. Los transectos fueron recorridos cada mañana en los tres

días subsiguientes, capturándose con lazos los cocodrilos observados y los más pequeños a mano.



Fig. 3. Cebo de atracción de carcasa de jutía.

Los cocodrilos en la Ciénaga de Zapata son notablemente tolerantes a que se le acerquen con luz diurna y el equipo de trabajo tenían una vasta práctica en la captura de cocodrilos. Estos también fueron capturados mediante una trampa con cebo, modificada del diseño descrito por Murphy y Fendley (1975) y Mazzoti y Brand (1988). Se utilizó la conformación básica de la trampa y la barra gravitacional del gatillo descrita por Mazzoti y Brand, pero se cambió la cuerda elástica por otra cuerda de caucho de cirugía, para disparar el nudo corredizo (similar a la trampa de Murphy). Cuatro trampas con cebo fueron ubicadas en cada transecto en dos noches consecutivas. Las muestras de cocodrilos capturados a mano y en las trampas fueron combinadas para el cálculo de los datos demográficos y su número.

El éxito de captura se consideró como el porcentaje de animales capturados del total observado para cada especie en el muestreo.

A los cocodrilos capturados se les midió el largo total (LT), desde la punta del hocico hasta el final de la cola en centímetro, con una cinta métrica, aunque a varios cocodrilos no les fue tomado el LT, por faltarle una porción en la terminación de la cola. Esta medida fue efectuada con una cinta métrica metálica bajo las condiciones de campo, en un pequeño bote inestable.

Por esta razón, no se intentó hacer una medida más precisa, que la más cercana al cm. (error de ± 1 cm).

Los animales capturados fueron categorizados en clases de tallas de acuerdo a los estudios de crecimiento y reproducción conducidos en el zoológico la Ciénaga de Zapata: menores de un año (≤ 59 cm), juveniles (60-149 cm), subadultos (150-179) y adultos (≥ 180 cm). El número de cocodrilos en cada clase de talla fue expresado como el porcentaje del total de animales capturados y se empleó para establecer la estructura de la población. Para analizar la pirámide de tallas presentando el porcentaje en cada clase de talla se excluyó la categoría de recién nacido por insuficientes número de cocodrilos.

El sexo fue determinado por prueba manual de la cloaca a partir de la clase de juveniles estableciéndose la proporción sexual en las diferentes categorías. Los animales fueron marcados por corte de los escudetes dobles caudales con un código de identificación individual (Fig.5). Adicionalmente los cocodrilos fueron pintados con pintura de aspersión de secamiento rápido a fin de que los individuos pudieran ser identificados a primera vista en la distancia. Anteriormente, este tipo de pintura se probó en seis cocodrilos en el zoológico de la Ciénaga de Zapata y se observó que la marca de esta pintura permanecía visible por una semana y desaparecían completamente a las dos semanas. La marca con esa pintura fueron colocadas en diferentes partes de los cocodrilos, de acuerdo a cada campamento para que los cambios de los cocodrilos entre campamentos pudieran ser notados visualmente.

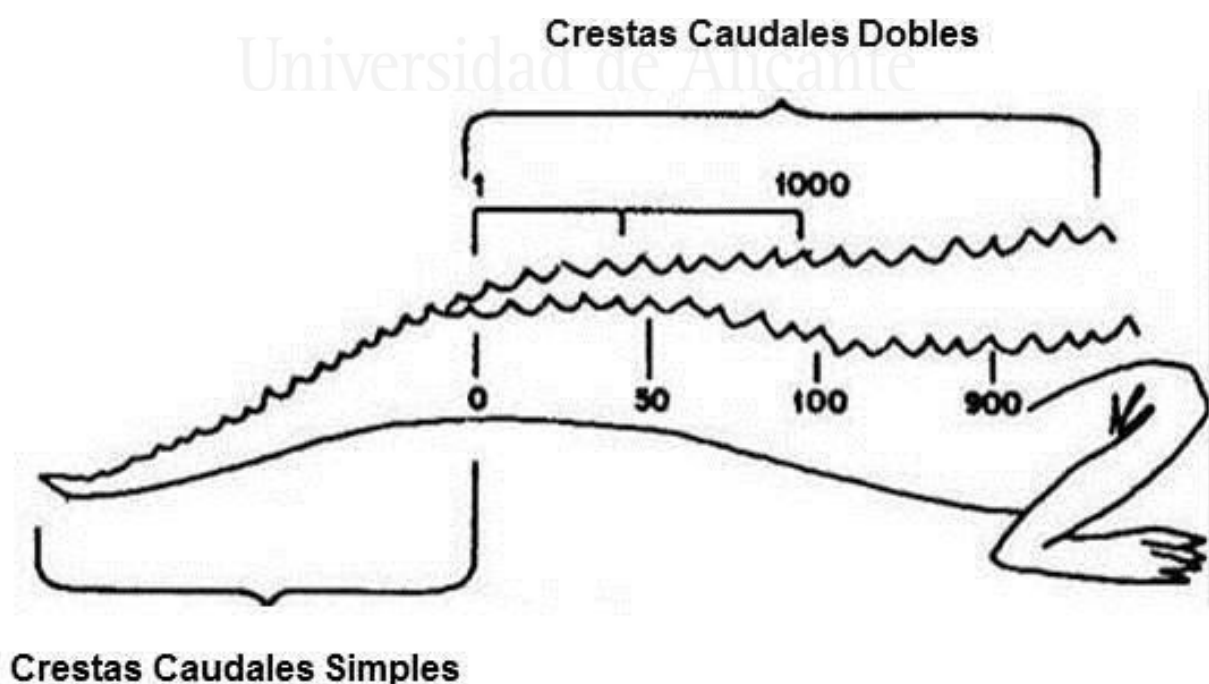


Fig. 4. Código de marcaje. Crestas dobles caudales cortadas por la derecha

significa valores de decenas y de cientos. Corte por la izquierda de las crestas dobles caudales toman los valores de unidades y miles.

Cada equipo de captura consistió de tres personas en dos pequeño botes: dos cazadores y un registrador de los datos. Los equipos se mantuvieron sin cambios y cada uno de esos equipos registró los cocodrilos vistos pero no capturados, así como, los cocodrilos capturados y los no capturados pero reconocidos como previamente marcados con la pintura.

Una importante incertidumbre en el uso de las estaciones con cebos es la distancia a que los cocodrilos son atraídos por ellas. Se anotaron los movimientos de los animales entre estaciones, entre transecto y la ausencia de intercambio entre los campamentos para calcular las distancias mínimas y máximas de atracción.

Para calcular el número de cocodrilos aparentemente presentes en el área de estudio, se combinaron las muestras de captura a mano y por trampas, utilizando el método de Schumachers (Baylis, 1989), donde:

$$N = \frac{\sum M_i^2 n_i}{\sum M_i m_i},$$

- N es el estimado de la población.
- M_i es el número de animales marcados en la población que precede la i^{ma} captura.
- m_i es el número de animales previamente marcados en la captura de la i^{ma} ocasión.
- n_i es el número de animales capturados en la i^{ma} ocasión.

Las asunciones de este método, común con otros similares índices de captura y recaptura y son los siguientes:

- a. Ningún animal nació ni emigro en el área de estudio.
- b. Los animales marcados y los no marcados viven y mueren en la misma proporción en el área de estudio.
- c. Todos los animales tienen la misma probabilidad de ser capturados.
- d. Ninguna marca es perdida.

Dada la corta duración del muestreo, el movimiento limitado de los animales marcados y el método de marcación, consideramos que se cumplen las asunciones a y d. Las violaciones de b y c son considerados en la discusión.

El estimado del número de cocodrilos de cada especie y en cada campamento fue calculado combinando los datos de los tres transectos de cada uno de esos sitios. Se capturaron y

marcaron los cocodrilos por tres días consecutivos, calculándose el estimado de la población para el segundo y tercer día de cada localidad.

El método utilizado de captura y recaptura permite validar la asunción de la misma probabilidad de captura. Si esta asunción no es violada, una regresión de m_i/n_i sobre M_i es lineal a través de su origen y la pendiente de esa regresión es igual a $1/N$.

Para calcular las áreas trabajadas consideramos que la menor área razonable en cada campamento es un polígono que encierra un radio de 500 m desde cada punto de nuestros transectos y la mayor área es un círculo que el radio es la mitad de la distancia de los campamentos adyacentes (Fig. 5).

Estimado de la densidad

La densidad del cocodrilo cubano fue calculada, combinando los estimados del tamaño de la población, con los estimados mínimo y máximo calculados de las áreas de los sitios de estudio, asumiendo esenciales asunciones, de acuerdo a los datos obtenidos en el transcurso del estudio, como fueron la distancia de atracción de los cebos y el área que son atraídos los cocodrilos.

Estimado de la población del cocodrilo cubano en el área principal de presencia.

Para calcular el tamaño de la población del cocodrilo cubano en el área núcleo de su distribución, se extrapolo los estimados de la densidad obtenida a los 300 km² de la distribución, que fue derivada en parte de los resultados de los conteos aéreos, del trabajo de campo de este estudio y la mayor parte de la información que había obtenido el equipo del MIP en sus expediciones de campo conducidas entre 1989 y 1992.

Identificación de las dos especies.

Una de las más importantes consideraciones de este estudio fue la presencia de las poblaciones simpátricas del cocodrilo cubano y del cocodrilo americano y la posible presencia de híbridos entre estas especies en la población silvestre. Para identificar los cocodrilos en el campo fue construida una tabla de las más importantes características externas visibles, que diferencian estas dos especies, detallada en el capítulo V. Esas características fueron desarrolladas por fuentes publicadas, particularmente por Varona (1966, 1986a, 1986b), pero significativamente ampliada por la experiencia del equipo del MIP, quienes estaban muy familiarizados con ambas especies y han visto y manipulado más especímenes de esas dos especies, que cualquier otro trabajador en Cuba. Los cocodrilos capturados fueron generalmente asignables a alguna de las dos especies en estudio. A los ejemplares que demostraron una mezcla de caracteres más allá del rango de variación fueron

denominados “Mixturados” sin hacer ningún comentario acerca del posible origen genético de esos individuos.

Procesamiento de datos y análisis estadísticos.

El éxito de captura por especie, la composición por sexos, la composición por especie y la estructura de tallas en cada estimado se compararon mediante una prueba Chi-cuadrado con un nivel de significación de $p < 0.05$.

Para monitorear la población del cocodrilo cubano en 1996, solamente se utilizó el método de captura, marcaje y recaptura, usando la misma metodología empleada en 1993, sin incluir la captura mediante trampas. Se asumieron las mismas asunciones en el estimado del tamaño poblacional del año 1993 para realizar los cálculos en este estimado. Asimismo se utilizaron los mismos criterios para determinar la composición por especies y sexos, la estructura de tallas y el éxito de captura.

Los estimados del tamaño poblacional en los dos años de estudios se compararon por una prueba U con un nivel de significación de $p < 0.05$. Además, se comparó la estructura de talla, la composición por sexos y especie y los éxitos de captura por medio de la prueba G (tabla de contingencia $r \times k$) con un grado de significación de $p < 0,05$.

Resultados

Estudio poblacional en 1993.

Conteos aéreos:

La aeronave usada, un Anatov AN-2 biplano, resultó ser inepto para realizar censos cuantitativos por ser grande, poco maniobrable y muy veloz. Sin embargo se obtuvo una valiosa visión general del área y del hábitat. Solamente un cocodrilo fue visto. El reconocimiento realizado el 30 de Septiembre de 1993 volando con un helicóptero MI-8 permitió experimentar con la velocidad, la altitud y la práctica de los observadores y el registro de las observaciones. Cinco cocodrilos fueron vistos y proporcionó la capacitación de los observadores y que ganaran confianza de que los cocodrilos podían verse desde el aire.

Las rutas del censo variaron de 70 a 80 Km, debido a las variaciones del viento y la consecuente divergencia de la línea recta de los transectos. Todos los observadores estuvieron de acuerdo que tenían una banda de observación de aproximadamente un ancho de 100 m y esto fue confirmado por los cálculos geométricos.

Un total de 43 cocodrilos fueron vistos durante este censo cuantitativo. Las observaciones en los dos lados de la aeronave constituyen muestras independientes y la mayoría de los

observadores vieron entre el 20 % y el 50 % de los cocodrilos aparentemente visibles (Tabla 2). El conteo por consiguiente puede corregirse, acrecentándose por un factor de 2 a 5 veces por causa de la diferencia de los observadores. No fue posible identificar la especie desde el aire en cada caso, aunque en la mitad de las observaciones, los observadores estaban preparados para dar su opinión. Muchos de los grandes cocodrilos vistos desde el aire fueron sin dudas *C. rhombifer*. Los cocodrilos vistos desde el aire parecen ser los individuos más grandes y la mayoría fueron vistos en similares circunstancias, tendidos en o en el borde de los charcos de agua abiertos.

Los observadores del lado izquierdo de la aeronave observaron invariablemente más cocodrilos que los observadores del lado derecho, aun cuando rotaron sus posiciones entre vuelos para intentar controlar el sesgo de la posición. Los resultados de los conteos aéreos proporcionaron dos piezas muy valiosas de información. La distribución de los cocodrilos observados confirmaron los resultados de los trabajos de campo previos en el terreno y de nuestra subjetiva impresión, de que había un área bien definida ubicada en la parte sudoccidental de la Ciénaga de Zapata, donde los cocodrilos tenían una alta densidad y donde muchos de esos cocodrilos eran cocodrilos cubanos. Más adelante se confirmó esta impresión, notando que la densidad de huellas (las cuales son hechas por los cocodrilos a través de la vegetación y que fueron realmente visibles desde el aire) fue densa dentro del área general de las observaciones aéreas y raras o ausentas en otros sitios de la península. Una excepción fue una pequeña área, al este de los canales de drenaje al final del llamado canal de los Patos, donde una pequeña concentración de rastros indicó la presencia de cocodrilos.

El estimado de la densidad produjo una severa subestimación del número real de cocodrilos presentes pero ofrecieron un claro y potencial índice repetible para el monitoreo del número y distribución de estas poblaciones de cocodrilos.

Tabla 2. Resultados del conteo aéreo en la Ciénaga de Zapata en 1993.

Vuelo	Fecha	Área ¹ (km ²)	Cocodrilos observados ²	Estimado ³ (CV %) ⁴	Densidad ⁵
Reconocimiento 1	3/Agosto	≈ 16	1	-----	-----
Reconocimiento 2	30/Septiembre	8.12	5	-----	-----
Conteo 1 lado derecho	21/Octubre	8.0	3	5 (28)	0.63
lado izquierdo		8.0	9	23 (27)	2.88
Conteo 2 lado derecho	22/Octubre	7.025	6	17.7 (32)	2.51
lado izquierdo		7.025	10	24.7 (34)	3.51
Conteo 2 lado derecho	22/Octubre	7.108	6	13 (37)	1.83
lado izquierdo		7.108	9	17 (38)	2.39
Densidad promedio	-----	-----	-----	-----	2.29
Error estándar	-----	-----	-----	-----	0.40

1. Distancia de vuelo (Km.) x ancho medio de la banda.
2. Número individual de cocodrilos vistos por los dos observadores.
3. Número estimado de cocodrilos calculado por el método de Magnusson y col. 1978.
4. CV es el coeficiente de variación
5. Estimado de la densidad = número estimado³/ Área¹ (cocodrilos/km²)

Tabla. 3 Probabilidad de observar cocodrilos de acuerdo al lugar del observador. Error estándar del estimado (SE)

Fecha	Observador	S ₁	S ₂	B	p ₁	p ₂	SE
21/Oct.	Lado derecho	1	2	1	0.33	0.50	1.4
21/Oct.	Lado izquierdo	4	8	3	0.27	0.43	6.1
22/Oct.	Lado derecho	4	5	2	0.29	0.33	5.6
22/Oct.	Lado izquierdo	4	8	2	0.20	0.33	8.3
23/Oct.	Lado derecho	2	5	1	0.17	0.33	4.8
23/Oct.	Lado izquierdo	2	7	1	0.13	0.33	6.5

S₁ = el número de cocodrilos vistos por el primer observador, pero pasados por alto por el segundo observador

S₂ = el número de cocodrilos vistos por el segundo observador, pero pasados por alto por el primero

B = el número de cocodrilos visto por ambos observadores

p₁ = la probabilidad de que un cocodrilo sea visto por el primer observador

$$p_1 = B / (B + S_2)$$

p₂ = la probabilidad de que un cocodrilo sea visto por el segundo observador

$$p_2 = B / (B + S_1)$$

SE = error estándar

Conteos nocturnos:

Los conteos nocturnos realizados en la Laguna del Tesoro (Fig. 1) indicaron una sorprendente escasez de cocodrilos y aquellos que estaban presentes fueron muy cautelosos. En el conteo nocturno efectuado el 30 de Septiembre en la sección de los canales artificiales de 4.5 y 1 km, no se divisó ningún cocodrilo y solo se registraron cinco cocodrilos en los 4 km. censados

alrededor de las márgenes de la Laguna del Tesoro. Uno de ellos era un cocodrilo cubano de 150 cm. de longitud. Los otros cuatro fueron muy cautelosos y se registraron solamente los ojos. De estos, uno fue un individuo grande de cocodrilo americano de alrededor de 4 metros, que vivía en esa localidad. Para los otros tres se calcularon su largo total entre 1 a 2 m. El 21 de Octubre ningún cocodrilo fue visto.

En ambos censos, las condiciones fueron adecuadas con una temperatura ambiental entre 280 C y 310 C, la temperatura del agua estuvo entre 290 C y 300 C y la dirección del viento fue del este-sudeste con una velocidad de 5 m/sec. La luna fue llena el 30 de septiembre y estuvo en cuarto menguante el 21 de octubre.

Se concluyó de estos insatisfactorios conteos que los cocodrilos están presentes en la laguna, pero en muy bajas densidades (menos de 1 cocodrilo por kilómetro); ambas especies existen en dicha localidad y que esos cocodrilos son notablemente asustadizos y difícil de acercarse, comparado al comportamiento tolerante de los cocodrilos silvestres de ambas especies, que encontramos en la profundidad de la Ciénaga de Zapata.

Conteo por marcaje, liberación y recaptura en 1993.

Capturas. Composición taxonómica. Éxitos de capturas.

Captura manual

Durante el censo por el método de marcaje, liberación y recaptura en 1993 fueron capturados a mano 184 cocodrilos cubanos, 38 cocodrilos americanos y ocho mixturado, mientras que 27 cocodrilos que se observaron no pudieron ser capturados (23 *C. rhombifer* y cuatro *C. acutus*) en los doce días que transcurrió el censo (Tabla 4). La composición taxonómica del total de animales observados estuvo representado en un 79.1 % por el cocodrilo cubano, un 17.9 % por el cocodrilo americano y en un 3 % de animales “Mixturados”.

En conjunto, más del 90 % de los cocodrilos vistos fueron capturados. Dos de los tres equipos tuvieron una tasa de éxito de 95 %, mientras que en el tercer equipo fue de un 83%. Esta tasa más baja fue debida esencialmente a que en los últimos dos días este equipo encontró una gran cantidad de individuos y no fue posible capturar todos los cocodrilos vistos. El éxito de captura fue de un 89 % para el cocodrilo cubano y un 90 % para el cocodrilo americano. No se encontró diferencia significativa para el éxito de captura entre especie (Prueba Chi-cuadrado $\chi^2 = 1.2$, g.l. 2, $p < 0.05$), mientras que se capturaron los ochos mixturados observados.

Tabla 4. Éxito de capturas por especie de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata en el año 1993.

Forma	Total	Total	Total no	Éxito de
-------	-------	-------	----------	----------

	observado	capturado	capturado	captura (%)
<i>C. rhombifer</i>	212	189	23	89.2
<i>C. acutus</i>	48	44	4	91.7
Mixturados	8	8	0	100.0
Total	268	241	27	89.9

🚩 Captura por trampas.

Un total de 67 trampa/noche dio como resultado una captura de ocho cocodrilo cubano y siete cocodrilo americano (Tabla 5), con un éxito de captura en su conjunto de un 22 %. Ningún animal capturado en las trampas fue recapturado posteriormente en alguna trampa o por captura manual, pero cuatro cocodrilos capturados en las trampas habían sido primeramente capturados a mano durante este estudio. De los cocodrilos atrapados por trampa, cuatro habían sido capturados y marcados en los previos estudios realizados en 1991 y 1992. El cocodrilo americano fue el más frecuentemente capturado en trampas (43 %) en relación a su presencia en la población, como indicaron las capturas manuales (17 %) o los cocodrilos observados y no capturados (14,81 %) (Prueba Chi-cuadrado $\chi^2 = 17,4$, g.l. 1, $p < 0.5$).

Las tallas y sexos de los cocodrilos capturados en las trampas no pareció diferente de la población general dada la pequeña muestra. Una hembra del cocodrilo americano marcada en 1992 y con una talla de 201 cm. fue encontrada muerta en una trampa, sacrificada por otros cocodrilos. Esta fue la única mortalidad o lesión sufrida por cocodrilos o por el equipo de trabajo en el curso del censo.

Tabla 5. Éxitos de las trampas para la captura de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata, Cuba.

Localidad	Fecha	Trampas/noches	Capturas		Éxito (%)
			<i>C. rhombifer</i>	<i>C. acutus</i>	
Jamón	05-oct	12	2	1	25
	07-oct	12	3	2	42
Emeterio	10-oct	12	1	1	17
	11-oct	12	0	1	8
Rinconada 10	14-oct	10	0	0	0
	15-oct	9	2	1	25
Totales	-----	67	8	6	21
Éxito (%) por especie	-----	-----	12	9	-----

Movimientos de los cocodrilos.

Previo a este estudio fueron marcados un total de 503 cocodrilos cubanos y 176 cocodrilos americanos en el período de 1989 a 1992. De estos, 225 *C. rhombifer* y 54 *C. acutus* fueron marcados cerca de los tres campamentos usados en 1993 y ninguno fue recapturado en otro sitio de acampamiento de su localidad de captura de origen. Se recapturaron 30 *C. rhombifer* y tres *C. acutus* previamente marcados, todos cerca de su localidad original lo que represento un 13.33 % y un 5.66 % respectivamente.

Durante el estudio se apreció el movimiento de 14 cocodrilos que fueron capturados más de una vez, todos dentro de los tres días de captura. La distancia media de movimiento fue de 162 m y cinco individuos fueron capturados en la misma localidad de su primera captura. La máxima distancia de movimiento fue de 390 m, 340 m y 340 m en los tres campamentos. Debido a la imprecisión de nuestras posiciones generadas por el GPS, que fue del orden de los 100 m, es posible que cualquier posición registrada de cada cocodrilo fuera incrementándole estos 100 m a la estimada. Por consiguiente, se aceptó la distancia de 500 m como la de mayor movimiento documentado de cocodrilos marcados durante el estudio.

En este estudio se pintaron 223 cocodrilos para conocer los animales marcados e identificar la localidad donde fueron marcados, a excepción de 10 pequeños juveniles por temor a una adicional presión de depredación. Ninguno de los cocodrilos marcados en el transcurso del estudio fue observado moverse hacia otro campamento, aunque se tomaron precauciones para comprobar esta posibilidad durante el traslado entre campamentos.

Se infirió de estas observaciones que los cocodrilos en la Ciénaga de Zapata son relativamente sedentarios y normalmente no se mueven más allá de la distancia media entre los campamentos trabajados (3.6 km.). Esto posibilito hacer algunas importantes asunciones acerca de la distancia de atracción de nuestras estaciones con cebos y el área desde que los cocodrilos son atraídos (Fig. 5). Esto, a su vez permitió calcular las densidades basado en estimaciones razonables del área real de los sitios de estudio. Las asunciones asumidas fueron:

1. No hubo intercambio de cocodrilos entre los tres sitios de acampar de este estudio. Cada campamento por consiguiente pudo ser tratado como una unidad independiente para los propósitos de calcular la población y estimar la densidad.
2. El área razonablemente más pequeña de estudio de nuestros campamentos es un polígono que encierra un radio de 500 m de cada punto de los trayectos. Esta área es presentada en la figura 6. Se asumió que los cocodrilos pueden y se mueven libremente a través de área durante el estudio. Se estimó el área mínima de cada sitio de captura: Jamón con 2,88 km²,

la Rinconada del 10 con 2,76 km² y Emeterio con 3,56 km². El área total de los tres sitios fue de 6,44 km².

3. El área razonablemente mayor de estudio de cada sitio de acampar es el radio de la distancia media más cercana al campamento adyacente. No hubo evidencia que los cocodrilos se movieran más allá de esta distancia durante este estudio o en un período prolongado de hasta 36 meses desde que esos cocodrilos fueran originalmente marcados. Esta área esta presentada en la figura 6. Se estimó que el área máxima de cada sitio de captura fue: Jamón con 7,98 km², la Rinconada del 10 en 7,98 km² y Emeterio con 10,67 km². El área total de los tres sitios fue de 26,63 km², lo que represento el 8,89 % del área de la principal zona, considerada de la distribución del cocodrilo cubano.

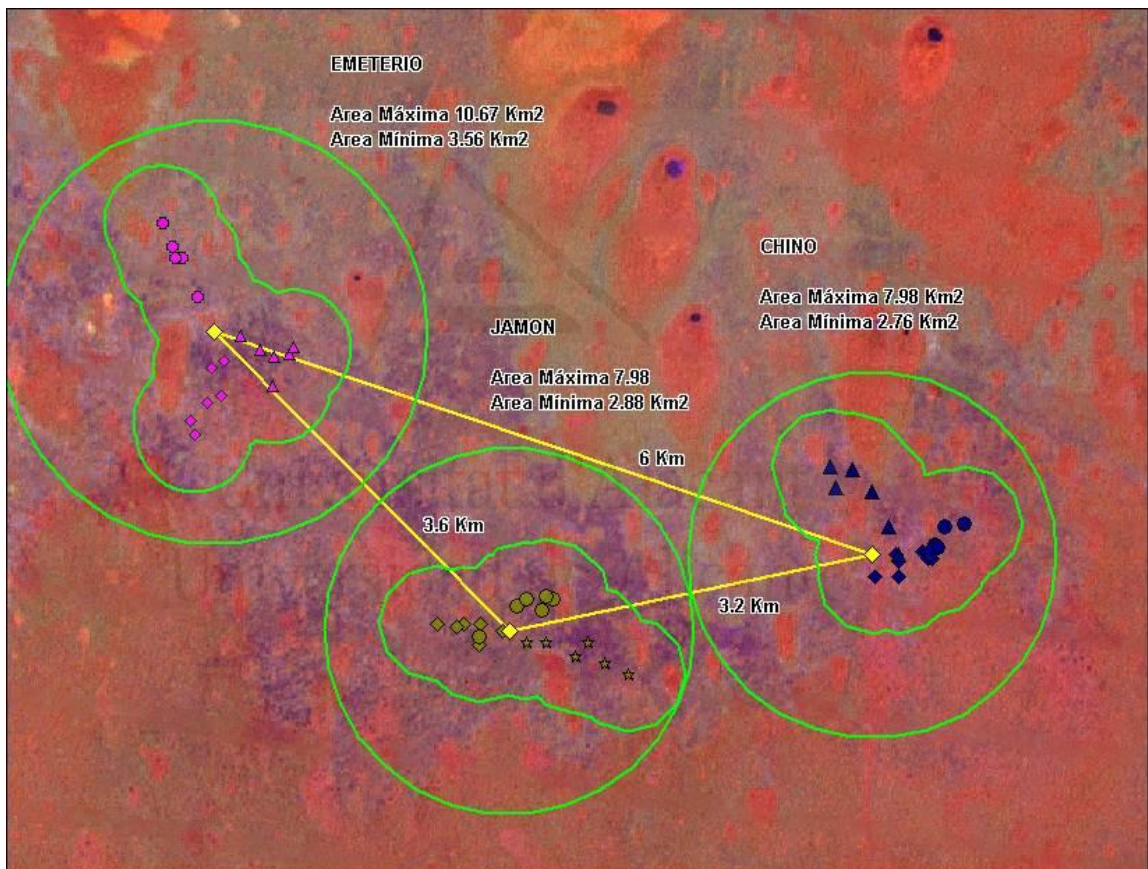


Fig. 5. Posiciones relativas y área de la zona de estudio. La escala y direcciones son precisas. Los puntos en amarillo representan los campamentos y los símbolos de colores representan las posiciones de la estaciones de los cebos. Los polígonos interiores representan el área mínima de estudio, mientras que los círculos representan las máximas áreas de estudio.

Estimados del tamaño de la población y distribución.

Los datos obtenidos por localidad y especies, en cuanto al número de animales marcados en la población (M_i), al número de animales recapturados en cada muestra (m_i) y al número de animales en cada muestra (n_i) permitieron realizar los cálculos de los estimados de la población en cada localidad (Tabla 6). Las regresiones para chequear la asunción de igual capturabilidad están representadas en la Fig. 4. Los estimados del tamaño de las poblaciones del *C. rhombifer* en las tres áreas de estudio derivados de estos datos están muy cercanos y dentro de los límites de confianza. (Jamón = 111, Emeterio = 153 y la Rinconada del Diez = 261) (Tabla 6).

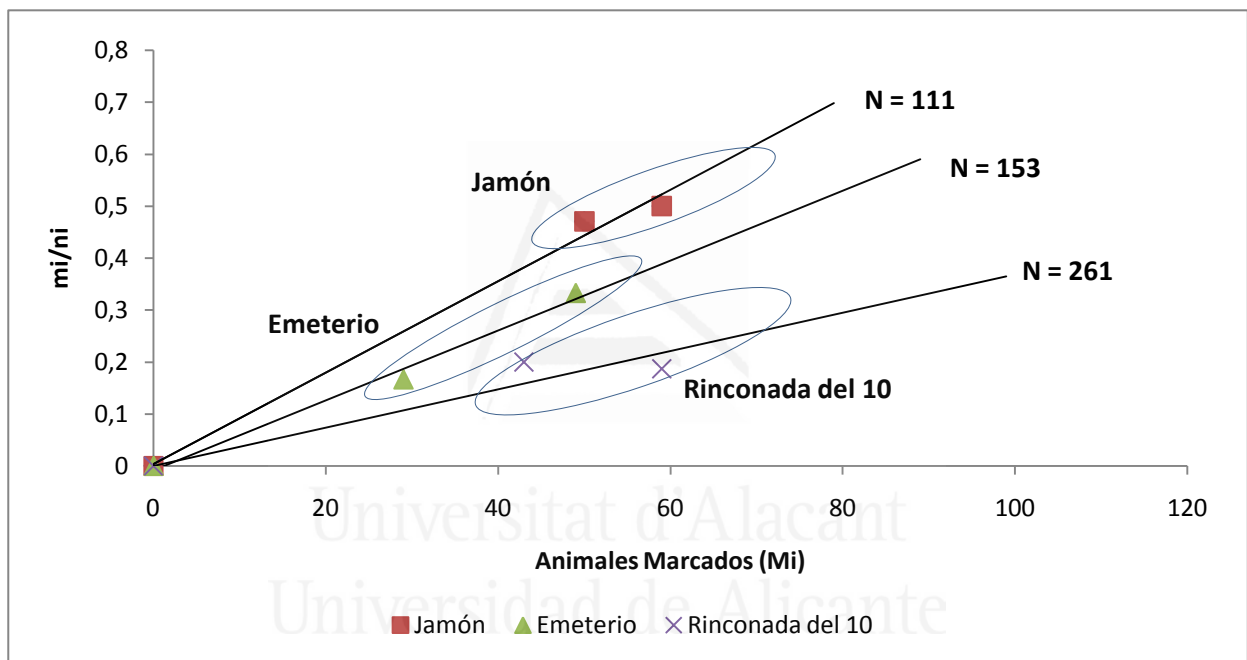


Figura 6. Regresión de m_i/n_i contra M_i para comprobar igual captura. La pendiente de la línea estimada es $1/N$.

Tabla 6. Cálculo del número de cocodrilos cubanos en un estudio de marcaje, liberación y recaptura en tres localidades en la Ciénaga de Zapata, Cuba en 1993. $N = \frac{\sum M_i^2 n_i}{\sum M_i m_i}$, error estandar de la ecuación en Baylis.1987 pag. 174.

Localidad	Fecha	Mi	ni	mi
Emeterio	5-oct	0	50	0
	6-oct	50	17	8
	7-oct	59	12	6
R-10	9-oct	0	29	0
	10-oct	29	24	4
	11-oct	49	18	6
Jamón	14-oct	0	43	0
	15-oct	43	20	4
	16-oct	59	16	3

Tabla 7. Estimado de la población y límite de confianza al 95 %, para el estudio de marcaje, liberación y recaptura del *C. rhombifer* en tres localidades de la Ciénaga de Zapata, Cuba en 1993. Método de Schumachers (Baylis 1989).

Localidad	Estimado poblacional	Intervalo 95 % (Min-Máx.)
Jamón	111	63-165
Emeterio	160	105-227
R-10	256	156-333
Suma total	527	324-725

Densidad

Combinando los estimados del tamaño de la población con los estimados mínimo y máximo de las áreas de los sitios de estudio se calculó la densidad de los cocodrilos. En el interés de obtener los más conservativos estimados de la densidad, se seleccionó usar el estimado mayor del área de estudio derivado de la ausencia de movimiento entre los sitios de estudio.

El área total mayor de los tres sitios fue calculada en 26,63 km², mientras que el estimado poblacional fue de 527 (324 – 725) cocodrilos cubanos, lo que sugiere una densidad mínima calculada (95 % intervalo de confianza) de 19,8 (12,2 – 27,2) individuos por kilómetro cuadrado.

La mejor valoración pesimista de estas poblaciones que podemos estimar, fue utilizando la densidad de cocodrilos vistas desde el aire (2.29/ km²) y corregida por la proporción promedio de *C. rhombifer* en el área principal de 300 km², (alrededor del 74 %) y extrapolando para una población total de 508 individuos Pero esta estima es menor que el número total de cocodrilos cubanos capturado y marcados hasta la fecha de 692. Esto con

toda seguridad es una subestimación.

Si los estimados de la densidad entre 19,8 (12,2 – 27,2) individuos/km², derivados de los estudios de marcaje y captura fueron correctos y se extrapolara a lo largo de los 300 km² del área, entonces la población del cocodrilo cubano en el presente estaría en el orden de 5940 (3660 - 8160 individuos. Si la muestra indico que el 10 % de la población eran hembras adultas, entonces sería correcto extrapolar, que la población de hembras reproductoras fuese entre 366 y 816. Consideramos que estas estimaciones son conservadoras y están bien fundamentadas.

Distribución de tamaños.

La longitud total (LT) fue tomada solamente a 179 cocodrilos cubanos y a 40 cocodrilos americanos, debido a que cinco cocodrilos cubanos y cuatro cocodrilos americanos le faltaban una porción, en la parte distal de la cola.

La mayor proporción de individuos en nuestras muestras de cocodrilos cubanos estuvieron entre las tallas de 120 cm y 209 cm de LT, mientras que las tallas por debajo de 120 cm y por encima de 209 cm fueron insuficientes representadas en nuestras muestras, con un 11 % y 2,23 % (Figura 7).

El cocodrilo de mayor talla de ambas especie fue un macho del cocodrilo cubano de 246 cm. y una hembra de 212 cm, mientras que el ejemplar mayor capturado del cocodrilo americano fue un macho de 244 cm y una hembra de 202 cm.

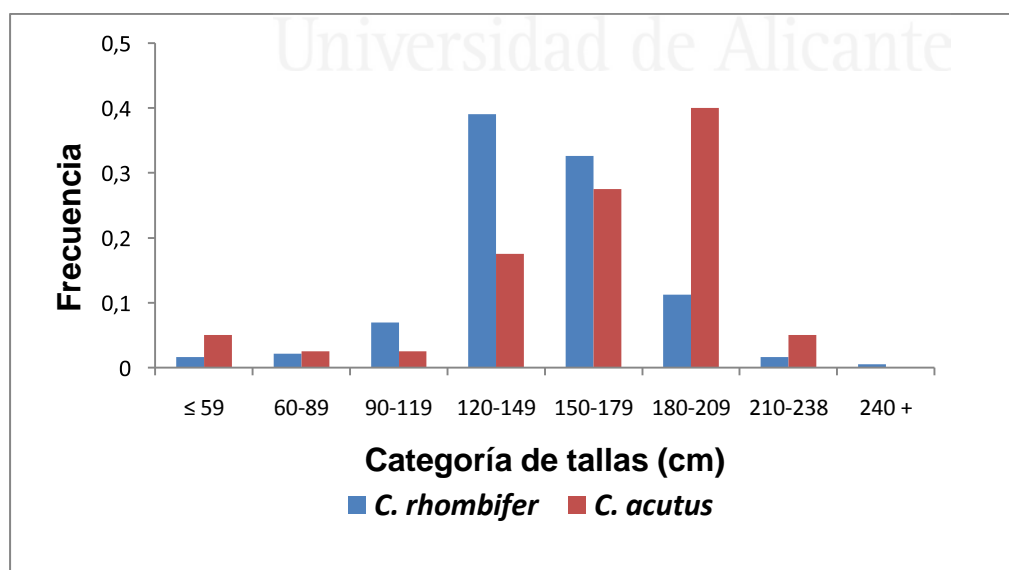


Fig. 7. Estructura de tallas (cm) de ambas especies en el muestreo efectuado en 1993.

En la pirámide de tallas (Fig. 8), presentando el porcentaje en cada clase de talla del cocodrilo

cubano, se observó como la categoría considerada juvenil fue la más representada con un 51 %, mientras que la clase de subadultos, la cual contribuye con una alta probabilidad a la población, para producir las nuevas generaciones, represento en la muestra un 35 % y la clase considerada apta reproductivamente, represento un 14 %.

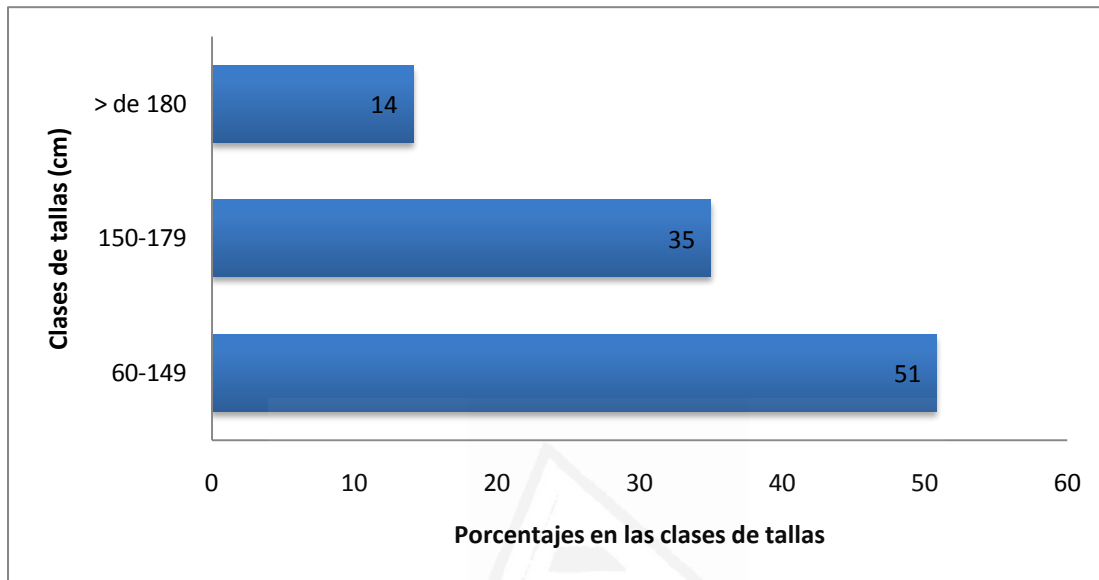


Fig. 8. Pirámide de tallas presentando el porcentaje en cada clase de talla del cocodrilo cubano

Proporción sexual:

El sexo no se determinó para cocodrilos menores de 60 cm de LT. La proporción de hembras en la muestra de cocodrilo cubano mayores de 60 cm fue de 0.76 (N= 179). En la muestra de adultos de *C. rhombifer* (LT mayor o igual que 180 cm), la proporción de hembras fue de 0.64 (N= 25), la que no difiere significativamente de lo esperado de igual cociente sexual (Prueba Chi-cuadrado $\chi^2 = 2,46$, g.l. 1, $p < 0,05$). Las hembras adultas constituyeron el 10 % de la muestra de la población de *C. rhombifer*.

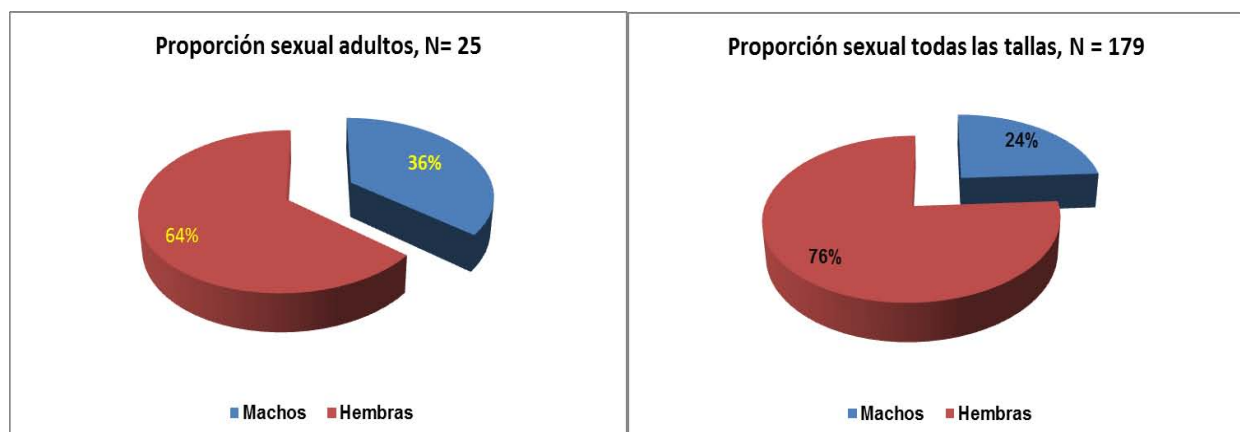


Fig. 9. Proporción de sexos en la población adulta (≥ 189 cm, izquierda) y en la población mayor de 60 cm (derecha) en la muestra poblacional en 1996.

El cociente sexual vario marcadamente entre las locaciones (Fig. 10). Para dos locaciones Jamón y Emeterio la proporción entre adultos fue casi exactamente igual, mientras que la Rinconada del 10, presentó un fuerte sesgo a favor de las hembras en los adultos (0.90) y en la muestra total (0.76).

Para el cocodrilo americano el cociente sexual para todas las locaciones combinadas fue de 0.52. El número pequeño de individuos en la muestra excluye significativamente la tasa sexual en la población adulta o entre localidades.

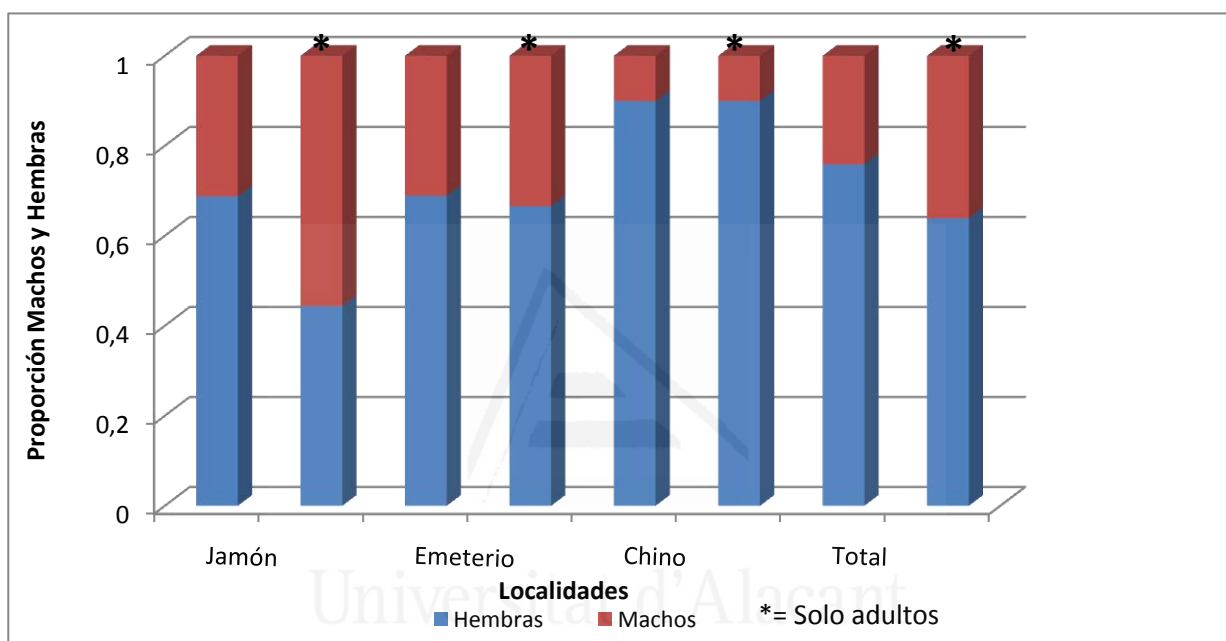


Figura. 10. Proporción sexual del cocodrilo cubano en las diferentes localidades. Las barras con asterisco representan los sexos en la muestra de individuos de 180 cm de largo total o mayores.

Resultados de 1996. Comparación con los resultados obtenidos en 1993.

Éxitos de capturas y composición taxonómicas.

✚ Composición taxonómica.

Se capturaron un total de 243 cocodrilos con una composición taxonómica de 204 cocodrilos cubano (83.9 %), 21 *C. acutus* (8.6 %) y 18 mixturados (7.4 %), observándose 18 animales que no pudieron ser capturados (15 *C. rhombifer*, un *C. acutus* y dos híbridos), representando el éxito de captura para cada especie de un 93.1 %, 95.4 % y 90 % respectivamente (Tabla 8). No hubo diferencia significativa en el éxito de captura por especie ($G=0.48$, $p < 0.05$), de igual modo, que lo encontrado en 1993.

Tabla 8. Éxitos de captura de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata en el año 1996.

Especie	Total Observados	Capturados	No capturados	% Capturados
<i>C. rhombifer</i>	219	204	15	93,15
<i>C. acutus</i>	22	21	1	95,45
Mixturados	20	18	2	90,00
Total	261	243	18	93,10

Respecto al estudio conducidos en 1993, se observaron cuatro cocodrilos más y la captura se incrementó en 13 cocodrilos, asimismo la cantidad de animales observados y no capturados disminuyo en nueve ejemplares. La composición taxonómica de las capturas comparándola con las del año 1993, fue significativamente diferente (Prueba G, $G = 9,58$, $p < 0.05$), lo que represento una mayor captura del cocodrilo cubano y de híbridos y una disminución de la captura del cocodrilo americano (Tabla).

Tabla 9. Comparación de la composición taxonómica de las capturas de 1993 y 1996.

Especie	Total Observados		Total capturado		Éxito de captura por especie (%)	
	1993	1996	1993	1996	1993	1996
<i>C. rhombifer</i>	207	219	184	204	89	93,15
<i>C. acutus</i>	42	22	38	21	90	95,45
Mixturados	8	20	8	18	100	90,00
Total	257	261	230	243	89,49	93,10

Movimientos de los cocodrilos

Se recapturaron 29 cocodrilos, de los cuales 22 (9,78 %) fueron *C. rhombifer* y un (1,85 %) *C. acutus*, que habían sido marcados en el estudio conducido de 1990 a 1992 (225 *C. rhombifer* y 54 *C. acutus*), además se recapturaron 16 (10,39 %) cocodrilo cubano y un (2,86 %) cocodrilo americano de los marcados en el estudio de 1993 (154 *C. rhombifer* y 35 *C. acutus*). De los 22 cocodrilos capturados del cocodrilo cubano, repitieron 9 animales que fueron marcados en 1990-1992 y capturados en 1993. Ninguno de estos cocodrilos se recapturaron en otra localidad de su original captura, como sucedió en el estudio anterior. Se capturaron más de una vez 18 cocodrilos de la especie cubana y ninguno se encontró a más de 440 m de su primera captura muy similar a lo encontrado en el año 1993, cuando no se

encontró ningún animal a más de 500 metros.

Tabla 10. Recaptura del cocodrilo cubano en 1996, de los animales marcados en los estudios de 1990-92 y 1993.

Años	Recapturados en 1993 de		Recapturados en 1996 de			
	1990-92		1990-92		1993	
Especie	Rh	Ac	Rh	Ac	Rh	Ac
Marcados	225	54	225	54	154	35
Recapturados	30	3	22	1	16	1
%	13,33	5,56	9,78	1,85	10,39	2,86

Estimado del efectivo poblacional

Los datos obtenidos por localidad y especies, en cuanto al número de animales marcados en la población (M_i), al número de animales recapturados en cada muestra (m_i) y al número de animales en cada muestra (n_i), que permitieron realizar los cálculos de los estimados de la población en cada localidad se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Cálculo del número de cocodrilos cubanos en un estudio de marcaje, liberación y recaptura en tres localidades en la Ciénaga de Zapata, Cuba en 1996. $N = \frac{\sum M_i^2 n_i}{\sum M_i m_i}$, error estandar de la ecuación en Baylis.1987 pag. 174.

Localidad	Fecha	M_i	n_i	m_i
Emeterio	3-oct	0	50	0
	4-oct	50	17	8
	5-oct	59	12	6
R-10	15-oct	0	29	0
	16-oct	29	24	4
	17-oct	49	18	6
Jamón	11-oct	0	43	0
	12-oct	43	20	4
	13-oct	59	16	3

Las regresiones para chequear la asunción de igual capturabilidad están representadas en la Fig. 11, observándose que los estimados del tamaño de las poblaciones del *C. rhombifer* en las áreas de estudio derivados de estos datos están muy cercanos y dentro de los límites de confianza. Estos estimados obtenidos y sus intervalos de confianza de un 95% (± 2 errores estándar del estimado) fueron para la localidad de Emeterio de $N=153$ (120-227), el Jamón $N=109$ (83-158), la Rinconada del 10 $N=245$ (184-365) cocodrilos. (Tabla 7).

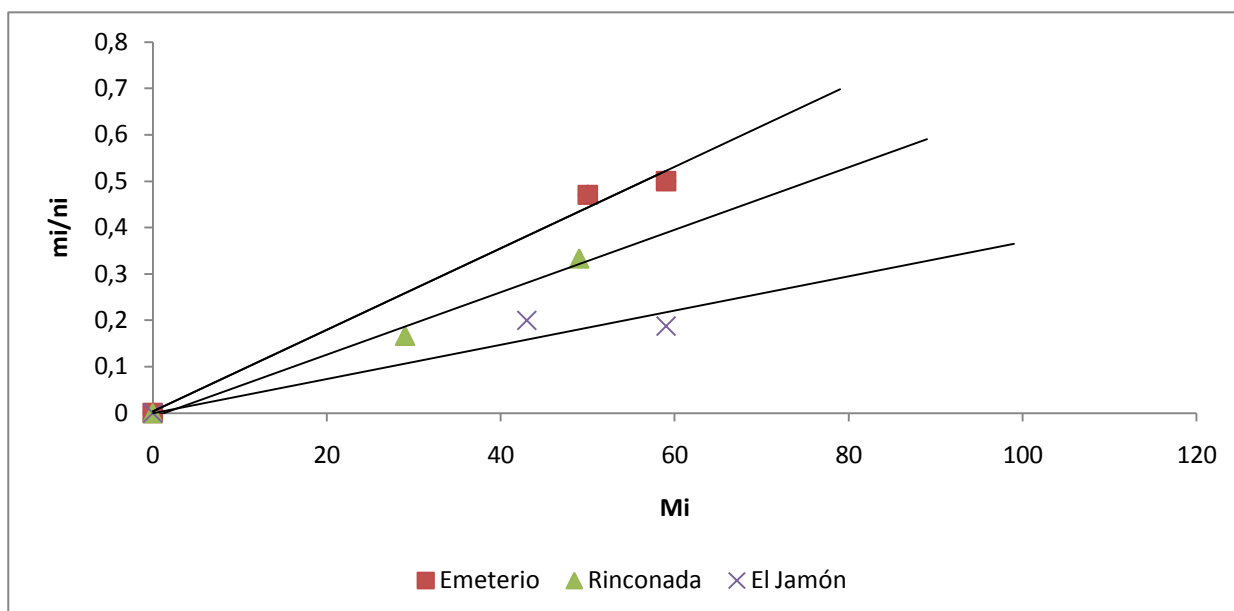


Figura 11. Regresión de mi/ni contra Mi para comprobar igual captura. La pendiente de la línea estimada es $1/N$.

Tabla 12. Estimado de la población y límite de confianza al 95 %, para el estudio de marcaje, liberación y recaptura del *C. rhombifer* en tres localidades de la Ciénaga de Zapata, Cuba en 1993. Método de Schumachers (Baylis 1989)

Localidad	Estimado poblacional	Intervalo 95 % (Min-Máx.)
Jamón	109	83 - 158
Emeterio	153	120 - 207
R-10	245	184 - 365
Suma total	507	387 - 730

Al compararse estos estimados con los encontrados en 1993 en las mismas localidades, no presentaron diferencia estadísticamente significativa ($U= 0,00$, $p < 0.05$), lo que sugiere que el tamaño de la población se mantuvo estable.

Tabla 13. Estadísticos de los estimados poblacionales en las tres localidades de estudio en los años 1993 y 1996.

Años	Media	Varianza	N	C.V (%)
1993	176	5440	3	42.0
1996	169	4816	3	41.1

Densidad

Considerando que área total mayor calculada de los tres sitios de estudio fue de 26,63 km², por lo que la densidad calculada del cocodrilo cubano fue de 19,0 (14,5 – 27,4) individuos por kilómetro cuadrado, ligeramente menor que la encontrada en 1993. Extrapolando nuestros resultados a toda el área de distribución de 300 km², sugiere que la población silvestre del *C. rhombifer* en esa área es del orden de 5790 (4350 – 8220) individuos. La población de hembras adultas, represento el 15 % de la muestra de la población, lo que parece significar, que la población de hembras reproductoras estaba entre 666 y 1258, casi el doble a lo observado en el estudio anterior.

Estructura de talla

Las distribuciones por clases de tallas para las especies involucradas se presentan en la figura 12. Se encontró diferencia significativa estadísticamente en las estructuras de tallas, comparado con las de 1993 ($G=20.56$, $p < 0.05$).

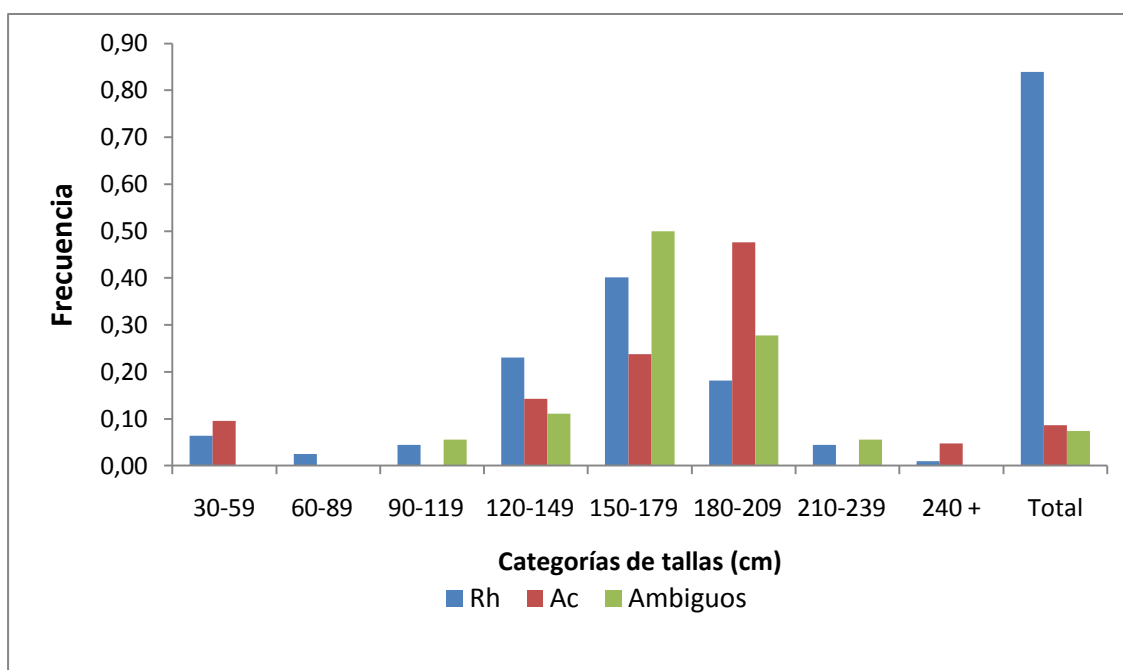


Fig. 12. Estructura de tallas (cm) por entidad, en el muestreo efectuado en 1996.

Las clases de mayor representación en el *C. rhombifer* fueron las de 120 a 209 cm de LT, similar a lo encontrado, en el estudio realizado en 1993, de igual modo se encontró que las tallas por debajo de 120 cm y por encima de 209 cm fueron insuficientemente representadas en nuestras muestras, con un 13.2 % y 5.4 % (Figura 12), ligeramente más alto que en el año 1993 (Fig. 13).

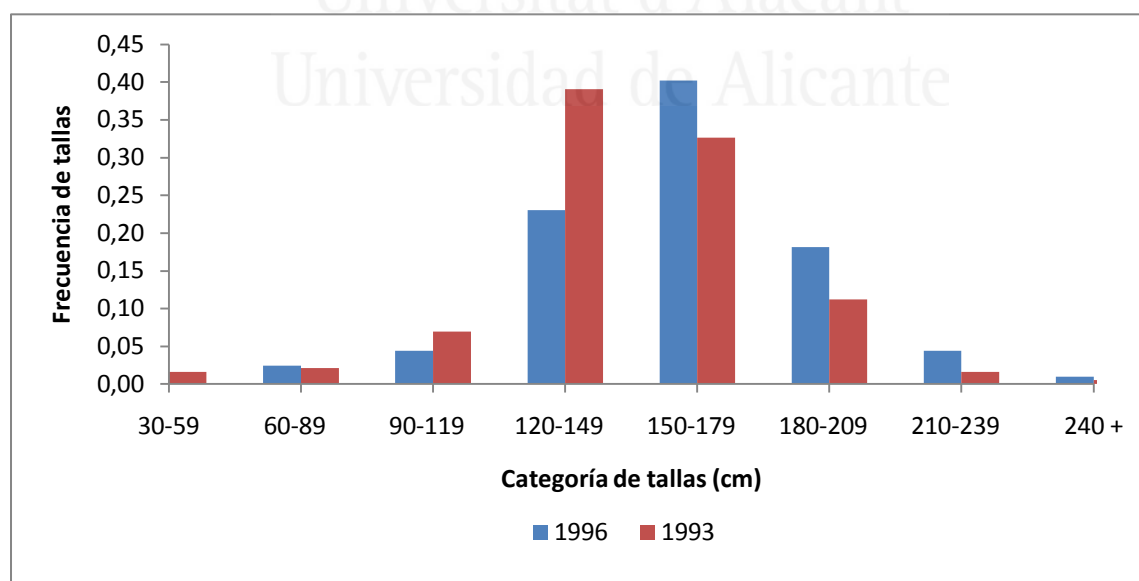


Fig. 13. Comparación de la frecuencia de tallas entre los años 1993 y 1996.

En la pirámide de tallas (Fig. 4), presentando la comparación del porcentaje, en cada clase de talla del cocodrilo cubano, entre los años 1993 y 1996, se observó en el año 1996, como la

categoría considerada juvenil estuvo una representación menor que en el año 1993 con un 36 %, mientras que la clase de subadultos, la cual contribuye con una alta probabilidad a la población, para producir las nuevas generaciones y la clase considerada apta reproductivamente tuvieron una representación mayor de un 40 % y 24 % respectivamente, lo que sugiere que la estructura poblacional se desplazó hacia los subadultos y adultos.

En esta ocasión el mayor ejemplar capturado del cocodrilo cubano fue un macho de 247 cm y una hembra de 180 cm, mientras que del cocodrilo americano fue un macho de 290 cm y una hembra de 216 cm y del híbrido fueron un macho de 282 cm y una hembra de 247 cm de longitud.

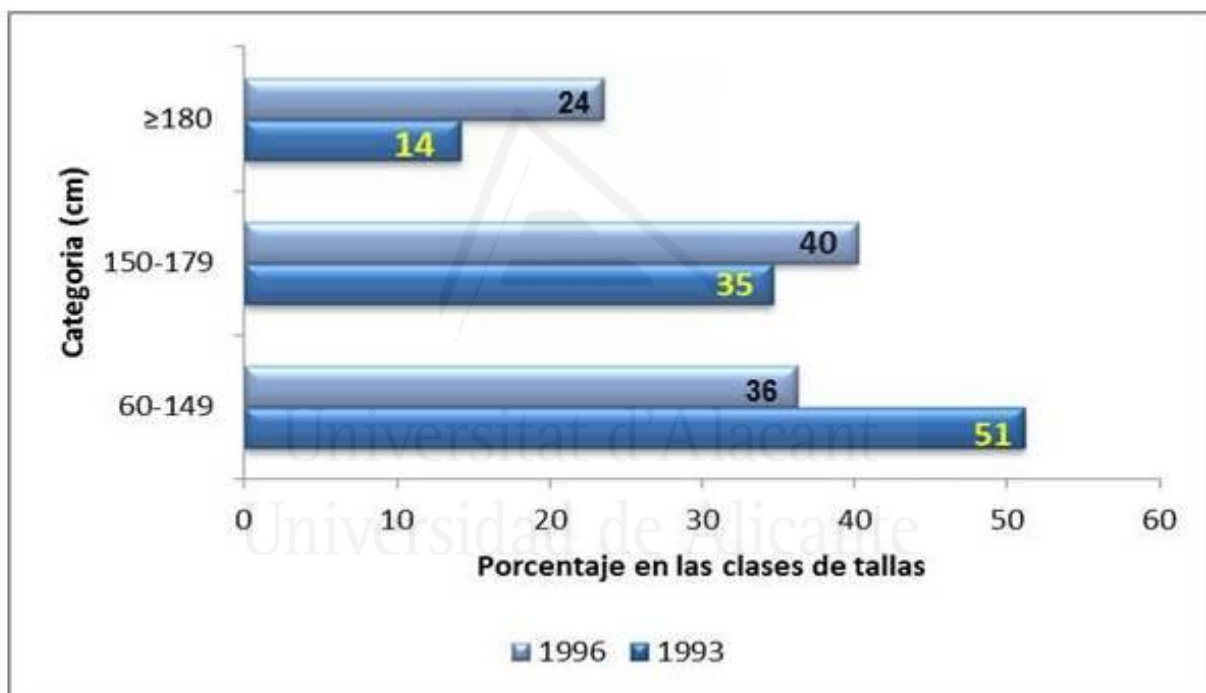


Fig. 14. Pirámide de tallas, comparando el porcentaje en cada clase de talla del cocodrilo cubano entre los años 1993 y 1996.

Proporción sexual.

La proporción de hembras mayores de 60 cm en la muestra de *C. rhombifer* fue de 0.71 (n=190), mientras que en la muestra de adultos de esta especie la proporción de hembras fue de 0.60 (n= 48) (Fig.15), la que no difiere significativamente de lo esperado de igual cociente sexual (Prueba Chi-cuadrado $\chi^2 = 2,54$, g.l. 1, $p < 0,05$). Las hembras adultas del cocodrilo cubano fueron el 15% de la muestra total, lo que significó una mayor representación que en 1993.

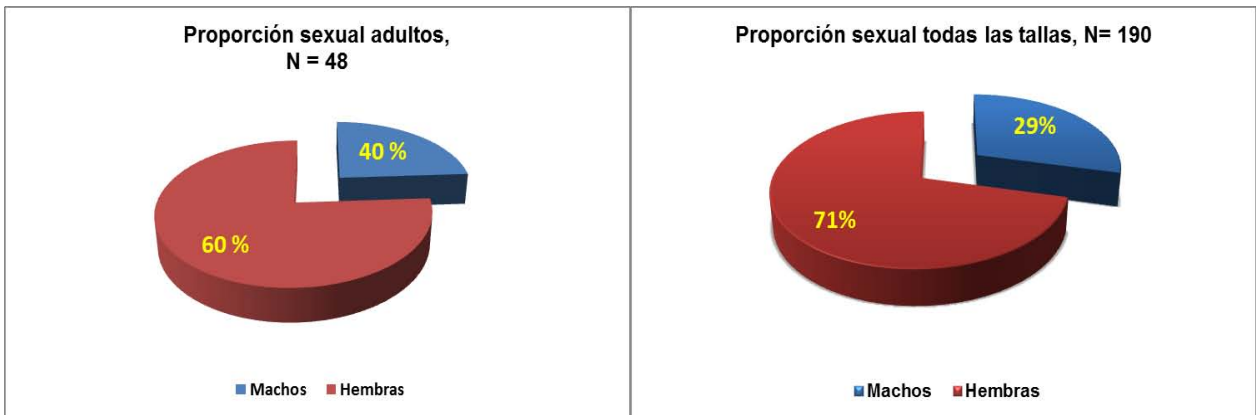


Fig. 15. Proporción de sexos en la población adulta (≥ 189 cm, izquierda) y en la población mayor de 60 cm (derecha) en la muestra poblacional en 1996.

La proporción de machos y de hembras entre los adultos del *C. rhombifer* en las localidades Jamón y Emeterio fue de 0,56 y de 0,50 respectivamente, mientras que en la Rinconada del 10 fue de 0,67, lo que estadísticamente no difiere significativamente, entre localidades (Prueba G, $G = 0,91$, g.l. 2, $p < 0,05$), resultado diferente al de 1993 que se encontró un fuerte sesgo hacia las hembras en la localidad de la Rinconada del 10.

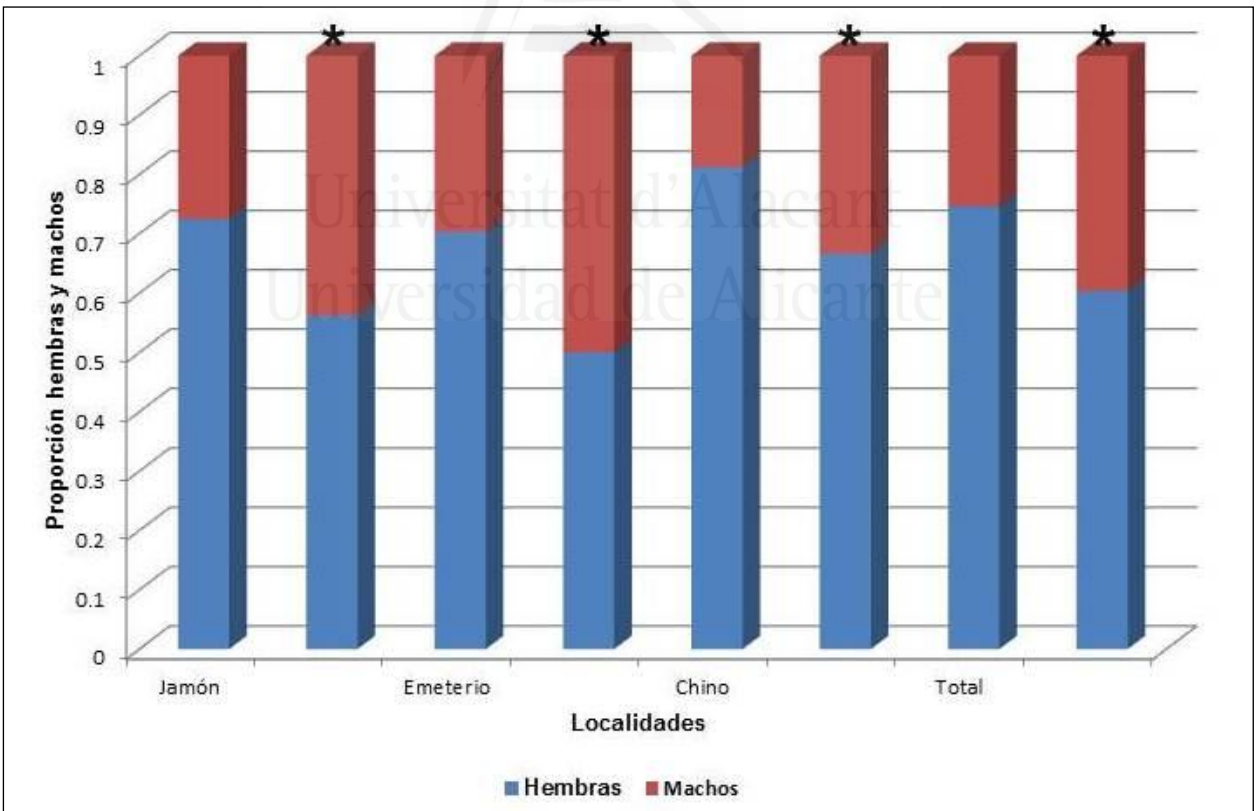


Figura. 10. Proporción sexual del cocodrilo cubano en las diferentes localidades. Las barras con asterisco representan los sexos en la muestra de individuos de 180 cm de largo total o mayores.

Discusión

Comparación de los métodos de conteo

El método de conteos nocturnos es el de menor sesgo, aunque el valor del estimado de la abundancia absoluta sin corregir es usualmente sobreestimado (Hutton y Woolhouse 1989). Aunque pueden proveer precisos índices de abundancia, son intrínsecamente inexactos a los sesgos de visibilidad. Por muchas razones, los observadores no ven a todos los cocodrilos presente en un típico conteo (Baylis, 1987). Una de las causas más obvias de prejuicio de visibilidad es la cantidad de vegetación entre el observador y el cocodrilo, razón por lo que no se pudo utilizarse en las localidades dentro de la ciénaga. Otras influencias posibles son anchura y la sinuosidad del cuerpo de agua, la posición del cocodrilo en el campo de vista y la relación entre todos estos factores y la cautela de los cocodrilos. Webb y Messel (1978) encontraron que el tamaño de un cocodrilo provee un índice razonable de su cautela.

La escasez de cocodrilos encontrada en la Laguna del Tesoro y canales no se debió a los factores ambientales, ya que se realizó en las condiciones adecuadas de temperatura, luminosidad, viento y la vegetación en los cuerpos de agua permitió una buena visibilidad, para detectar los cocodrilos. La gran cautela que presentaron los cocodrilos observados, sugiere que los individuos en esa localidad identificados como cocodrilo cubano, proviene del zocriadero de cocodrilos, situado a cuatro kilómetros de la laguna, aunque no fue probado, ya que no se capturaron animales. Este comportamiento notablemente asustadizo y difícil de acercarse es muy diferente al comportamiento de los cocodrilos silvestres, que encontramos en el interior de la Ciénaga de Zapata.

El comportamiento de esos animales sugiere fuertemente, que han sido perseguidos recientemente. La Laguna del Tesoro es un lugar, en que está ubicado un importante centro turístico y donde se realizan actividades de pesca deportiva y comercial. Una población grande de cocodrilos sería incompatible con ese uso y un plan de manejo para los cocodrilos, debería considerar los aspectos para el control de las molestias, que puedan causar estos animales en ese lugar público.

El método de conteo nocturno es el más utilizado en el mundo para estimar poblaciones de cocodrilos (Thornarbjanson, 1988), contradictoriamente en nuestro estudio, solamente se pudo utilizar en la Laguna del Tesoro y los canales, que son cuerpos de agua que permiten aplicar esta metodología y pueden detectarse los cocodrilos. Los intentos para modificar esta técnica, para aplicarla en otras zonas de la ciénaga, no dieron resultado por varias razones. En primer lugar fue que el área tiene una densa y compleja vegetación y las vías de agua son muy pocas profundas, lo cual hace imposible el paso del bote con el motor fuera de borda. La

profundidad del agua varia de 10 a 35 cm, con muchas áreas bajas intransitables. La visibilidad generalmente está restringida entre 5- 10 m, por la densa vegetación y pasar en línea recta fue raramente posible por más de 30 m. Nosotros tratamos de conducir conteos nocturnos en un bote pequeño de 3 m de largo y de fondo plano, propulsado por una vara, pero por razones de seguridad del personal y la dificultad real de navegar en la ciénaga por la noche, aún con las rutas previamente marcadas, no se realizó.

Un método práctico y eficiente en base a costos para monitorear la abundancia de la fauna silvestre sobre extensas y apartadas regiones es el estimado aéreo (Caughley and Grigg, 1982; Baylis and Yeomans, 1989), los cuales han sido utilizados para proveer información, sobre el patrón de distribución y abundancia de grandes vertebrados y hábitat, en los humedales del Pantanal en Brasil (Mourão y col. 1994, 2000)

La mayor parte de los terrenos observados estaban cubiertos por una densa vegetación, por lo que no era probable detectar los cocodrilos ahí, aunque los estudios de marcaje y recapturas indicaron que los cocodrilos eran abundantes, en tales áreas de densa vegetación. El trabajo de campo en el terreno, también indicó que los cocodrilos menores de 150 cm estaban muy ocultos y fácilmente se pasaban por alto, aun cuando se le aproximara muy cerca. Por consiguiente, argumentamos en que la densidad calculada por conteo aéreo era solamente una pequeña proporción del número de cocodrilos presentes.

La diferencia entre los observadores de la cantidad de cocodrilos observados, aun cuando rotaron sus posiciones entre vuelos para intentar controlar el sesgo de la posición puede ser debido a la orientación del sol y la sombra relativa a la dirección del transecto, los cuales fueron en la misma dirección de cada vuelo.

Los resultados de los conteos aéreos indicaron la presencia y distribución de los cocodrilos, pero se requieren estudios adicionales sobre el terreno, para determinar el número real, la especie y datos biológicos sobre ellos. Los extremadamente altos costos, en alquilar una aeronave en Cuba hace ya muy difícil el uso de esta técnica en el presente, pero en el futuro podría ser identificada una fuente más barata de alquiler, como una aeronave militar, y así el conteo aéreo suministraría un rápido y repetible índice de la población de cocodrilos.

Graham (1988) sugiere que para detectar una tendencia poblacional de un 50 % de un conteo a otro, el coeficiente de variación debe ser reducido a un 15 %. El coeficiente de variación del conteo aéreo realizado vario entre 27% y 38 % (Tabla 2). Un mejoramiento del coeficiente de variación probablemente resultaría de un entrenamiento adicional y mayor experiencia de los observadores y la aplicación de una apropiada estratificación de las áreas a muestrear. Por el momento, parece que la técnica de conteo por el terreno, continuara como el indicador más

efectivo de la tendencia de las poblaciones de cocodrilos, en la Ciénaga de Zapata. Para obtener resultados comparables en sucesivos conteos es obligatorio, que sean usadas metodologías estandarizadas y puedan ser repetibles. El presente estudio provee una línea base para futuras evaluaciones, pero esto será válido si se realizan en las mismas áreas y se usa el mismo método.

La técnica de captura a mano en las estaciones con cebos, parece haber proporcionado un adecuado conteo, con un mínimo sesgo. No obstante, se debe considerar el sesgo del método empleado, debido a que los cocodrilos pequeños no se acercan a los cebos, por temor a los más grandes y cuando ha pasado mucho tiempo sin trabajar una zona, la mayor cantidad de animales que se captura es en el mismo campamento.

Los resultados del estimado poblacional del cocodrilo cubano podrían ser usados, con propósitos de manejo para esta especie y para ello se recomendaría usar los límites de confianza más bajos de esos estimados.

Los resultados de los conteos aéreos y del trabajo de campo de este estudio en la zona central suroccidental, corroboran la distribución del cocodrilo cubano en un área central (núcleo), de aproximadamente 300 km², donde el cocodrilo cubano es más abundante. Además, se confirma lo dicho por Varona (1966) y Ramos (1987), que las dos especies *C. acutus* y *C. rhombifer* son completamente simpátricas en la Ciénaga de Zapata. Es significativo, la observación de rastros de cocodrilos en su parte norte occidental, lo cual coincide con revelaciones de cazadores ilegales, que informan que desde los años 2006 al 2009 han cazados alrededor de 100 cocodrilos, pero no detallan la especie. Por esta razón es necesario planear los estudios poblacionales pertinentes, en esta zona.

En la ausencia de datos, varios recientes informes expresaron la preocupación, que el resultado de una fuerte caza de cocodrilos en el período antes de 1959, la transformación parcial del hábitat y la remoción de un gran número de ellos, para el zoológico de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata, en la década de los años 60, podría haber reducido drásticamente e incluso eliminado las poblaciones naturales (Ottenwalder & Ross, 1991). Ahora parece claro, que un remanente de las especies de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata sobrevivió y en los siguientes 30 años fueron beneficiados, por una completa protección de la persecución humana extendida por el Estado Cubano, permitiendo una recuperación sustancial de estas poblaciones en la porción sudoccidental de la Ciénaga de Zapata, aunque en la parte oriental, central y norte occidental no se ha podido recuperar.

La distribución restringida de las poblaciones de las especies de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata permanece como un serio problema. Es evidente que un bajo número de estas especies

existen fuera del área núcleo, por ejemplo la Laguna del Tesoro y en el norte de la porción occidental de la ciénaga.

Conteo por marcaje, liberación y recaptura.

❖ Captura, composición taxonómica y éxitos de capturas.

Las técnicas de capturas a mano, utilizadas en las estaciones con cebo, parecen haber proporcionado un adecuado conteo, con el mínimo sesgo de la muestra. En el futuro será útil utilizar los mismos transectos. Un problema que puede surgir es si los cocodrilos no presentan cambios en su cautela, como resultado de alteraciones y capturas repetidas. Parece probable que el acercamiento a los cocodrilos en el presente, es debido a que ellos solamente ven personas cada dos o tres años, lo que sugiere que el monitoreo de estas poblaciones se deban realizar, como mínimo en ese lapso de tiempo. Por consiguiente debe haber un necesario equilibrio entre la frecuencia del muestreo y el mantenimiento de la eficiencia de captura, lo más cercano al presente valor de un 90 %. El cocodrilo americano es una de las especies de cocodrilos más cautelosas (Mazzoti 1983; Moller 1992; Thorbjarnarson 1988), por lo que puede explicar su frecuencia mayor de captura, mediante trampas. La mayor cantidad de animales capturados pertenecientes a la especie cubana, pudiera explicarse que debido a que el estudio se realizó hacia el interior de la ciénaga y en tiempo de lluvias, el agua es completamente dulce, lo que coincide con lo señalado por Varona (1966), que el cocodrilo cubano prefiere este tipo de hábitat, mientras que el cocodrilo americano prefiere las aguas salobres. Además el *C. acutus* es muy cauteloso y difícil de observar de día, por lo que se dificultó su captura.

En anticipación de probables cambios en el comportamiento de los cocodrilos sería aconsejable desarrollar métodos de captura alternativas y aplicarlos paralelamente con las captura manuales, para que futuras comparaciones entre métodos puedan ser calibradas.

❖ Respuestas a las capturas.

Nuestras conclusiones se apoyan sobre todo en los resultados del marcaje y recaptura, aunque ellos son sostenidos por otros aspectos de nuestros datos. Se observa que el número de cocodrilos capturados fue reducido progresivamente de día a día y en cada sitio (Tabla 7 y 11). Al mismo tiempo la proporción de animales marcados en la muestra diaria, generalmente se incrementó. Esto sugiere que los cocodrilos responden a la captura siendo más cautelosos, pero mayoritariamente los animales marcados no abandonan el sitio. Numerosos estudios y abundante información anecdóticos reportan la rápida respuesta de los cocodrilos a perturbaciones y de esta forma es uno de los mayores sesgos predecibles, en todas las

técnicas de estimaciones de poblaciones. En este caso, como los animales marcados y no marcados parecen ser igualmente afectados, ninguna distorsión influyo en el cálculo del tamaño de la población.

Permanecemos cautos en cuanto a nuestro cálculo del área de atracción de los cocodrilos a las estaciones del cebo, ya que pueden ser incorrectos. Ésta sigue siendo la fuente más seria de sesgo en los resultados. La otra posible fuente de error que no puede ser completamente refutada es que esos cocodrilos están ampliamente dispersos sobre los 300 km² de su distribución estimada y que la mayoría de ellos fueron atraídos a nuestros sitios de trabajo durante el estudio, lo que pudo haber causado que nuestros estimados de la población fueran muy altos. La ausencia en nuestras muestras de animales marcados en años anteriores de localidades distantes, tiende a refutar parcialmente esta preocupación. Para algunas especies de cocodrilos se reportan que pueden moverse a grandes distancias, mientras otros permanecen sedentarios (Joanen y McNease 1972, Hutton, 1989, Webb y Messel 1978). En los futuros estudios sobre los movimientos de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata, deben de usarse marcas adicionales y técnicas de radio telemetría, que ayudarían a resolver este punto.

Distribución de tamaños.

La estructura de una población de animales necesita ser definidas en términos de proporción sexual, edad y/o talla (Hutton, 1984; Nichols, 1987). La insuficiente representación en la población observada, de las tallas por debajo de 120 cm, parece ser debido a la forma de las estaciones con cebo utilizadas, que al atraer animales de diferentes tamaños, los más pequeños huyen y se esconden en la densa vegetación natural de su hábitat y además por sus comportamientos de encubrimiento, característico de los cocodrilos en edades tempranas.

Los estudios realizados sobre tasas de crecimiento de los cocodrilos en cautiverio en el zoológico de la Ciénaga de Zapata (Ramos, 1987), sugieren que los cocodrilos hasta 40 cm de LT son juveniles, nacidos en 1993 y 1995. Los cocodrilos hasta 59 cm, probablemente representa la clase de edad del año anterior (1992 y 1995). La presencia de animales de estas clases de talla, confirma que ambas especies nidifican y producen exitosamente juveniles, en esta localidad de la Ciénaga de Zapata.

Usualmente una población que se está incrementando, contendrá una gran proporción de animales jóvenes, una población estacionaria estará constituida, por una distribución similar de clases de tallas y una población que está declinando, está formada principalmente por animales viejos (Odum, 1971). Considerando nuestros resultados de ambos años de estudio, que indican que la población muestreada esta mayormente representada por juveniles y subadultos, nos sugiere que la población del cocodrilo cubano se está incrementando.

Debemos tener cautela al interpretar la mayor representación de la clase de subadultos que de adultos, debido a que en cautiverio el cocodrilo cubano puede alcanzar su madurez sexual a una talla de 180 cm y seis años de edad, pero es posible que en el medio alcancen su adultez con menor talla, pero con mayor edad, lo que coincide con cazadores, que han informado encontrar cocodrilos con nidos con una talla, de un poco más de 150 cm. Un tema de suma importancia de tenerse en cuenta, en los futuros estudios y en planeamiento de manejo de la especie.

La razón de encontrar cocodrilos de ambas especies, de tallas menores a la talla máxima reportadas para las mismas, no está bien comprendido. El cocodrilo americano puede llegar a alcanzar una longitud de hasta 7 m (Medem, 1981), mientras que el cocodrilo cubano se considera de tamaño medio, generalmente por debajo de 3,50 m (Varona, 1966). Las mayores tallas reportadas para el cocodrilo americano son de 5,5 m y para el cocodrilo cubano de 5,03 m, ambos capturados en la Laguna del Tesoro (Gundlach, 1880). En años anteriores de este estudio, el cocodrilo cubano de mayor talla capturado fue un macho de 231 cm y una hembra de 205 cm y de la especie americana, un macho de 244 cm y una hembra de 202 cm. Esto indica, que los más grande ejemplares de las dos especies visto en la Ciénaga de Zapata son considerablemente menores, que la talla máxima reportadas para ellas. En cautiverio, la talla máxima registrada para el cocodrilo cubano ha sido un macho de 338 cm y una hembra de 280 cm.

La proporción de cocodrilos adultos fue más grande en el cocodrilo americano que en el cocodrilo cubano, aunque el número absoluto representado de cocodrilos fue menor en ambos estudios. Esto puede representar la mayor talla corporal lograda por *C. acutus* o puede ser alternativamente un indicador de diferencia en las estructuras de edad en las dos especies.

Barbour and Ramsdem (1919) señalaron que el cocodrilo cubano todavía era abundante, aunque grandes individuos eran vistos raramente. Varona (1966) explica que individuos de grandes dimensiones del cocodrilo cubano ya no se encuentran, al irse limitando más y más su área de distribución por el hombre y disminuyendo su número por igual causa. Consideramos que otros factores como alimentación, hábitat, competencia interespecífica, capacidad de carga, entre otros, pueden incidir en el tamaño de los cocodrilos, por lo que se debe conducir los estudios necesarios, para dilucidar este problema.

La baja cantidad de subadultos, común en la mayoría de las poblaciones de cocodrilianos (Messel *et al.*, 1981; Mazzotti, 1983; Thorbjarnarson, 1988), se debe probablemente a tres factores principales: al rápido crecimiento de los juveniles, al comportamiento reservado y difícil de observar que presenta esta clase, ubicándose en zonas marginales, o a la alta

mortalidad de juveniles, al pasar a la etapa de subadultos (Thorbjarnarson, 1988; Sasa & Chávez, 1992), lo que no coincide con nuestros resultados, ya que la clase de subadultos está bien representada, en ambos estudios realizados.

Proporción sexual

El cociente sexual del cocodrilo cubano se comportó como las encontradas en diferentes estudios de otras especies (Cott, 1961, Mazzoti 1983; Moller, 1992; Thorbjarnarson 1993a y 1993b). El fuerte sesgo hacia las hembras, encontradas en una de las localidades en 1993 y disminuido en 1996, no está aclarado. Una posible explicación es que esta área es lindante, con la zona de la Zanja del 9, donde el cocodrilo cubano está presente y es un hábitat con condiciones diferentes. Como es conocido que el sexo de los cocodrilos está determinado por la temperatura de incubación (Ferguson y col. 1983; Hutton 1987; Webb y col. 1989; Allsteadt 1995), pudiera ser que la temperatura en los nidos de ambas zonas difieran, dando más hembras esa área contigua y por un flujo de animales hacia la localidad estudiada, aumente este sexo en la misma. Para dilucidar este problema es necesario realizar estudios de la ecología reproductiva de estas especies en estas zonas.

La proporción sexual encontrada conjuntamente con la proporción de hembras reproductoras mayor del 10 % en las muestras estudiadas sugieren un mínimo de 300 hembras adultas, pueden influir de manera significativa en la supervivencia de los individuos, lo que garantizaría la permanencia de la población del cocodrilo cubano.

Estimado poblacional y densidad

Bajo la interpretación más conservadora y pesimista de los datos, parece cierto que el número de la población del cocodrilo cubano en el área calculada de 300 km² está en el orden de los miles e incluso los adultos reproductores están por encima de mil. No se extrapola la densidad encontrada a toda el área de distribución, debido a que el hábitat no es uniforme y el método a utilizar en esos diferentes hábitats, no es el mismo a lo que empleamos en estos estudios. Además, consideramos hacer los cálculos para esta área de la región central suroccidental de la ciénaga de Zapata, conociendo que la mayor presencia del cocodrilo cubano es esta en en la misma

Tendencia poblacional del cocodrilo cubano desde 1993 a 1996.

Para comparar resultados acumulados es necesario monitorear la población a través del tiempo usando metodologías estandarizadas y replicables (García-Grajales et al., 2007).

Lo más significativo de este monitoreo es que el tamaño poblacional del *C. rhombifer* se mantuvo estable, en este período de 3 años, pero con un ligero cambio de las estructuras de tallas hacia las categorías mayores, lo que sugiere que hay un reclutamiento en los subadultos y adultos, o sea, no hay una distribución de tallas estable, lo que indica que la población está en crecimiento. Este resultado se contradice con los resultados de los estimados poblacionales que no presentaron diferencia estadísticamente significativa, lo que sugiere que el tamaño de la población se mantuvo estable, lo que pudiera explicarse a que el incremento en el tamaño de la población puede manifestarse después de los tres años, por lo que no se detectó.

Considerando la estructura de edad, el cociente sexual y demostrado la actividad reproductiva, todo sugiere que esta población es vigorosa y sustentable.

Este estudio corrobora que existe una población natural significativa de cocodrilos cubanos y americanos en la Ciénaga de Zapata, que habitan simpátricamente, restringidas a casi la mitad de la Ciénaga de Zapata y que estas poblaciones están mayormente representadas, a un área bastante pequeña de 300 km². Bajo la interpretación más conservadora y pesimista de los datos, parece cierto que el número de la población del cocodrilo cubano permaneció en el orden de los miles e incluso los adultos reproductores están por encima de mil. Por esta razón la incertidumbre previa de la existencia de poblaciones naturales de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata puede ser relegada y la preocupación principal debe estar dirigida en asegurar la persistencia de esas poblaciones. Considerando la estructura de edad, el cociente sexual y demostrado la actividad reproductiva, todo sugiere que esta población del cocodrilo cubano se mantuvo vigorosa y sustentable.

Literatura citada.

Abadía, G. 1996. Population Dynamics and Conservation Strategies for *Crocodylus acutus* in Bahía Portete, Colombia. Proc. 13th Working Meeting of the CSG/IUCN. Santa Fé, Argentina. 176-183.

Allsteadt, J. 1994. Nesting ecology of Caiman crocodile in Caño Negro, Costa Rica. Journal of herpetology, Vol. 28, No. 1, pp.12-19.

Arteaga, A & C. Sánchez. 1996. Conservation and management of *Crocodylus acutus* in the low basin of the Yaracuy River. Pp: 153-161. In: Crocodile Proceedings of the 13th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. IUCN-The World Conservation Union, Switzerland. ISBN 2-8317-0327-1.

Barbour, Thomas y Charles. T. Ramsden. 1919. The herpetology of Cuba. Mem. Mus. Comp. Zool. Cambridge, Vol. 47, No. 2 pp 69-213.

Bayliss, P., Webb, G. J. W., Whitehead, P. J., Dempsey, K., and Smith, A. 1986. Estimating the abundance of saltwater crocodiles, *Crocodylus porosus* Schneider, in tidal wetlands of the Northern Territory: A mark-recapture experiment to correct spotlight counts. Aust. Wildl. Res. 13:309-20.

Bayliss, P. 1987. Survey methods and monitoring within Crocodile Management Programs: 176 In: Webb, G., S.C. Manolis & P.J. Whitehead (Eds), Wildlife Management; Crocodiles and Alligators. 1987, Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, Australia.

Bayliss, P., Yeomans, K.M., 1989. Correcting bias in aerial survey population estimates of feral livestock in Northern Australia using the double-count technique. Journal of Applied Ecology 26, 925± 933.

Berovides, A. V., M. Cañizares y A. González. 2005. Métodos de conteo de animales y plantas terrestres. Manual para la capacitación del personal técnico de las Áreas Protegidas de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP).

Botha, P. J. 2005. The ecology and population dynamic of the Nile Crocodile *Crocodylus niloticus* in Flag Boshielo Dam, Mpumalanga province, South Africa. Master in Scientiae dissertation (Wildlife Management), Centre for Wildlife Management, Faculty of Natural and Agricultural Science. University of Pretoria, Pretoria, South Africa.

Caughley, G. y D. Grice. 1982. A correction factor for counting emus from the air, and its application to counts in western Australia. Australian Wildlife Research 9:253-259.

Cosculluela, J. A. (1918): Cuatro años en la ciénaga de Zapata (Memorias de un ingeniero). Imp. y Papelería "La Universal", de Ruiz y Cia. Habana. 528 pp.

- COTT, H.B. 1961. Scientific results of an enquiry into the ecology and economic status of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*) in Uganda and Northern Rhodesia. *Trans. Zool. Soc. Lond.* 29, 211-356.
- Ferguson, M. W. J and Joanen, T. 1983. Temperature-dependent sex determination in alligator *mississippiensis*. *J. Zool. Lond.* 200: 143-77.
- García-Grajales, J., G., A. Buen-Rostro., A. Escobedo. 2007. Análisis de los métodos usados para estimar la abundancia de las poblaciones silvestres de cocodrilianos (*Crocodylia*) en México. *Ciencia y Mar XI (31): 23 – 32.*
- Graham, A.D. & R. Bell. 1969. Factors influencing the countability of animal. *East African Agricultural and Forestry Journal.* Vol. XXXIV, July 1969: 38 – 43.
- Graham, A.D. 1988. Methods of surveying and monitoring Crocodiles: 74 – 101. In Hutton J.M., J.N.B. Mphande, A.D. Graham & H.H. Roth (Eds). *Proceeding of the SADCC Workshop on crocodile management and utilization, Kariba, Zimbabwe 2 –7 June 1987.*
- Graham, A.D. 1989. Investigating observer bias in aerial survey by simultaneous double counts. *J. Wildl. Manage.* 53(4): 1009-1016.
- Godshalk, R. 1978. El caimán del Orinoco, *Crocodylus intermedius*, en los llanos occidentales venezolanos, con observaciones sobre su distribución en Venezuela y recomendaciones para su conservación. FUDENA (World Wildlife Fund - Venezuela), Caracas, Venezuela. 84 p.
- Godshalk, R. 1982. The habitat and distribution of *Paleosuchus* in Venezuela. Pp. 31- 38. In: *rocodyles. Proc. 5th Working Meeting Crocodile Specialists Group. IUCN, Gland, Switzerland.* 409 p.
- 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.
- Gundlach, J. 1880. *Contribución a la Herpetología cubana.* Imprenta G. Montiel y Cía. La Habana, 99 pp.
- Hutton, J.M. 1984. Population ecology of the Nile crocodile *Crocodylus niloticus* Laurentis, 1768, at Ngezi, Zimbabwe. D Phil. Thesis, University of Zimbabwe.
- Hutton, J.M. 1987. Incubation temperature, sex ratios, and sex determination in a population of Nile crocodiles (*Crocodylus niloticus*). *J. Zool. Lond.* 211; 143-155.
- Hutton, J. M y M. E. J., Woolhouse. 1989. Mark-Recapture to assess factors affecting the proportion of a Nile Crocodile population seen during spotlight counts at Ngezi, Zimbabwe,

and the use of spot-lights counts to monitor crocodile abundance. *J.Appl. Ecol.* (26):381-395.b

Joanen, T. & L. McNease. 1972. A telemetric study of adult male alligators on Rockerfeller Refuge, Louisiana. *Proc. Ann. Conf. Southeast. Assoc. Game Fish Comm.* 26:252 – 275.

Llobet, A. & A.E. Seijas. 2003. Estado poblacional y lineamientos de manejo del caimán del Orinoco Venezuela. Pp: 117-129, In Polanco-Ochoa, R. (ed.), *Manejo de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica. Selección de trabajos, V Congreso Internacional.* CITES, Fundación Natura, Bogotá, Colombia.

King, F. W., Hutton, J., Manolis, C., Miller, J., Jelden, D., McNamara, K., Rodríguez, M., Ross, J. P., Saalfeld, K., Velasco, A., Webb, G. J. y A. Woodward. 1994. Guidelines on monitoring crocodilian populations. In: *Proceedings 2nd. Regional Meeting (Eastern Asia, Oceania and Australasia) of the Crocodile Specialist Group, IUCN.* Gland, Switzerland. Pp.1-3.

Leslie, A.J., 1997. Ecology and Physiology of the Nile Crocodile, *Crocodylus niloticus*, in Lake St. Lucia, Kwazulu:Natal, South Africa. PhD dissertation, Drexel University, Philadelphia, USA.

López D., R. Rodríguez-Soberón y V. Berovides. 2000. Distribución y abundancia del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus* Cuvier) en el sector costero Sur de la Isla de la Juventud, Cuba. Pp. 59 - 70. In: *Crocodiles. Proceedings of the 15th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN – The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: xvii + 541 p.*

Magnusson, W.E., G.J. Caughley & G.C. Grigg. 1978. A double survey estimate of population size from incomplete counts. *J.Wildl. Manage.* 42:174-176.

Magnusson, W.E. 1982. Techniques for surveying crocodilians. In: *Crocodiles, Proceeding of the 5th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group of the Species Survival Commission of the World Conservation Union IUCN: 389 – 403.*

Mazzoti, F.J. 1983. The ecology of *Crocodylus acutus* in Florida. Ph.D. diss., The Pennsylvania State Univ. 161 pp.


Mazzoti, F.J. & L.A. Brand. 1988. A method of live-trapping wary crocodiles. *Herp. Review* 19(2):40-41.

Medem, F. 1981. Los Crocodylia de Sur América, los crocodylia de Colombia. Volumen I. Colciencias. Bogotá. Colombia. 354 p.

Messel, H.; G.C., Vorlicek; A.G., Wells y W.J., Green. 1981. Surveys of Tidal River Systems

- in the Northern Territory of Australia and their Crocodile Populations. Monograph No. 1, Pergamon Press, Sydney.
- Moller, P.E. 1992. American crocodile population dynamics. Final performance report, Study No. 7534. Florida Game and Fresh Water Fish Commission. Tallahassee.
- Mourão, G.M., Bayliss, P., Coutinho, M.E., Abercrombie, C., Arruda, A., 1994. Test of an aerial survey for caiman and other wildlife in the Pantanal, Brazil. *Wildlife Society Bulletin* 22, 50±56
- Murphy, T.M. & T.T. Fendley. 1975. A new techniques for live trapping of nuisance alligators. *Proc. Ann. Conf. S. E. Assoc. Game Fish Comm.* 27: 308-311.
- Ojasti, J. & F. Dallmeier. 2000. Manejo de fauna Silvestre neotropical. Smithsonian Institution, MAB Biodiversity Program, Washington, D.C., 5.
- Nichols, J. A. 1987. Population models and crocodile management. In: Webb, G., S.C. Manolis & P.J. Whitehead (Eds), *Wildlife Management; Crocodiles and Alligators*. 1987, Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, Australia.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of ecology*. Saunders College Publishing, Philadelphia.
- Ottenwalder, J.A. & J.P. Ross. 1991. CITES Mission to Cuba, June 9 – 16, 1991, Report of the technical advisors. Part 2. Crocodilians. CITES Secretariat Report 23 pp.
- Platt, S. G. and J. B. Thorbjarnarson. 1996. Preliminary assessment of the status of the American crocodile (*Crocodylus acutus*) in the coastal zone of Belize. Pp. 184- 206. In: *Crocodile Proceeding of the 13th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group*. IUCN-The World Conservation Union, Switzerland. ISBN 2-8317-0327-1.
- Ramos R., S. Díaz. O. R. Laiz y F. M. González. 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.
- 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.
- Rodríguez, R., P. Ross and U. Seal, Eds. 2000. *Cocodrilo Cubano Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat: Borrador del Informe*. CBSG, Apple Valley, MN.
- Sarkiss-Gonçalves, F., A.M.V. Castro & L.M. Verdade 2004. The influence of weather conditions on Caiman. night-counts. Pp: 387-393, In Anonym (ed.), *Crocodiles. Proceedings 17th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group*. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.
- Sasa, M. y Chaves, G. 1992. Tamaño, estructura y distribución de una población de

- Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en Costa Rica. Rev.Biol. Trop., 40(1):131-134.
- Shubert, A.; W. James; H. Méndez & G. Santana. 1996. Head-starting and Translocation of Juvenile *Crocodylus acutus* in Lago Enriquillo, Dominican Republic. Proc. 13th Working Meeting of the CSG/IUCN. Santa Fé, Argentina. 166-175.
- StatSoft I (2003) STATISTICA (data analysis software system). www.statsoft.com.
- Sokal, R. R y F.J.Rohlf.1981. Biometry. The principles and biological research.W. H. Freeman and Co., (eds.), San Francisco, USA, 856 pp.
- Thorbjarnarson, J.B. 1988. The status and ecology of the American crocodile *Crocodylus acutus* in Haiti. Bull. Florida. State Mus., Biol.Sci. 33(1): 1-86.
- Thorbjarnarson, J.B. & G. Hernandez. 1993a. Reproductive ecology of the Orinoco Crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuelan. I. Nesting ecology and egg and clutch relationships. Journal of Herpetology. 27(34):363-370.
- Thorbjarnarson, J.B. & G. Hernandez. 1993b. Reproductive ecology of the Orinoco Crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuelan. I. Reproductive and social behaviour. Journal of Herpetology. 27(4):371-379.
- Thorbnarjarson, J.B. 2005. Guatemala Trip Report February 2-11.
- 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.
- Varona, L. S. 1986a. Implicación taxonómica de algunos caracteres externos de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae). Poeyana Serie A. No 312:1-6.
- Varona, L. S. 1986b. Algunos datos sobre la etología de *Crocodylus rhombifer* (Reptilia: Crocodylidae). Poeyana Serie A. No 313: 1-8.
- Webb, G.J.W., H. Cooper-Preston. 1989. Effects of incubation temperature on crocodiles and the evolution of reptilian oviparity. Am. Zool. 29; 953-971.
- Webb, G.J.W. & H. Messel. 1978. Movement and dispersal patterns of *Crocodylus porosus* in some rivers of Arnhem Land, Northern Australia. Aust. Wildl. Res. 5:263 – 283.
- Webb, G.J.W. and COOPER-PRESTON, H. 1989. Effects of incubation temperature on crocodiles and the evolution of reptilian oviparity. Amer. Zool. 29, 953-971.
- Williams, B.K., J.D. Nichols & M.J. Conroy. 2002. Analysis and management of animal populations: modeling, estimation and decision making. Academic Press, San Diego, California, 625 pp
- Woodward, A. R and C. T. Moore.1990. Statewide alligator survey.Florida Game and Fresh Water Fish Commissions Final Report, Tallahassee, Florida, USA.



**CAPÍTULO 5. CARACTERIZACIÓN DE LAS ENTIDADES MORFOLÓGICAS DE
CROCODYLUS (CROCODYLIA: CROCODILIDAE) QUE HABITAN EN LA
CIÉNAGA DE ZAPATA: *C. RHOMBIFER*, *C. ACUTUS* Y “MIXTURADOS”**

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

INTRODUCCIÓN

En la Ciénaga de Zapata ocurren dos especies del género *Crocodylus*, representadas por el cocodrilo cubano *C. rhombifer*, y el cocodrilo americano *C. acutus*, las cuales se han visto compartiendo algunos hábitats en esta península (Cocteau y Bibron, en de La Sagra, 1843; Varona, 1987; Ramos, 1987).

La concurrencia de estas dos especies se confirmó en la porción central de la región suroccidental de la Ciénaga de Zapata durante los estudios sobre la presencia del cocodrilo cubano realizados desde 1979 a 1993, que mostraron la existencia de las dos especies en algunas localidades (Ramos et al., 1994). En el Capítulo IV de esta tesis se muestran los datos de abundancia, para cada una de las especies y se hace evidente la proporción de cocodrilo cubano y cocodrilo americano encontrada. En un área central de la ciénaga (núcleo) el cocodrilo cubano fue más abundante, mientras que en un área transitoria y una extensa región costera de la península el cocodrilo americano se encontró en exclusiva. Además, se encontraron individuos con características morfológicas atípicas, que probablemente fueran híbridos, puesto que no se descartó la posibilidad de que en las zonas de simpatria, las dos especies se estuviesen cruzando entre sí.

El estudio ecológico de cualquier especie precisa de una básica descripción morfológica, así como de la variabilidad que aparece en estos caracteres y las proporciones e índices que relacionan las principales medidas (Antelo, 2008). La morfología, que implica caracteres cualitativos, caracteres cuantitativos o morfométricos y caracteres merísticos, y la biometría, pilares de la anatomía comparada, así como la genética, los estudios moleculares, la etología y otros aspectos de la biología, son las herramientas principales para establecer comparaciones y diagnósticos descriptivos entre especies, poblaciones e individuos. En la mayoría de los casos, las diferencias morfológicas advierten la existencia de variaciones a veces finas y crípticas en la ecología (Antelo, 2008).

La identificación correcta de una especie en su hábitat natural es crucial para estudios de biodiversidad, y la elaboración de programas de conservación y manejo de la vida silvestre (Sutherland, 1996). La identificación de híbridos sobre la base de los caracteres morfológicos y etológicos resulta complejo entre especies cercanas desde el punto de vista taxonómico (desconocido el grado de hibridación), creando problemas a los investigadores que realizan muestreos poblacionales en áreas, donde estas especies son simpátricas.

Crocodylus rhombifer y *Crocodylus acutus* fueron descritas por Cuvier en 1807, sobre la base de caracteres morfológicos de dos cráneos, de los cuales para *C. rhombifer* se

desconocía la procedencia.

Varona (1966) describe a *C. rhombifer* sobre la base de estudios de observación de caracteres morfológicos de treinta y cuatro individuos, incluyendo caracteres craneales, dentición, armadura dermal y coloración; este mismo autor describe a *C. acutus* a partir de dos cráneos, de los cuales solo conocía que eran de Cuba, clasificándolos como pertenecientes a adultos viejos de *C. acutus*.

A mediados del siglo XX, cazadores comerciales de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata dieron a conocer determinados ejemplares que capturaban, a los cuales consideraban el producto del apareamiento entre el cocodrilo cubano y el cocodrilo americano y lo distinguieron con el nombre de “mixturados” o “cruzados” (Varona 1966).

Según Varona (1966), estos mixturados eran fáciles de distinguir por sus características peculiares, que hacían recordar al cocodrilo cubano sobre todo en lo referente al colorido y la rugosidad marcada de la piel, particularmente en el cuello, y en la elevación conspicua de los escamosos.

Hasta el presente, el resto de los estudios que se ha ido sumando, a la descripción de ambas especies se ha limitado a la descripción y comparación cualitativa de las mismas, sin procesamiento estadístico de los caracteres presentados (Ernst *et al.*, 1999; Ross, 1998) Además, el número de individuos analizados es poco representativo. De esta manera, no se conoce con precisión, cual es la variabilidad morfológica intraespecífica para estos cocodrilos. Por esta razón, resulta muy compleja la identificación de los supuestos híbridos, atendiendo solo a su morfología.

Algunos estudios morfométricos han usado el crecimiento relativo para examinar diferencias entre clases de edad, sexos, poblaciones y especies de cocodrilianos (Milnes, 2001). Otros estudios incluyen, además, las relaciones entre las medidas de los principales caracteres, que ayudan a desarrollar técnicas de estimado del tamaño del organismo en los conteos nocturnos o mediante fotografías, a realizar comparaciones entre especies, a diferenciar algunos atributos entre individuos en vida natural y en cautiverio, entre otras utilidades. Se destacan los estudios en *Alligator mississippiensis* (Dodson, 1975; Woodward *et al.*, 1995), *C. porosus* (Webb y Messel, 1978b), *C. johnstoni* (Webb *et al.*, 1983d), *Caiman crocodilus* (Staton y Dixon, 1975; Ayarzagüena, 1983), *Caiman latirostris* (Verdade, 2000), *C. niloticus* (Hutton, 1987), *C. novaeguineae* (Montague, 1984; Hall y Portier, 1994), *C. intermedius* (Ardilla *et al.*, 1999; Antelo, 2008). La presencia de individuos del género *Crocodylus* con características morfológicas atípicas, producto de una posible hibridación entre *C. moreletii* y

C. acutus se determinó en la Bahía de Chetumal y en el Río Hondo, Quintana Roo, México, mediante medidas del rostro de los individuos (Villegas, 2005).

Los modelos estadísticos multivariados se han utilizados como una herramienta para analizar la variación biológica en los caracteres morfológicos (Milnes, 2001). Los investigadores han usado tales modelos para elucidar zonas de hibridación entre especies relacionadas y/o subespecies (Luebke *et al.*, 1988; Giannasi *et al.*, 1997). Los análisis multivariados también se han utilizados para cuantificar la variación ontogenética en el crecimiento relativo en cráneos (*Crocodylus novaeguineae*; Hall, 1994), caracterizar la variación intraespecífica (*Caiman latirostris*; Verdade, 1997) y para discriminación de sexos (*Caiman latirostris*; Verdade, 1997; Piña *et al.*, 2007).

Las principales variaciones dentro del orden Crocodylia se producen en la región cefálica, especialmente en la zona rostral, mientras que la zona post-craneal presenta escasa variabilidad (Iordanski, 1973; Brochu, 2001, Villegas, 2006).

Atendiendo a estas consideraciones, el presente capítulo tiene como objetivo caracterizar, en base a caracteres morfométricos, las entidades morfológicas de *Crocodylus* que habitan en la Ciénaga de Zapata: *C. rhombifer*, *C. acutus* y “mixturados”, para dilucidar si existe una evidente base morfológica, que permita diferenciarlas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluación de caracteres morfológicos.

Para la obtención de datos morfológicos de los cocodrilos se realizaron muestreos en la región suroccidental de la Ciénaga de Zapata, durante seis años (1992 a 1996 y 1998) (Fig. 1). Esta zona fue seleccionada por haberse comprobado, por los estudios realizados sobre la distribución y abundancia del cocodrilo cubano desde 1979 a 1996, explicada en los capítulos III y IV respectivamente, que sugirió que el cocodrilo cubano estaba mayormente representado en las localidades de la parte central de la región sur - occidental de la Ciénaga de Zapata, desde el centro hacia el sur, que comprende un área de aproximadamente 300 km², compartiendo la mayoría de las localidades con el *C. acutus*. A partir del año 2002, debido de no disponer, de la logística necesaria para llegar a la zona principal de estudio, se eligió la zona norte del área, la cual se hacía menos difícil de llegar y por informaciones de cazadores furtivos se conocía que habían animales de las dos especies y mixturados, por lo que se decidió muestrear en los años 2002, 2004, 2005, 2007 y 2008 (Fig. 1).

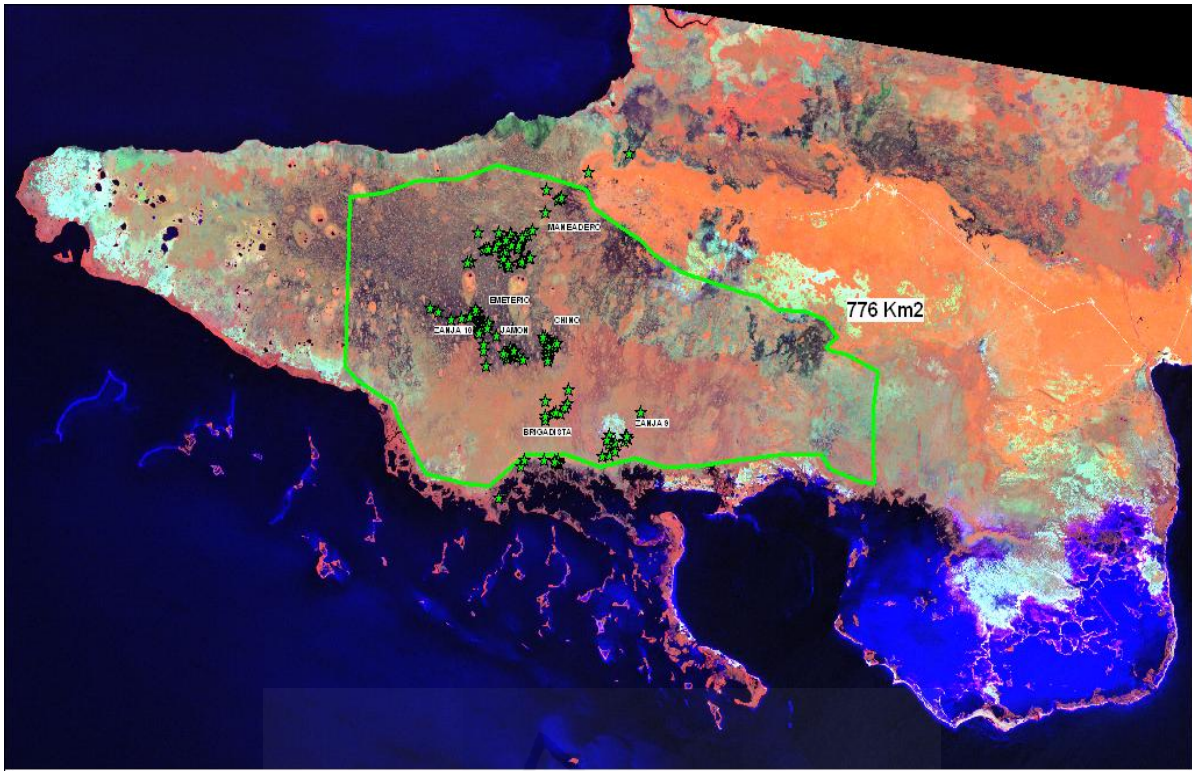


Fig. 1. Zonas visitadas de la región sur-occidental central de la ciénaga de Zapata, en el estudio de caracterización de las entidades morfológicas, realizado desde 1992- 2008.

Identificación de la especies

La identificación de las especies en el campo se llevó a cabo, a partir de las características externas visibles más importantes, que diferencian ambas especies, *C. rhombifer* y *C. acutus*. En el año 1992, solamente se identificaron ambas especies, de acuerdo al criterio del equipo de trabajo, el cual tenía una amplia experiencia en la identificación y manipulación de cocodrilos, tanto en cautiverio como en vida libre en el país. A los animales que mostraron caracteres intermedios y que no se pudo categorizar en alguna de las especies conocidas, se identificaron como mixturados.

A partir de este año se complementó y sistematizó la diferenciación de las especies, con la tabla confeccionada en 1993 (Ramos et al., 1994), utilizada en el estimado poblacional del cocodrilo cubano en ese año (Tabla 1) y explicada en el Capítulo IV. Por esta razón, al conjunto de las dos especies y el supuesto híbrido, le hemos denominado entidades morfológicas, ya que su criterio de diferenciación se basa en su morfología.

Tabla 1. Características fenotípicas distintivas entre *Crocodylus rhombifer* y el *Crocodylus acutus* usadas en el trabajo de campo.

	<i>C. rhombifer</i>	<i>C. acutus</i>
A. Caracteres marcados y confiables, con poca variación. Obvios en todas las tallas, incluyendo neonatos.		
Forma del rostro	Ancho y robusto	Largo y estrecho
Tabla craneal (escamosos) Margen lateral posterior	Elevado en forma distintiva en cresta o protuberancia en ejemplares sobre 1m.	Planos o ligeramente inclinados
Color de la pared lateral de la mandíbula	Amarillo con manchas prominente negras	Gris con puntos pequeños y negro
B. Caracteres marcados, usualmente bien distinguido pero con alguna variación individual		
Escudetes dorsales	De forma general completamente regulares. 6 Escudetes/Línea	Usualmente irregular con varios escudetes desplazados de su línea. Varia de 2-6 Escudetes/Línea
Escudete nucales	Muy regulares	Frecuentemente irregulares en número y en colocación
Color del cuerpo	Siempre amarillo brillante con un patrón de negro en forma de tablero de ajedrez	Usualmente gris y con banda en vez de manchado, pero algunos individuos tienen amarillos
Escamas de las extremidades	Notablemente rugosas, cada escudete con una distintiva cresta central	No rugosas, escudetes planos
Mayor diente mandibular	Usualmente 10 ^{mo}	Generalmente 11 ^{mo}
C. Características de los individuos mayores de 180 cm. de longitud total		
Forma general del cuerpo	Distintamente rugoso, extremidades corta y robusta y posición erecta	Relativamente más delgado, grácil y una postura raramente erecta.
Primer diente mandibular	Raramente o nunca penetran en el premaxilar	Frecuentemente uno o ambos penetran en el premaxilar y son visible por encima externamente
Color de los ojos	Generalmente carmelita oscuro, pero en subadulto varía desde amarillo-gris a carmelita	Usualmente verdoso con tinte azul o gris en el adulto

Para la captura de los cocodrilos se utilizó la misma metodología explicada en el Capítulo III. Se registró la fecha de captura, la localidad y el número de la marca. Una vez medidos, sexados y marcados, los animales capturados fueron devueltos al medio natural.

Se tomaron medidas morfométricas corporales, craneales y merísticas a un total de 416 animales de ambos sexos y diferentes grupos etarios, de los cuales 252 se identificaron *a priori* como *C. rhombifer*, 71 como *C. acutus* y 93 como mixturados. La frecuencia por intervalos de tallas y entidad morfológica está representada en la Fig. 2. En el muestreo realizado, los cocodrilos cubanos tuvieron una mayor representación en la clase III, mientras

que las otras dos entidades la presentaron en la clase IV.

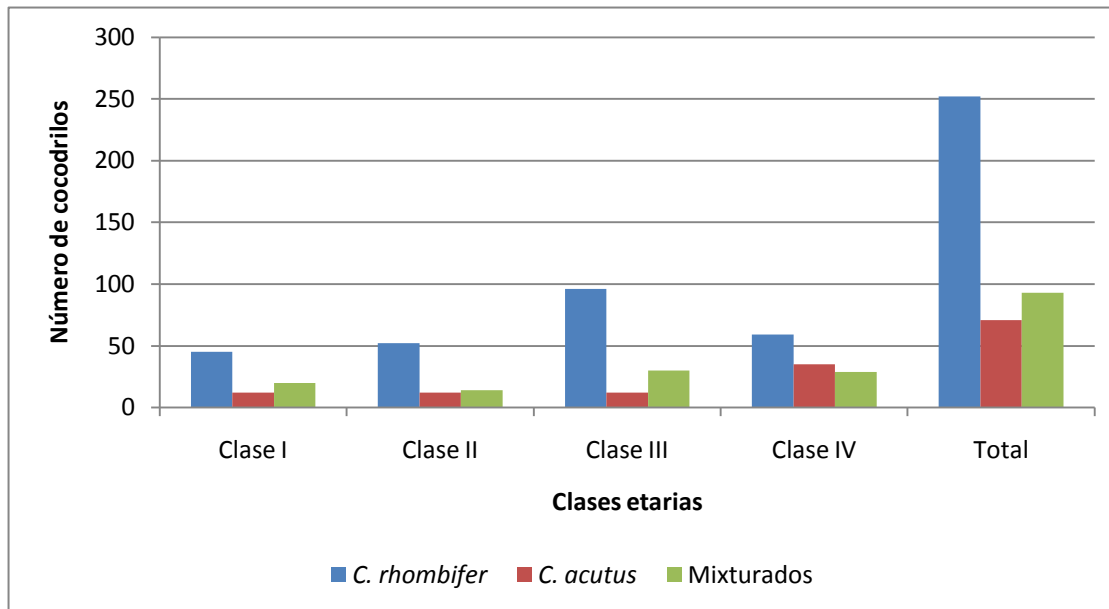


Fig. 2. Frecuencia de tallas por clases examinadas en las tres entidades morfológicas.

Se consideraron cuatro grupos etarios de acuerdo a los intervalos de tallas, de acuerdo a los estudios de crecimiento y reproducción conducidos en el zoológico de la Ciénaga de Zapata, que se muestran en la Tabla 2. En el cocodrilo cubano, las clases III y IV coinciden con animales subadultos y adultos, respectivamente; en el caso de *C. acutus*, la clase IV pudiera incluir individuos subadultos, pues aunque no se ha establecido con precisión, la madurez sexual en esta especie, en el lago Etang Saumatre, Haití, se reportó que las hembras comienzan a nidificar con tamaños alrededor de 2,2 a 2,3 m de largo total (Thorbjarnarson, 1988), mientras que se conoce, que los híbridos obtenidos de macho del *C. acutus* con hembras del cocodrilo cubano comienzan a reproducirse en cautiverio, después de los ocho años de edad y con una talla mayor de dos metros. La clase I, en todas las entidades incluye animales menores de un año y juveniles, entre 60 a 119 cm y la clase II solo se incluyó juveniles.

Tabla 2. Grupos etarios e intervalos de talla que representan.

Clases de edad	Intervalo de Tallas (cm)
I	Menores de 120
II	Entre 120 y 149
III	Entre 150 y 179
IV	Mayores de 179

Las variables morfométricas utilizadas en este estudio y su descripción fueron adaptadas de Webb y Messel (1978) y ampliadas de acuerdo a atributos que son distintivos entre las

especies cubanas, basadas en distancias lineales entre marcas fijas del cuerpo y la cabeza. Se tomaron 24 medidas, 11 corporales y 13 de la cabeza, utilizando una cinta métrica (precisión de 1 mm) y un pie de rey (precisión de 0,1 mm). También se tomó el peso corporal con balanzas de muelle de diferentes tamaños (0.05, 0.1, 0.5, 1, 2.5, 12, 100 kg), de acuerdo al tamaño del animal. Las medidas tomadas y las abreviaturas utilizadas se detallan en las Tablas 3 y 4, para las medidas corporales y craneales, respectivamente. La representación de las medidas craneales está personificada en la figura 4.

Tabla 3. Caracteres morfológicos corporales, abreviatura utilizada y definición.

1. Longitud total (LT)	Longitud máxima de un cocodrilo, desde la punta del hocico hasta el extremo distal de la cola (cm; Figura 1)
2. Longitud ventral (LV)	Longitud del cuerpo, desde la punta del hocico hasta el borde anterior de la apertura cloacal (cm; Figura 1)
3. Circunferencia del cuello (CCU)	Circunferencia del cuello a nivel de la roseta de las crestas nucales (cm).
4. Circunferencia corporal (CCO).	Circunferencia máxima del tronco (cm).
5. Circunferencia de la cola (CC)	Circunferencia de la cola en la parte más gruesa posterior a la cloaca (cm).
6. Ancho del pecho (AP)	Ancho tomado al nivel de la primera fila de escudetes dorsales que tenga seis escudetes (cm); similar a la medida usada con las pieles comerciales (King y Brazaitis, 1971).
7. Ancho entre las extremidades (AEE)	Distancia entre el fémur y el húmero (cm).
8. Largo del tronco (LTR)	Longitud ventral menos la longitud de la cabeza.
9. Largo de la cola (LCO)	Longitud total menos la longitud ventral (cm).
10. Ancho de la mano (AM).	Máximo espacio entre los dedos extendidos pero sin estirarlo completamente (cm).
11. Ancho del pie (API).	Máximo espacio de los tres dedos con uñas extendidos pero sin estirarlo completamente (cm).
12. Peso vivo corporal (PV).	Peso corporal del animal vivo (kg)

Tabla 4. Caracteres morfológicos craneales y abreviatura utilizada y definición.

1. Longitud de la cabeza (LC)	Longitud del cráneo desde la punta del hocico hasta el borde posterior de la tabla craneana (hueso supraoccipital), tomada por la parte dorsal y sobre la línea sagital (cm).
2. Ancho máximo de la cabeza (AC)	Distancia entre los extremos de los huesos surangular a nivel de la articulación de las mandíbulas (cm).
3. Ancho de la plataforma craneal (APC)	Distancia de una línea recta entre las extremidades posteriores de la porción escamosa de la plataforma craneal (cm).
4. Ancho medio de la plataforma craneal (AMPC)	Ancho de la plataforma craneal donde es cóncavo (cm).
5. Ancho interorbital (AIO)	Mínima anchura entre las orbitas (cm).
6. Longitud hocico- ojo (LH)	Distancia desde el extremo anterior del hocico hasta el borde anterior de la órbita, esto es la concavidad del hueso lacrimal (cm).
7. Ancho hocico (AH)	Distancia máxima transversal del hocico a través de los bordes anteriores orbitales (cm).
8. Largo premaxilar (LPM)	Distancia de la punta del hocico hasta el punto medio de la escotadura premaxilo-maxilar (cm).
9. Anchura premaxilar (APM).	Anchura mínima del premaxilar entre las escotadura premaxilo-maxilar (cm).
10. Longitud de la tabla craneal postorbital (LTCP).	Distancia desde el borde posterior orbital hasta el borde posterior-lateral del escamoso (cm).
11. Altura del escamoso (AE)	Distancia desde la parte más baja de la hendidura del oído a la parte superior de la terminación del escamoso (cm).
12. Ancho inter-escamoso (AIE)	Distancia entre los bordes superiores de los escamosos (cm).
13. Largo del oído (LO)	Longitud de la hendidura del oído (cm).

A partir de algunas de las anteriores variables se determinaron 14 índices relativos, de los cuales seis fueron índices corporales y ocho craneales (Tabla 4).

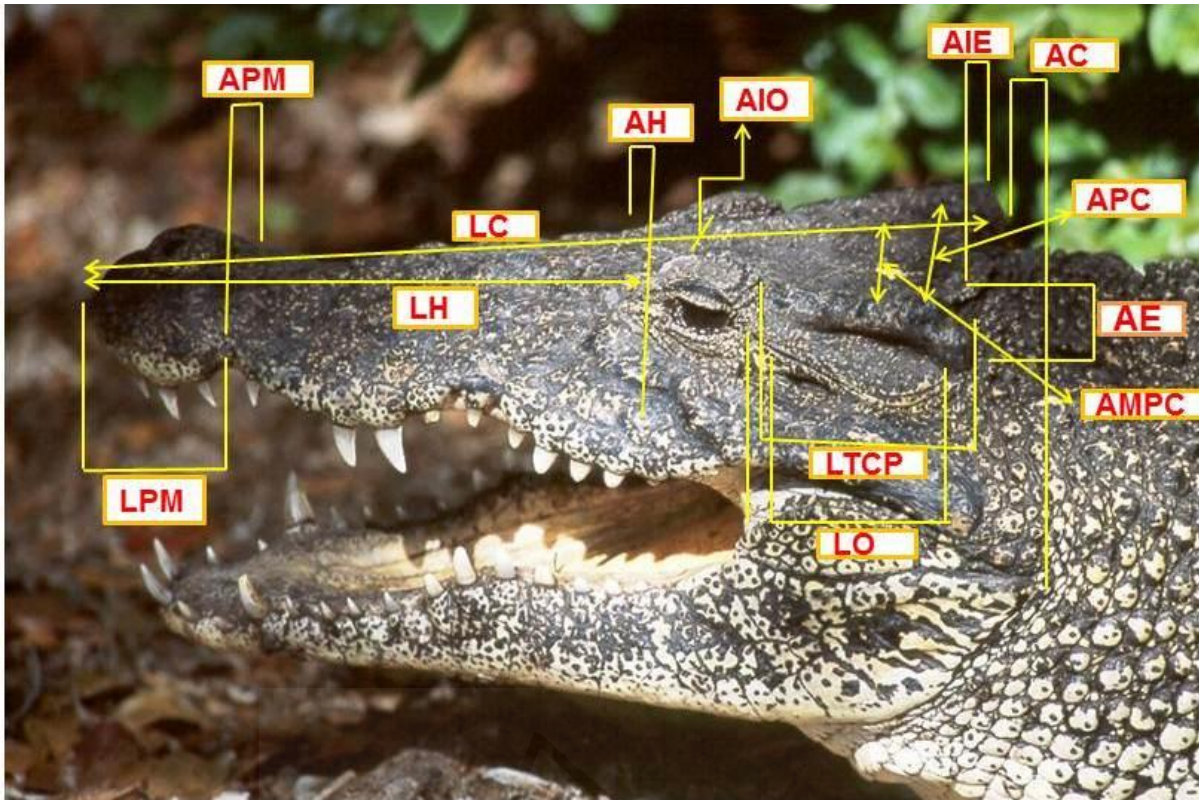


Fig. 4. Medidas de los caracteres morfológicos craneales (Abreviaturas están dadas en la Tabla 4).

Tabla 5. Índices morfométricos, abreviatura utilizada y definición.

Índices corporales	
LT/LV	Relación del largo total y el largo ventral.
LT/LTR	Relación del largo total y el largo del tronco.
LT/LCO	Relación del largo total y el largo de la cola.
LT/AP	Relación del largo total y el ancho el pecho.
LT/AEP	Relación del largo total y el ancho entre las extremidades.
LT/LC	Relación del largo total y el largo de la cabeza.
Índices craneales	
LC/AC	Relación del largo y el ancho de la cabeza.
LH/AH	Relación del largo y el ancho del hocico.
LPM/APM	Relación del largo y el ancho del premaxilar.
ACR/ AMCR	Relación del ancho craneal y el ancho medio craneal.
LC/AIO	Relación del largo de la cabeza y el ancho interorbital.
LC/LAE	Relación del largo de la cabeza y la altura del escamoso.
LC/AIE	Relación del largo de la cabeza y el ancho interescamoso.
LTCP/APC	Relación entre el largo de la tabla craneal postorbital y ancho de la plataforma craneal.

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos que se describen a continuación siguen la metodología, dada por Zar (1999). Los datos se procesaron con el programa STATISTIC. 6.1 (StatSoft, 2003), utilizando para todas las pruebas un nivel de significación de 0,05. La normalidad de los caracteres se comprobó mediante la prueba de Kolmogorov –Smirnov y la homogeneidad de varianza se verificó por la prueba de Levene.

Se determinó en las tres entidades morfológicas si existía asociación entre y dentro las variables corporales y las craneales, por el coeficiente de correlación lineal simple, producto momento de Pearson.

Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) para detectar si existían diferencias de las medias de los caracteres morfométricos (variables dependientes) para cada una de las clases de talla, entre las tres entidades (variable independiente o efecto) y la prueba de Tukey de comparación múltiples de medias, para tamaños muestrales diferentes de los caracteres.

En el caso de los índices se utilizó el ANOVA no paramétrico de Kruskal-Wallis y la prueba de rangos múltiples a priori (procedimiento de Dunn).

Se realizaron análisis exploratorios de datos por componentes principales (ACP) y análisis de conglomerados (Cluster Analyses) para los caracteres morfométricos, merísticos y para el conjunto de caracteres morfométricos y merísticos en animales de la clase de talla IV, ya que en ella están definidos los caracteres craneales. En el ACP se tomaron en cuenta las componentes de las variables que contribuyeron a la varianza total con un porcentaje igual o mayor de 0,40. En el Cluster se utilizó la distancia Euclidiana, el método de agrupamiento por pares no ponderados usando medias aritméticas (UPGMA) y los grupos se formaron a partir del 50 % de afinidad, según lo recomendado por Linares (1988).

A partir de los grupos obtenidos en los análisis de conglomerados, para comprobar la validez de los grupos previamente formados, se realizó un análisis discriminante lineal con estimaciones de validación cruzada para reducir el sesgo del modelo y evaluar la exactitud de la proporción de clasificación. Además, se realizó un análisis canónico para comprobar la validez de los grupos formados.

RESULTADOS

1. Caracteres morfológicos corporales y craneales

Comparación de las entidades para el total muestreados

Las mediciones de los 24 caracteres morfológicos y el peso corporal realizadas al total de individuos, en cada clase de talla y el conjunto en las tres entidades morfológicas, brindaron

los valores promedios y su desviación estándar, por cada una de las entidades y las diferencias entre dichos valores, que se muestran en la tabla 6. De igual modo, los valores promedios y su desviación estándar por cada clase de talla, de cada una de las entidades.

El énfasis de nuestra discusión se centrara en las similitudes y diferencias del mixturado con respecto a las especies, para lo cual se compararon las magnitudes de las diferencias entre medias muestrales por pares, para las entidades morfológicas en estudio: *C. rhombifer* - mixturado versus *C. acutus* - mixturados (Tabla 6).

Las diferencias del par *C. rhombifer* - mixturado fueron mayores que las de *C. acutus* - mixturados en cinco variables (20 %): LTR, LC, AMP, AMPC y AIE, referidas al tamaño del cuerpo y la cabeza. Por el contrario las diferencias en el par *C. acutus* - mixturados fueron mayores que las del *C. rhombifer* - mixturado, para 20 variables (80 %), indicando este resultado de forma general la mayor afinidad del mixturado con el *C. rhombifer* (80 % de los caracteres presentaron diferencias menores de esta especie con el mixturado, en comparación con las diferencias *C. acutus* - mixturados).

Al comparar las diferencias entre las especies *C. rhombifer* - *C. acutus*, con las mayores diferencias de cada una de estas con los mixturados, encontramos que el 56 % de los caracteres (14 variables) superan a las diferencias entre especie- mixturados. Esto pudiera tomarse como una expresión del fenómeno de la heterosis, donde los híbridos superan en valores promedios, a sus especies progenitoras.

En relación a la variabilidad de los caracteres dentro de cada una de las entidades morfológicas, el *C. rhombifer* presento un mayor número de caracteres con una menor variabilidad: 17 caracteres (ocho corporales y nueve craneales) presentaron una variabilidad entre el 20 al 29,9 %, además siete caracteres (cuatro corporales y cinco craneales) mostraron una variabilidad entre 30 y 39,9 % y solamente el peso corporal presento una variación muy alta (74,3 %). La variabilidad de los caracteres en los mixturados fue similar a la del cocodrilo cubano, presentando 15 caracteres (cinco corporales y 10 craneales) con una variabilidad entre el 20 al 20,9 %, ocho (seis corporales y dos craneales) entre 30 y el 30,9 % y solamente mostro una alta variabilidad, el largo de la cabeza (42,0 %) y el peso corporal (84,0 %), mientras que los caracteres del *C. acutus* presentaron una mayor variabilidad: 18 caracteres entre 30 y el 30,9 % y seis con más del 40 % (dos corporales y cuatro craneales) y el peso corporal (91 %). Es de destacar la gran variabilidad de la altura del escamoso.

La mayor variabilidad promedio total de los caracteres se encontró en el *C. acutus* con un 39,7 %, y a continuación los mixturados con un 32,2 % y la menor variabilidad se observó en el *C. rhombifer* con un 29,8 %.

Comparación por Clases

En la clase I (Tabla 7), las diferencias *C. rhombifer* - mixturado fueron menores que las de *C. acutus* - mixturados en todas las variables referidas al tamaño del cuerpo y la cabeza, indicando este resultado de forma general la mayor afinidad del mixturado con el *C. rhombifer* en esta clase I. Al comparar las diferencias entre las especies *C. rhombifer* - *C. acutus*, con las mayores diferencias de cada una de estas con los mixturados, encontramos que solamente el 16 % de los caracteres (4 variables) superan a las diferencias entre especie-mixturados.

Se observó que el *C. acutus* presentó la mayor variabilidad en los caracteres, siendo el ancho interorbital, el carácter más variable en las tres entidades, así como el peso corporal.

La mayor variabilidad promedio total de los caracteres se encontró en el *C. acutus* con un 36,4 %, y a continuación los mixturados con un 25,8 % y una similar variabilidad se observó en el *C. rhombifer* con un 23,4 %.

En la clase II (Tabla 8), las diferencias *C. rhombifer* - mixturado fueron mayores que las de *C. acutus* - mixturados en seis variables (24 %): CCO, AM, LCO, LC, LH y LTCP. Por el contrario las diferencias en el par *C. acutus* - mixturados fueron mayores que las del *C. rhombifer* - mixturado, para 19 variables (76 %), indicando este resultado de forma general la mayor afinidad del mixturado con el *C. rhombifer*.

Al comparar las diferencias entre las especies *C. rhombifer* - *C. acutus*, con las mayores diferencias de cada una de estas con los mixturados, encontramos que el 44 % de los caracteres (11 variables) superan a las diferencias entre especie - mixturados.

En esta clase se observó una disminución en la variabilidad de los caracteres, mientras que los caracteres del cocodrilo cubano y los mixturados presentaron una variabilidad menor del 20 %, y en el cocodrilo americano no llegó al 24 %, excepto el peso corporal. Además esta especie presentó la menor variabilidad en el ancho interorbital y en la altura del escamoso.

La mayor variabilidad promedio total de los caracteres se encontró en el *C. acutus* con un 14,4 %, y a continuación *C. rhombifer* con un 11,2 % y los mixturados con un 9,4 %.

En la clase III (Tabla 9), las diferencias *C. rhombifer* - mixturado fueron mayores que las de *C. acutus* - mixturados en 15 variables (60 %). Por el contrario las diferencias en el par *C. acutus* - mixturados fueron mayores que las del *C. rhombifer* - mixturado, para 8 variables (32 %), indicando este resultado contradictoriamente a lo encontrado hasta la clase II, una mayor afinidad del mixturado con el *C. acutus*.

Al comparar las diferencias entre las especies *C. rhombifer* - *C. acutus*, con las mayores diferencias de cada una de estas con los mixturados, encontramos que solamente el AIO (4%)

superan a las diferencias entre especie- mixturados.

La variabilidad de los caracteres dentro de cada entidad fue muy similar a la clase II, mostrando los caracteres del ancho interorbital y la altura del escamoso, mayor variabilidad en el cocodrilo americano.

La mayor variabilidad promedio total de los caracteres se encontró en los mixturados con un 13,1 %, y a continuación *C. rhombifer* con un 10,8 % y con un valor similar, el *C. acutus* con un 10,4 %.

En la clase IV (Tabla 10), las diferencias *C. rhombifer* - mixturado fueron mayores que las de *C. acutus* - mixturados en once variables (44 %). De otro modo, las diferencias en el par *C. acutus* - mixturados fueron mayores que las del *C. rhombifer* - mixturado, para 12 variables (48 %), indicando este resultado de forma general la mayor afinidad del mixturado con el *C. rhombifer* (48 % de los caracteres presentaron diferencias menores de esta especie con el mixturado en comparación con las diferencias *C. acutus* - mixturados).

Al comparar las diferencias entre las especies *C. rhombifer* - *C. acutus*, con las mayores diferencias de cada una de estas con los mixturados, encontramos que el 60 % de los caracteres (15 variables) superan a las diferencias entre especie- mixturados.

La clase IV presentó un ligero aumento de la variabilidad de los caracteres, continuando el ancho interorbital del cocodrilo americano el más variable y la variabilidad de la altura del escamoso de esta especie fue similar a la de los mixturados y menor al cocodrilo cubano.

La mayor variabilidad promedio total de los caracteres se encontró en el *C. acutus* con un 18,4 %, a continuación los mixturados con un 14,0 % y *C. rhombifer* con un valor menor de 13,5 %.

Tendencias

Las tendencias de las diferencias absolutas en los promedios de las variables en las tres entidades morfológicas no se comportaron de igual modo, mostrando patrones diferentes (Tabla 11).

En la entidad *C. acutus* - mixturado, el número de diferencias absolutas en los promedios de las variables disminuyó hasta la clase III y aumento en la clase IV, mientras que en la entidad *C. rhombifer* - mixturado, disminuyó de la clase I a la clase III, pero aumento en la clase IV.

En el par de las entidades *C. rhombifer* - *C. acutus* presentó un patrón uniforme, mostrando una disminución, mientras se incrementó la clase de tamaño, lo que sugiere que con el aumento del tamaño de los individuos de estas entidades, las diferencias morfométricas disminuyen.

La clase I presentó la mayor variabilidad promedio de las variables en las tres entidades,

mostrando el *C. acutus* la variabilidad mayor, no solo en esta clase sino en las demás, excepto en la clase III, que en los mixturado fue superior.

Tanto en el *C. rhombifer* y el *C. acutus*, la variabilidad promedio de las variables disminuyo hasta la clase III, aumentando en la clase IV, mientras que los mixturados mostraron una disminución hasta la clase II y seguidamente un aumento hasta la clase IV.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tabla 6. Estadísticos de los caracteres morfológicos (cm y kg) de las tres entidades morfológicas de la Ciénaga de Zapata para todas las clases de tallas.

Carácter	Entidades morfológicas.												Diferencias absolutas de las medias		
	<i>C. rhombifer</i>				<i>C. acutus</i>				"Mixturados"				Mixturados		<i>C. rhombifer</i>
	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	<i>C. rhombifer</i>	<i>C. acutus</i>	<i>C. acutus</i>
Largo Total (LT)	252	154,2	36,6	23,7	71	166,7	53,1	31,9	93	155,8	44,1	28,3	1,60	10,90	12,50
Largo Ventral (LV)	252	75,8	19,1	25,2	71	82,7	28,0	33,8	93	78,1	22,7	29,0	2,30	4,60	6,90
Circunferencia Cuello (CCU)	252	34	10,2	29,9	71	37	14,7	39,9	90	34,5	10,8	31,4	0,50	2,50	3,00
Circunferencia corporal (CCO)	252	47,9	15,0	31,3	71	52,3	21,8	41,7	90	48,1	16,5	34,3	0,20	4,20	4,40
Circunferencia cola (CC)	252	35,1	10,6	30,2	71	37,1	14,6	39,2	90	35,6	11,0	30,9	0,50	1,50	2,00
Ancho Pecho (AP)	252	34,7	10,7	30,7	71	36,7	14,5	39,5	90	35,2	11,5	32,6	0,50	1,50	2,00
Ancho entre extremidades (AEE)	252	35	9,5	27,3	71	37,2	14,2	38,1	90	35,3	10,6	29,9	0,30	1,90	2,20
Ancho mano (AM)	242	3,2	1,0	29,7	67	3,6	1,4	40,4	90	3,2	1,0	31,2	0,0	0,40	0,40
Ancho Pie (API)	242	4,1	1,1	26,9	67	4,3	1,7	39,1	90	4	1,2	30,0	0,10	0,30	0,20
Largo Tronco (LTR)	247	53,5	14,1	26,2	71	57,6	20,4	35,4	91	56,8	14,8	26,0	3,30	0,80	4,10
Largo Cola (LCO)	252	78,4	18,1	23,1	71	84,1	25,6	30,5	90	79,3	20,1	25,3	0,90	4,80	5,70
Largo Cabeza (LC)	252	22,3	5,6	25,2	71	25,1	8,0	31,8	90	24,2	10,2	42,0	1,90	0,90	2,80
Ancho Máximo Cabeza (AC)	252	11,4	3,1	26,9	71	12,3	4,1	33,7	90	11,3	3,3	28,9	0,10	1,00	0,90
Largo del Hocico - Ojo (LH)	252	14,1	4,0	28,5	71	16,5	5,9	35,6	90	15	4,3	29,0	0,90	1,50	2,40
Ancho Hocico (AH)	252	8,2	2,3	28,0	71	8,5	3,1	36,4	90	8,1	2,4	29,8	0,10	0,40	0,30
Largo Premaxilar (LPM)	252	4,5	1,2	26,4	71	4,8	1,7	35,9	90	4,5	1,3	28,6	0,00	0,30	0,30
Ancho Premaxilar (APM)	252	4,3	1,2	26,6	71	4,1	1,6	37,6	90	4,1	1,2	29,0	0,20	0,00	0,20
Ancho Plataforma Craneal (APC)	252	5,9	1,9	32,3	71	6	2,4	40,1	90	5,7	1,6	28,9	0,20	0,30	0,10
Ancho Medio Plataforma Craneal (AMPC)	252	5,3	1,8	33,7	71	5	2,2	43,3	90	5,1	1,3	25,9	0,20	0,10	0,30
Ancho Interorbital(AIO)	252	2,1	0,7	35,1	71	1,9	0,9	46,5	90	2,1	0,7	35,5	0,00	0,20	0,20
Largo del Oído (LO)	244	5	1,1	23,1	68	5,1	1,8	35,0	90	5	1,2	24,2	0,00	0,10	0,10
Longitud Tabla Craneal Postorbital (LTCP)	251	5,2	1,3	24,7	71	5,5	1,8	32,9	90	5,1	1,5	28,9	0,10	0,40	0,30
Altura del Escamoso (AE)	252	2,3	0,6	25,9	71	1,7	0,9	49,4	90	2,3	0,7	31,2	0,00	0,60	0,60
Ancho Interescamoso (AIE)	252	7,1	2,2	30,4	71	6,5	2,3	34,8	90	6,6	1,9	29,3	0,50	0,10	0,60
Peso Vivo (PV)	252	13	9,6	74,3	71	19,9	18,1	91,2	91	15,3	12,9	84,0	2,30	4,60	6,90
Coeficiente Variación Promedio (%)				29,8				39,7				32,2			

X□ = promedio de las diferencias absolutas entre las entidades morfológicas; Números en rojo= valores absolutos mayores entre las medias muestrales.

Tabla 7. Estadísticos de los caracteres morfológicos (cm y kg) en la Clase I de las entidades morfológicas de la Ciénaga de Zapata.

Carácter	Entidades morfológicas. Clase I de edad (Menores de 120 cm)											
	<i>C. rhombifer</i>				<i>C. acutus</i>				"Mixturados"			
	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV
Largo Total (LT)	45	95,7	17,2	17,9	12	80,7	24,6	30,5	20	93,1	24,2	26,0
Largo Ventral (LV)	45	45,6	9,0	19,6	12	39,2	12,7	32,5	20	46,2	11,9	25,8
Circunferencia Cuello (CCU)	45	18,5	4,4	24,0	12	14,7	4,8	32,9	17	19,5	5,3	27,5
Circunferencia Máxima Tronco	45	26,5	5,6	21,0	12	20,7	7,3	35,1	17	26,3	6,6	25,3
Circunferencia cola (CCO)	45	19,2	4,4	23,1	12	14,7	5,0	33,9	17	20,5	4,9	24,1
Ancho Pecho (AP)	45	18,7	4,5	23,9	12	15,0	5,3	35,5	17	20,6	6,8	32,9
Ancho entre patas (AEP)	45	20,2	4,2	20,6	12	15,9	4,9	31,2	17	21,6	5,7	26,3
Ancho mano (AM)	42	1,8	0,5	28,2	11	1,3	0,5	33,9	17	2,2	0,5	21,7
Ancho Pie (APIE)	42	2,4	0,6	24,5	11	1,8	0,6	30,4	17	2,4	0,6	23,7
Largo Tronco (LT)	45	32,1	6,7	20,8	12	27,1	9,0	33,1	18	37,2	9,4	25,2
Largo Cola (LCO)	45	49,4	10,5	21,2	12	41,5	12,1	29,1	17	50,4	9,5	18,9
Largo Cabeza (LC)	45	13,5	2,4	18,0	12	12,1	3,8	31,4	17	14,5	2,81	19,4
Ancho Cabeza (AC)	45	6,7	1,3	19,7	12	5,5	1,7	30,3	17	6,7	1,4	20,5
Largo del Hocico (LH)	45	7,8	1,8	23,7	12	7,1	2,8	39,5	17	8,9	2,0	22,4
Ancho Hocico (AH)	45	4,6	1,0	21,3	12	3,8	1,0	26,7	17	4,7	0,9	18,7
Largo Premaxilar (LPM)	45	2,7	0,6	20,8	12	2,2	0,8	37,1	17	2,7	0,6	22,5
Ancho Premaxilar (APM)	45	2,6	0,6	20,9	12	1,9	0,6	30,4	17	2,5	0,5	19,3
Ancho plataforma Craneal (APC)	45	3,4	0,7	21,0	12	2,7	0,8	31,5	17	3,6	0,6	16,6
Ancho Medio Craneal (AMPC)	45	3,2	0,6	20,0	12	2,4	0,7	28,9	17	3,5	0,7	19,8
Ancho Interorbital (AIO)	45	1,0	0,4	37,2	12	0,7	0,3	44,6	17	1,1	0,3	29,7
Largo del Oído (LO)	42	3,2	0,6	17,3	11	2,4	0,7	28,4	17	3,4	0,7	21,4
Longitud Tabla Craneal Postorbital (LTCP)	45	3,3	0,5	15,7	12	2,5	1,0	39,7	17	3,3	0,6	19,2
Altura del Escamoso (AE)	45	1,5	0,3	20,4	12	0,7	0,2	33,4	17	1,4	0,2	12,1
Ancho Interescamoso (AIE)	45	4,1	1,0	23,9	12	3,4	1,2	34,4	17	4,1	0,7	17,2
Peso Vivo (PV)	45	2,3	1,4	61,1	12	1,7	1,4	84,0	18	2,6	1,5	56,7
Coeficiente Variación Promedio (%)				23,4				36,4				25,8

Tabla 8. Estadísticos de los caracteres morfológicos (cm y kg) en la Clase II de las entidades morfológicas de la Ciénaga de Zapata.

Caracteres	Entidad morfológica											
	<i>C. rhombifer</i>				<i>C. acutus</i>				<i>Mixturado</i>			
	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV
Largo Total (LT)	52	136,4	8,8	6,5	12	130,3	7,4	5,7	14	137,8	6,6	4,8
Largo Ventral (LV)	52	66,7	4,8	7,1	12	62,0	7,6	12,2	14	69,8	4,5	6,5
Circunferencia Cuello (CCU)	52	28,6	2,7	9,5	12	26,3	3,1	11,8	14	29,7	5,7	19,1
Circunferencia corporal (CCO)	52	41,1	4,6	11,1	12	36,8	5,2	14,1	14	38,7	3,4	8,7
Circunferencia cola (CC)	52	29,5	2,6	8,7	12	27,0	3,9	14,5	14	29,4	2,9	9,8
Ancho Pecho (AP)	52	29,2	2,8	9,7	12	26,8	2,7	10,2	14	29,6	2,4	8,0
Ancho entre extremidades (AEE)	52	30,6	2,9	9,6	12	26,9	2,6	9,5	14	29,7	2,7	9,2
Ancho mano (AM)	48	2,8	0,4	14,2	12	2,6	0,4	16,4	14	2,5	0,2	9,7
Ancho Pie (API)	48	3,7	0,4	12,0	12	3,0	0,7	22,4	14	3,5	0,4	12,4
Largo Tronco (LTR)	52	47,1	3,5	7,5	12	42,1	8,4	20,0	14	50,1	4,3	8,6
Largo Cola (LCO)	52	70,5	6,0	8,5	12	68,4	5,8	8,5	14	68,0	2,9	4,3
Largo Cabeza (LC)	52	19,6	1,6	8,4	12	19,9	3,5	17,7	14	20,2	1,0	5,0
Ancho Máximo Cabeza (AC)	52	10,0	0,9	9,5	12	10,8	2,3	21,2	14	9,7	0,9	9,7
Largo del Hocico - Ojo (LH)	52	12,2	1,3	10,5	12	12,5	1,2	9,9	14	13,0	0,8	6,1
Ancho Hocico (AH)	52	7,1	0,6	9,0	12	6,3	0,7	11,2	14	7,0	0,4	6,2
Largo Premaxilar (LPM)	52	3,9	0,4	9,2	12	3,5	0,7	19,1	14	3,9	0,2	6,3
Ancho Premaxilar (APM)	52	3,7	0,3	9,0	12	2,9	0,6	20,3	14	3,5	0,2	6,2
Ancho Plataforma Cranial (APC))	52	4,9	0,6	12,7	12	4,0	0,9	23,4	14	4,9	0,5	10,2
Ancho Medio Plataforma Craneal (AMPC)	52	4,3	0,7	16,6	12	3,2	0,4	12,0	14	4,6	0,5	10,0
Ancho Interorbital(AIO)	52	1,7	0,2	10,6	12	1,4	0,1	7,2	14	1,7	0,2	11,0
Largo del Oído (LO)	49	4,3	0,5	11,7	12	4,0	0,5	12,3	14	4,4	0,2	4,9
Longitud Tabla Craneal Postorbital (LTCP)	51	4,7	0,4	8,7	12	4,4	0,6	13,2	14	4,4	0,4	9,4
Altura del Escamoso (AE)	52	2,1	0,4	18,0	12	1,1	0,1	7,3	14	1,9	0,3	14,8
Ancho Interescamoso (AIE)	52	6,1	1,0	15,7	12	5,2	0,7	13,8	14	5,7	0,4	6,6
Peso Vivo (PV)	52	7,1	1,8	25,6	12	5,6	1,5	26,4	14	7,7	2,0	26,3
Coefficiente Variación Promedio (%)				11,2				14,4				9,4

Tabla 9. Estadísticos de los caracteres morfológicos en la Clase III (cm y kg) de las entidades morfológicas de la Ciénaga de Zapata.

Caracteres	Entidad morfológica											
	<i>C. rhombifer</i>				<i>C. acutus</i>				<i>Mixturados</i>			
	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV
Largo Total (LT)	96	163,9	8,7	5,3	12	165,2	10,5	6,4	30	157,0	7,0	4,5
Largo Ventral (LV)	96	80,2	4,3	5,4	12	81,6	5,6	6,9	30	78,6	5,4	6,9
Circunferencia Cuello (CCU)	96	36,8	3,7	9,9	12	35,5	3,1	8,6	30	34,1	4,7	13,8
Circunferencia corporal (CCO)	96	50,2	5,9	11,8	12	51,1	4,9	9,6	30	46,2	5,6	12,1
Circunferencia cola (CC)	96	37,7	4,0	10,7	12	36,3	4,9	13,6	30	35,1	4,1	11,5
Ancho Pecho (AP)	96	37,3	4,2	11,3	12	34,8	3,4	9,6	30	33,7	3,9	11,6
Ancho entre extremidades (AEE)	96	37,2	2,9	7,8	12	35,0	2,3	6,5	30	33,6	3,1	9,2
Ancho mano (AM)	94	3,3	0,4	13,0	12	3,5	0,5	13,0	30	3,1	0,6	18,2
Ancho Pie (API)	94	4,3	0,5	12,5	12	4,4	0,5	12,3	30	3,9	0,5	13,6
Largo Tronco (LTR)	96	56,4	3,6	6,3	12	56,2	4,5	8,0	30	55,6	3,6	6,5
Largo Cola (LCO)	96	83,7	5,2	6,2	12	83,6	5,6	6,6	30	78,4	4,0	5,1
Largo Cabeza (LC)	96	23,8	1,7	7,1	12	25,4	2,1	8,3	30	22,9	1,7	7,6
Ancho Máximo Cabeza (AC)	96	12,2	1,1	8,8	12	11,9	1,0	8,4	30	11,2	1,1	10,2
Largo del Hocico - Ojo (LH)	96	15,2	1,4	9,0	12	16,8	1,5	8,8	30	14,8	1,6	10,5
Ancho Hocico (AH)	96	8,8	0,9	10,4	12	8,4	1,0	12,4	30	7,9	0,7	9,0
Largo Premaxilar (LPM)	96	4,9	0,4	9,0	12	4,7	0,4	7,8	30	4,5	0,5	10,4
Ancho Premaxilar (APM)	96	4,7	0,5	11,0	12	4,01	0,4	9,3	30	3,95	0,4	10,3
Ancho Plataforma Craneal (APC))	96	6,4	1,1	17,7	12	6,1	0,9	14,7	30	5,6	0,8	14,8
Ancho Medio Plataforma Craneal (AMPC)	96	5,7	1,2	21,5	12	5,11	1,3	25,0	30	5,14	0,8	14,7
Ancho Interorbital (AIO)	96	2,2	0,2	10,0	12	1,7	0,1	6,4	30	2,1	0,4	17,6
Largo del Oído (LO)	95	5,3	0,5	8,6	12	5,3	0,5	10,4	30	5,0	0,4	8,2
Longitud Tabla Craneal Postorbital (LTCP)	96	5,5	0,4	7,3	12	5,4	0,5	9,9	30	4,8	1,0	21,4
Altura del Escamoso (AE)	96	2,4	0,3	13,7	12	1,4	0,1	5,8	30	2,5	0,8	30,4
Ancho Interescamoso (AIE)	96	7,7	1,3	16,3	12	6,5	0,7	10,8	30	6,3	1,1	17,3
Peso Vivo (PV)	96	12,8	2,4	19,0	12	12,3	2,7	21,5	30	11,8	3,7	31,2
Coefficiente Variación Promedio (%)				10,8				10,4				13,1

Tabla 10. Estadísticos de los caracteres morfológicos en la Clase IV (cm y kg) de las entidades morfológicas de la Ciénaga de Zapata.

Caracteres	Entidad morfológica											
	<i>C. rhombifer</i>				<i>C. acutus</i>				Mixturados			
	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV
Largo Total (LT)	59	198,5	16,8	8,4	35	209,2	24,8	11,9	29	206,4	17,4	8,4
Largo Ventral (LV)	59	99,5	8,7	8,8	35	105,1	13,9	13,2	29	103,7	10,6	10,2
Circunferencia Cuello (CCU)	59	45,9	5,8	12,6	35	48,8	8,6	17,7	29	46,1	5,4	11,6
Circunferencia corporal (CCO)	59	66,7	10,6	15,9	35	68,8	15,0	21,8	29	67,3	8,9	13,2
Circunferencia cola (CC)	59	48,0	5,8	12,2	35	48,5	8,3	17,2	29	47,8	6,2	12,9
Ancho Pecho (AP)	59	47,3	6,4	13,5	35	48,3	8,8	18,3	29	48,1	7,3	15,3
Ancho entre extremidades (AEE)	59	46,6	5,3	11,4	35	48,8	8,1	16,5	29	47,9	5,1	10,6
Ancho mano (AM)	58	4,4	0,6	13,1	32	4,7	0,9	19,3	29	4,3	0,8	18,0
Ancho Pie (API)	58	5,3	0,7	12,8	32	5,6	1,0	17,9	29	5,3	0,8	15,1
Largo Tronco (LTR)	59	70,6	6,5	9,2	35	73,9	10,6	14,4	29	73,4	8,4	11,5
Largo Cola (LCO)	59	99,0	8,4	8,4	35	104,2	11,8	11,4	29	102,7	8,1	7,9
Largo Cabeza (LC)	59	28,9	2,8	9,6	35	31,2	3,6	11,6	29	30,3	2,6	8,5
Ancho Máximo Cabeza (AC)	59	15,2	1,6	10,4	35	15,3	2,4	15,8	29	15,0	1,8	12,0
Largo del Hocico - Ojo (LH)	59	18,6	2,3	12,3	35	21,0	3,0	14,3	29	19,7	2,8	14,1
Ancho Hocico (AH)	59	10,8	1,3	12,2	35	10,8	1,9	17,6	29	10,8	1,5	14,2
Largo Premaxilar (LPM)	59	5,9	0,6	10,8	35	6,2	0,9	13,7	29	5,9	0,7	11,3
Ancho Premaxilar (APM)	59	5,7	0,6	11,0	35	5,4	0,9	16,9	29	5,5	0,7	12,1
Ancho Plataforma Craneal (APC)	59	7,9	1,6	19,6	35	7,9	1,6	19,9	29	7,5	1,1	15,3
Ancho Medio Plataforma Craneal (AMPC)	59	7,0	1,7	25,0	35	6,4	1,8	28,0	29	6,1	1,3	21,9
Ancho Interorbital (AIO)	59	3,0	0,3	11,1	35	2,5	0,8	29,8	29	2,8	0,6	21,9
Largo del Oído (LO)	58	6,3	0,6	9,8	33	6,5	1,2	19,1	29	6,4	0,7	11,7
Longitud Tabla Craneal Postorbital (LTCP)	59	6,7	0,9	14,1	35	6,9	1,0	14,1	29	6,7	0,7	10,7
Altura del Escamoso (AE)	59	2,9	0,4	15,3	35	2,3	0,3	14,2	29	2,7	0,4	14,0
Ancho Interescamoso (AIE)	59	9,4	1,6	16,8	35	8,2	1,4	16,7	29	8,8	1,0	11,5
Peso Vivo (PV)	59	26,5	9,1	34,2	35	33,6	16,5	49,0	29	30,6	11,3	36,8
Coefficiente Variación Promedio (%)				13,5				18,4				14,0

Tabla 11. Comparación general de las tres entidades morfológicas por clases de tallas. Resumen de los datos obtenidos de las tablas 2 – 4.

Variables	Clases de tamaño			
	I	II	III	IV
Caracteres de <i>C. rhombifer</i> iguales o mayores a <i>C. acutus</i>	25	22	17	6
Caracteres de "Mixturado" iguales o mayores a <i>C. rhombifer</i>	17	11	1	13
Caracteres de "Mixturado" iguales o mayores a <i>C. acutus</i>	25	22	3	6
Variabilidad promedio (%)				
<i>C. rhombifer</i>	23,4	11,2	10,8	13,5
<i>C. acutus</i>	35,1	14,4	10,4	18,4
"Mixturado"	23,5	9,4	13,1	14,0

Comparación de las medias poblacionales de los caracteres morfológicos por clases de tamaño en las tres entidades morfológicas.

Los resultados del análisis estadístico de las diferencias de las medias poblacionales de los caracteres morfométricos, entre las entidades morfológicas, como resultado del análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) son mostradas en la Tabla 12.

Los resultados indicaron que de los once caracteres corporales, siete presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$) en los valores medios, hasta la clase III (CCU, CCO, CC, AP, AEE, AM y API). El LTR mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$) en la clase I y II, mientras que el LV, la presentó en las clases I, II y IV y los caracteres LT y LCO, con la excepción en la clase II, en las demás clases se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$).

Se observó que las diferencias estadísticamente significativas fueron disminuyendo entre las tres entidades, registrándose que en la clase I difirieron 24 caracteres, 19 en la clase II, 22 en clase III y 9 en clase IV de los 25 caracteres medidos, lo que sugiere que los cocodrilos mayores de 179 cm, difieren menos en sus caracteres morfométricos.

Se encontró que de los valores promedios de las 13 variables craneales, exclusivamente tres caracteres presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$) en todas las clases (AIO, AE y AIE). Las variables AH, LPM, APM, APC, AMPC y LO presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$), hasta la clase III, el LTCP y AC mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$) en las clases I y III, mientras que LC y LH en las clases I, III y IV (Tabla 11).

➤ **Comparación múltiple de medias para tamaños muestrales diferentes mediante la prueba de Tukey.**

Los resultados estadísticos de las diferencias de las medias poblacionales de los caracteres morfométricos, en particular entre cada par de las entidades morfológicas, como resultado de la prueba Tukey de comparación múltiples de medias son reflejadas en la Tabla 13.

Se encontró en la comparación de los valores medios de la entidad *C. rhombifer* – *C. acutus*, la clase II presento el mayor número de diferencias estadísticamente significativas con 11, seguida de la clase I con 10, la clase IV con nueve y la clase III mostro el menor número con solo seis diferencias. La altura del escamoso fue el único carácter, que presento diferencias estadísticamente significativas en todas las clases, mientras que AIO y AIE la presentaron a partir de la clase II.

En la entidad *C. rhombifer* – mixturados fue muy significativo encontrar 15 caracteres, que presentaron diferencias estadísticamente significativas en la clase III y en las demás clases no presentaron ninguna diferencia, lo cual no coincide con el patrón del número de diferencias absolutas en los promedios de las variables.

De otro modo, en la entidad *C. acutus* – mixturados, el número de diferencias significativa disminuyo al aumentar la clase de tamaño de los cocodrilos, encontrándose que en la clase I difirieron 20 caracteres, 13 en la clase II, 9 en la clase III y solamente en dos caracteres difirieron en la clase IV, lo que sugiere que en esta entidad, mientras aumenta el tamaño de los animales van teniendo similares características morfológicas, estas dos identidades morfológicas. Los caracteres AIO y AE fueron los únicos en presentar diferencias estadísticamente significativas en todas las clases.

Como patrón general del comportamiento de las clases de tallas (Fig. 5), comparando las diferencias entre especies y mixturados (no considerando el comportamiento de la clase III) tenemos:

- La tendencia de los mixturados a hacerse más semejantes a *C. acutus*, a medida que avanzan en su desarrollo.
- La estabilidad del número de diferencias significativas en las tres etapas, entre las dos especies.
- La carencia total del número de diferencias significativas del mixturado respecto al *C. rhombifer* en las tres etapas.

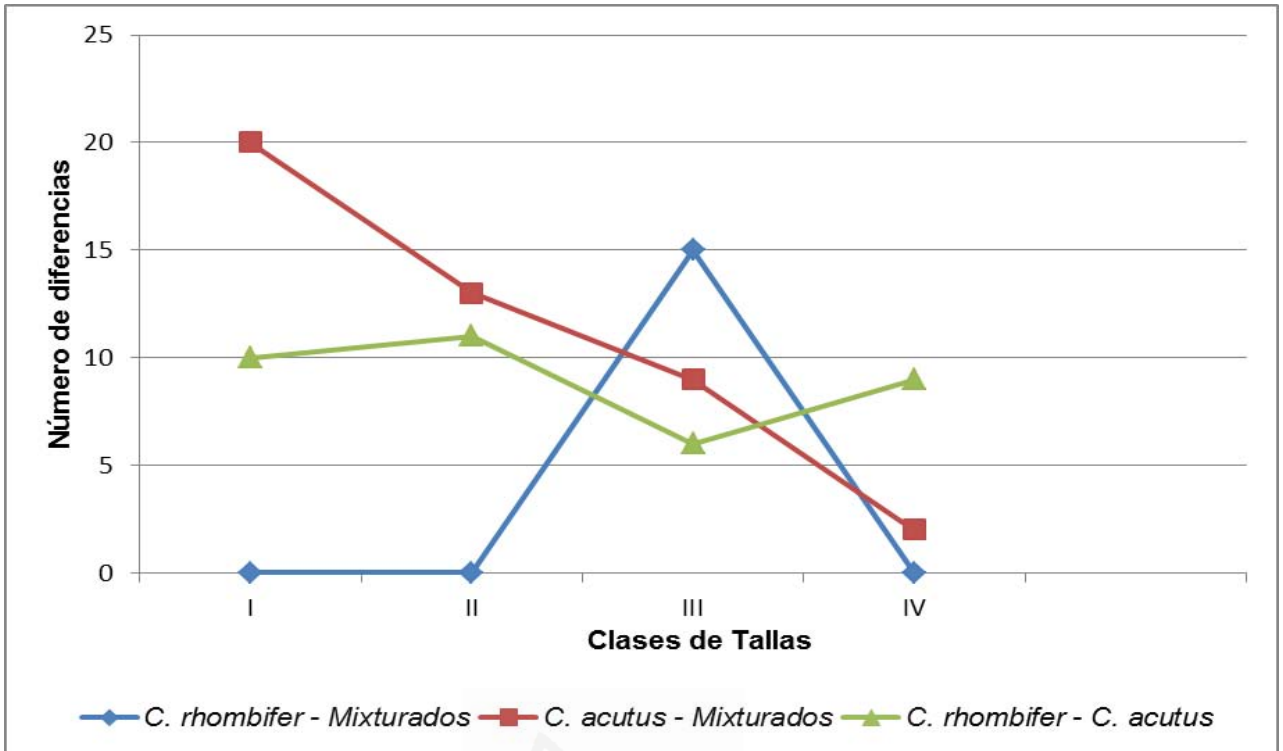


Fig. 5. Tendencia del número de diferencias estadísticamente significativas de las variables morfométricas, entre los pares de las entidades morfológicas.

Tabla 12. Análisis de varianza de clasificación simple (Prueba ANOVA) para comparar las variables morfométricas dentro de cada clase de tamaño entre las tres entidades morfológicas.

Carácter	Clase I		Clase II		Clase III		Clase IV	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Largo Total (LT)	5,0	0,010	4,5	0,040	8,1	0,000	4,6	0,012
Largo Ventral (LV)	5,0	0,010	7,2	0,001	2,0	0,139	4,0	0,020
Circunferencia Cuello (CCU)	4,0	0,023	3,2	0,048	5,8	0,004	2,7	0,068
Circunferencia Corporal (CCO)	5,8	0,005	5,1	0,008	5,9	0,004	0,5	0,585
Circunferencia cola (CC)	6,2	0,003	3,5	0,037	4,6	0,012	0,1	0,882
Ancho Pecho (AP)	5,0	0,009	4,1	0,021	9,6	0,000	0,4	0,671
Ancho entre las extremidades (AEE)	6,2	0,004	9,2	0,000	19,4	0,000	2,0	0,138
Ancho mano (AM)	9,8	0,000	4,5	0,014	5,3	0,006	2,7	0,073
Ancho Pie (API)	4,9	0,011	10,2	0,000	7,6	0,001	1,8	0,167
Largo Tronco (LTR)	7,2	0,001	9,2	0,000	0,5	0,614	2,7	0,069
Largo Cola (LCO)	3,6	0,032	1,3	0,290	13,8	0,000	4,6	0,012
Peso Corporal (PV)	3,0	0,056	4,9	0,010	1,3	0,281	4,7	0,011
Largo Cabeza (LC)	3,7	0,030	0,6	0,533	9,2	0,000	7,3	0,001
Ancho Máximo Cabeza (AC)	4,8	0,011	3,1	0,054	10,2	0,000	0,6	0,548
Largo del Hocico – Ojo (LH)	4,4	0,016	2,3	0,113	8,1	0,000	9,0	0,000
Ancho Hocico (AH)	4,5	0,015	8,5	0,000	11,5	0,000	0,1	0,880
Largo Premaxilar (LPM)	4,9	0,011	4,4	0,016	9,3	0,000	2,4	0,097
Ancho Premaxilar (APM)	9,4	0,000	22,2	0,000	31,9	0,000	2,2	0,118
Ancho Plataforma Craneal (APC)	6,6	0,002	9,7	0,000	7,7	0,001	1,3	0,274
Ancho Medio Plataforma Craneal (AMPC)	9,7	0,000	16,4	0,000	4,1	0,019	2,9	0,059
Ancho Interorbital (AIO)	4,3	0,017	16,6	0,000	20,5	0,000	13,8	0,000
Largo del Oído (LO)	10,0	0,000	7,1	0,001	4,3	0,015	1,8	0,169
Longitud de la Tabla Craneal Post-orbital (LTCP)	10,2	0,000	3,1	0,050	16,1	0,000	0,6	0,534
Altura del Escamoso (AE)	43,8	0,000	73,3	0,000	28,8	0,000	24,3	0,000
Ancho Interescamoso (AIE)	3,4	0,039	11,1	0,000	19,9	0,000	7,7	0,001

Tabla 13. Comparación de los promedios de las variables mediante los valores del alcance crítico, obtenidos de la prueba Tukey de comparación múltiple de medias, para tamaños muestrales diferentes entre las entidades morfológicas de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata. (Ver significado de las abreviaturas en Tabla 3 y 4). En rojo las diferencias estadísticamente significativas.

Carácter	<i>C. rhombifer & C. acutus</i>				<i>C. rhombifer & Mixturados</i>				<i>C. acutus & Mixturados</i>			
	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
LT	0,078	0,199	0,879	0,012	0,789	0,855	0,000	0,155	0,021	0,073	0,014	0,677
LV	0,148	0,086	0,590	0,021	0,458	0,254	0,264	0,187	0,014	0,002	0,158	0,729
CCU	0,125	0,266	0,527	0,065	0,829	0,659	0,002	0,973	0,043	0,052	0,513	0,191
CCO	0,027	0,056	0,824	0,556	0,985	0,329	0,004	0,950	0,038	0,566	0,758	0,810
CC	0,048	0,111	0,524	0,888	0,685	1,000	0,009	1,000	0,008	0,117	0,674	0,909
AP	0,117	0,107	0,128	0,684	0,559	0,878	0,000	0,822	0,015	0,038	0,678	0,981
AEE	0,055	0,003	0,130	0,125	0,628	0,621	0,000	0,541	0,008	0,038	0,345	0,734
AM	0,070	0,445	0,261	0,099	0,083	0,063	0,091	0,969	0,000	0,640	0,008	0,118
APIE	0,043	0,002	0,838	0,230	0,942	0,479	0,001	0,942	0,080	0,042	0,015	0,206
LTR	0,150	0,035	0,990	0,079	0,139	0,214	0,584	0,273	0,003	0,000	0,879	0,871
LCO	0,121	0,665	0,995	0,012	0,957	0,522	0,000	0,167	0,073	0,988	0,005	0,658
LC	0,260	0,914	0,010	0,001	0,523	0,657	0,082	0,097	0,040	0,913	0,000	0,369
AC	0,055	0,191	0,706	0,702	0,986	0,890	0,000	0,903	0,040	0,081	0,099	0,534
LH	0,431	0,812	0,001	0,000	0,206	0,219	0,392	0,179	0,026	0,615	0,000	0,107
AH	0,069	0,005	0,320	0,920	0,980	0,849	0,000	0,985	0,047	0,020	0,238	0,880
LPM	0,044	0,060	0,647	0,096	0,957	0,989	0,000	0,990	0,075	0,080	0,155	0,219
APM	0,003	0,000	0,001	0,123	0,790	0,161	0,105	0,392	0,014	0,002	0,357	0,855
APC	0,032	0,003	0,494	1,000	0,784	0,992	0,000	0,282	0,007	0,004	0,357	0,380
AMPC	0,018	0,000	0,174	0,390	0,324	0,571	0,106	0,053	0,001	0,000	0,997	0,607
AIO	0,143	0,000	0,000	0,000	0,649	0,817	0,070	0,068	0,027	0,000	0,000	0,037
LO	0,005	0,018	1,000	0,144	0,856	0,899	0,010	0,811	0,001	0,006	0,175	0,526
LTPC	0,003	0,249	0,723	0,654	0,999	0,303	0,000	0,934	0,003	0,971	0,050	0,536
AE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,729	0,179	0,198	0,093	0,000	0,000	0,000	0,000
AIE	0,117	0,002	0,003	0,001	1,000	0,157	0,000	0,145	0,121	0,167	0,776	0,229
PV	0,311	0,112	0,914	0,008	0,625	0,596	0,248	0,293	0,072	0,012	0,811	0,415
Nº dif sign	10 - 7	11 - 8	6-5	9- 6	0	0	15-8	0	20-11	13-8	9-5	2-2

Correlaciones. Total de individuos.

Variables morfométricas corporales

Las variables morfométricas corporales (considerando el largo de la cabeza) en las tres entidades morfológicas presentaron una correlación positiva entre todas, con valores del coeficiente de correlación iguales o superiores a $r \geq 0,82$ ($p < 0,01$) (Tablas 14, 15 y 16).

Los patrones de correlaciones lineales (r) dos a dos, de las variables morfométricas entre las tres entidades de cocodrilos se resumen en la tabla 17. Excepto el AM y el API, las demás variables presentaron en las tres entidades, un coeficiente de correlación superior a $r > 0,90$ ($p < 0,01$), (Tablas 13, 14 y 15).

El patrón de la relación entre el AM, con el resto de las variables presentó un coeficiente de correlación $r \leq 0,90$, tanto en *C. rhombifer* ($r = 0,86 - 0,90$), como en los mixturados ($r = 0,82 - 0,88$) y se encontró un patrón diferente en *C. acutus*, que solamente mostró la relación del AM con la CCU, con un coeficiente de correlación de $r = 0,90$ y las demás relaciones mostraron un mayor grado de intensidad ($r = 0,92 - 0,93$).

En el *C. rhombifer*, la relación entre el ancho del pie con el resto de las variables presentó un patrón de correlación lineal con un coeficiente de correlación $r \leq 0,90$ ($0,87 - 0,90$), excepto las relaciones con el LT, LV y con el LTR que fueron mayores ($r = 0,91$), los mixturados presentaron un patrón similar ($r = 0,86 - 0,90$) en las mismas relaciones, excepto con la relación del LT y el LV ($r = 0,91$) y un patrón diferente presentó el *C. acutus*, que solamente mostró un coeficiente de correlación de $r \leq 0,90$, en las relaciones del AM con la CCU y el LC ($r = 0,88 - 0,90$), las demás relaciones mostraron un mayor grado de intensidad ($r = 0,92 - 0,95$).

Variables morfométricas craneales

Las variables morfométricas craneales en las tres entidades morfológicas presentaron una correlación positiva entre todas, con un coeficiente de correlación positivo de $r \geq 0,39$ ($p < 0,01$) (Tablas 14, 15 y 16). En *C. rhombifer*, la asociación menos intensa, la presentó en la relación APC y LTCP ($r \geq 0,72$, $p < 0,01$) (Tabla 14), mientras que *C. acutus* la mostró en la relación AMPC y el AIO ($r \geq 0,65$, $p < 0,01$) (Tabla 15) y los mixturados en la relación APC y AE ($r \geq 0,39$, $p < 0,01$) (Tabla 16)

Los patrones de correlaciones lineales (r) dos a dos, de las variables morfométricas craneales entre las tres entidades de cocodrilos se resumen en la tabla 17. El patrón de las relaciones de las variables craneales con un coeficiente de correlación $r > 0,90$ se mostraron diferentes en

las tres entidades de cocodrilos. Se encontró que en *C. rhombifer*, con la excepción de cuatro variables (APC, AMPC, AE y el AIE), las restantes nueve variables presentaron este patrón de alta asociación (Tabla 14). En el caso de los mixturados, presentaron un mayor número de variables (6) que incumplían este patrón (LC, APC, AMPC, AIO, AE y el AIE), las otras seis variables presentaron relaciones con un coeficiente de correlación $r > 0,90$ (Tabla 15) y en *C. acutus*, exceptuado el AMPC y el AIE, las otras once variables presentaron relaciones con un coeficiente de correlación $r > 0,90$ (Tabla 14), lo que sugiere que la especie del cocodrilo americano presenta un mayor número de relaciones con mayor intensidad en su asociación entre las variables craneales que el cocodrilo cubano y los mixturados. Además se nota que la AE en el cocodrilo americano, si está relacionado con el tamaño de la cabeza, mientras que en los otros no están tan relacionados.

Se observa que el AMPC y AIE son las únicas variables comunes en las tres entidades que su relación con las demás presenta un coeficiente de correlación $r \leq 0,90$, mientras que en el par *C. rhombifer* – *mixturado*, las variables comunes que cumplen este patrón son APC y AE.

El patrón con un coeficiente de correlación $r \leq 0,90$, de la relación entre el LC con el resto de las variables, en *C. rhombifer* presentó cuatro variables ($r = 0,86 - 0,90$, $p < 0,01$), entre ellas, la relación con el APC, AMPC, AE y AIE, así mismo, los mixturados también presentaron este patrón en cuatro variables (APC, AMPC, AIO y AE), con los valores más bajos del coeficiente de correlación ($r = 0,61 - 0,90$) en las tres entidades y se encontró un patrón diferente en *C. acutus*, que mostró solamente las relaciones del largo de la cabeza con el AMPC y con AIE con este patrón ($r = 0,85 - 0,87$).

Tabla 14. Matriz de correlación general entre las medidas tomadas en *C. rhombifer* de la Ciénaga de Zapata. N=242, p < 0,01 (Ver significado de las abreviaturas en las Tablas 3 y 4)

		MEDIDAS CORPORALES											MEDIDAS CRANEALES												
		LT	LV	CC U	CC O	CC	AP	AE E	AM	API E	LTR	LC O	LC	AC	LH	AH	LP M	AP M	AP C	AMP C	AIO	LO	LTP C	AE	AIE
MEDIDAS CORPORALES	LT	1,0 0																							
	LV	0,9 9	1,0 0																						
	CCU	0,9 7	0,9 6	1,00																					
	CCO	0,9 5	0,9 5	0,92	1,00																				
	CC	0,9 7	0,9 7	0,97	0,94	1,0 0																			
	AP	0,9 6	0,9 6	0,95	0,95	0,9 5	1,0 0																		
	AEE	0,9 8	0,9 7	0,96	0,94	0,9 6	0,9 5	1,00																	
	AM	0,9 0	0,9 0	0,86	0,88	0,8 8	0,8 8	0,88	1,0 0																
	APIE	0,9 1	0,9 1	0,88	0,89	0,9 0	0,9 0	0,90	0,8 7	1,00															
	LTR	0,9 9	1,0 0	0,95	0,94	0,9 6	0,9 5	0,97	0,9 0	0,91	1,0 0														
	LCO	0,9 8	0,9 6	0,94	0,93	0,9 5	0,9 5	0,96	0,8 6	0,89	0,9 5	1,00	LC	AC	LH	AH	LP M	AP M	AP C	AMP C	AIO	LO	LTP C	AE	AIE
MEDIDAS CRANEALES	LC	0,9 8	0,9 8	0,97	0,93	0,9 6	0,9 6	0,96	0,8 8	0,90	0,9 5	0,96	1,0 0												
	AC	0,9 8	0,9 7	0,96	0,94	0,9 7	0,9 6	0,97	0,9 0	0,91	0,9 6	0,95	0,9 8	1,0 0											
	LH	0,9 6	0,9 6	0,96	0,90	0,9 5	0,9 3	0,95	0,8 6	0,87	0,9 4	0,95	0,9 8	0,9 5	1,0 0										
	AH	0,9 6	0,9 6	0,96	0,91	0,9 6	0,9 4	0,96	0,8 6	0,88	0,9 4	0,95	0,9 7	0,9 6	0,9 7	1,0 0									
	LPM	0,9 7	0,9 6	0,94	0,93	0,9 5	0,9 4	0,95	0,8 7	0,91	0,9 5	0,95	0,9 6	0,9 6	0,9 4	0,9 5	1,00								
	APM	0,9 5	0,9 5	0,95	0,92	0,9 6	0,9 3	0,94	0,8 7	0,89	0,9 4	0,93	0,9 5	0,9 6	0,9 3	0,9 5	0,96	1,00							

	LCO	0,9 9	0,9 7	0,96	0,94	0,9 4	0,9 5	0,96	0,9 3	0,92	0,9 5	1,00	LC	AC	LH	AH	LP M	AP M	AP C	AMP C	AI O	LO	LTP C	AE	AI E	
MEDIDAS CRANEALES	LC	0,9 7	0,9 6	0,96	0,94	0,9 4	0,9 6	0,96	0,9 2	0,90	0,9 3	0,96	1,0 0													
	AC	0,9 6	0,9 5	0,96	0,93	0,9 3	0,9 5	0,96	0,9 1	0,87	0,9 2	0,95	0,9 6	1,0 0												
	LH	0,9 8	0,9 8	0,97	0,96	0,9 5	0,9 6	0,96	0,9 3	0,92	0,9 6	0,96	0,9 7	0,9 5	1,0 0											
	AH	0,9 6	0,9 7	0,97	0,96	0,9 5	0,9 6	0,97	0,9 2	0,90	0,9 5	0,95	0,9 5	0,9 5	0,9 8	1,0 0										
	LPM	0,9 6	0,9 6	0,95	0,94	0,9 4	0,9 5	0,96	0,9 2	0,94	0,9 5	0,95	0,9 4	0,9 2	0,9 5	0,9 5	1,00									
	APM	0,9 4	0,9 4	0,95	0,93	0,9 1	0,9 4	0,95	0,9 0	0,91	0,9 3	0,92	0,9 4	0,9 1	0,9 3	0,9 4	0,97	1,00								
	APC	0,9 2	0,9 3	0,95	0,91	0,8 9	0,9 3	0,94	0,8 7	0,87	0,9 2	0,89	0,9 2	0,9 1	0,9 3	0,9 3	0,93	0,93	1,00							
	AMP C	0,8 4	0,8 6	0,88	0,84	0,8 2	0,8 6	0,87	0,7 8	0,79	0,8 5	0,81	0,8 5	0,8 3	0,8 7	0,8 7	0,86	0,87	0,96	1,00						
	AIO	0,9 8	0,9 8	0,97	0,96	0,9 4	0,9 7	0,97	0,9 4	0,92	0,9 7	0,96	0,9 5	0,9 5	0,9 5	0,9 5	0,94	0,93	0,91	0,86	1,0 0					
	LO	0,9 6	0,9 6	0,95	0,94	0,9 4	0,9 5	0,95	0,9 1	0,91	0,9 5	0,94	0,9 4	0,9 3	0,9 5	0,9 5	0,97	0,94	0,94	0,87	0,9 4	1,0 0				
	LTPC	0,9 6	0,9 5	0,95	0,93	0,9 3	0,9 5	0,96	0,9 1	0,90	0,9 4	0,94	0,9 5	0,9 4	0,9 6	0,9 6	0,96	0,95	0,94	0,86	0,9 4	0,9 8	1,00			
	AE	0,9 7	0,9 7	0,96	0,94	0,9 3	0,9 6	0,97	0,9 2	0,91	0,9 6	0,96	0,9 4	0,9 3	0,9 4	0,9 5	0,95	0,94	0,91	0,83	0,9 6	0,9 4	0,95	1,0 0		
	AIE	0,8 9	0,8 7	0,86	0,84	0,8 4	0,8 6	0,86	0,8 8	0,88	0,8 6	0,89	0,8 7	0,8 5	0,8 6	0,8 3	0,85	0,82	0,77	0,65	0,8 5	0,8 3	0,84	0,8 7	1,0 0	

Tabla 16. Matriz de correlación entre las medidas tomadas en "Mixturado" de la Ciénaga de Zapata. (Ver significado de las abreviaturas en las Tablas 3 y 4)

		MEDIDAS CORPORALES										MEDIDAS CRANEALES													
		LT	LV	CCU	CCO	CC	AP	AE	AM	APIE	LTR	LCO	LC	AC	LH	AH	LPM	APM	APC	AMP	AIO	LO	LTP	AE	AIE
MEDIDAS CORPORALES	LT	1,00																							
	LV	0,99	1,00																						
	CCU	0,95	0,96	1,00																					
	CCO	0,97	0,97	0,93	1,00																				
	CC	0,97	0,97	0,97	0,96	1,00																			
	AP	0,94	0,94	0,94	0,95	0,96	1,00																		
	AEE	0,96	0,96	0,94	0,95	0,96	0,95	1,00																	
	AM	0,85	0,85	0,84	0,86	0,86	0,84	0,86	1,00																
	APIE	0,91	0,91	0,89	0,90	0,90	0,88	0,90	0,88	1,00															
	LTR	0,95	0,96	0,90	0,93	0,93	0,90	0,91	0,82	0,86	1,00														
	LCO	0,99	0,96	0,92	0,94	0,94	0,92	0,94	0,83	0,89	0,91	1,00	LC	AC	LH	AH	LPM	APM	APC	AMP	AIO	LO	LTP	AE	AIE
MEDIDAS CRANEALES	LC	0,99	0,98	0,96	0,96	0,97	0,94	0,96	0,85	0,92	0,93	0,97	1,00												
	AC	0,96	0,96	0,93	0,93	0,95	0,91	0,92	0,81	0,87	0,91	0,93	0,96	1,00											
	LH	0,94	0,94	0,94	0,92	0,94	0,92	0,92	0,82	0,88	0,88	0,92	0,96	0,88	1,00										
	AH	0,95	0,95	0,95	0,94	0,95	0,93	0,93	0,83	0,90	0,90	0,92	0,96	0,89	0,98	1,00									
	LPM	0,96	0,96	0,94	0,94	0,94	0,92	0,94	0,83	0,92	0,92	0,93	0,96	0,91	0,94	0,95	1,00								
	APM	0,9	0,9	0,94	0,96	0,9	0,9	0,9	0,8	0,92	0,9	0,94	0,9	0,9	0,9	0,9	0,95	1,00							

	6	6			6	5	6	6		2		6	3	3	6											
APC	0,8 9	0,9 0	0,89	0,86	0,8 9	0,8 6	0,8 6	0,7 6	0,81	0,8 6	0,87	0,9 0	0,8 7	0,9 0	0,9 0	0,90	0,87	1,00								
AMP C	0,7 6	0,7 7	0,78	0,72	0,7 7	0,7 5	0,7 3	0,6 3	0,66	0,7 3	0,73	0,7 7	0,7 3	0,7 9	0,7 7	0,76	0,72	0,91	1,00							
AIO	0,8 7	0,8 9	0,85	0,87	0,8 8	0,8 7	0,8 7	0,8 0	0,84	0,8 6	0,82	0,8 7	0,8 5	0,8 2	0,8 5	0,83	0,87	0,75	0,64	1,0 0						
LO	0,9 6	0,9 6	0,93	0,95	0,9 4	0,9 2	0,9 2	0,8 5	0,87	0,9 2	0,95	0,9 6	0,9 4	0,9 2	0,9 3	0,93	0,93	0,88	0,76	0,8 7	1,0 0					
LTPC	0,9 1	0,9 1	0,86	0,89	0,8 7	0,8 6	0,8 7	0,8 1	0,85	0,8 6	0,88	0,9 2	0,8 9	0,8 7	0,8 5	0,88	0,86	0,83	0,72	0,7 3	0,8 8	1,00				
AE	0,6 4	0,6 3	0,60	0,65	0,6 3	0,6 2	0,6 2	0,4 8	0,59	0,6 1	0,64	0,6 1	0,5 8	0,5 9	0,6 1	0,61	0,62	0,48	0,39	0,6 7	0,6 0	0,42	1,0 0			
AIE	0,9 3	0,9 3	0,89	0,92	0,9 2	0,9 0	0,9 0	0,8 3	0,88	0,8 9	0,91	0,9 3	0,9 1	0,9 0	0,9 1	0,93	0,92	0,90	0,78	0,7 7	0,9 0	0,93	0,4 1	1,0 0		



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tabla 17. Patrones de correlaciones lineales (r) dos a dos de las variables morfométricas corporales y craneales entre las tres entidades de cocodrilos.

Variables morfométricas corporales			
Patrones	Entidades		
	<i>C. rhombifer</i>	<i>C. acutus</i>	Mixturado
Todas las $r > 0,90$, excepto ancho de mano y de pie	Sí	Sí	Sí
Ancho de mano con el resto de las variables $r \leq 0,90$	Sí Exactamente r entre 0,86 y 0,90	Solo con circunferencia del cuello $r = 0,90$	Igual a <i>C. rhombifer</i> $r = 0,83 - 0,88$
Ancho pie con el resto de las variables $r \leq 0,90$	Sí, exactamente r entre 0,90 y 0,87. Excepto largo total, largo ventral y largo del tronco	Solo con circunferencia del cuello y largo de la cabeza $r = 0,90 - 0,88$	Sí exactamente r entre 0,90 y 0,86. Excepto largo total y largo ventral
Variables morfométricas craneales			
Patrones	Entidades		
	<i>C. rhombifer</i>	<i>C. acutus</i>	Mixturado
Todas las $r > 0,90$	Sí Excepto APC, AMPC, AE y AIE	Sí Excepto AMPC y AIE	Sí Excepto LC, APC, AMPC, AIO, AE y AIE
Largo de cabeza $r < 0,80$	No	No	Sí

2. Índices morfométricos.

Los valores promedios y la desviación estándar de los 14 índices morfométricos seleccionados, en las tres entidades morfológicas involucradas en el presente estudio, se muestran en la Tabla 17. De igual modo, los valores promedios y su desviación estándar por cada clase de tallas, de cada una de las entidades y las diferencias entre dichos valores se muestran en las tablas 18, 19 y 20.

Las diferencias de las diferencias absolutas de los valores medios de los índices del par *C. rhombifer* - mixturado fueron mayores que las de *C. acutus* - mixturados en cuatro índices (28,6 %): LT/LTR, LT/AP, LT/AEP, LC/AC, LH/AH. Asimismo, las diferencias en el par *C. acutus* - mixturados también fueron mayores que las del *C. rhombifer* - mixturado, en cinco índices (35,7 %), indicando este resultado de forma general que al estandarizar las variables, se hacen más afines las tres entidades.

Al comparar las diferencias de los promedios de los índices entre las especies *C. rhombifer* -

C. acutus, con las mayores diferencias de cada una de estas con los mixturados, encontramos también que solamente cinco índices superan a las diferencias entre especie - mixturados (LT/LC, LPM/APM, LC/AIO, LC/AE y LC/AIE).

La mayor variabilidad promedio total de los índices se encontró en el *C. rhombifer* con un 15,4 %, y a continuación el *C. acutus* con un 14,7 % y la menor variabilidad se observó en los mixturados con un 10,4 %.

Comparación por Clases.

En la clase I, las diferencias absolutas de los valores medios de los índices del par *C. rhombifer* - mixturado fueron mayores que las del par *C. acutus* - mixturados en cuatro índices (28,6 %): LC/AC, LH/AH, LPM/APM y LTPC/APC. Asimismo, las diferencias en el par *C. acutus* - mixturados fueron mayores que las del *C. rhombifer* - mixturado, en cinco índices (35,7 %).

La mayor variabilidad promedio total de los caracteres se encontró en el *C. acutus* con un 12,38 %, y a continuación el *C. rhombifer* con un 9,61 % y los mixturados con una variabilidad menor de un 8,53 %.

En la clase II, las diferencias de las diferencias absolutas de los valores medios de los índices del par *C. rhombifer* - mixturado fueron mayores que las del par *C. acutus* - mixturados en dos índices (14,3 %): LT/LC y LTPC/APC. Asimismo, las diferencias en el par *C. acutus* - mixturados fueron mayores que las del *C. rhombifer* - mixturado, en 10 índices (71,4 %), lo que parece indicar que en esta clase hay una mayor afinidad en los índices entre el *C. rhombifer* y los mixturados.

La mayor variabilidad promedio total de los índices se encontró en el *C. acutus* con un 13,4 %, y a continuación el *C. rhombifer* con un 8,99 % y los mixturados con una variabilidad menor de un 7,48 %.

En la clase III, las diferencias *C. rhombifer* - mixturado fueron mayores que las de *C. acutus* - mixturados en cinco índices (35,7 %): LT/AP, LT/AEE, LC/AC, LH/AH y LC/AIE. De igual modo, las diferencias en el par *C. acutus* - mixturados fueron mayores que las del *C. rhombifer* - mixturado, para cinco índices (35,7 %), indicando este resultado una similar afinidad del mixturado con las dos especies.

Al comparar las diferencias entre las especies *C. rhombifer* - *C. acutus*, con las mayores diferencias de cada una de estas con los mixturados, encontramos también cinco índices que superan a las diferencias entre especie - mixturados.

La mayor variabilidad promedio total de los caracteres se encontró en los mixturados con un 11,2 %, y a continuación *C. rhombifer* con un 7,7 % y con un valor similar, el *C. acutus* con un 7,1 %.

En la clase IV, las diferencias de los promedios de *C. rhombifer* - mixturado comparado con *C. acutus* - mixturados fueron mayores en un solo índice (LC/AIO). De otro modo, las diferencias en el par *C. acutus* - mixturados fueron mayores que las del *C. rhombifer* - mixturado, para dos índices, indicando este resultado de forma general similar afinidad entre las tres entidades morfológicas.

Al comparar las diferencias entre las especies *C. rhombifer* - *C. acutus*, con las mayores diferencias de cada una de estas con los mixturados, encontramos que ocho índices (57,1 %) superan a las diferencias entre especie - mixturados.

La mayor variabilidad promedio total de los caracteres se encontró en el *C. acutus* con un 8,6 %, a continuación los mixturados con un 8,0 % y *C. rhombifer* con un valor menor de 7,7 %.

Tendencias

Las tendencias observadas de la comparación general de los índices morfométricos de las entidades morfológicas se resumen en la Tabla 23. Se observa que hasta la clase II, solamente los índices del “Mixturado” iguales o mayores a *C. rhombifer* aumentaron. A partir de esta clase II, la comparación los índices iguales o mayores del mixturado con *C. rhombifer* y *C. acutus* y entre estas dos especies aumentaron al aumentar la clase de tamaño. Se distinguió que la mayor cantidad de índices iguales o mayores entre dos entidades morfológicas ocurrió en *C. rhombifer* - mixturado en la clase III y IV con 12 y 13 índices respectivamente.

Las tendencias de las diferencias absolutas en los promedios de las variables en las tres entidades morfológicas se comportaron de diferente modo, mostrando patrones diferentes. En la entidad *C. rhombifer* - mixturado, aumento de la clase I a la clase II, disminuyendo ligeramente en la clase III y aumento de nuevo en la clase IV.

En la entidad *C. acutus* - mixturado y en *C. rhombifer* - *C. acutus* presentaron un patrón

diferente al anterior, mostrando una disminución de las diferencias absolutas en los promedios de las variables en la clase II, para aumentar en la clase III y disminuir en la clase IV otra vez.

El *C. acutus* presentó la mayor variabilidad promedio total de los índices, excepto en la clase III, que la exhibieron los mixturados. La clase I presentó la mayor variabilidad promedio de las variables en las tres entidades, excepto el *C. acutus* que la mostro en la clase II,

La tendencia observada de la variabilidad promedio total en el *C. rhombifer*, disminuyo en la clase II, aumento en la clase III y permaneció igual en la clase IV. De igual modo los mixturados mostraron una disminución de la variabilidad promedio total de la clase I a la clase II, pero aumento en la clase III, disminuyendo en la clase IV.

El *C. acutus* presentó un patrón diferente, en el cual se observó como aumentaba la variabilidad promedio total de la clase I a la clase II, disminuyendo en la clase III y aumentando en la clase IV.

Comparando las diferencias del par *C. rhombifer* – mixturado con *C. acutus* – mixturado en relación a valores absolutos y relativos, de diferencias mayores en relación unas con otras, los valores absolutos *C. rhombifer* – mixturado presentaron un 20 % de diferencias mayores, en comparación con *C. acutus* – mixturado, que presentaron un 80 %. Sin embargo, para los índices *C. rhombifer* – *C. acutus* presentaron 35,7 % de diferencias mayores, al igual que *C. acutus* – mixturado, o sea, los índices aumentaron la cantidad de diferencias en caracteres del par *C. rhombifer* – mixturado y la disminuyeron en el par *C. acutus* – mixturado, haciéndolas prácticamente iguales. Esto se interpreta como que las variables de forma relativas aumenta las diferencias del mixturado con *C. rhombifer*, pero ocurre lo contrario con el par *C. acutus* – mixturado, lo que es indicativo que las diferencias entre mixturados con especies estriba en procesos de desarrollo morfo-genético.

Tabla 18. Estadísticos de los índices morfométricos en el total de individuos de las entidades morfológicas de la Ciénaga de Zapata.

Índices morfométricos	Entidades morfológicas												Diferencia absolutas entre medias		
	<i>C. rhombifer</i>				<i>C. acutus</i>				"Mixturados"				<i>Mixturados</i>		<i>C. rhombifer</i>
	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	<i>C. rhombifer</i>	<i>C. acutus</i>	<i>C. acutus</i>
LT/LV	252	2	0,1	5,0	71	2	0,1	5,7	93	2	0,1	3,3	0,00	0,00	0,00
LT/LTR	247	3	1,2	40,0	71	2,9	0,3	10,2	91	2,8	0,2	8,5	0,20	0,10	0,10
LT/LCO	252	2	0,3	15,0	71	2	0,1	4,5	90	2	0,1	3,4	0,00	0,00	0,00
LT/AP	252	4,6	0,5	10,9	71	4,7	0,6	12	90	4,7	0,5	11,4	0,10	0,00	0,10
LT/AEP	252	4,5	0,3	6,7	71	4,6	0,5	9,9	90	4,6	0,4	8,9	0,10	0,00	0,10
LT/LC	252	7	0,6	8,6	71	6,7	0,7	10,1	89	6,9	0,3	3,9	0,10	0,20	0,30
LC/AC	252	2	0,1	5,0	71	2,1	0,2	9,8	89	2,1	0,1	6,7	0,10	0,00	0,10
LH/AH	252	1,7	0,1	5,9	71	1,9	0,2	9,9	90	1,9	0,1	5,9	0,20	0,00	0,20
LPM/APM	252	1	0,1	10,0	71	1,2	0,1	8,4	90	1,1	0,1	9,6	0,10	0,10	0,20
APR/AMPR	252	1,1	0,1	9,1	71	1,2	0,1	12,1	90	1,1	0,1	12,6	0,00	0,10	0,10
LC/AIO	252	11,5	3,2	27,8	71	14,3	3,3	23,1	89	11,8	2	16,6	0,30	2,50	2,80
LC/AE	252	9,8	1,5	15,3	71	16,1	5,8	35,9	89	10,4	1,9	18,6	0,60	5,70	6,30
LC/AIE	252	3,2	0,6	18,8	71	4,1	1,5	36,9	89	3,6	0,7	19	0,40	0,50	0,90
LTPC/APC	252	0,9	0,3	33,3	71	0,9	0,2	16,6	90	0,9	0,2	17,4	0,00	0,00	0,00
Coficiente de variación Total (%)				15,4				14,7				10,4			

Tabla 19. Estadísticos de los índices morfométricos en la clase I de las entidades morfológicas de la Ciénaga de Zapata.

Carácter	Entidades morfológicas. Clase I (Menores de 120 cm)											
	<i>C. rhombifer</i>				<i>C. acutus</i>				"Mixturados"			
	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV
LT/LV	45	2,10	0,10	4,76	12	2,10	0,10	4,76	20	2,00	0,00	0,00
LT/LTR	45	3,00	0,20	6,67	12	3,00	0,20	6,67	18	2,70	0,40	14,81
LT/LCO	45	1,90	0,10	5,26	12	1,90	0,10	5,26	17	2,00	0,00	0,00
LT/AP	45	5,20	0,40	7,69	12	5,50	0,60	10,91	17	5,10	0,70	13,73
LT/AEE	45	4,80	0,40	8,33	12	5,10	0,50	9,80	17	4,70	0,60	12,77
LT/LC	45	7,10	0,20	2,82	12	6,70	0,20	2,99	16	6,90	0,20	2,90
LC/AC	45	2,00	0,10	5,00	12	2,20	0,10	4,55	16	2,20	0,10	4,55
LH/AH	45	1,70	0,10	5,88	12	1,80	0,30	16,67	17	1,90	0,10	5,26
LPM/APM	45	1,00	0,10	10,00	12	1,10	0,10	9,09	17	1,10	0,10	9,09
APC/AMPC	45	1,10	0,10	9,09	12	1,10	0,10	9,09	17	1,00	0,10	10,00
LC/AIO	45	14,70	3,40	23,13	12	18,20	5,00	27,47	16	13,60	1,70	12,50
LC/AE	45	9,10	1,40	15,38	12	18,30	3,20	17,49	16	10,10	1,72	17,03
LC/AIE	45	3,40	0,70	20,59	12	3,80	1,00	26,32	16	3,50	0,20	5,71
LTPC/APC	45	1,00	0,10	10,00	12	0,90	0,20	22,22	17	0,90	0,10	11,11
Coeficiente de Variación Promedio (%)				9,61				12,38				8,53

Tabla 20. Estadísticos de los índices morfométricos en la clase II de las entidades morfológicas de la Ciénaga de Zapata.

	Entidades morfológicas. Clase II (120 - 149) cm											
	<i>C. rhombifer</i>				<i>C. acutus</i>				Mixturado			
	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV
LT/LV	52	2,05	0,05	2,52	12	2,12	0,22	10,42	14	1,98	0,05	2,62
LT/LTR	52	2,90	0,11	3,77	12	3,20	0,62	19,42	14	2,76	0,15	5,44
LT/LCO	52	1,94	0,11	5,61	12	1,92	0,15	7,85	14	2,03	0,06	2,76
LT/AP	52	4,70	0,31	6,67	12	4,90	0,36	7,43	14	4,68	0,29	6,31
LT/AEE	52	4,47	0,25	5,63	12	4,86	0,32	6,57	14	4,66	0,37	7,86
LT/LC	52	6,98	0,27	3,83	12	6,79	1,53	22,60	14	6,83	0,20	2,87
LC/AC	52	1,97	0,10	4,84	12	1,88	0,36	19,37	14	2,09	0,15	7,33
LH/AH	52	1,73	0,13	7,36	12	2,00	0,13	6,26	14	1,87	0,09	4,71
LPM/APM	52	1,06	0,10	9,24	12	1,22	0,07	5,76	14	1,13	0,10	8,79
APC/AMPC	52	1,15	0,12	10,82	12	1,23	0,15	11,97	14	1,08	0,10	9,39
LC/AIO	52	11,82	0,79	6,70	12	14,58	2,88	19,78	14	12,00	1,26	10,49
LC/AE	52	9,55	1,29	13,53	12	17,67	3,23	18,27	14	11,02	2,36	21,41
LC/AIE	52	3,31	0,86	26,01	12	3,88	0,75	19,41	14	3,55	0,22	6,26
LTPC/APC	52	0,94	0,18	19,33	12	1,11	0,14	12,37	14	0,90	0,08	8,43
Coeficiente de variación Promedio (%)				8,99				13,4				7,48

Tabla 21. Estadísticos de los índices morfológicos en la clase III de las entidades morfológicas de la Ciénaga de Zapata.

Carácter	Entidades morfológicas. Clase III (150 - 179) cm											
	<i>C. rhombifer</i>				<i>C. acutus</i>				"Mixturados"			
	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV
LT/LV	96	2	0	2,4	12	2	0	2,3	30	2	0,1	4,1
LT/LTR	96	2,9	0,1	3,8	12	2,9	0,1	3,6	30	2,8	0,1	4,7
LT/LCO	96	2	0	2,3	12	2	0	2,3	30	2	0,1	4,1
LT/AP	96	4,4	0,4	8,9	12	4,8	0,3	7,2	30	4,7	0,4	8,9
LT/AEE	96	4,4	0,2	5	12	4,7	0,2	4,6	30	4,7	0,3	6,9
LT/LC	96	6,9	0,4	5,7	12	6,5	0,4	6,7	30	6,9	0,3	4,5
LC/AC	96	2	0,1	5,5	12	2,1	0,1	3,7	30	2,1	0,1	4,8
LH/AH	96	1,7	0,1	7,6	12	2	0,1	6,4	30	1,9	0,1	5,6
LPM/APM	96	1	0,1	6,4	12	1,2	0,1	7,5	30	1,1	0,1	11,6
APC/AMPC	96	1,1	0,1	9,2	12	1,2	0,1	11,9	30	1,1	0,1	10,6
LC/AIO	96	10,7	0,9	8,2	12	14,5	0,9	6,4	30	11,2	1,6	14,6
LC/AE	96	10,2	1,5	15,2	12	18	1,2	6,8	30	9,5	1,9	20,5
LC/AIE	96	3,1	0,4	13,2	12	3,9	0,7	17,1	30	3,8	1,1	29,5
LTPC/APC	96	0,9	0,1	14	12	0,9	0,1	12,6	30	0,9	0,2	27
Coeficiente de Variación Promedio (%)				7,7				7,1				11,2

Tabla 22. Estadísticos de los índices morfológicos en la clase IV de las entidades morfológicas de la Ciénaga de Zapata.

Carácter	Entidades morfológicas. Clase IV (Mayores de 179 cm)											
	<i>C. rhombifer</i>				<i>C. acutus</i>				"Mixturados"			
	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV	N	Media	DS	CV
LT/LV	59	2	0	1,6	35	2	0,1	3	29	2	0,1	3,5
LT/LTR	59	2,8	0,1	2,8	35	2,8	0,1	4,3	29	2,8	0,1	4,9
LT/LCO	59	2	0	1,7	35	2	0,1	3,1	29	2	0,1	3,6
LT/AP	59	4,2	0,3	8	35	4,4	0,4	9	29	4,3	0,4	8,5
LT/AEP	59	4,3	0,3	6,2	35	4,3	0,3	7,2	29	4,3	0,3	6,7
LT/LC	59	6,9	0,3	4,7	35	6,7	0,3	4,4	29	6,8	0,3	3,9
LC/AC	59	1,9	0,1	5,1	35	2,1	0,1	6,2	29	2	0,2	7,6
LH/AH	59	1,7	0,1	5,5	35	2	0,1	7,2	29	1,8	0,1	5,7
LPM/APM	59	1	0,1	6,5	35	1,2	0,1	8,9	29	1,1	0,1	6,1
APC/AMPC	59	1,2	0,1	10,4	35	1,2	0,1	11,9	29	1,2	0,1	10,8
LC/AIO	59	9,7	0,8	8,1	35	12,8	1,9	15	29	11,4	2,2	19
LC/AE	59	10	1,5	14,9	35	13,7	0,9	6,8	29	11,2	1,4	12,3
LC/AIE	59	3,1	0,5	15,1	35	3,9	0,8	20,9	29	3,5	0,2	6,5
LTPC/APC	59	0,9	0,2	17,5	35	0,9	0,1	12,2	29	0,9	0,1	12,9
Coeficiente de Variación Promedio (%)				7,7				8,6				

Tabla 23. Comparación general de las tres entidades morfológicas por clases de tallas. Resumen de los datos obtenidos de las tablas 19 – 22.

Variables	Clases de tamaño			
	I	II	III	IV
Caracteres de <i>C. rhombifer</i> iguales o mayores a <i>C. acutus</i>	6	3	5	7
Caracteres de "Mixturado" iguales o mayores a <i>C. rhombifer</i>	6	8	12	13
Caracteres de "Mixturado" iguales o mayores a <i>C. acutus</i>	8	3	6	7
Variabilidad promedio (%)				
<i>C. rhombifer</i>	9,61	8,99	7,7	7,7
<i>C. acutus</i>	12,38	13,4	7,1	8.6
"Mixturado"	8,53	7,48	11,2	8,0

Comparación de las medias poblacionales de los caracteres morfológicos por clases de tamaño en las tres entidades morfológicas.

Los resultados estadísticos, de las diferencias de las medias poblacionales, de los índices morfométricos entre las entidades morfológicas, como resultado del análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) son mostradas en la Tabla 24.

Los resultados indican que se cumple el mismo patrón, que con los valores de los caracteres absolutos, indicando una disminución de las diferencias estadísticamente significativas hacia la clase IV, registrándose que los valores promedios de 12 índices en la clase I difirieron, 13 en la clase II, 13 en clase III y 8 en clase IV, de los 14 caracteres medidos, lo que sugiere que los cocodrilos mayores de 179 cm, difieren menos en sus caracteres morfométricos.

Los resultados indicaron que de los seis índices corporales, cuatro presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$) en los valores medios hasta la clase III (LT/LV, LT/LTR, LT/LCO y LT/AEE) y el índice LT/LC en todas las clases. El LT/AP solamente mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$) en la clase III.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$) en siete, de los ocho índices craneales, en todas las clases y únicamente LT/PC/ACR presento diferencias estadísticamente significativas en la clase II.

Comparación múltiples de medias (procedimiento de Dunn) de los valores promedios de los índices

Los resultados estadísticos de las diferencias de las medias poblacionales de los caracteres morfométricos, en particular entre cada par de las entidades morfológicas, como resultado de la comparación múltiples de medias (procedimiento de Dunn), de los valores promedios de los índices son descriptas en la Tabla 25.

Se encontró en la comparación de los valores medios de los índices morfométricos, que al menos en tres clases presentaron diferencias estadísticamente significativas, ocho índices en la entidad *C. rhombifer* – *C. acutus*, de los cuales, cinco (LT/LC, LC/AC, LH/AH, LC/AE y LC/AIE) difirieron significativamente en todas las clases, mientras que en la entidad *C. rhombifer* – mixturado, seis índices morfométricos presentaron diferencias estadísticamente significativas al menos en tres clases, tres de ellos difirieron significativamente en todas las clases (LC/AC, LH/AH y LC/AIE) y en el par *C. acutus* – mixturado tres índices presentaron diferencias estadísticamente significativas al menos en tres clases que solamente dos índices (LC/AIO y LC/AE) mostraron diferencias estadísticamente significativas en todas las clases.

En el par *C. rhombifer* – *C. acutus*, el mayor número de diferencias estadísticamente significativa de los valores promedios de los índices se encontró en la clase II (Fig) con nueve (dos índices corporales y siete craneales), la clase III presento el mismo número de diferencias estadísticamente significativa (tres corporales y cuatro craneales), seguida de la clase IV con ocho (una corporal y siete craneales) y la clase I con siete (dos corporales y cinco craneales).

En la entidad *C. rhombifer* – mixturado, el mayor número de diferencias estadísticamente significativa de los valores promedios de los índices se encontró en la clase III (Fig. 6) con nueve (cinco índices corporales y cuatro craneales), la clase II presento ocho diferencias estadísticamente significativa (tres corporales y cinco craneales), seguida de la clase I con siete (cuatro corporal y tres craneales) y la clase IV también con siete diferencias significativas, todas en los valores promedios de los índices craneales.

Se encontró el menor número de diferencias significativa, en el par *C. acutus* – mixturados, presentando la clase II, siete valores promedios de índices con diferencias significativa (tres corporales y cuatro craneales), la clase III con cinco diferencias significativa (dos corporales y tres craneales), la clase I, también con cinco diferencias significativa (tres corporales y dos craneales) y la clase IV con cuatro diferencias significativa en los índices craneales.

Se observó que en la clase IV de los pares de entidades morfológicas, las diferencias

estadísticamente significativas se encontraron en los índices craneales, excepto en el par *C. rhombifer* – *C. acutus*, que también se halló en el índice LT/LC.

El patrón general observado considerando en conjunto las tres entidades fue el siguiente (Fig. 6):

- Casi el 100 % de las variables convertidas en índices presentaron diferencias estadísticas, entre cada entidad morfológicas, dentro de las clases de tallas.
- Este patrón difiere marcadamente a lo que encontrado en las variables medidas en forma absolutas.
- Para todas las entidades morfológicas se dio un patrón consistente de aumento de las diferencias estadísticas de la clase I a la II, con una consistente disminución posterior en las clases III y IV
- El número de diferencias estadísticas siempre fueron mayores para las comparaciones de la entidades *C. rhombifer* – *C. acutus* y *C. rhombifer* – mixturado y menor para la comparación *C. acutus* – mixturados.
- En resumen sin considerar la clase III, los resultados sugieren que los caracteres morfométricos manifiestan una estabilidad del número de diferencias estadísticas entre las dos especies, que el par *C. rhombifer* – mixturados presentaron una carencia total de diferencia significativas en la tres etapas de desarrollo y los mixturados tienden a ser más semejantes a *C. acutus*.

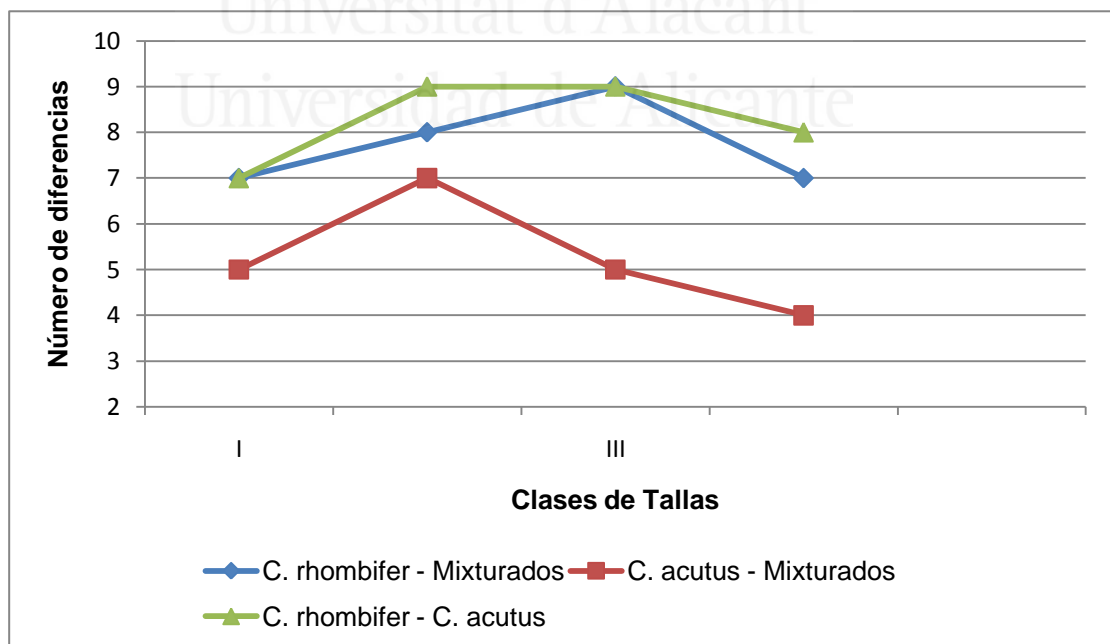


Fig. 6. Tendencia del número de diferencias estadísticamente significativas de los índices entre los pares de entidades morfológicas.

Tabla 24. Análisis de los índices producidos por el análisis de las diferencias de sus medias poblacionales mediante la prueba Kruskal-Wallis entre las entidades morfológicas de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata.

Índices	Kruskal-Wallis							
	Clase I		Clase II		Clase III		Clase IV	
	H(2,74)	p	H(2,78)	p	H(2,138)	p	H(2,123)	p
LT/LV	22,93	0,000	15,98	0,000	17,19	0,000	0,27	0,88 ns
LT/LTR	20,3	0,000	12,48	0,000	16,97	0,000	4,03	0,134 ns
LT/LCO	19,36	0,000	16,61	0,000	17,04	0,000	0,27	0,876 ns
LT/AP	2,19	0,33 ns	4,66	0,1 ns	15,88	0,000	5,07	0,079 ns
LT/AEE	6,43	0,04	13,86	0,001	23,94	0,000	0,6	0,74 ns
LT/LC	24,85	0,000	15,53	0,000	7,36	0,025	6,54	0,038
LC/AC	24,52	0,000	6,94	0,000	30,42	0,000	35,71	0,000
LH/AH	21,99	0,000	33,1	0,000	43,25	0,000	54,42	0,000
LPM/APM	8,9	0,01	26,17	0,000	33,17	0,000	36,19	0,000
ACR/AMCR	5,98	0,05	9,19	0,010	6,13	0,050	14,05	0,001
LC/AIO	9,46	0,01	19,72	0,000	33,45	0,000	50,67	0,000
LC/AE	32,4	0,000	33,45	0,000	32,69	0,000	72	0,000
LC/AIE	14,91	0,001	23,96	0,001	46	0,000	52,47	0,000
LTPC/ACR	2,42	0,30 ns	16,79	0,000	0,138	0,93 ns	2,18	0,336 ns
Nº dif sign		12		13		13		8

Tabla 25. Análisis por comparación múltiples (procedimiento de Dunn) de los valores promedios de los índices entre las entidades morfológicas de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata.

Par de entidades	<i>C. rhombifer</i> & <i>C. acutus</i>				<i>C. rhombifer</i> & Mixturados				<i>C. acutus</i> & Mixturado			
Índices	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
LT/LV	0,917	0,639	1,339	0,370	4,778	3,739	4,086	0,464	2,700	3,381	1,302	0,105
LT/LTR	0,492	1,373	1,000	1,954	4,221	2,916	0,000	1,111	3,588	3,349	0,006	0,656
LT/LCO	0,850	0,462	0,544	0,370	4,395	3,876	0,000	0,464	2,587	3,343	0,588	0,105
LT/AP	0,424	2,008	0,013	2,144	1,000	0,378	0,005	1,393	0,790	1,924	1,000	0,564
LT/AEP	2,534	3,539	0,001	0,575	0,652	1,822	0,000	0,690	1,691	1,486	1,000	0,134
LT/LC	4,707	3,564	0,024	2,535	2,700	2,357	1,000	1,198	1,946	1,098	0,041	1,072
LC/AC	0,000	5,283	0,000	5,148	0,003	3,286	0,000	4,647	0,720	1,785	0,317	0,177
LH/AH	0,033	4,734	0,000	7,278	0,000	2,845	0,000	3,677	0,745	1,676	0,263	2,863
LPM/APM	0,009	1,842	0,000	5,943	1,000	1,993	0,000	2,952	0,193	3,025	0,241	2,383
APC/AMPC	0,845	4,734	1,738	3,160	2,024	2,845	1,459	2,996	2,256	1,676	2,452	0,021
LC/AIO	2,290	4,435	0,000	7,572	1,458	0,668	0,662	3,735	3,060	3,100	0,000	3,060
LC/AE	0,000	5,597	0,000	8,485	0,269	2,545	1,000	2,894	0,001	2,608	0,000	4,596
LC/AIE	0,018	4,168	0,000	7,098	0,003	3,345	0,000	3,842	1,000	0,833	0,473	2,560
LTPC/ACR	0,134	3,431	1,000	0,691	1,535	1,510	1,000	1,464	1,044	3,949	1,000	0,735
	7	9	9	8	7	8	9	7	5	7	5	4
Nº dif signif	8 índices difieren entre al menos 3 clases				6 índices difieren entre al menos 3 clases				3 índices difieren entre al menos 3 clases			

Análisis multivariados

➤ Caracteres morfológicos. Adultos

Análisis de componentes principales.

Todos los análisis multivariados (ACP, análisis de conglomerados y análisis discriminantes) que se llevaron a cabo, se hicieron para cada uno de las clases de tallas, pero se presentan los resultados para los animales de la clase IV, en la cual la mayoría eran adultos.

En el análisis de componentes principales de los caracteres morfológicos en la clase IV, la primera componente explicó el 67,75 % de la varianza total en el *C. rhombifer*, el 66,05 % en el *C. acutus* y el 68,33 % en los mixturados. Todas las variables corporales y craneales contribuyeron con valores modulares mayores que 0,50 en las tres entidades (Tabla 26). De esta manera, todos los caracteres morfológicos influyeron en la diferenciación de los individuos y fueron incluidas en los análisis de conglomerados y discriminantes.

Cuatro caracteres presentaron diferencias en sus factores de carga en el componente 1, entre las tres entidades. Uno referente al largo de la cola, cuyo factores de carga fueron menores para *C. acutus* y mixturados, en comparación con *C. rhombifer* y tres a dimensiones craneales: AC, LH y AIE, que también tuvieron factores de carga menores en *C. acutus* y mixturados. El AIE por el contrario presentó factores de carga, para estos dos últimos grupos, mucho mayores, en comparación con *C. rhombifer*.

Tabla 26. Valores de vectores propios, autovalores y porcentajes de la varianza total en el análisis de componentes principales para caracteres morfométricos medidos en las tres entidades morfológicas de la clase IV.

Caracteres	<i>C. rhombifer</i>		<i>C. acutus</i>		Mixturado	
	Factor		Factor		Factor	
	1	2	1	2	1	2
LT	-0,97	-0,07	-0,94	0,16	-0,94	0,16
LV	-0,96	-0,08	-0,94	0,10	-0,94	0,10
CCU	-0,85	0,18	-0,93	-0,18	-0,93	-0,18
CCO	-0,87	-0,17	-0,92	0,17	-0,92	0,17
CC	-0,94	-0,09	-0,92	-0,07	-0,92	-0,07
AP	-0,90	-0,02	-0,85	-0,11	-0,85	-0,11
AEE	-0,88	-0,05	-0,88	-0,01	-0,88	-0,01
AM	-0,56	-0,45	-0,57	0,29	-0,57	0,29
APIE	-0,65	-0,47	-0,65	0,28	-0,65	0,28
LTR	-0,90	-0,10	-0,91	0,13	-0,91	0,13
LCO	-0,94	-0,05	-0,78	0,20	-0,78	0,20
LC	-0,91	-0,02	-0,91	-0,01	-0,91	-0,01
AC	-0,94	-0,03	-0,65	0,24	-0,65	0,24
LH	-0,82	0,03	-0,71	-0,41	-0,71	-0,41
AH	-0,88	-0,01	-0,79	-0,31	-0,79	-0,31
LPM	-0,86	-0,14	-0,87	0,00	-0,87	0,00
APM	-0,90	-0,07	-0,89	0,03	-0,89	0,03
APC	-0,68	0,66	-0,66	-0,65	-0,66	-0,65
AMPC	-0,59	0,72	-0,52	-0,75	-0,52	-0,75
AIO	-0,61	0,00	-0,65	0,23	-0,65	0,23
LO	-0,86	0,00	-0,85	0,07	-0,85	0,07
LTPC	-0,76	0,00	-0,89	0,17	-0,89	0,17
AE	-0,61	-0,05	-0,67	0,35	-0,67	0,35
AIE	-0,68	0,50	-0,91	-0,12	-0,91	-0,12
Autovalor	16,26	1,74	15,85	1,87	15,85	1,87
% Varianza Total	67,75	7,26	66,05	7,79	66,05	7,79

Se diferenciaron dos grupos en el análisis de clúster, formado uno por *C. rhombifer* y otro por *C. acutus* y mixturados.

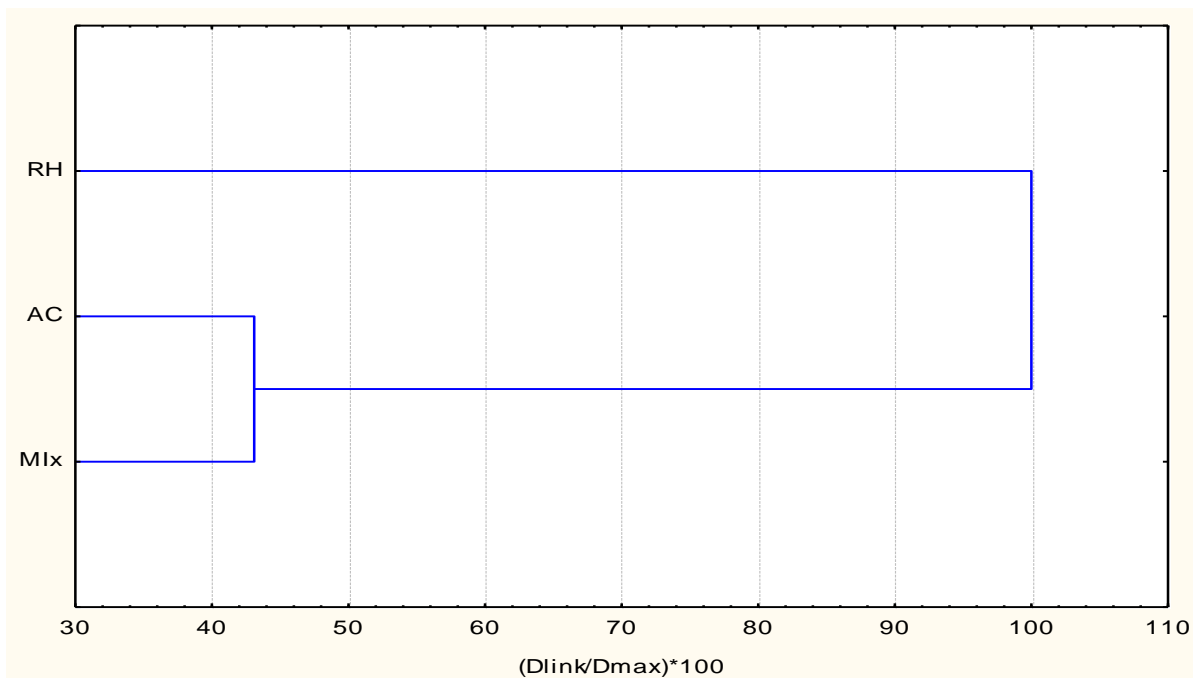


Figura 7. Dendrograma obtenido por el método de agrupamiento por pares no ponderados usando medias aritméticas (UPGMA) de caracteres morfométricos medidos en tres entidades morfológicas de cocodrilos en la clase IV. Se utilizó la distancia Euclidiana. Las abreviaturas se muestran en la Tabla 3.

El análisis discriminante con todas las variables confirmó la diferenciación de los grupos anteriores (Lambda de Wilks: 0,15, approx. $F(28,206) = 11,68$, $p < 0,000$), con una alta significación.

El 77,8 % de las variables que diferencian a las tres entidades son medidas craneales (Tabla 32): AE, LC, AIO, AC, APM, LTPC y AIE.

Tabla 27. Sumario del análisis de la función discriminante de los datos del ANOVA de los animales en la clase IV (mayores de 179 cm) de las tres entidades morfológicas.

Pasos: 14, N de variables en el modelo: 14; Grupo: Especie (3) Lambda de Wilks: 0,15, approx. F (28,206)=11,68 p < 0,0000						
	Wilks	Parcial	F-remove	p-level	Toler.	1-Toler.
Altura del Escamoso (AE)	0,182	0,822	11,169	0,000	0,432	0,568
Largo Cabeza (LC)	0,183	0,817	11,510	0,000	0,091	0,909
Ancho Interorbital (AIO)	0,198	0,752	16,944	0,000	0,416	0,584
Largo Ventral (LV)	0,177	0,845	9,441	0,000	0,090	0,910
Ancho Cabeza (AC)	0,169	0,883	6,836	0,002	0,170	0,830
Ancho Premaxilar (APM)	0,164	0,912	4,958	0,009	0,165	0,835
Longitud Tabla Craneal Postorbital (LTPC)	0,166	0,901	5,644	0,005	0,238	0,762
Ancho Interescamoso (AIE)	0,162	0,921	4,413	0,014	0,569	0,431
Ancho Pie (API)	0,162	0,921	4,430	0,014	0,407	0,593
Ancho Medio Craneal (AMPC)	0,158	0,945	2,998	0,054	0,528	0,472
Largo Premaxilar (LPM)	0,156	0,960	2,161	0,120	0,172	0,828
Ancho entre Extremidades (AEE)	0,157	0,953	2,544	0,083	0,173	0,827
Ancho Hocico (AH)	0,155	0,961	2,063	0,132	0,238	0,762
Largo Cola (LCO)	0,153	0,978	1,175	0,313	0,210	0,790

El porcentaje de individuos correctamente identificados para las tres entidades morfológicas en la clase IV, mediante la función discriminante lineal con validación cruzada fue de un 77,0 % (Tabla 28). La proporción esperada, basada en la probabilidad a priori aleatorizada estuvo en el rango desde 24 % a 49 %. Las proporciones correctas observadas para el cocodrilo cubano, cocodrilo americano y los mixturados fueron 88,0 %, 81,0 % y 52,0 % respectivamente. La menor precisión en la clasificación de los ejemplares fue en los mixturados, con la misma cantidad de animales clasificada como cocodrilo cubano (7) que de cocodrilo americano (7). Asimismo se observó que los animales clasificados a priori como *C. rhombifer* presentaron una mayor cantidad de animales que podrían haber sido mixturado (6) y uno de *C. acutus*.

Tabla 28. Sumario de clasificación de las entidades morfológicas siguiendo un análisis discriminante, mediante la función discriminante lineal con validación cruzada, con todas las variables en la clase IV.

Entidad Morfológica	<i>C. acutus</i>	Mixturados	<i>C. rhombifer</i>
<i>C. acutus</i>	26	7	1
Mixturados	6	15	6
<i>C. rhombifer</i>	0	7	51
N Total	32	29	58
Proporción correcta	0,81	0,52	0,88
Probabilidad a priori (p)	p=0,27	p=0,24	p=0,49

N = 119

N correcta = 92

Proporción correcta = 0,77

El análisis discriminante por el método por etapas (R^2 parcial entrada = 0.05, **persistencia** = 0.05) dio como resultado la selección de 10 variables significativas (subconjunto óptimo). Dichas

variables en orden de selección incluyo nueve caracteres craneales y tres corporales, entre los que se encontraron la AE, LC, AIO, LV, AC, APM, LTPC, AIE, API y EL AMPC. El porcentaje correctamente clasificado para las tres entidades morfológicas, mediante la función discriminante lineal con validación cruzada, usando el mejor subconjunto de variables fue mayor, considerando a todas las variables, con un 86 %. La clasificación correcta del cocodrilo cubano fue de 91,0 % ($p = 0,61$), para el cocodrilo americano de un 94,0 % ($p = 0,17$) y la clasificación correcta de los mixturados fue 66,0 % ($p = 0,23$) (Tabla 29). No obstante la menor precisión de clasificación fue entre la especie cubana y los mixturados, lo que sugiere que los caracteres seleccionados, parecen ser buenos indicadores, en la clasificación correcta del cocodrilo americano y el cocodrilo cubano.

Tabla 29. Sumario de clasificación de las entidades morfológicas siguiendo un análisis discriminante de función lineal con validación cruzada usando el mejor subconjunto de las variables.

Entidad Morfológica	<i>C. acutus</i>	Mixturados	<i>C. rhombifer</i>
<i>C. acutus</i>	30	4	0
Mixturados	2	19	5
<i>C. rhombifer</i>	0	6	53
N total	32	29	58
N correcta	30	19	53
Proporción	0,94	0,66	0,91
Probabilidad a priori (p)	0,17	0,23	0,61

N = 119

N correcta = 102

Proporción correcta = 0,86

La distancia cuadrada de Mahalanobis (D^2) indica la separación de los tres entidades morfológicas, mostrando la mayor diferencia el par *C. rhombifer* – *C. acutus* ($D^2 = 19,8$), seguido por el par *C. rhombifer* - mixturado ($D^2 = 8,4$) y el par *C. acutus* – mixturado ($D^2 = 6,4$), lo que corrobora los resultados obtenidos en el análisis de clúster y la matriz de clasificación de que en esta clase IV están más cercano el *C. acutus* con el mixturado.

La interpretación que hemos realizado se confirma por el gráfico de las variables canónicas (Fig. 8).

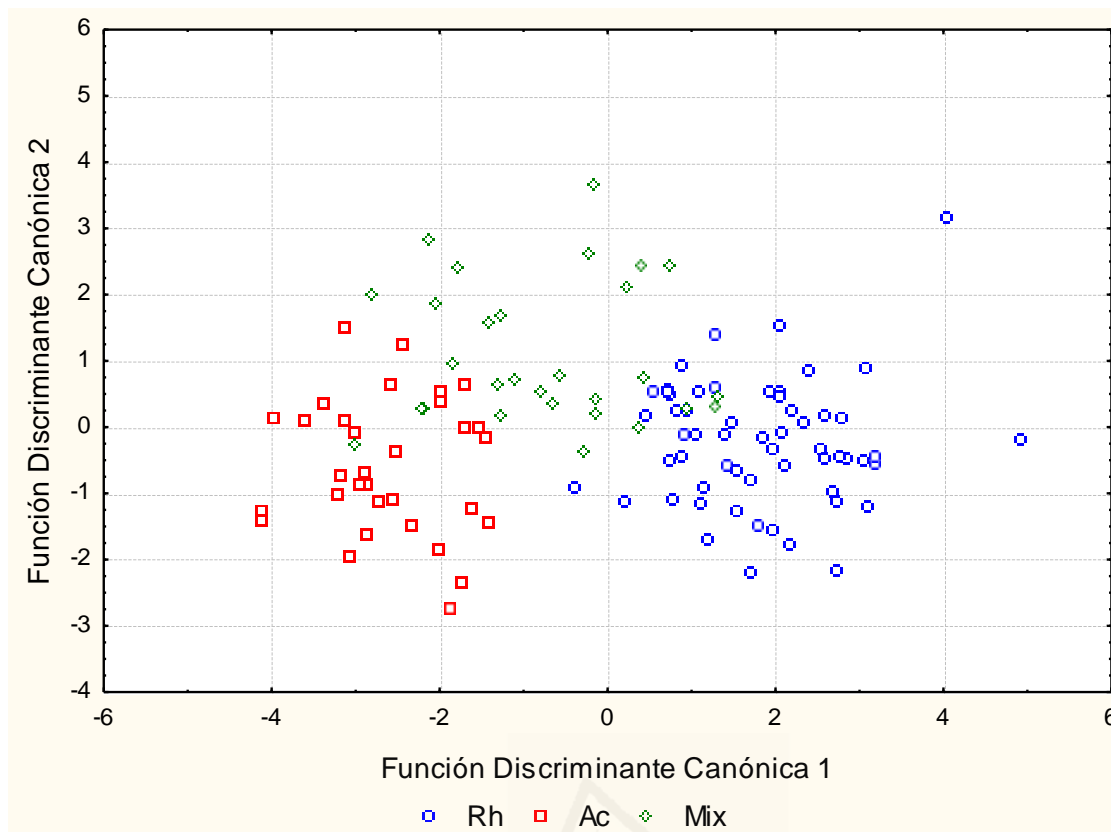


Fig. 8. Dispersión de las variables canónicas para cada entidad morfológica, usando el mejor subconjunto de variables en la clase IV

La mayor significación y clara discriminación es posible para el *C. rhombifer* y *C. acutus*, por la primera función discriminante. Sin embargo la discriminación no está tan clara con los mixturados.

Índices morfológicos.

Análisis de componentes principales

En el análisis de componentes principales de los caracteres morfológicos, en la clase IV, la primera componente explicó el 21,21 % de la varianza total en el *C. rhombifer*, el 28,90 % en el *C. acutus* y el 26,10 % en los mixturados. Solamente tres índices corporales (LT/LV, LT/LTR y LT/LCO) contribuyeron con valores modulares mayores que 0,45 en las tres entidades (Tabla 30).

Excepto el índice corporal LT/LTR, los demás índices presentaron diferencias en sus factores de carga en el componente 1, entre las tres entidades. Uno referente al LT/LV y al LT/LCO, cuyo factor de carga fue mayor para *C. acutus* y mixturados, en comparación con *C. rhombifer*.

Se utilizaron todas las variables en el análisis de conglomerado y en la clasificación de las entidades morfológicas siguiendo un análisis discriminante, mediante la función discriminante lineal con validación cruzada, con todas las variables en la clase IV.

Tabla 30. Valores de vectores propios, autovalores y porcentajes de la varianza total en el análisis de componentes principales para índices morfométricos medidos en la tres entidades morfológicas en la clase IV.

Entidad	<i>C. rhombifer</i>		<i>C. acutus</i>		Mixturado	
Caracteres/Factor	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
LT/LV	-0,45	-0,67	0,88	-0,13	0,90	0,06
LT/LTR	-0,84	-0,49	0,82	0,22	0,92	-0,12
LT/LCO	0,45	0,67	-0,89	0,10	-0,90	-0,05
LT/AP	0,03	0,45	0,68	-0,26	0,47	0,26
LT/AEP	-0,04	0,58	0,78	-0,22	0,45	0,54
LT/LAPI	0,14	-0,22	0,04	-0,08	0,38	0,05
LT/LC	0,70	-0,09	0,11	-0,85	-0,12	0,55
LC/AC	-0,62	0,34	0,53	0,64	0,09	-0,69
LC/LH	0,16	0,13	0,21	0,22	0,03	0,61
LH/AH	-0,56	0,19	0,32	0,52	0,50	-0,62
LPM/APM	-0,14	0,53	0,32	-0,41	0,08	-0,09
ACR/AMCR	-0,32	0,48	0,41	0,04	0,25	0,61
LC/AIO	-0,58	0,14	0,41	0,52	0,53	-0,32
LC/AE	-0,60	0,21	0,26	0,63	0,09	-0,34
LC/AIE	-0,46	0,25	-0,39	0,39	0,68	-0,04
LTCP/APC	-0,13	0,47	0,47	-0,41	0,22	0,58
Autovalor	3,39	2,74	4,62	2,80	4,17	2,87
% Varianza Total	21,21	17,15	28,90	17,53	26,08	17,94
% Varianza acumulativa	21,21	38,36	28,90	46,43	26,1	44,0

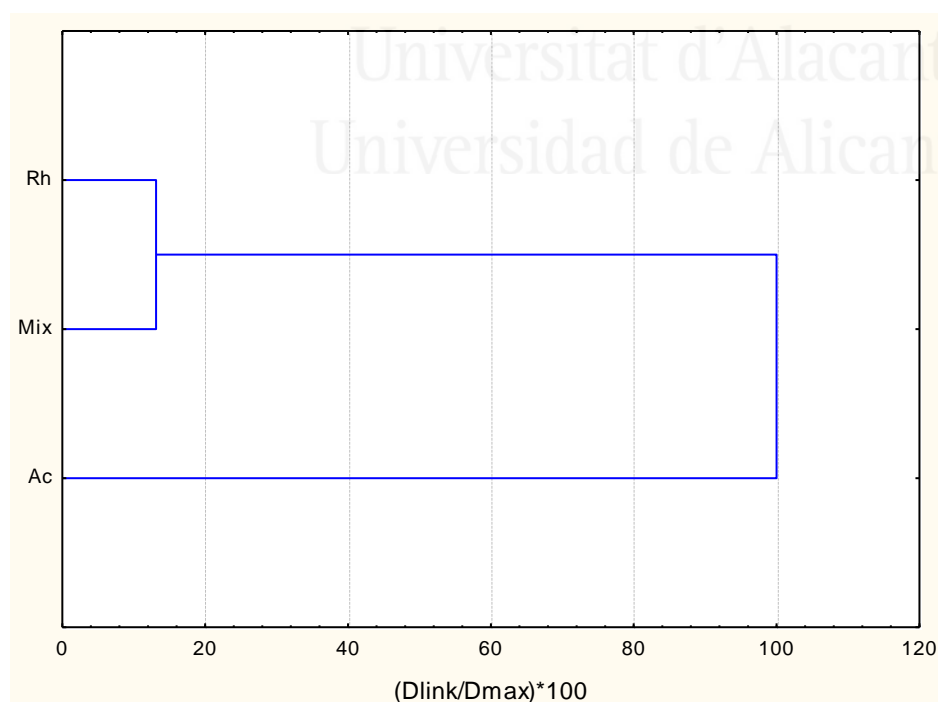


Fig. 9. Dendrograma obtenido por el método de agrupamiento por pares no ponderados usando medias aritméticas (UPGMA) de índices morfométricos medidos en tres entidades morfológicas de cocodrilos en la clase IV. Se utilizó la distancia Euclidiana. Las abreviaturas se muestran en la tabla 3.

Al utilizar los índices, en el análisis de clúster se diferenciaron dos grupos, formado uno por *C. rhombifer* y mixturados y otro por *C. acutus*, lo cual coincide con los resultados del análisis bivariados y se diferenciaron al utilizarse los caracteres que formo un grupo por *C. rhombifer* y otro por *C. acutus* y mixturados.

El análisis discriminante con todas las variables confirmó la diferenciación de los grupos anteriores (Lambda de Wilks: 0,15, approx. $F(30,204) = 10,74$, $p < 0,000$), con una alta significación (Tabla 32).

De los 15 índices, 10 diferencian a las tres entidades morfológicas (Tabla 32), cinco índices corporales (LT/LTR, LT/LCO, LT/AP, LT/API y LT/LC) y cinco craneales (LC/AC, LC/AH, LC/AIO, LC/AE y LC/AIE).



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tabla 32. Sumario del análisis de la función discriminante de los datos del ANOVA de los animales en la clase IV (mayores de 179 cm) de las tres entidades morfológicas.

Pasos: 14, N de variables en el modelo: 14; Grupo: Especie (3) Lambda de Wilks: .15031 approx. F (30,204)=10.739 p < 0.0000						
	Lambda de Wilks	Partial	F-remove	p-level	Toler.	1-Toler.
LT/LTR	0.17	0.86	8.25	0.00	0.01	0.99
LT/LCO	0.18	0.85	9.29	0.00	0.01	0.99
LT/AP	0.16	0.94	3.21	0.04	0.53	0.47
LT/AEP	0.15	0.98	1.18	0.31	0.59	0.41
LT/LAPI	0.17	0.91	5.18	0.01	0.82	0.18
LT/LC	0.19	0.79	13.76	0.00	0.04	0.96
LC/AC	0.17	0.88	7.00	0.00	0.61	0.39
LC/LH	0.16	0.93	3.90	0.02	0.72	0.28
LH/AH	0.16	0.96	2.31	0.10	0.63	0.37
LPM/APM	0.16	0.95	2.87	0.06	0.76	0.24
ACR/AMCR	0.15	0.98	1.02	0.36	0.71	0.29
LC/AIO	0.21	0.72	19.87	0.00	0.58	0.42
LC/AE	0.19	0.78	14.58	0.00	0.65	0.35
LC/AIE	0.16	0.94	3.22	0.04	0.81	0.19
LTCP/APC	0.15	0.99	0.57	0.57	0.69	0.31

El porcentaje de individuos correctamente identificados para las tres entidades morfológicas en la clase IV, mediante la función discriminante lineal con validación cruzada con todas las variables se incrementó cuando se utilizaron los índices.

El porcentaje correctamente clasificado mediante la función discriminante lineal, con validación cruzada, para las tres entidades morfológicas, utilizando los índices en la clase IV fue de un 85 %, aunque en el cocodrilo cubano aumento a un 97,0 % ($p = 0,49$), disminuyendo en el cocodrilo americano a un 81,0 % ($p = 0,27$) y en los mixturados permaneció con el mismo valor de 66,0 % ($p = 0,24$) (Tabla 33).

Estos resultados parecen indicar que la menor precisión en la clasificación correcta de los individuos también fue en los mixturados de estas tres entidades morfológicas, en la clase IV, con una mayor cantidad de animales clasificado como *C. acutus* (5) y solamente uno como *C. rhombifer*, lo que indica una mayor similitud con el *C. acutus*.

Asimismo se observó que los animales clasificados a priori como *C. rhombifer* presentaron una mayor cantidad de animales (12,5 %), que podrían haber sido mixturado (7) y uno de *C. acutus*, o sea la diferenciación de las especies, se puede hacer con bastante precisión.

Tabla 33. Sumario de clasificación de las entidades morfológicas siguiendo un análisis discriminante mediante la función discriminante lineal con validación cruzada con todos los índices en la clase IV.

Entidad Morfológica	<i>C. acutus</i>	Mixturados	<i>C. rhombifer</i>
<i>C. acutus</i>	26	3	1
Mixturados	5	19	1
<i>C. rhombifer</i>	1	7	56
N total	32	29	58
N correcta	29	19	56
Proporción	0,81	0,66	0,97
Probabilidad a priori (p)	0,27	0,24	0,49
N = 119	N correcta = 101		Proporción correcta = 0.85

Se observó de igual modo, que la distancia cuadrada de Mahalanobis (D^2) indica la separación de los tres entidades morfológicas mostrando la mayor diferencia el par *C. rhombifer* – *C. acutus* ($D^2 = 6,93$), seguido por el par *C. rhombifer* - mixturado ($D^2 = 6,19$) y la menor en el par *C. acutus* – mixturado ($D^2 = 0,86$).

La interpretación que hemos realizado se confirma por el gráfico de las variables canónicas (Fig. 10).

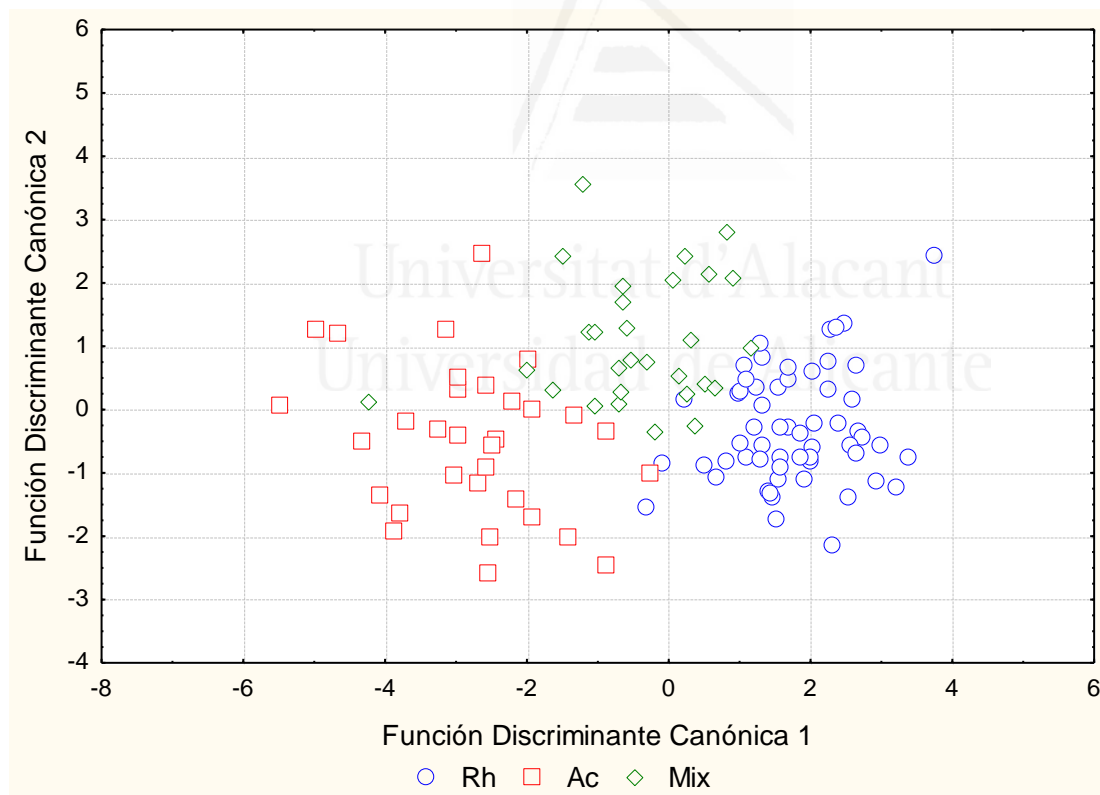


Fig. 10. Dispersión de las variables canónicas para cada entidad morfológica, usando los índices en la clase IV

La mayor significación y clara discriminación es posible para el *C. rhombifer* y *C. acutus*, por la primera función discriminante. Sin embargo la discriminación no esta tan clara con los mixturados.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos representan los primeros pasos, para el desarrollo de las bases organizativas necesarias, en la aplicación de herramientas estadísticas aplicadas al análisis morfológico de los *Crocodylus* en Cuba. Como se ha mencionado con anterioridad, los estudios precedentes que abordaron esta temática, lo hicieron fundamentalmente de manera cualitativa, analizando por tanto solo elementos descriptivos.

Las descripciones cualitativas de las especies en Cuba por otros autores (Varona, 1966; Ernest et al., 1999) han sido excelentes, para diferenciar el cocodrilo americano del cocodrilo cubano. Varona (1966) señala al examinar dos supuestos híbridos, que fue relativamente fácil distinguirlo entre lo demás, por sus peculiares características, que hacían recordar al *C. rhombifer*.

Los resultados en la clasificación correcta a priori de las entidades morfológicas con más de un 80 %, basadas en los caracteres morfológicos cuantitativamente, claramente sostienen en gran medida las particularidades dadas por estos autores, de sus análisis cualitativos de la morfología para el reconocimiento del *C. rhombifer* y *C. acutus* como especies distintas y diferentes a los mixturados, lo que indica que el uso de la tabla confeccionada, para la identificación de las especies de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata a priori fue de gran utilidad.

Las principales diferencias morfológicas dentro de los cocodrilianos se presentan en los caracteres asociados a la variación de la forma de la cabeza. Esto pudiera estar dado por la influencia de presiones selectivas de los nichos alimentarios, que han influido en la gran radiación adaptativa del grupo (Brochu, 2001). Se observó que tanto en los caracteres como los índices morfológicos craneales tuvieron mayores diferencias respecto a los corporales en la diferenciación entre las entidades morfológicas en estudio, lo que concuerda con lo planteado con diferentes autores (Iordanski, 1973; Langstonm 1973; Ayarzagüena, 1984a; Brochu, 2001; Villegas, 2005; Antelo, 2008), que las principales variaciones dentro del orden Crocodylia se producen en la región cefálica, especialmente en la zona rostral. Por otro lado, en los trabajos de Varona se puede apreciar, que a pesar de describir otros caracteres para estas especies, le concede el mayor peso a caracteres craneales. Además, los utiliza en la determinación del estatus especie específico de dos cráneos de individuos adultos, a los que asigna sobre esta base a *C. acutus* (Varona, 1966).

Las comparaciones por pares para las entidades puras morfológicamente (*C. acutus*-*C. rhombifer*) apoyaron de manera general los resultados expuestos por Cuvier en 1807, quien basó sus descripciones, solo sobre la base de la morfología del cráneo, en un número reducido de individuos.

A este nivel se encontró que la altura del escamoso en el cocodrilo cubano presenta una mayor elevación que el cocodrilo americano en todas las etapas de desarrollo, lo que demuestra que es el

carácter más distintivo entre estas dos especies, lo que coincide con lo señalado por Varona (1996). Por el contrario en el análisis comparativo del par *C. rhombifer* - mixturados para los caracteres morfométricos indicaron que del total de variables corporales y craneales, solo la altura del escamoso resulto no ser diferentes de manera significativa en todas las clases. En contraste, la altura del escamoso en la comparación del par *C. acutus* - mixturados son más elevados en los mixturados en todas las clases. Este resultado está en concordancia con lo referido por Varona en 1966, quien plantea un desarrollo notable de los escamosos para el "mixturado". No obstante, en el mismo trabajo plantea, que a pesar de esto, la mayoría de los caracteres del cráneo de los híbridos por él analizados son semejantes a *C. acutus*, en contraste a lo obtenido en nuestro trabajo. La causa de tales diferencias entre sus resultados y los obtenidos en el presente trabajo para ese caso en particular, pudiera estar relacionado con el hecho, de que sus comparaciones no tuvieron un tamaño muestral adecuado (híbridos, n=2). Se pudiera agregar además, la gran variabilidad morfológica referida a *C. acutus* por el mismo autor (Varona, 1966; 1986a; 1986b). Finalmente, se debiera considerar nuevamente, que las comparaciones realizadas por el autor fueron cualitativas y sin significación estadística asociada a las mediciones, por lo que pensamos que estos ejemplares pudieran haber sido mixturados. El menor valor promedio de la relación LC/AE en el cocodrilo cubano confirma la importancia del carácter altura del escamoso en la discriminación entre las especies que concurren en la Ciénaga de Zapata.

Dos características importantes señaladas para diferenciar el par *C. rhombifer*- *C. acutus* han sido el largo y ancho de la cabeza y el largo y ancho del hocico (Varona, 1966). De acuerdo a este autor, la cabeza del cocodrilo cubano es más corta y más ancha que el cocodrilo americano, así como su hocico que es más corto y más ancho. Nuestros resultados coinciden en parte en cuanto al largo de la cabeza y largo del hocico, que mostraron diferencias a partir de la clase II, donde comienza a observarse que el cocodrilo americano tiene la cabeza y el hocico más largo que el cocodrilo cubano, al contrario de lo observado en la clase I que el promedio del largo de la cabeza y el largo del hocico en *C. acutus* fue menor que el *C. rhombifer* lo que pudiera ser explicado por el menor tamaño de muestra y mayor variación de estos caracteres en dicha clase lo que es corroborado por las relaciones LC/AC y LH/AH que el primer índice mostró un promedio mayor en el cocodrilo cubano y una media menor la relación del hocico lo que corrobora que el largo del hocico del cocodrilo americano es mayor que el cocodrilo cubano. Nuestros resultados indican que no hubo diferencia en el ancho de la cabeza en ninguna clase, ni el ancho del hocico, aunque este carácter mostro un promedio mayor significativo en el cocodrilo cubano en la clase II, que pudiera ser por tener este carácter una mayor variabilidad en esta clase en el cocodrilo americano.

Se encontró que el ancho interorbital y el ancho interescamoso pueden proporcionar otra base para

diferenciar las dos especies a partir de la clase II. El ancho interorbital ha sido un carácter indicativo de dimorfismo sexual en *C. novaeguineae* (Hall y Portier, 1994) y en *C. porosus* indica expansión de la porción central del cráneo (Webb y Messel, 1978). En este trabajo no analizamos el dimorfismo sexual, pero es conveniente tener en cuenta estos caracteres para la caracterización de la especies.

En el par *C. rhombifer* – mixturados, las diferencias estadísticamente significativas encontradas en los caracteres corporales y craneales, solamente en la clase III (animales considerados como subadultos) y que en las relaciones corporales se encuentran una mayor cantidad de diferencias en los índices corporales que en los craneales en dicha clase III, invirtiéndose en la clase IV (adultos), pudiera indicar error en la toma de las mediciones, pero estas fueron tomadas por la misma persona, los mismos equipos y en el mismo tiempo que se realizaron a las demás entidades. La tendencia del mixturado a hacerse más semejante a *C. acutus*, debe ser un proceso ontogenético, que podría ser causado por:

- El principio de Von Baer (Berovides, 2001), que establece que los caracteres más ancestrales se expresan primero en el desarrollo ontogenético (en este caso, los genes de *C. rhombifer*) y después los más derivados (en este caso, los genes de *C. acutus*).
- Dado el predominio del cruce hembra de *C. rhombifer* x macho *C. acutus* (Ramos, 1994), habría un efecto citoplasmático de la madre *C. rhombifer*, que después se perdería durante el desarrollo ontogenético.

La primera hipótesis contradice el postulado, basado en marcadores moleculares neutrales de que la forma ancestrales es *C. acutus*, pero los genes del desarrollo no son neutrales y no siempre coinciden con los marcadores moleculares neutrales (Bonin et al., 2007).

Es significativo, que la variabilidad promedio de los caracteres morfométricos en la tres entidades es mayor en la clase I, pero mientras que en las especies disminuye hasta la clase III y aumenta en la clase IV, los mixturados este aumento comienza en la clase III, en la cual fue la entidad que presento la mayor variabilidad promedio de los caracteres.

Es bien conocida la variabilidad individual tan grande que existe en *C. acutus*, a través de su dilatada área de dispersión (Varona, 1986) y en Cuba, dicha variabilidad es realmente notable (Varona, 1966). Esta variabilidad expresada es en cuanto a los caracteres cualitativos, a lo cual podemos agregar nuestros resultados, donde es observado que la mayor variabilidad promedio de los caracteres es en *C. acutus*.

Los valores altos de correlación llevan implícita una alta integración morfológica, debido a una mínima variabilidad individual (Ardilla, 1999), en nuestro estudio las tres entidades presentaron un alto grado de asociación, si esto es así, no se cumple con *C. acutus*, debido a que fue la entidad, que

presento una mayor asociación entre los caracteres, y es la especie de mayor variabilidad individual, lo que pudiera ser explicado a que la clase más representada en la muestra total de *C. acutus* fue la clase IV, donde los animales tienen bien definidas todos sus caracteres. Para resolver este tema se debe realizar estudio con mayor número de muestras y conducir estudios con marcadores moleculares.

Contrariamente en la comparación entre los caracteres corporales del par *C. acutus*- mixturado presento la mayor cantidad de diferencias en la clase I (20), disminuyendo en la clase II (13), en la clase III (10) y en la clase IV solamente el ancho interorbital y la altura del escamoso presentaron diferencias en sus promedios, lo que parece indicar una mayor semejanza en cuanto a los caracteres morfológicos entre el par *C. rhombifer* – mixturados (excepto en los animales subadultos) que en par *C. acutus*- mixturado, en el que el número de diferencias disminuye con el desarrollo de los animales. No obstante, en los animales de la clase IV, los mixturados son más parecidos en sus caracteres morfométricos al cocodrilo cubano y solamente se diferencia con la especie americana, la altura del escamoso y el ancho interorbital, lo que demuestra una vez más que estos dos caracteres son buenos indicadores, para diferenciar las entidades morfológicas presentes en la Ciénaga de Zapata.

Los índices son un modo útil en la segregación de similares especies (Dodson, 1975; Hall, 1989). Según el patrón encontrado al relativizar los caracteres hizo que aparecieran diferencias estadísticas entre el *C. rhombifer* y mixturado, al mismo nivel que *C. rhombifer* y *C. acutus*, pero menores al comparar *C. acutus* con mixturado.

En cuanto a las relaciones craneales hasta la clase III, sugieren que en esta etapa el cráneo de los mixturados es más parecido al cocodrilo cubano en unos índices y más parecido al cocodrilo americano en otros. En los animales adultos se refleja que las principales diferencias comunes son los índices craneales, lo que parece sugerir, que en esta etapa el cráneo de los mixturados son tan disímil, a cualquiera de las dos especies.

Otros índices importantes que se debe tener en consideración en la distinción del par *C. rhombifer* - *C. acutus* son las relaciones craneales LT/LC y LC/AIE. La primera relación es de suma importancia para calcular la talla de los animales en los conteos nocturnos de cocodrilos.

La relación conocida del largo y ancho del hocico ha sido reportada para el *C. rhombifer* de 1,4 – 1,6 y para el cocodrilo americano de 1,8 – 2,5 (Cites, Guide Identification, 1995), aunque no se especifican las tallas, ni el tamaño de muestra y la procedencia. Los resultados indican que para el cocodrilo cubano esta relación permanece constante en las etapas de desarrollo y varía en todas las clases entre 1,69 – 1,8, lo cual es mayor que lo reportado. En cuanto al *C. acutus* a partir de la clase II el valor de esta relación tiende a ser constante de 1,99 – 2,01 en su valor menor es superior a lo

dicho y menor al valor mayor. También se diferencia de los reportado por Merman, 1992 en el cocodrilo americano en Belice de valores entre 1,8 – 2,5. Las diferencias de estos valores sugieren la necesidad de continuar estudios de morfometría en cada hábitat de esta especie, que tiene una gran variabilidad morfológica y una amplia distribución.

Los valores intermedios de la relación largo hocico/ancho hocico entre las dos especies presentados por los mixturados (1,89 – 1,91), parece indicar una posible hibridación entre las especies.

El uso de técnicas multivariadas parece moderadamente útil en proporcionar información, sobre la distinción de especies.

El análisis de clúster usando los caracteres morfométricos en las tres entidades agrupo el *C. acutus* y los mixturados, en contradicción a los resultados obtenidos en los análisis bivariados, donde en la muestra total existían más diferencias entre *C. acutus* y mixturados, que entre este último y *C. rhombifer*. Este resultado se explica justamente, al considerar que en la clase IV, si bien las diferencias entre el par *C. rhombifer*- mixturado es de cero. La del par *C. acutus*-mixturados es solo de dos, de tal modo que en esta etapa, de alguna manera se hacen predominantes los caracteres de *C. acutus*, sustituyendo a los de *C. rhombifer*.

Los análisis multivariados de los componentes principales y de la función discriminante corrobora que las medidas craneales son de mayor importancia, en la discriminación de las entidades de cocodrilos, que las medidas corporales.

La clasificación de las entidades morfológicas siguiendo un análisis discriminante, mediante la función discriminante de función lineal con validación cruzada, usando el mejor subconjunto de las variables, con todas las variables en la clase IV, coincide con la tendencia de la similitud de caracteres de las mismas. También confirma que la identificación a priori de las especie y mixturados fue bastante exacta, lo que apoyaría con los datos merísticos una mayor exactitud en la identificación a priori de las entidades estudiadas.

Los valores del primer componente cuando utilizamos los índices en el análisis de componentes principales bajan drásticamente, mientras que el segundo se incrementa en las tres entidades, lo que coincide con lo encontrado por Dodson (1975) en el estudio de cráneos de Alligatores.

El resultado con los índices con relación al agrupamiento de las tres entidades fue diferente al obtenido al utilizar las medidas absolutas. Este resultado nos indica que las diferencias en medidas absolutas en las tres entidades serian básicamente en dimensiones, que al hacerse relativas, eliminan dichas diferencias y entonces acercan más el mixturado a la entidad *C. rhombifer*.

El aumento de la precisión al relativizar los caracteres, en la clasificación de los animales de las entidades morfológicas siguiendo un análisis discriminante, mediante la función discriminante de función lineal con validación cruzada, con todas las variables y con todos los índices, indican que al

alcanzar los animales la talla adulta, las proporciones de los caracteres morfológicos son menos diferenciados en los mixturados con *C. acutus* que con *C. rhombifer*.

Las descripciones taxonómicas cualitativas conjuntamente con estos resultados cuantitativos ayudaran a diagnosticar con más precisión estas entidades que ocurren en la Ciénaga de Zapata.

No hay duda que estos animales con caracteres atípicos denominados mixturados son híbridos, verificado por los estudios que se han ido desarrollando en los últimos años (Milán et al., 2011).

Los estudios poblacionales indican que la población de esto híbridos ha aumentado en diferentes localidades de la ciénaga (capítulo V).

Se desconoce la interacción de estas entidades y cómo puede afectar la integración genética del cocodrilo cubano, por lo que es necesario integrar los estudios de genética molecular, morfometría y comportamiento.

Para tener una mayor precisión en la diferenciación de las entidades morfológicas que ocurren en la Ciénaga de Zapata, es de suma importancia contemplar en su totalidad el conjunto de caracteres morfológicos y caracteres merísticos

Los resultados sugieren que las variables morfológicas medidas, conjuntamente con los caracteres cualitativos distintivos, de las entidades morfológicas, que ocurren en la Ciénaga de Zapata pueden ser usadas como indicadores de las más profundas diferencias, entre las mismas y entre las clases. Además, parecen indicar que los mixturados no solo son diferentes de las especies, sino que tienen caracteres intermedios. La habilidad de asignar los individuos, en las entidades basadas en su fenotipo, solamente pueden ser usadas con los nuevos aportes, si las técnicas moleculares son prohibitivas por sus costos.

Es recomendable en el futuro la utilización de datos de ecomorfología y morfometría geométrica en un contexto de métodos comparados, herramienta usada en la actividad, para delimitar especies e inclusive considerar su reclasificación.

Según este enfoque la configuración espacial relativa de puntos morfológicos críticos (landmark points) homólogos entre especies o individuos, debe proveer información más precisa de patrones morfo-genéticos y evolutivos que la obtenida por medidas lineales, que carecen de interrelaciones espaciales (Rohlf, 2000). Un re-análisis de lo que se conoce de las características óseas de los cocodrilos, a la luz de estas nuevas técnicas de análisis posiblemente contribuirá grandemente al esclarecimiento de la controvertida filogenia de los cocodrilos de nuestro país.

Literatura Citada

Antelo, R. (2008). Biología del Cocodrilo o Caimán del Orinoco en la Estación Biológica El Frío,

- Estado Apure (Venezuela). PhD tesis. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Ardila-Robayo, M. C., S. L. Barahona-Buitrago, O. P. Bonilla-Centeno y D. R. Cárdenas-Rojas. 1999a. Análisis morfométrico craneal asociado con la edad en los *Crocodylus intermedius* nacidos en la Estación de Biología Tropical "Roberto Franco" de Villavicencio. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 23 (Suplemento Especial):437-444.
- Ayarzagüena, J. 1983. Ecología del caimán de anteojos o baba (*Caiman crocodilus* L.) en los Llanos de Apure (Venezuela). Doñana. *Acta Vert.* Vol 10-3. 136 pp.
- Ayarzagüena, J. (1984a). Variaciones en la dieta de *Caiman sclerops*. La relación entre morfología bucal y dieta. *Memoria Soc. Hist. Nat. La Salle* 122: 123-140.
- Berovides, V. 2001. *Biología Evolutiva*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana. 407 pp.
- Bonin, A., F. Nicole., F. Pompanon., C. Miaud and P. Taberlet. 2007. Population adaptive index: a new method to help measure intraspecific genetic diversity and prioritize populations for conservation. *Conservation Biology* Vol 21, No 3, 697-708.
- Brochu, C.A. (2001). Crocodylian snouts in space and time: phylogenetic approaches toward adaptive radiation. *Amer. Zool.*, 41:564–585.
- Cocteau, J.T. y G. Bibron. 1843. *Historia Física, Política y Natural de la Isla de Cuba*. En Ramón de la Sagra. Segunda Parte. Tomo IV. Reptiles y Peces. 255 pp. Imprenta y Litografía de Maulde et Renau. Paris, 1843.
- Cuvier, G. L. C. F. D. B. d. 1807. Sur les diferentes especes de crocodiles vivantes et sur leurs caracteres distinctifs. *Ann.Mus.Hist.Nat.* 10:8-66
- Dodson, P. 1975. Functional and ecological significance of relative growth in Alligator. *J. Zool., Lond.* 175:315-355.
- Ernst, C. H., Ross, F. D., Ross, C.A. 1999. *Crocodylus acutus* (Cuvier) American crocodile. In: *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*.
- Giannasi, N., R. S. Thorpe., A. Malhotra. 1997. Introductions of Anolis Species to the Island of St. Lucia, West Indies: Testing for Hybrids Using Multivariate Morphometrics. *Journal of Herpetology*, Vol. 31, No. 4., pp. 586-589.
- CITES Identification Guide – Crocodylian. 1995. A proyect of Enviroment of Canada.
- Hall, P.M. and Portier, K.M. (1994). Cranial morphometry of New Guinea crocodiles (*Crocodylus novaeguineae*): ontogenetic variation in relative growth of the skull and an assessment of its utility as a predictor of the sex and size of individuals. *Herpetological Monographs* 8: 203-225.
- Hall, P.M 1989. Variation in geographic isolates of the New Guinea crocodile (*Crocodylus novaeguineae* Schmidt) compared with the similar, allopatric, Philippine crocodile (*C. mindorensis* Schmidt). *Copeia* 1989:71-80.
- Hutton, J. M. 1987b. Morphometrics and field estimation of the size of the Nile crocodile. *Afr. J.*

Ecol. 25: 225-230.

Iordansky, N.N. (1973). The skull of the Crocodilia. Pp. 201-262 *in* Biology of the Reptilia. Vol. 4. Morphology D, ed. by C. Gans and T.S. Parsons. Academic Press: London.

Langston, Jr., W. 1973. The crocodylian skull in historical perspective. Pp. 263-284. In C. Gans and T. S. Parsons (Eds.), Biology of the Reptilia. Vol. 4. Academic Press, New York.

Luebke, H. J., M. Scriber., B. S. Yandell. 1988. Use of Multivariate Discriminant Analysis of Male Wing Morphometrics to Delineate a Hybrid Zone for *Papilio glaucus glaucus* and *P. g. canadensis* in Wisconsin. American Midland Naturalist, Vol. 119, No. 2, pp. 366-379.

Milnes, M. R., A. R. Woodward., L. J. Guillette Jr. 2001. Morphological Variation in Hatchling American Alligators (*Alligator mississippiensis*) from Three Florida Lakes. Journal of Herpetology, Vol. 35, No. 2. (Jun., 2001), pp. 264-271.

Montague, J. J. 1984. Morphometric analysis of *Crocodylus novaeguineae* from the Fly River drainage, Papua New Guinea. Aust. Wildl. Res. 11:395-414.

Piña, C., A. Larriera., P. Siroski., L. M. Verdade. 2007. Cranial sexual discrimination in hatchling broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 97(1):17-20.

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.

Ramos-Targarona, R., V de Buffrenil, J. P. Ross. 1994. Current status of the Cuban crocodile, *Crocodylus rhombifer*, in the wild. In: Crocodiles. Proceedings of the 12th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland. p 113-140.

Rohlf, F. J. 2000. On the use of shape spaces to compare morphometric methods. Hystrix, Italian J. Mammalogy, New Series 11:8-24.

Ross, F. D. 1998. *Crocodylus rhombifer* (Cuvier) Cuban crocodile. In: Catalogue of American Amphibians and Reptiles.

Stanton, M.A. y J.R. Dixon (1975). Studies on the dry season biology of *Caiman crocodilus* from the Venezuelan Llanos. Memoria S.C.N. La Salle, XXXV N° 101: 237-265.

Sutherland, W. 1996. Ecological Census Techniques. A Handbook, Cambridge University Press, Nueva York.

Thorbjarnarson, J. 1989. Ecology of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*. Crocodiles. Their ecology, management, and conservation. IUCN Publications New series. 229-259.

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.

Varona, L. S. 1986a. Implicación taxonómica de algunos caracteres externos de *Crocodylus acutus*

(Reptilia: Crocodylidae). Poeyana Serie A. No 312:1-6.

Varona, L. S. 1986b. Algunos datos sobre la etología de *Crocodylus rhombifer* (Reptilia: Crocodylidae). Poeyana Serie A. No 313: 1-8.

Verdade, L. M. 2000. Regression equations between body and head measurements in the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). Revista Brasileira de Biologia 60(3):469-482.

Villegas, A. 2005. Phenotypic characteristics of *Crocodylus acutus* and *C. moreletii* in south Quintana Roo. Crocodile Specialist Group Newsletter 24:8-9.

Webb, G. J. W. y H. Messel. 1978. Morphometric analysis of *Crocodylus porosus* from the north coast of Arnhem Land, Northern Australia. Aust.J.Zool. 26:1-27

Webb, G.J.W., R. Buckworth y S.C. Manolis. (1983d). *Crocodylus johnstoni* in the McKinlay River Area, N.T. III. Growth, movement and the population age structure. Aust. Wildl. Res., 10: 383-401.

Woodward, A. R., J.H. Whie y S.B Linda (1995). Maximum size of the American alligator (*Alligator mississippiensis*). Journal of Herpetology, 29(4):507-513.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



**CAPÍTULO 6. REPRODUCCIÓN DEL COCODRILO CUBANO EN
CAUTIVERIO**

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Introducción

Los cocodrilianos exhiben una serie de características en su historia de vida, única entre los vertebrados vivientes, como son una gran talla, larga vida reproductiva, producción de gran número de relativamente pequeños huevos y un apreciable cuidado parental, pero el análisis de su historia de vida han sido impedido por deficientes estudios cuantitativos de campo (Thorbjarnarson, 1994).

La reproducción de los cocodrilos tanto en vida silvestre como en cautividad, ha recibido considerable atención científica por varias razones, particularmente por su aplicación en el manejo (Couthinho et al., 2001). Debido a la importancia comercial y al deterioro de sus poblaciones naturales, las especies del Orden Crocodylia desde la década de 1960 han sido estudiadas en sus características reproductivas, con la finalidad de mejorar las técnicas de manejo en cautiverio (Pérez y Escobedo, 2005).

La reproducción es uno de los factores vitales que afectan a las poblaciones silvestres de cocodrilos, por lo que conocer estos factores puede ayudar a su conservación (Allsteadt, 1994). Sin embargo, el estudio de las poblaciones naturales *in situ* es difícil, debido en gran parte al complicado acceso a su hábitat y a la drástica disminución de ellas, por este motivo gran parte de la información generada sobre la reproducción de varias especies como *Crocodylus intermedius* (Thorbjarnarson y Hernández, 1993), *C. moreletii* (Huerta, 1986; Casas - Andreu et al., 1993; Casas - Andreu y Barrios-Quirós, 1997), *C. rhombifer* (González, 1975; Varona 1986; Ramos, 1987, 1997, 2000) y *Caiman latirostris* (Verdade, 1995), ha sido obtenida en cautiverio.

Estudios en animales cautivos y silvestres han revelado que el ciclo reproductivo de los cocodrilianos es prolongado, complejo y el más avanzado entre los reptiles (Magnusson et al., 1989). En los cocodrilianos se ha relacionado la estacionalidad con el comportamiento (Garrick y Lang, 1977; Thorbjarnarson y Hernández, 1993b), la anidación con los niveles de agua y la temporada de lluvias (Thorbjarnarson y Hernández, 1993; Hall, 1991), el ciclo reproductivo con la temperatura anual (Lance, 1987, 1989, 2003) y las concentraciones hormonales con el patrón anual de lluvia (Kofron y Steiner, 1994; Ponce, 2005). Además algunos autores se han referido a la variación de la temperatura global con diferentes eventos reproductivos: espermatogénesis, apareamiento, vitelogénesis y crecimiento folicular (Lance, 1987; Coutinho et al., 2001), a la variación relativa en el nivel de agua con el cortejo, apareamiento, ovoposición y nacimientos (Thorbjarnarson y Hernández, 1993) y diferentes factores como temperatura de agua, aire y el patrón de precipitación, han sido utilizados para relacionarlos con la ecología de nidos (Wilkinson, 1983).

Se ha publicado poca información en donde se comprueba la talla mínima reproductiva en algunas especies de cocodrilianos (Ponce, 2005). Se han reportado el comienzo de madurez sexual para el

C. palustris (Bustard y Singh, 1981), *A. mississippiensis* (McCann, 1940, Whirworth, 1971, Joanen y McCann, 1975, Nichols y Chabreck, 1980). Andrews (1986, 1989a, 1989b, 2000, 2004) ha reportado la madurez sexual en cautiverio para *C. palustris*, *C. simensis*, *C. niloticus*, *Caiman crocodilus crocodilus*, *C. moreletti* y *G. gangeticus*. Además se ha señalado la madurez sexual en cautiverio del *C. moreletti* (Huerta, 1986; Barrios-Quiroz, 1999), del *C. acutus* (Fonseca y Benavides, 2000) y del *C. intermedius* (Thorbjarnarson y Hernández, 1993a).

Los cocodrilos y caimanes mantenidos en cautiverio alcanzan la madurez sexual con edades y tallas menores que sus congéneres en la naturaleza (Hutton y Webb, 1992). Existe una contradicción en cuanto el comienzo de la madurez sexual de los cocodrilianos, mientras que algunos autores plantean que depende tanto de la talla como de la edad (Casas-Andreu, 1993; Andrews, 2000), otros señalan que depende del tamaño (McCann, 1940, Staton y Dixon, 1977; Joanen y McCann, 1975).

Hutton y Webb (1992), reportaron que el *C. niloticus* en cautiverio alcanza la madurez sexual, con una talla total entre 180 a 200 cm en seis años, el *C. porosus* entre 200 a 230 cm en ocho años y en alligátor criados en cámara ambientales la alcanzan a los 5,8 años de edad, pero generalmente no se logran grandes tasas de eclosión en sus huevos, ni alta calidad de sus neonatos, antes de los ocho años.

Animales nacidos en vida silvestres del cocodrilo americano en la ciénaga de Birama, Cuba y criados en cautiverio mostraron cortejo y apareamiento a los seis años de edad, sin embargo, la ovoposición comenzó a los siete años, a una longitud entre 208 y 245 cm (Fonseca y Benavides, 2000).

En cuanto a la madurez sexual del *C. moreletii*, especie similar al cocodrilo cubano en cuanto a su biología reproductiva, existen diferentes criterios, reportándose que la alcanzan entre cinco y seis años y con una talla de un poco más de 150 cm, a la cual llegan primero los machos (Huerta, 1986), mientras que Barrios (1999) concluye que la madurez sexual de las hembras de esta especie se alcanza a partir de 135 cm de longitud total y Andrews (2000) cita que la madurez sexual de las hembras en cautiverio se alcanza a una talla de 150 cm y una edad de dos años y diez meses y los machos al final de los tres años y una longitud de 175 cm.

Los estudios sobre la frecuencia reproductiva en vida libre se han realizado en pocas especies de cocodrilianos, principalmente en *C. johnsoni* (Webb et al., 1983), *C. niloticus* (Graham, 1968), *C. intermedius* (Thorbjarnarson y Hernández, 1993) y *C. acutus* (Mazzoti, 1983; Thorbjarnarson, 1988), los cuales han reportados valores altos de nidificación anual, desde un 63,8 a un 90 %, mientras que algunos trabajos sobre el *A. mississippiensis* han sugerido hasta cierto punto valores bajos, desde menores de un 10 % en Carolina del Norte (Lance, 1989) hasta un 68,1 % en Louisiana

(Chabreck, 1966).

Barrios Quiroz (1999) reportó que la frecuencia reproductora de las hembras del *C. moreletii* en cautiverio, casi la mitad de las hembras registradas, se reprodujeron con una frecuencia anual y la otra mitad interrumpió la reproducción un año alterno y en casos raros las hembras suspenden la reproducción por dos años en cuatro temporadas, estando por debajo de los resultados obtenidos para otras especies de cocodrilos pero por encima de las especies de Aligatónidos. Según este autor los principales factores que incidieron fueron la calidad del alimento y espacio.

Los nidos de los cocodrilianos pueden ser divididos en dos formas básicas en dependencia de donde los huevos son depositados: hoyos excavados en el sustrato, o en la vegetación o en un montículo constituido por encima del nivel del suelo (Thorbjarnarson, 1988). Algunas especies de cocodrilos anidan cuando el nivel de las aguas es bajo y los huevos eclosionan al subir el nivel de las aguas, esta estrategia es característica de las especies que construyen nidos tipo hoyo como son el *Crocodylus acutus* (Thorbjarnarson, 1988; Alonso, 2002, 2010), *Crocodylus intermedius*, (Thorbjarnarson, 1993; Colvée, 1999), *C. johnsonis* (Webb et al., 1989)

Una segunda estrategia se describe en cocodrilianos que nidifican al comienzo de la estación lluviosa y los huevos eclosionan al final de esta estación o a inicio de la estación seca. Casi todas las especies que exhiben esta segunda estrategia de anidación, construyen nidos tipo montículos: *Caiman crocodylus* (Staton y Dixon, 1977; Thorbjarnarson, 1990, 1994), *Melanosuchus niger* (Villamarin, 2006), *Crocodylus porosus* (Webb et al., 1989), *C. moreletii* (Huerta, 1986; Barrios-Quiroz, 1999).

Un aspecto importante de la reproducción de los cocodrilianos está relacionado con los eventos reproductivos como la nidificación, periodo de puesta, caracterización de los nidos, huevos y neonatos, tasa de fertilidad y su relación con el tamaño de la hembra (Ferguson, 1985; Webb et al., 1987; Koffron, 1990; Thorbjarnarson y Hernandez, 1993; Thorbjarnarson, 1996; Tucker and Limpus, 1997; Colvée, 1999; Casas-Andreu, 2003). La fecundidad es una compleja variable determinada por la interacción de un número de parámetros de la historia de vida, tales como la talla de madurez sexual, la relación entre las dimensiones del huevo y el tamaño de la hembra, la relación entre el tamaño de la nidada y las dimensiones del huevo y la frecuencia con que las hembras se reproducen (Thorbjarnarson, 1991).

La relación entre las dimensiones de la hembra y el tamaño de la nidada pueden ser relacionadas con muchos aspectos de su comportamiento ecológico y de su biología reproductiva (Peters, 1983). Si bien, recientes investigaciones han incrementado nuestros conocimientos sobre la biología reproductiva de los cocodrilianos, la mayor información disponible se refieren a las comparaciones interespecificas en vez de las intraespecificas (Larriera et al., 2004).

Pocos estudios han sido desarrollados sobre la alometría de caracteres relacionados con la reproducción en cocodrilianos (Verdade, 2001). Thorbjarnarson (1996) revisó las características reproductivas de los cocodrilianos con datos obtenidos de 269 referencias literarias de 22 especies, y presentó la información sobre el tamaño de la hembra, tamaño y peso de la nidada, dimensiones del huevo y tendencias alométricas a nivel inter e intraespecífico. Las relaciones alométricas de las dimensiones de las hembras de cocodrilianos con las características del huevo y las dimensiones de la nidada también han sido estudiados en *C. intermedius* (Thorbjarnarson y Hernandez, 1993), *Caiman crocodilus* (Thorbjarnarson, 1990, 1994), *Caiman latirostis* (Verdade, 2001; Larriera et al., 2004), *Caiman crocodilus crocodilus* y *Caiman crocodilus yacare* (Campos et al, 2008).

La ecología reproductiva del cocodrilo cubano en vida silvestre ha sido casi totalmente desconocida, posiblemente la especie de cocodrilo del mundo menos estudiada en este tema.

Gundlach (1880) ha servido como única referencia de nuestros cocodrilos a un sinnúmero de artículos a lo largo de más de 80 años (González, 1975), el cual realizó observaciones sobre la puesta aunque no lo situó en tiempo. Asimismo, señaló la medición de un huevo y describió algunos aspectos de comportamiento de los cocodrilos en vida silvestres y en condiciones de cautiverio.

No obstante, aspectos importantes de la biología reproductiva del cocodrilo cubano fueron expuestos por Varona (1966,1986) quien reportó la talla y edad de madurez sexual del cocodrilo cubano, época de ovoposición, descripción del tipo de nido y ofrece las primeras descripciones del comportamiento de cortejo y territorialidad en cautividad.

La cría en cautiverio de esta especie se vio desarrollada en Cuba, debido a su casi extinción en la naturaleza, lo que generó varios trabajos, que aportaron un mayor conocimiento de la reproducción de la especie en cautividad (González, 1975).

En el periodo de 1966 a 1975 se dan a conocer diferentes aspectos de la reproducción del cocodrilo cubano en cautiverio. Se realizan estudios de fertilidad (Gómez y González, 1970) y características morfológicas de los huevos (González y Cabrera, 1973). También se aportan datos sobre la época de puesta, biometría de los huevos y sus relaciones, desarrollo embrionario, tamaño de la nidada y tipos de nidos (González, 1975) que se considera el estudio más importante, con el fin de garantizar un sistema de manejo eficiente para la cría del cocodrilo cubano.

El objetivo general de este estudio fue el de analizar y cuantificar diferentes aspectos morfológicos, fisiológicos y conductuales de la biología reproductiva del cocodrilo cubano en cautiverio, como parte del esfuerzo de desarrollar el programa de conservación del cocodrilo cubano.

Como objetivos específicos nos propusimos:

1. Determinar la talla mínima y la edad de madurez sexual para ambos sexos, la frecuencia reproductiva, la época de nidificación y tipo de nido.
2. Comparar los cambios alométricos en las dimensiones del huevo y las dimensiones de la nidada, para determinar los cambios en el rendimiento reproductivo, en dos grupos de hembras: hembras de primera puesta y de múltiples puestas.
3. Comparar los resultados de este estudio con realizados anteriormente, sobre reproducción del cocodrilo cubano en Cuba.

2.2. Metodología

Este estudio se realizó en el zoológico de cocodrilos situado en la Ciénaga de Zapata, provincia Matanzas, Cuba, con una extensión de 13 ha. En nueve de ellas estaban situadas las instalaciones para la reproducción (Figura 1) y desarrollo de las crías.

2.2. Material biológico analizado e instalaciones de cría.

2.2.1. Instalaciones de cría

Las instalaciones de reproducción constaron de tres encierros semi-naturales de forma irregulares, que fueron construidos encerrando zonas cenagosas que permitían el libre movimiento del agua de estas, por lo que los espacios en que se mantenían los animales estaban sometidos a las variaciones naturales cíclicas de sequía e inundación similar a la que sufría el medio natural. Los encierros tenían las siguientes áreas: uno de 7 ha, llamado C-23, mientras los otros dos encierros tenían un área de 0,6 ha y se le nombraban C-24 y C-22. La proporción de tierra- agua era variable en estos encierros, fluctuando entre un 40:60 %. El área de tierra estaba compuesta por turba, turba mezclada con arena de río y cubierta con vegetación para permitir la nidificación, similar a la que hace en el medio. Estos encierros de los reproductores tenían árboles como robles, majagua, soplillo, casuarina, flamboyán y vegetación terrestre para facilitar áreas de sombra y de asoleamiento, que permitían a los animales seleccionar la temperatura óptima, para su termorregulación. La vegetación acuática presentes en algunas áreas, consistió en junco (*Eleocharis interstincta*), tifa (*Typha domingensis*), ovas (*Nymphaea*) y lechuguilla (*Salvinia auriculata*). En el espejo de agua abundaban invertebrados (sp, indeterminadas), moluscos (*Pomacea sp*), algunas especies de peces como biajaca criolla (*Nadopsis tetracanthus*), manjuarí (*Atractosteus tristoechus*), trucha (*Micropterus salmoides*) y abundancia de guajacónes (*Gambusia sp*). También se observaron reptiles como jicoteas (*Trachemys decussata*) y crustáceos: cangrejos de tierra (*Cardisoma guanhumi*)

El sistema de reproducción fue grupal, con un coeficiente sexual de un macho por dos hembras, con monta directa.

2.2.2. Material biológico

En 1974 se decidió destinar el zocriadero exclusivamente para la cría de la especie endémica *C. rhombifer*, debido principalmente a que en la década de los años 60 se había señalado, que por su limitada distribución y la caza comercial a la que estuvo sometida, casi había desaparecido en libertad, encontrándose confinada en los criaderos de la Ciénaga de Zapata (Varona, 1966). Por esta razón, se comenzó la separación del cocodrilo cubano de las otras existentes (*C. acutus* y posibles híbridos), que desde 1959 habían sido confinadas en el mismo encierro, después de su captura en el medio natural en diferentes localidades, principalmente de la porción occidental de la ciénaga de Zapata, aunque no se pudo precisar esas localidades. Se seleccionaron 599 cocodrilos de edad desconocida (199 machos: 400 hembras), de los cuales se ubicaron 25 machos y 50 hembras en un encierro de 0,6 ha (C-24) y el resto en un encierro de 7 ha (C-23).

Sobre la base de estos números de machos y hembras se calculó el tamaño efectivo (N_e) de estas poblaciones fundadoras (según Caughley y Gunn, 1966: $N_e=4M*H/M+H$, M= machos y H= hembras) y el porcentaje que representa de la población total ($[N_e/N]*100$). Los valores obtenidos fueron:

Población total, $N_e= 531$ (88,6 %)

Población C-24, $N_e= 67$ (89,3 %)

Población C-23, $N_e= 465$ (88,7 %)

Lo que aseguro una buena representatividad del genoma de la especie en cautiverio.

La selección se fundamentó en sus características fenotípicas, pues las mismas están bien definidas y son poco variables (Varona, 1966). En este grupo de animales que se considera parte del plantel fundador de este criadero, los machos tenían un largo total promedio (largo de la punta del hocico a la punta de la cola) de $270,4 \pm 30,6$ cm y las hembras de $249,80 \pm 23,8$ cm., tallas que aseguraron que los animales eran maduros sexuales de acuerdo al tamaño señalado por Varona, 1966.

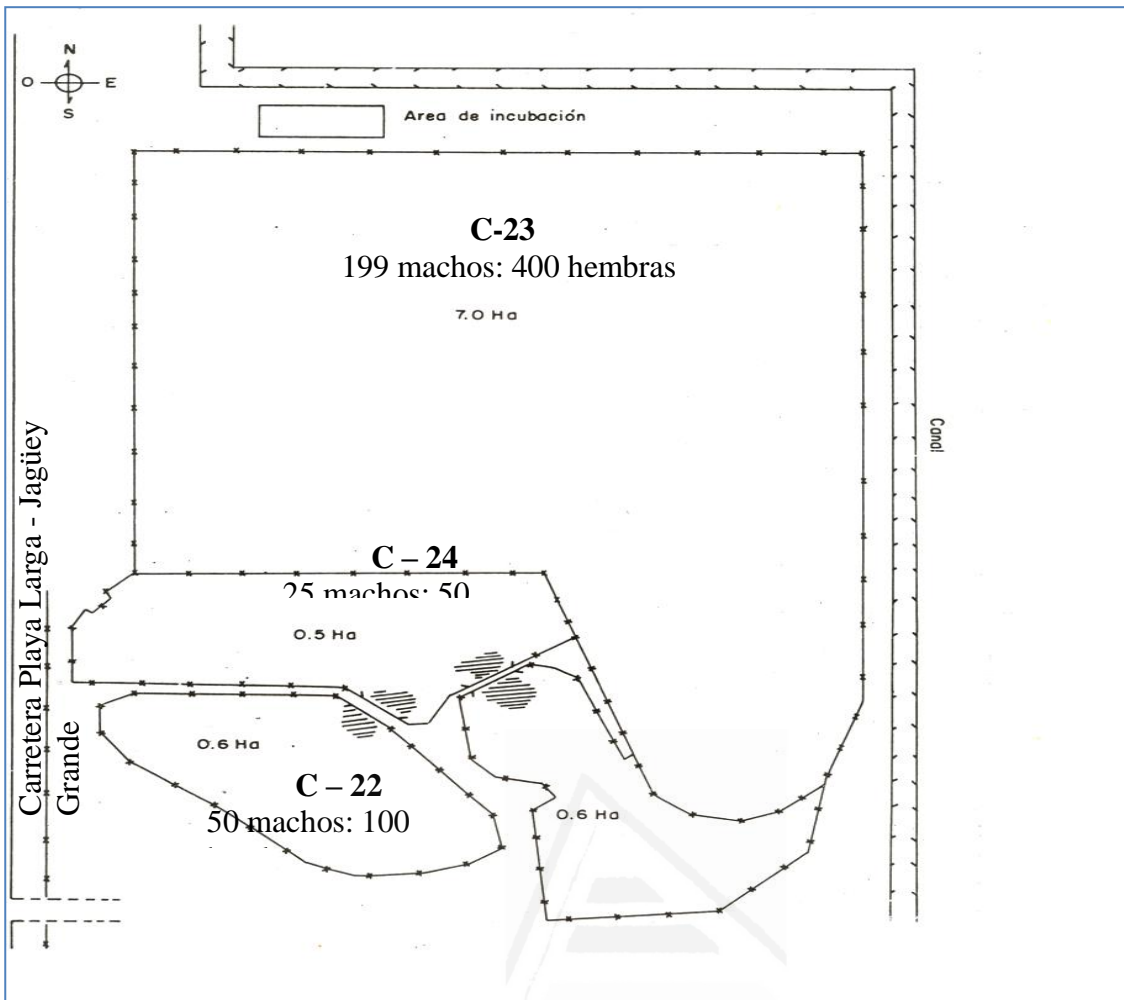


Figura 1. Croquis de los encierros de reproducción del zoológico de cocodrilos de la ciénaga de Zapata.

En 1980 se ubicaron en un encierro de 0,6 ha (C-22), 150 animales (100 hembras y 50 machos) ($N_e = 133$; 88,7 %) con cinco años de edad, que procedían de una selección de la primera generación obtenido en 1975 del plantel fundador. La talla total promedio de las hembras fue de $190,61 \pm 19,81$ cm. y los machos de $197 \pm 8,14$ cm. Los animales fueron marcados por corte de los escudetes dobles caudales, con un código de identificación individual diseñado para este fin (Fig. 2).

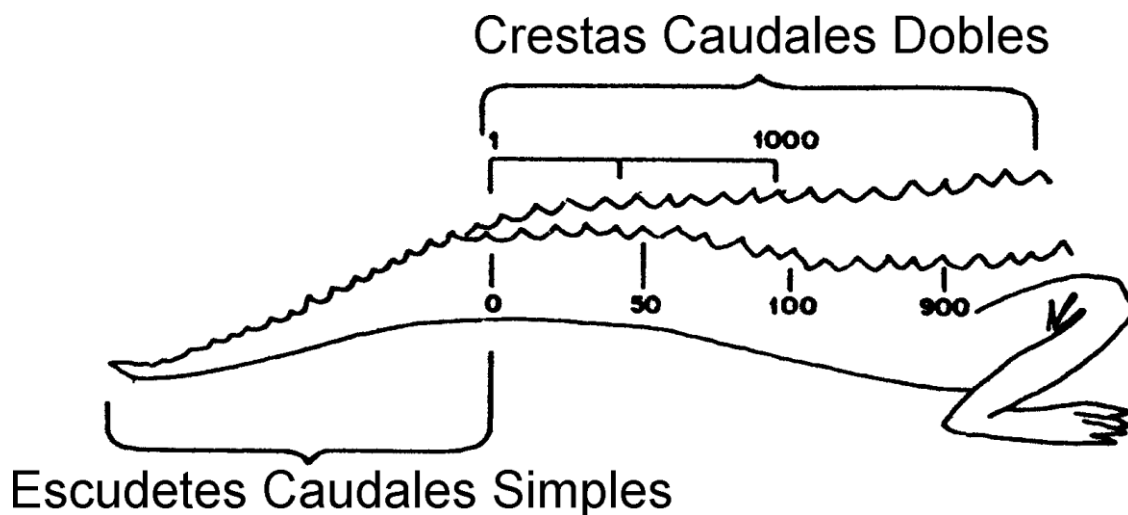


Fig. 2. Código de marca, utilizado en el zoológico de la ciénaga de Zapata.

A las hembras de edad desconocida y que se ignoraba las veces que habían nidificado se identificaron como hembras de múltiples puestas (HMP) y a las que se incorporaron por primera vez a la nidificación, por hembras de primera puesta (HPP).

La alimentación de los reproductores dependió de la disponibilidad del tipo de alimento y la cantidad que se adquiriría, por lo que principalmente se alimentaron con desperdicios de ganado vacuno y con pescado marino (morralla: peces de fauna acompañante de la pesca comercial de peces), que se mantuvo con una frecuencia semanal en verano y cada 10 o 15 días en el invierno. La cantidad de alimento suministrada estuvo aproximadamente entre el 3 y el 7 % del peso corporal de los animales.

2.2.3. Datos climatológicos.

Los datos climatológicos desde 1981 a 1992 en cuanto a la temperatura máxima, mínima y promedio (0°) y las precipitaciones (mm) fueron obtenidos en la estación experimental de cítricos situada en el pueblo de Jagüey Grande, Matanzas, poblado situado en los límites de la Ciénaga de Zapata, ubicado a 20 km del zoológico (Fig. 3).

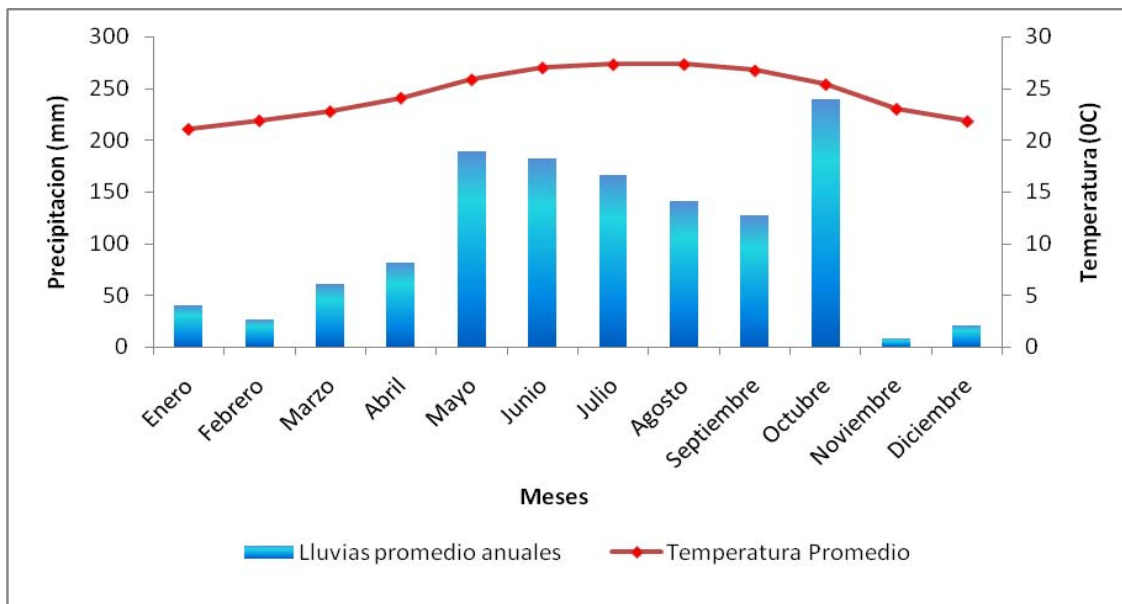


Fig. 3. Datos climatológicos en cuanto a las precipitaciones (mm) y temperaturas promedios (0°), obtenidos en la estación experimental de cítricos situada en el pueblo de Jagüey Grande, Matanzas, desde 1981 a 1992.

2.2.3. Reproducción en cautiverio.

2.2.3.1. Madurez sexual

Para conocer la edad y talla mínima de incorporación a la reproducción de las hembras, se siguió la tendencia de ingreso a la reproducción a los animales del encierro C-22 desde 1981, los cuales eran los únicos en que se podía asegurar la edad, lo que permitió determinar el inicio de incorporación de cada una de las hembras HPP. Las hembras que nidificaron fueron capturadas con un lazo e inmovilizada, midiéndoles el largo total (LT) con una cinta métrica (± 1 mm) y se tomó el peso vivo corporal (PV) con una pesa mecánica de 100 kg ($\pm 0,1$ kg).

2.2.3.1. Apareamiento efectivo, frecuencia reproductiva individual y tasa de fertilidad.

En las hembras HPP se determinaron desde 1981 a 1991 el promedio del apareamiento efectivo (porcentaje de hembras fertilizadas del total de hembras aptas reproductivamente) y la tasa de fertilidad (% de huevos fértiles respecto al total de huevos puestos). Se consideraron los huevos fértiles, cuando presentaron una visible banda opaca o mácula, indicando la fijación del embrión a la membrana interna de la cáscara del huevo (González, 1975; Ferguson, 1985; Webb et al, 1987). Para conocer la frecuencia reproductora individual se realizó un seguimiento de las hembras, durante los once años de este estudio. Los registros individuales de la ovoposición de las hembras marcadas fueron tomados diariamente, al colectar los nidos de cada grupo de hembras incorporadas.

Época de nidificación.

El estudio de la nidificación en el zoológico se realizó desde marzo del año 1981 hasta 1992, en los tres encierros descritos anteriormente, si bien desde 1975 se había comenzado a observar los diferentes eventos reproductivos (cortejo, copula y ovoposición), tanto del cocodrilo cubano como del cocodrilo americano y los supuestos híbridos. Los nidos del cocodrilo cubano fueron fáciles de detectar, ya que la hembra de esta especie presenta un comportamiento muy agresivo en defensa de su nido. Desde el inicio de la temporada de nidificación fueron recorridos diariamente, los encierros en horas tempranas de la mañana, con el propósito de ubicar los posibles nidos existentes, para la colecta y el traslado de los huevos hacia el área de incubación.

Se registraron la cantidad de nidos mensualmente por años, desde 1981 a 1992 determinando el período de puesta. Para una mejor precisión de la época de mayor frecuencia de puesta, se examinó la frecuencia de ovoposición por decenas, en cada mes de puesta, en todos los años.

1. Tipo de nidos.

Se caracterizaron 84 nidos encontrados en el encierro C-22 que estaban bien estructurados en las temporadas de nidificación del año 1981 y 1982. Se tomaron las siguientes medidas con una cinta métrica ($\pm 1\text{mm}$): altura del montículo (cm), diámetro mayor y menor de su base (cm) (determinados en la base de cada montículo en el punto en el cual empieza su elevación sobre el nivel del suelo) (Fig. 5) y dimensiones de la cámara de huevos (profundidad, diámetro mayor y diámetro menor).



Fig. 5. Dimensiones medidas del montículo del nido de *Crocodylus rhombifer* en cautiverio.

Análisis de datos

Los análisis estadísticos que se describen a continuación siguen la metodología, dada por Zar (1999). Fue comprobada la normalidad de todas las variables mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianza por la prueba de Levene.

Se establecieron los estadígrafos simples (media, desviación estándar y coeficiente de variación) y los rangos mínimos y máximos de cada parámetro del nido y se determinó la relación entre ellos y con el largo de la hembra, aplicando la correlación lineal simple de Pearson.

Para comparar las diferencias entre años de la intensidad de la nidificación (número de nidos/meses), se utilizó un análisis de varianza de clasificación simple, además se comparó la cantidad de nidos, entre los meses de mayo y junio anual por una prueba G.

Las pruebas estadísticas se realizaron por medio del programa StatSoft, Inc. (2001): STATISTICA (data analysis software system), version 6.

En el encierro de las hembras de primera puesta (HPP) se colectaron 1051 huevos en 52 nidos, de los cuales se caracterizaron 548 huevos (52,1 %), mientras que en el encierro con hembras de múltiples puestas (HPM) se colectaron 876 huevos en 24 nidos y se caracterizaron 240 huevos (27,4 %).

En ambos grupos de hembras se tomaron los siguientes datos:

A los huevos seleccionados se les midió el largo (diámetro mayor: LH) y ancho (diámetro menor: AH) con un calibrador ($\pm 0,1$ mm) y pesados (PH) con una balanza digital ($\pm 0,1$ gr). Se empleó un índice de simetría o morfológico, definido como la razón ancho/largo (diámetro menor/diámetro mayor: IM) para caracterizar la forma del huevo. Las hembras se capturaron mediante lazos e inmovilizadas y se les tomó el número que las identificaba, el largo total (LT) con una cinta métrica (± 1 mm) y el peso vivo corporal (PV) se tomó con una balanza mecánica de 100 kg (± 1 kg).

Se determinó el tamaño de la nidada (número de huevos puesto por una hembra en una nidada: TN), asimismo se calcularon el peso de la nidada (promedio del peso del huevo x tamaño de la nidada en kg: PN), la masa relativa de la nidada ($MRN = \text{Peso de la nidada} / \text{peso vivo de la hembra} \%$) y la masa relativa del huevo ($MRH = \text{Peso huevo} / \text{peso vivo de la hembra} \%$).

En el presente estudio se establecieron las ecuaciones de regresión (Modelo II, dos variables) y las correlaciones entre las dimensiones de las hembras (largo total y el peso corporal), con las dimensiones del huevo (largo, ancho y peso), con las dimensiones de la nidada (peso y tamaño) y con la masa relativa de la nidada y masa relativa del huevo, utilizando la prueba de correlación lineal simple de Pearson. Además se determinaron las relaciones de los parámetros del huevo, mediante la misma prueba.

Para determinar la relación entre el tamaño de la nidada y los parámetros del huevo (largo, ancho y peso), independiente del largo total y el peso corporal de la hembra, usamos los residuales de la regresión de las dimensiones de la hembra y los parámetros del huevo y de la nidada, utilizadas por Thornarjbsen, 1996 y Larriera, 2004). Los residuales fueron obtenidos por la regresión de los parámetros reproductivos contra las dimensiones de la hembra (largo total y peso corporal).

Se determinaron los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, varianza y coeficiente de variación) y los rangos mínimo y máximo de los parámetros reproductivos asumidos y calculados. Se tomó el largo total de los neonatos (LN) y su peso (PN) de la progenie de las hembras de primera incorporación y se determinaron los estadísticos para estos parámetros. Además se correlacionaron con el largo total y el peso vivo corporal de la hembra, así como con las dimensiones del huevo, mediante la prueba de correlación de Pearson.

Para conocer el comportamiento de los patrones observados se compararon los valores medios, de cada parámetro de ambos grupos, para distinguir si se incrementaban, permanecían estables o decrecían, por medio de la prueba t. También se compararon entre los dos grupos, la variabilidad de los parámetros, medida por el coeficiente de variación y validada por un análisis F de cocientes de varianzas.

Los parámetros reproductivos fueron determinados con los datos obtenidos de los reproductores de

primera puesta (HPP) del encierro C-22 y de animales de edad desconocida (HMP), que habían nidificado en más de una ocasión y estaban ubicados en el encierro C- 24. Se colectaron los huevos en horas tempranas de la mañana diariamente y se tomaron al azar 10 huevos de cada nido del C- 24 y el 50 % de los huevos de cada nido del C- 22, para su caracterización.

La significación estadística de las regresiones del largo corporal con los restantes parámetros reproductivos fue determinada por una prueba F del ANOVA de las regresiones.

De forma explotaría se realizó un análisis de componentes principales, con las variables corporales y reproductivas en los dos grupos de hembras, para establecer, cuáles pueden tener más importancia en la diferenciación específica. Se tomaron en cuenta los componentes que contribuyeron a la varianza total, con un porcentaje igual o mayor que 0,40

Resultados

1. Madurez sexual

Las 100 hembras ubicadas en el encierro de 0,6 ha, en el año 1980 se incorporaron en los tres primeros años a la reproducción, de las cuales el 62 % comenzaron a reproducirse en el primer año de confinamiento (1981), con una edad de seis años y una talla de $190,75 \pm 9,40$ cm. En el segundo año se incorporaron el 36 % de las hembras con siete años de edad y una talla de $190,75 \pm 9.22$ cm y al tercer año, con una edad de 8 años se incorporaron las dos hembras restante. Estos resultados sugieren que la hembra del cocodrilo cubano en cautiverio, puede alcanzar su madurez sexual a una edad mínima de seis años de edad y una talla mínima promedio de $190,75 \pm 9,40$. Además, parecen indicar que una porción de los machos maduraron a la misma edad de seis años y una talla promedio de 197 ± 8.14 cm.

2. Apareamiento efectivo, frecuencia reproductiva individual y tasa de fertilidad.

El apareamiento efectivo anual vario de un 62 % a un 100 %, con un promedio de 83,5 %. De las 62 hembras que se incorporaron a los seis años de edad, solamente dos (3,23 %) nidificaron todos los años y 45 hembras (72,58 %) nidificaron en más de seis ocasiones. En el caso de las hembras, que se incorporaron a los siete años de edad, 18 hembras (50%) nidificaron también en más de seis ocasiones, mientras que las dos hembras incorporadas a los ocho años, nidificaron en siete. Los resultados indican que de las 100 hembras incorporadas en el transcurso de tres años, ovopositaron al menos una vez, en los once años de estudio, si bien se observó que no nidificaron en todos los años, excepto dos hembras, que pusieron en todos los años (Tabla 1).

Tabla 1. Frecuencia reproductiva de hembras de primera puesta en la temporada de 1981 a 1992.

	Total de veces (%) que pusieron huevos por el total de las hembras incorporadas en 11 años de estudio (1981-91)
--	---

(Año)	Hembras Incorporadas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	62	0	4,84	8,06	6,45	8,06	24,19	20,97	14,52	4,84	4,84	3,23
2	36	2,78	11,11	5,56	11,11	19,44	22,21	16,67	5,56	2,78	2,78	0
3	2							100				

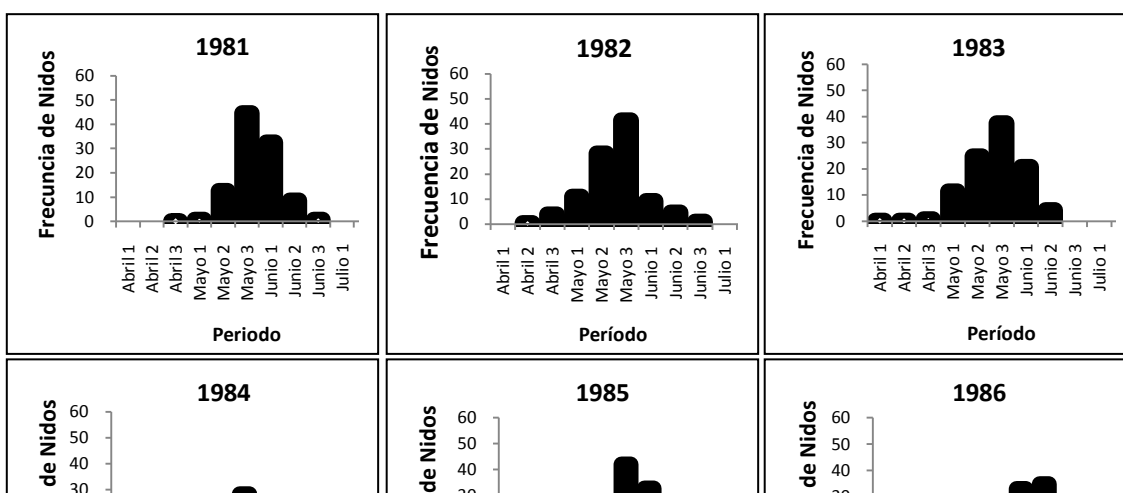
Se encontró una tasa de fertilidad promedio de $98,79 \pm 0,63$ ($97,28 - 97,72$), lo que indica que la fertilidad se comportó muy alta durante el estudio.

3. Época de nidificación

Desde 1981 a 1992, se registraron en los tres encierros un total de 4985 nidos, siendo estadísticamente significativa la diferencia entre años ($G = 231,77$, $p = 0,00$). La temporada de nidificación del cocodrilo cubano se extendió desde el mes de abril hasta la segunda decena del mes de julio (Fig. 4), coincidiendo con el periodo que termina la época seca y el comienzo e intensificación de la temporada lluviosa y las temperaturas comienzan a elevarse (temperatura promedio de 24°C , oscilación de $17 - 32^{\circ}\text{C}$).

La mayor actividad de ovoposición fue observada en los meses de Mayo y Junio (Fig. 4), observándose una diferencia significativa de la nidificación entre estos dos meses ($F = 8,67$, $p = 0,00$). En el período de 1981-85 y en año 1989, se registro el pico de la frecuencia de ovoposición en la última decena de mayo, mientras que en los años 1988, 90, 91 y 92 en la primera decena de junio. En los años 1986 y 1987 se observó el pico de la frecuencia de puesta en la segunda decena de junio.

La ovoposición en el mes de Abril, cuando se considera que termina la época seca, sucedió solamente en ocho de los 12 años de observaciones, con un total de 50 nidos. El mayor porcentaje de puesta en el mes de abril, se observó en última decena, con un total de 39 nidos, mientras que en la primera decena, se encontraron 7 nidos, correspondiendo la fecha más temprana de puesta al día 8 de abril. En el mes de julio, la ovoposición ocurrió en cinco años (38,46 %), presentando la mayor frecuencia de ovoposición en la primera decena (91,95 %).



Tipo de nido.

Los 84 nidos registrados presentaron un montículo de forma elíptica o casi circular, fabricados con el sustrato que disponían. Se encontraron las siguientes dimensiones promedio del montículo: diámetro mayor de $121 \pm 20,1$ cm. (rango = 95 – 300); diámetro menor de $120 \pm 18,2$ cm. (rango = 90 – 270) y una altura de $45,5 \text{ cm} \pm$ (rango= 40,2 – 120) (Tabla 2). La distancia del primer huevo en el nido al tope del mismo fue de $12,5 \pm 0,75$ cm. La profundidad del nido registró la mayor variabilidad (27,3 %) y el diámetro menor estuvo más variable que el diámetro mayor (Tabla 2).

Tabla 2. Estadísticos de los parámetros de las dimensiones del nido de las hembras de primera puesta: Media (\bar{X}), desviación estándar (DS), coeficiente de variación (CV), rango de mínimo y máximo.

	Parámetros	N	X	DS	CV (%)	Mínimo	Máximo
	Largo total Hembra (cm)	84	195,85	11,94	6,1	172,0	234,0
	Tamaño de la Nidada	84	23,39	4,40	18,8	9	35
Montículo	Diámetro mayor (cm)	84	121,0	20,1	16,6	95	300
	Diámetro menor (cm)	84	120,1	18,2	15,1	90	270
	Altura (cm)	84	45,5	15,1	33,2	25	150
Cámara	Diámetro mayor (cm)	84	23,38	4,80	20,5	11,0	40,0
	Diámetro menor (cm)	84	19,10	4,45	23,3	10,0	30,0
	Profundidad (cm)	84	17,64	4,81	27,3	10,0	30,0
	Tope del nido al primer huevo (cm)	84	12,5	0,75	6,0	8	14

Se encontró una correlación positiva y significativa entre los diámetros del montículo ($r = 0,52$, $p < 0,001$).

Se observó que el tamaño de la hembra no exhibió ninguna correlación con los parámetros del montículo, ni tampoco con los de la cámara del nido ($p > 0,05$).

5. Parámetros reproductivos en HPP y HMP.

Los estadísticos descriptivos de los parámetros reproductivos (dimensiones de la hembra, biometría externa del huevo, dimensiones de la nidada, la masa relativa del huevo y la masa relativa de la nidada) de las HPP y HMP se detallan en la tabla 3. Además están descritas las dimensiones de los neonatos de las HPP y la comparación de los promedios de cada carácter reproductivo, mediante la prueba t y de la variabilidad, medida por el coeficiente de variación, validada por el análisis de cocientes de varianzas entre HPP y HMP.

Dimensiones de las hembras

El largo total promedio de las HPP fue de $191,8 \pm 10,4$ cm y en las HPM de $249,8 \pm 23,8$ cm. El valor del coeficiente de variación de las dimensiones de las hembras en ambos grupos, indica que

las medidas del peso corporal son altamente más variables que las de longitud. En las HPP, la hembra de mayor largo total fue mayor en un 21,5 % que la hembra menor y la hembra de mayor peso fue 130 % más pesada que la de menor peso, mientras que en las HMP, el largo total fue de un 35 % mayor que la hembra de menor largo y en un 105 % mayor en el peso corporal.

Biometría externa de los huevos.

En las HPP, las dimensiones promedio de los huevos presentaron un largo de $78,23 \pm 3,48$ mm, ancho de $42,91 \pm 1,86$ mm, el peso de $99,11 \pm 3,77$ gr y el índice morfológico de $0,55 \pm 0,22$. El ancho ($48,1 \pm 2,35$ cm), peso ($100,24 \pm 5,40$ gr) e índice morfológico ($0,65 \pm 0,03$) de los huevos correspondiente a las hembras de múltiples puestas presentaron valores mayores, mientras que el largo del huevo mostro un menor valor de $74,52 \pm 3,81$ cm.

En el grupo de HPP, se observó que el parámetro de las dimensiones del huevo de mayor variabilidad fue el largo (CV= 4,44 %) seguido por el ancho (4,35 %) y el peso (3,81 %). Asimismo los huevos presentaron una variación en el índice de simetría de un 3,77 %. Sin embargo en las hembras del grupo II el parámetro de mayor variabilidad fue el peso del huevo (CV= 5,38 %), mientras que el diámetro mayor del huevo (largo) fue más variable que el diámetro menor (ancho). Asimismo, se observo un índice morfológico promedio de 0,65, que parece indicar que los huevos de estas hembras tienden a ser esféricos.

Dimensiones de la nidada.

En HPP se encontró un tamaño promedio de la nidada de $20,2 \pm 3,05$, un peso promedio de la nidada de $2,01 \pm 0,32$, masa relativa de la nidada de $6,7 \pm 1,4$ y la masa relativa del huevo de $0,33 \pm 0,07$. En las HMP fueron mayores el tamaño promedio de la nidada ($36,5 \pm 5,96$) y el peso promedio de la nidada ($3,64 \pm 0,66$), mientras mostraron valores menores la masa relativa de la nidada de $5,24 \pm 0,64$ y la masa relativa del huevo de $0,15 \pm 0,03$.

El peso promedio de la nidada (CV = 15,78 %) se mostro más variable que su tamaño promedio (CV = 15,09 %) en HPP, asimismo mostraron una variación mayor la masa relativa de la nidada (CV = 20,39 %), que la masa relativa del huevo (CV = 19,97 %). En HMP también la mayor variabilidad la presento el peso promedio de la nidada (CV = 18,11 %) y el tamaño promedio de la nidada presento una variabilidad de CV = 16,32 %, mientras que la variabilidad de la masa relativa de la nidada (CV = 12,14 %) y de la masa relativa del huevo (CV = 19,37 %) presentaron valores menores que las HPP.

La masa relativa de la nidada promedio indica que las hembras del grupo I gastan aproximadamente un 6,7 % promedio de energía de su peso corporal anual, en la puesta de huevos y las del grupo II gastan menos (5,2 %).

Las dimensiones promedio de los neonatos correspondiente a las HPP, mostraron un largo total

promedio de $28,8 \pm 1,06$ cm y un peso promedio de $71,2 \pm 2,14$ gr. La variación de las dimensiones de las crías de las hembras de primera incorporación al nacer tanto el largo como el peso se mostraron poco variable, presentando el largo del neonato un moderado incremento de la variación (CV = 3,68%) respecto a su peso (CV = 3,01 %).

Las HMP mostraron un aumento estadísticamente significativo de los valores medios respecto a las HPP en el peso corporal ($t=14,83$, $p = 0,000$) y el largo total ($t=17,25$, $p = 0,000$). Asimismo se observó también que el tamaño de la nidada ($t=15,80$, $p = 0,000$) y el peso de la nidada ($t=14,63$, $p = 0,00$) aumentaron significativamente.

En cuanto a las dimensiones del huevo se observó que el ancho del huevo ($t=11,50$, $p = 0,000$), peso del huevo ($t=3,36$, $p = 0,000$) e índice morfológico ($t=47,14$, $p = 0,000$) aumentaron significativamente, mientras el largo del huevo ($t=5,53$, $p = 0,000$) disminuyó significativamente. Asimismo, los valores medios de la masa relativa de la nidada ($t=4,89$, $p = 0,000$) y la masa relativa del huevo ($t=13,17$, $p = 0,000$) disminuyeron significativamente.

En las HMP, se observó un aumento estadísticamente significativo de la variabilidad del largo total ($F_{23, 51} = 5,24$, $p = 0,000$) y el tamaño de la nidada ($F_{23, 51} = 5,24$, $p = 0,000$), con respecto a las hembras de nueva incorporación. Por el contrario, disminuyó significativamente la variabilidad del peso corporal, peso de la nidada, masa relativa de la nidada y la masa relativa del huevo.

En las características de los huevos, se observó un aumento significativo de la variabilidad en el peso de los huevos ($F_{239, 525} = 3,14$, $p = 0,000$) y en el índice morfológico disminuyó ($F_{239, 525} = 3,14$, $p = 0,000$), mientras que el largo y ancho del huevo no mostraron diferencia significativa en la variabilidad.

Tabla 3. Comparación de los promedios de cada carácter reproductivo mediante la prueba t y de la variabilidad medida por el coeficiente de variación validada por el análisis de cocientes de varianza entre HPP y HMP en las condiciones del criadero de la Ciénaga de Zapata. Estadísticos descriptos: Media (\bar{X}), Desviación estándar (DS), rango de mínimo y máximo, entre paréntesis, varianza (S^2), coeficiente de variación CV (%).

Carácter	Estadísticos		Prueba ($p < 0,05$)	
	HPP	HMP	F	t
Largo Total (cm)	191,8 ± 10,4 (172-209); $S^2 = 108,1$; C.V(%)= 5,43; N= 52	249,8 ± 23,8 (208-280); $S^2 = 566,4$ C.V(%)= 9,54; N= 24	5,24	14,83
Peso Corporal (kg)	30,9 ± 6,6 (20 - 46; $S^2 = 43,6$ C.V(%)= 21,26; N= 52	70,1 ± 13,3 (44-90); $S^2 = 176,9$ C.V(%)= 18,93; N= 24	4,07	17,25
Largo Huevo (mm)	78,23 ± 3,48 (69 - 89); $S^2 = 12,1$ C.V(%)= 4,44; N= 548	74,52 ± 3,81 (62,7-90,4); $S^2 = 14,5$ C.V(%)= 5,12; N= 240	1,40	5,53
Ancho Huevo (mm)	42,91 ± 1,86 (38,0 - 48,0); $S^2 = 18,9$ C.V(%)= 4,35; N= 548	48,1 ± 2,35 (44,6 - 52,5); $S^2 = 5,5$ C.V(%)= 4,88; N= 240	1,51	11,50
Peso Huevo (gr)	99,11 ± 3,77 (83,0 - 113,0); $S^2 = 14,1$ C.V(%)= 3,81; N= 526	100,24 ± 5,40 (85,6 - 106,8); $S^2 = 29,2$ C.V(%)= 5,38; N= 240	3,14	3,36
I.M (Ancho/Largo Huevo)	0,55 ± 0,02 (0,47 - 0,61; $S^2 = 0,0004$ C.V(%)= 3,77; N= 526	0,65 ± 0,03 (0,60 - 0,76); $S^2 = 0,009$ C.V(%)= 5,41; N= 240	3,23	47,14
Tamaño Nidada	20,2 ± 3,05 (11- 26); $S^2 = 9,3$ C.V(%)= 15,09; N= 52	36,5 ± 5,96 (27 - 47); $S^2 = 35,5$ C.V(%)= 16,32; N= 24	3,81	15,80
Peso Nidada (Kg)	2,01 ± 0,32 (1,1- 2,6); $S^2 = 9,03$ C.V(%)= 15,78; N= 52	3,64 ± 0,66 (2,66 - 4,75); $S^2 = 0,4$ C.V(%)= 18,11; N= 24	4,33	14,63
Masa Relativa de la Nidada	6,7 ± 1,4 (4,5- 9,8); $S^2 = 1,96$ C.V(%)= 20,39; N= 52	5,24 ± 0,64 (4,28 - 6,77); $S^2 = 0,41$ C.V(%)= 12,14; N= 24	4,57	4,89
Masa Relativa del Huevo	0,33 ± 0,07 (0,21 - 0,47; $S^2 = 0,005$ C.V(%)= 19,97); N= 52	0,15 ± 0,03 (0,11 - 0,23); $S^2 = 0,001$ C.V(%)= 19,37; N= 24	5,51	13,17
Largo Neonato (cm)	28,8 ± 1,06 (26,5 - 31,2); $S^2 = 1,12$ C.V(%)= 3,68; N= 340			
Peso Neonato (gr)	71,2 ± 2,14 (64,8 - 75,0); $S^2 = 4,6$ C.V(%)= 3,01; N= 340			

t = Prueba t significativas.

F = Prueba Análisis de Varianzas; En rojo las diferencias estadísticamente

II. Relaciones entre las dimensiones corporales de la hembra y los parámetros reproductivos.

Las correlaciones entre las dimensiones de las hembras con los caracteres reproductivos y entre los mismos (biometría externa del huevo, dimensiones de la nidada, la masa relativa del huevo, la masa relativa de la nidada y las dimensiones de los neonatos) de las HPP se describen en la Tabla 4.

Hembras de primera puesta (HPP)

- **Largo total con el peso corporal y las dimensiones de la nidada. HPP**

En las HPP, se encontró una correlación positiva, altamente significativa entre el largo de la hembra con el peso corporal ($r = 0,92$, $p < 0,000$), asimismo se encontraron correlaciones bajas, pero significativas con el tamaño de la nidada ($r = 0,45$, $p < 0,01$) y el peso de la nidada ($r = 0,49$, $p < 0,01$).

Una correlación negativa, aunque no altamente significativo fue encontrada entre el largo de la hembra y la masa relativa de la nidada ($r = -0,56$, $p < 0,01$) y altamente significativa con la masa relativa del huevo ($r = -0,92$, $p < 0,01$).

- **Largo total con las dimensiones del huevo y de los neonatos. HPP**

El largo total de la hembra presento correlaciones positivas con valores bajos, pero estadísticamente significativos con las dimensiones del huevo y de la cría: largo del huevo ($r = 0,36$, $p < 0,05$), ancho del huevo ($r = 0,38$, $p < 0,01$), peso del huevo ($r = 0,43$, $p < 0,01$), largo del neonato ($r = 0,50$, $p < 0,01$) y el peso de la cría ($r = 0,44$, $p < 0,01$) (Tabla 4), lo que indica que a mayor talla de la hembra recién incorporada a la nidificación, los neonatos serán más grandes y pesados. No se encontró correlación del largo de la hembra con el índice morfológico ($r = 0,11$, $p < 0,05$).

Tabla 4. Matriz de correlación de los caracteres reproductivos en hembras de primera puesta en el criadero de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata. Ver abreviatura en materiales y métodos.

	LT	PC	LH	AH	PH	IM	TN	PN	MRN	MRH	LN	PN
LT	1,00	0,92	0,36	0,38	0,43	0,10	0,45	0,49	-0,56	-0,92	0,50	0,44
PC		1,00	0,26	0,34	0,36	0,18	0,42	0,46	-0,65	-0,98	0,42	0,40
LH			1,00	0,73	0,66	-0,28	0,10	0,20	-0,12	-0,21	0,46	0,49
AH				1,00	0,59	0,44	0,06	0,15	-0,24	-0,30	0,46	0,43
PH					1,00	-0,01	0,23	0,37	-0,10	-0,31	0,69	0,75
IM						1,00	0,02	0,01	-0,17	-0,18	0,07	-0,02
TN							1,00	0,99	0,40	-0,43	0,41	0,46
PN								1,00	0,36	-0,45	0,50	0,55
MRN									1,00	0,65	-0,07	0,02
MRH										1,00	-0,40	-0,38
LN											1,00	0,73
PN												1,00

□ En rojo las correlaciones estadísticamente significativas.

Relaciones entre las dimensiones de los huevos y con las dimensiones del neonato. HN

El largo del huevo presento una correlación positiva con el ancho ($r = 0,73, p < 0,00$), y con el peso del huevo ($r = 0,66, p < 0,00$). Además, con el largo del neonato ($r = 0,46, p < 0,001$) y el peso del neonato ($r = 0,49, p < 0,000$), lo que parece indicar que los huevos más largo son más ancho y más pesados y producen neonatos más largos y más pesados. También el largo del huevo fue negativamente correlacionado con el índice morfológico ($r = -0,28, p < 0,05$), lo que indica que al aumentar este parámetro, los huevos disminuyen su simetría.

El ancho del huevo presento una correlación positiva con el peso del huevo ($r = 0,59, p < 0,00$), el índice morfológico ($r = 0,44, p < 0,01$), con el largo del neonato ($r = 0,46, p < 0,001$) y con el peso de la cría ($r = 0,43, p < 0,001$), lo que parece indicar que a medida que los huevos son más ancho son más pesados, además aumentan su simetría. De igual forma, aumentan el largo y peso de los neonatos con el ancho de los huevos.

La relación del peso del huevo con las dimensiones de los neonatos mostro una alta correlación positiva de ($r = 0,69, p < 0,00$) con el largo y con el peso de ($r = 0,75, p < 0,001$). Las dimensiones de los neonatos presentaron una correlación altamente significativa ($r = 0,73, p < 0,00$), lo que indica que crías más largas son más pesadas y no se encontró ninguna relación con el índice morfológico.

Relaciones del peso corporal de las HPP con las dimensiones del nido y parámetros reproductivos.

Al analizar las relaciones del peso corporal con las demás variables se encontró una correlación positiva y significativa con el tamaño de la nidada ($r = 0,42, p < 0,01$) y con el peso de la nidada ($r = 0,46, p < 0,001$), lo que sugiere que mientras más pesada fue la hembra al incorporarse a la nidificación, la nidada fue mayor y más pesada (Tabla 4).

Una correlación negativa fue encontrada entre el peso corporal de la hembra y la masa relativa de la nidada ($r = -0,64, p < 0,00$) y altamente significativa con la masa relativa del huevo ($r = -0,99, p < 0,00$) (Tabla 4).

Peso corporal con las dimensiones del huevo y de los neonatos.

El peso corporal presento una correlación positiva con valores bajos, pero estadísticamente significativa con el ancho del huevo ($r = 0,34, p < 0,009$) y el peso del huevo ($r = 0,36, p < 0,003$) y ninguna con el largo del huevo ($r = 0,26, p < 0,05$) También el peso corporal se relaciono positivamente con el largo del neonato ($r = 0,49, p < 0,002$) y el peso de la cría ($r = 0,43, p < 0,003$). Similar al largo de la hembra, el peso tampoco mostro alguna correlación con el índice morfológico ($r = 0,22, p < 0,01$), lo que podemos resumir, que el peso corporal mostro una correlación positiva con las medidas del huevo, de la nidada y de los neonatos.

Relación del tamaño de la nidada con las dimensiones del huevo. HN

Los resultados indicaron que independiente del largo de la hembra y el peso corporal, el tamaño de la nidada no mostro una correlación significativa, con las dimensiones del huevo (largo, ancho y peso), en cambio presento una alta correlación con el peso de la nidada ($r = 0,98$, $p < 0,001$) (Figura 5).

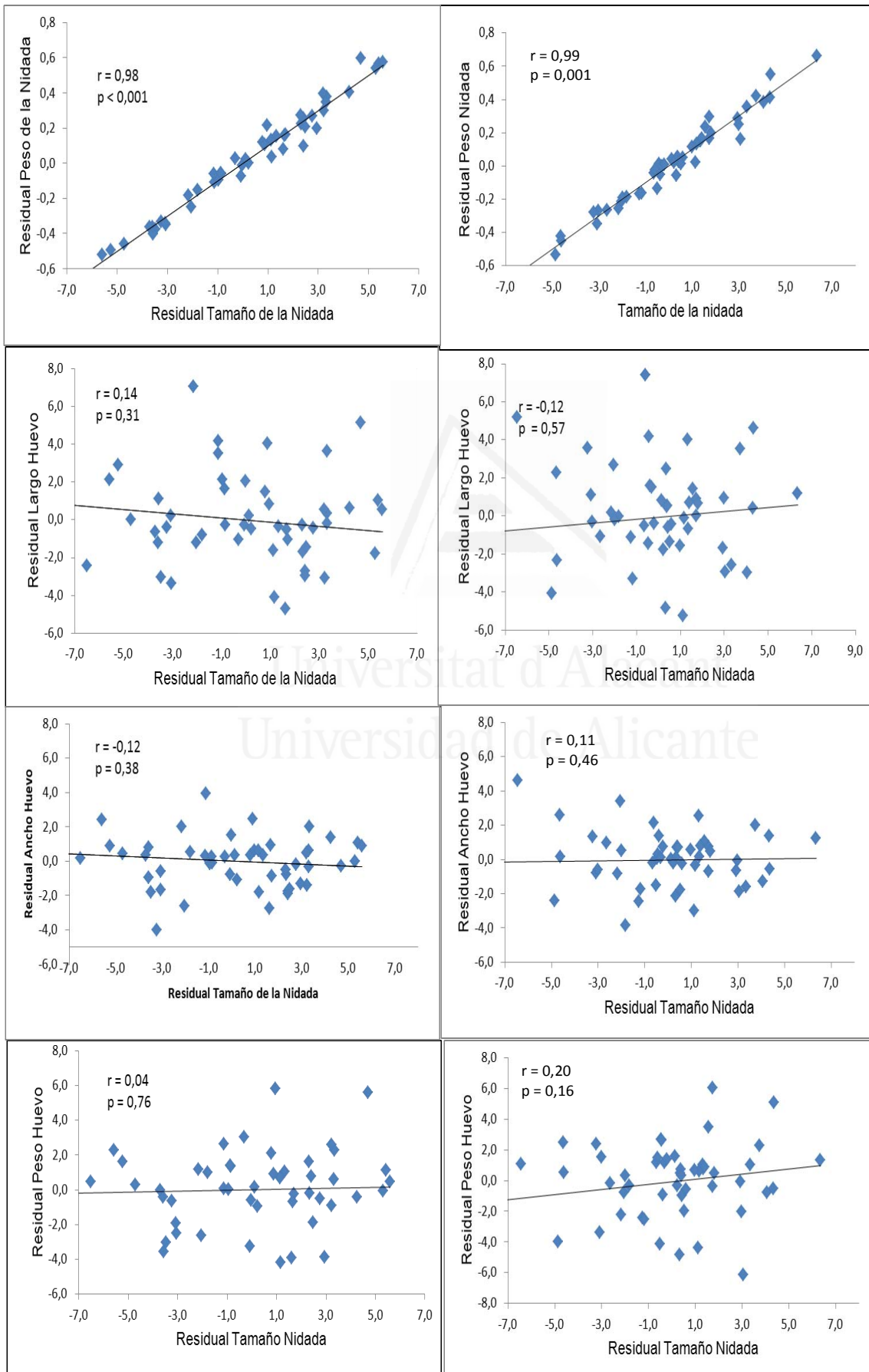


Figura 5. Correlaciones entre los residuales de las dimensiones de la nidada y los valores residuales para otros valores reproductivos (peso de la nidada, y las dimensiones del huevo (largo, ancho y peso). Los residuales fueron obtenidos mediante la regresión de los parámetros reproductivos contra el largo total de la hembra (izquierda) y contra el peso corporal (derecha).

Hembras de múltiples puestas

Las correlaciones entre las dimensiones de las hembras con los caracteres reproductivos y entre los mismos (biometría externa del huevo, dimensiones de la nidada, la masa relativa del huevo, la masa relativa de la nidada) de las HMP se describen en la Tabla 5.

Largo total con el peso corporal y las dimensiones de la nidada. HMP

El largo total de las HMP mostró una correlación positiva con el peso corporal ($r = 0,94$, $p < 0,00$), el tamaño de la nidada ($r = 0,73$, $p < 0,00$) y el peso de la nidada ($r = 0,79$, $p < 0,00$).

Una correlación negativa altamente significativa se mostró entre el largo de la hembra y la masa relativa del huevo ($r = -0,89$, $p < 0,01$) y se encontró correlación significativa con la masa relativa de la nidada ($r = -0,40$, $p < 0,05$).

Largo total con las dimensiones del huevo. HMP

El largo total de la hembra con las dimensiones del huevo mostró correlación positiva con el peso del huevo ($r = 0,43$, $p < 0,04$) y el ancho ($r = 0,40$, $p < 0,03$).

Relaciones entre las dimensiones de los huevos. HMP

Se encontró una correlación positiva entre el largo del huevo con el peso de los huevos ($r = 0,66$, $p = 0,00$) y el ancho del huevo ($r = 0,35$, $p < 0,05$) y una relación negativa con el índice morfológico ($r = -0,58$, $p = 0,003$), lo que sugiere que en este grupo de hembras a medida que los huevos aumentaron su largo, se incrementó su ancho y peso y su índice de simetría disminuyó. Se encontró una correlación positiva entre el ancho y el peso de los huevos ($r = 0,59$, $p = 0,003$) y con el índice morfológico ($r = 0,58$, $p = 0,005$) lo que parece indicar que huevos más ancho su peso es mayor y tiene una mayor simetría.

Tabla 5. Matriz de correlación de los caracteres reproductivos en hembras de múltiples puestas en el criadero de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata. Ver abreviatura en materiales y métodos.

	LT	PC	LH	AH	PH	IM	TN	PN	MRN	MRH
LT	1,00	0,94	0,13	0,40	0,43	0,25	0,73	0,75	-0,40	-0,89
PC		1,00	0,08	0,40	0,44	0,28	0,77	0,79	-0,44	-0,96
LH			1,00	0,35	0,66	-0,58	0,01	0,18	0,11	0,04
AH				1,00	0,59	0,56	0,35	0,45	-0,01	-0,26
PH					1,00	-0,07	0,30	0,50	0,05	-0,24
IM						1,00	0,32	0,26	-0,08	-0,28
TN							1,00	0,97	0,19	-0,74
PN								1,00	0,20	-0,72
MRN									1,00	0,50
MRH										1,00

Relaciones del peso de la nidada con su tamaño y las dimensiones del huevo en HMP.

Se observó en HMP, una alta correlación positiva entre el peso de la nidada y el tamaño de la nidada ($r = 0,97$, $p < 0,00$). Además, se encontró una correlación significativa negativa del peso de la nidada con la masa relativa del huevo ($r = -0,72$, $p < 0,00$) y no se observó correlación significativa con la masa relativa de la nidada ($r = -0,20$, $p < 0,35$).

La relación del peso de la nidada con las dimensiones del huevo se observó una correlación positiva con el peso ($r = 0,51$, $p < 0,00$) y con el ancho ($r = 0,45$, $p < 0,00$) y ninguna relación con el largo del huevo ($r = 0,18$, $p = 0,40$) ni con el índice morfológico ($r = 0,26$, $p = 0,21$).

Relaciones del peso corporal con las demás variables en HMP.

Las relaciones del peso corporal con las demás variables mostraron una correlación positiva significativa con el tamaño de la nidada ($r = 0,77$, $p < 0,01$) y con el peso de la nidada ($r = 0,80$, $p < 0,01$), lo que parece indicar que las hembras en este grupo con mayor peso corporal ponen mayor cantidad de huevos y es más pesada la nidada.

Una correlación negativa significativa fue encontrada entre el peso corporal de la hembra y la masa relativa del huevo ($r = -0,97$, $p < 0,01$) y con la masa relativa de la nidada ($r = -0,44$, $p < 0,05$).

Peso corporal con las dimensiones del huevo en HMP.

La relación de este parámetro con las dimensiones del huevo solamente presentó correlación positiva aunque no tan significativa con el peso del huevo ($r = 0,44$, $p < 0,003$) y el ancho del huevo ($r = 0,44$, $p < 0,05$) (Tabla 5), lo que indica que las hembras más pesadas ponen huevos más pesados y anchos.

Relación de las dimensiones del huevo con el tamaño de la nidada en HMP.

Los resultados indicaron los mismos resultados que en las HPP, que independiente del largo de la hembra y el peso corporal, el tamaño de la nidada no mostro una correlación significativa con las dimensiones del huevo (largo, ancho y peso), en cambio presento un alta correlación con el peso de la nidada ($r = 0,98$, $p < 0,001$) (Figura 7).

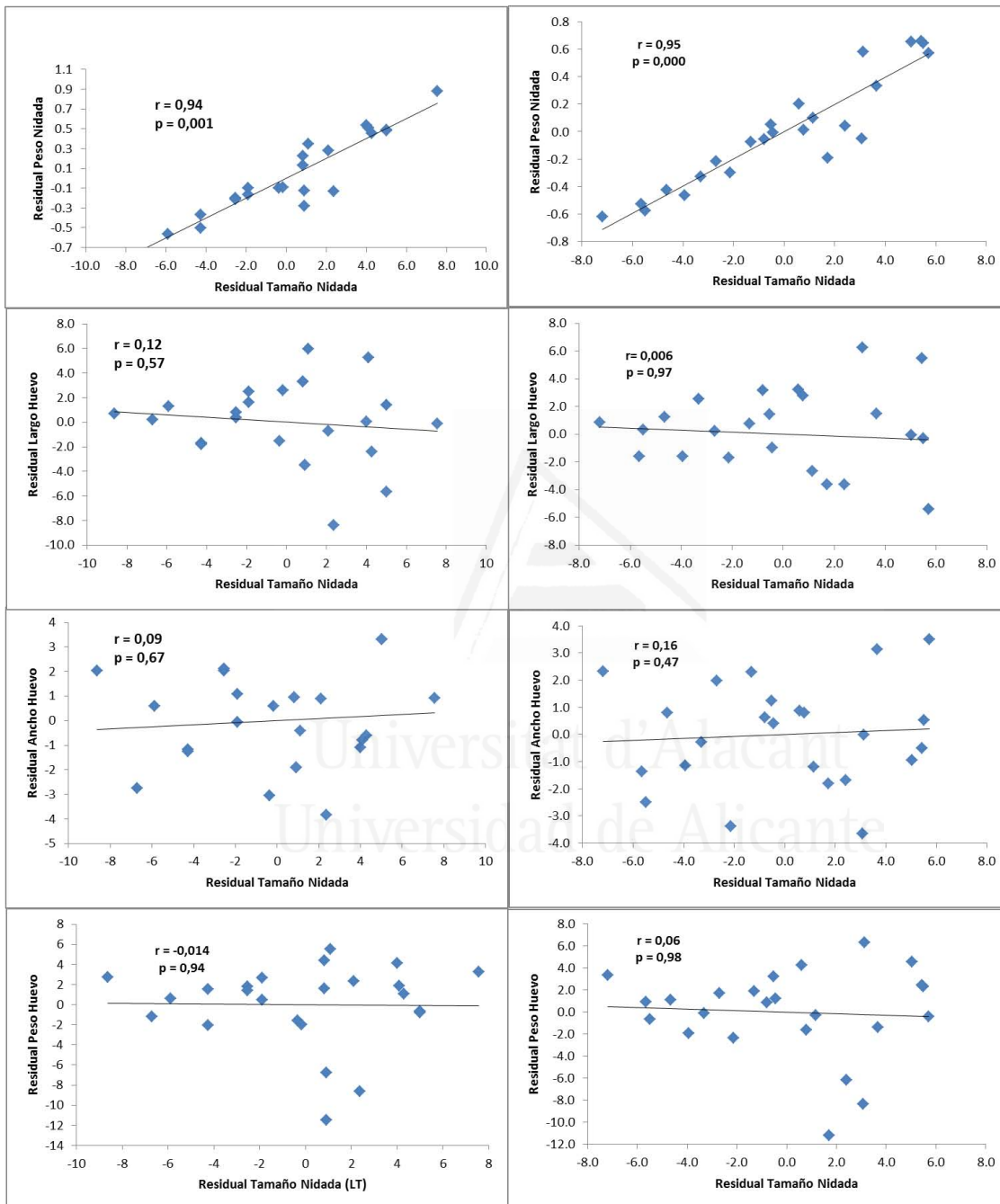


Figura 7. Correlaciones entre los residuales de las dimensiones de la nidada y los valores residuales para otros valores reproductivos (peso de la nidada, y las dimensiones del huevo (largo, ancho y peso) de las HPP. Los residuales fueron obtenidos mediante la regresión de los parámetros reproductivos contra el largo total de la hembra (izquierda) y contra el peso corporal (derecha).

Comparación de las correlaciones

Las ecuaciones de regresiones de mínimo cuadrado relacionando el largo total con los valores promedios de los parámetros reproductivos y las ecuaciones de potencia del peso corporal, con estos parámetros de las HPP y HMP están reflejadas en las tablas 6 y 7, respectivamente.

Relación del largo total con el resto de los caracteres.

Las relaciones del largo total en HPP mostro una correlación positiva y significativa con los demás caracteres, con valores del coeficiente de correlación entre 0,3 a 0,5, excepto el índice morfológico. Con el peso corporal presento una asociación muy fuerte ($r=0,9$) y se halló que el mayor valor del coeficiente de correlación con las dimensiones del huevo estuvo con el peso del huevo (0,43).

En las HMP se pierde la correlación con el largo del huevo y presenta una mayor intensidad de asociación con el ancho del huevo que en las HPP (Tabla 6 y 7), si bien, el grado de asociación con el peso corporal y el peso del huevo permanecen iguales ($r = 0,43$) (Tabla 6 y 7). Se hallaron valores mayores del valor del coeficiente de correlación del largo total con el tamaño de la nidada y el peso de la misma y una disminución de la relación con la masa relativa de la nidada y con la masa relativa del huevo en HMP respecto a HPP.

Relación del peso corporal con el resto de los caracteres.

En las HPP, el peso corporal estuvo correlacionado positiva y significativamente con los demás caracteres, con valores del coeficiente de correlación entre 0,34 a 0,46 con una $p < 0,01$, excepto con el largo del huevo y con el índice morfológico.

En el grupo de las HPP, permaneció el mismo patrón, pero con un mayor grado de asociación (r entre 0,40 – 0,75) con los demás caracteres, excepto con la masa relativa de la nidada y la masa relativa del huevo que la intensidad de la asociación disminuyo, lo que sugiere que el costo fisiológico en el peso de la nidada y el peso del huevo es relativamente menor a medida que las hembras crezcan.

Relación entre las dimensiones del huevo.

En las HPP, las dimensiones del huevo (largo, ancho y peso) estuvieron altamente correlacionadas (r entre 0,5 – 0,7). El coeficiente de correlación entre el largo del huevo con el ancho del huevo estuvo mayor en HPP, mientras que el grado de asociación del ancho del huevo con su peso permaneció igual en ambos grupos.

El largo del huevo estuvo correlacionado negativamente con el índice morfológico aunque presento un menor valor en HPP y el ancho del huevo mostro una asociación positiva con el índice morfológico pero con una intensidad mayor en HMP, lo que sugiere que hembras con mayores

tiempo de nidificación aumentan el ancho del huevo, por lo que los huevos son más esféricos.

Relación entre las variables de la nidada (tamaño y peso)

Ambos grupos presentaron una alta correlación del tamaño de la nidada con el peso de la nidada ($r = 0,99$).

Relación entre las dimensiones de los huevos y las dimensiones de la nidada.

El tamaño de la nidada no se correlacionó con las dimensiones del huevo en ambos grupos de hembras. De igual modo, el peso de la nidada en las HPP no presentó ninguna asociación con las dimensiones del huevo, excepto con el peso del huevo ($r=0,37$). Por el contrario en las HMP, el peso de la nidada presentó una correlación positiva con el ancho y con el peso del huevo, si bien el grado de asociación con el peso del huevo aumentó en este grupo.

Tabla 6. Ecuaciones de regresiones de mínimo cuadrado relacionando el largo total de la hembra de primera puesta (LT, cm) con los valores promedios del largo del huevo (LH, cm), ancho del huevo (AH, cm), peso del huevo (PH, gr), tamaño de la nidada (TN, cm), peso de la nidada (PN, kg), masa relativa de la nidada (MRN,%), masa relativa del huevo (MRH,%), largo del neonato (LN, cm) y el peso del neonato (PN, gr) y las ecuaciones de potencia del peso corporal (PV, Kg) con todas las demás variables. (N=52)

Ecuación	F	p	S _b	r ²
PV= - 81,00 + 0,583*LT	293,51***	0,000	0,034	0,85
LH= 59,722 + 0,097*LT	7,50**	0,009	0,035	0,13
AH= 30,919 + 0,063*LT	8,70**	0,005	0,021	0,15
PH= 79,333 + 0,103*LT	11,22**	0,002	0,031	0,18
TN= -4,994 + 0,131*LT	12,61**	0,001	0,037	0,20
PN= -0,854 + 0,015*LT	15,95**	0,000	0,004	0,24
MRN= 20,759 - 0,073*LT	23,20**	0,000	0,015	0,32
MRH = 1,464 - 0,006*LT	276,55***	0,000	0,0004	0,85
LN= 19,164 + 0,050*LT	16,35**	0,000	0,012	0,25
PN= 53,755 + 0,090*LT	12,00**	0,001	0,026	0,19
LH=66,66PV ^{0,05}	3,76 □	0,05	0,023	0,08
AH=34,08PV ^{0,07}	6,67 □	0,01	0,024	0,13
PH=84,04PV ^{0,05}	7,60 □	0,01	0,016	0,16
TN=6,17PV ^{0,34}	10,76 □	0,002	0,100	0,19
PN=0,518PV ^{0,39}	13,08 □	0,001	0,102	0,22
MRN=51,87PV ^{-0,60}	36,30 □	0,000	0,102	0,41
MRH=8,4PV ^{-0,95}	1105,29 □	0,000	0,016	0,986
LN=22,04PV ^{0,078}	10,69 □	0,002	0,021	0,24
PN=57,45PV ^{0,062}	9,47 □	0,003	0,018	0,19

□ Significativos estadísticamente
regresión

S_b = error de b

F = Prueba del ANOVA de

Regresiones

Largo total de las hembras con las demás variables. HPP

Las regresiones del largo total de las HPP con las demás variables fueron estadísticamente significativas, presentando el mayor efecto lineal estuvo sobre el peso corporal ($R^2=89\%$). Los

coeficientes de determinación estuvieron más bajos para el resto de las variables con valores de 13 a 24 %, presentando las dimensiones del huevo los valores más bajos de los coeficientes de determinación entre 13 a 18 %, y el mayor efecto lineal fue con el peso del huevo ($R^2 = 18 \%$). El efecto lineal del largo total de las hembras fue mayor con el peso de la nidada ($R^2 = 23 \%$) que con su tamaño ($R^2 = 19 \%$), así mismo el efecto lineal estuvo mayor con la masa relativa del huevo ($R^2 = 85 \%$) que con la masa relativa de la nidada ($R^2 = 32 \%$).

Los valores de los coeficientes de regresión en HPP, siguen el mismo patrón que los coeficientes de determinación, excepto el peso de la nidada ($b = 0,015$). El mayor valor del coeficiente de regresión se encontró en la relación con el peso corporal ($b = 0,58$), disminuyendo para el resto de las variables con valores entre $-0,006$ a $0,1$ (Tabla 6). Las dimensiones del huevo, el peso presentó el mayor coeficiente ($b = 0,10$) y en las dimensiones de la nidada (tamaño y peso), se encontró que el coeficiente de regresión con el tamaño de la nidada fue mayor ($b = 0,13$) que con el peso ($b = 0,015$). Así mismo el coeficiente de regresión con la masa relativa de la nidada ($b = -0,073$) presentó mayor valor que con masa relativa del huevo ($b = -0,006$).

La regresión lineal múltiple prediciendo el peso de la nidada del peso del huevo y el tamaño de la nidada (R^2 ajustado = $0,999$, $p < 0,000$, $n = 52$), indicaron que el tamaño de la nidada (coeficiente de regresión estandarizado $\beta = 0,95$) explica el porcentaje mayor de la variación en el peso de la nidada que el peso del huevo ($\beta = 0,16$), lo que parece indicar que en este grupo de hembras, el peso de la nidada fue incrementado, principalmente por la producción de nidadas mayores y secundariamente por la puesta de huevos más pesados.

Comparación de las regresiones en HMP respecto a las HPP.

En las HMP se encontró también que las regresiones del largo total con las demás variables fueron estadísticamente significativas, excepto con el largo del huevo. Se observó un mayor efecto lineal sobre el peso corporal ($R^2 = 89\%$). Los coeficientes de determinación que aumentaron sus valores respecto a las HPP fueron con el tamaño de la nidada ($R^2 = 53\%$) y el peso de la nidada ($R^2 = 56 \%$). Por el contrario se encontró que los valores de los coeficientes de determinación del largo total con el ancho del huevo ($R^2 = 16 \%$), peso del huevo ($R^2 = 17 \%$), la masa relativa de la nidada ($R^2 = 16 \%$) y la masa relativa ($R^2 = 79 \%$) del huevo disminuyeron.

Solamente el coeficiente de regresión del largo corporal con el tamaño de la nidada presentó un valor mayor ($b = 0,03$) que en las HPP, de otro modo disminuyeron con el ancho ($b = 0,18$) y peso del huevo ($b = 0,08$), mientras que con el peso de la nidada no varió en el valor.

Peso corporal de las hembras con las demás variables.

HPP

Las regresiones determinadas por las ecuaciones de potencia del peso corporal de las HPP con las

demás variables también fueron estadísticamente significativas, excepto con el largo del huevo (Tabla 6). La mayor porción de variación explicada por el peso corporal fue con la masa relativa del huevo ($R^2 = 99\%$), seguida con la masa relativa de la nidada ($R^2 = 41\%$), con el peso de la nidada ($R^2 = 13,1\%$) y con el tamaño de la nidada ($R^2 = 10,8\%$). En cuanto a las dimensiones del huevo, el coeficiente de determinación estuvo más alto con el peso ($R^2 = 7,6\%$) que con el ancho ($R^2 = 6,7\%$).

Los coeficientes de alometría en las ecuaciones de potencia, relacionando el peso corporal con las demás variables reproductivas fueron menores que 1 y los valores mayores los presentaron el peso de la nidada ($b = 0,73$) y el tamaño de la nidada ($b = 0,63$). Las dimensiones del huevo mostraron coeficientes de alometría con valores menores ($0,02$ y $0,01$) y con el mayor valor la relación con el peso del huevo. Se encontró que los coeficientes de alometría negativos de la masa relativa de la nidada ($b = -0,6$) y la masa relativa del huevo ($b = -0,95$) (Tabla 6).

Comparación de las regresiones en HMP respecto a las HPP.

Las regresiones determinadas por las ecuaciones de potencia del peso corporal de las HMP con las demás variables también fueron estadísticamente significativas, excepto con el largo del huevo (Tabla 6).

En este grupo también la mayor porción de variación explicada por el peso corporal fue con la masa relativa del huevo aunque menor ($R^2 = 95\%$), al igual que con la masa relativa de la nidada ($R^2 = 20\%$). Se encontró valores mayores en los coeficientes de determinación con el peso de la nidada ($R^2 = 65,0\%$) y con el tamaño de la nidada ($R^2 = 59,0\%$). Además fueron mayores con el ancho del huevo ($R^2 = 15,0\%$) y el peso del huevo ($R^2 = 20,0\%$).

El coeficiente de determinación entre el peso corporal y el peso del huevo fue mayor en las hembras de múltiples puestas ($R^2 = 20\%$) que en el otro grupo ($R^2 = 16\%$).

En el grupo de hembras de múltiples puestas los coeficientes de determinación fueron mayores con el tamaño de la nidada ($R^2 = 59\%$), peso de la nidada ($R^2 = 65\%$), y menores con la masa relativa del huevo ($R^2 = 95\%$) y con la masa relativa de la nidada ($R^2 = 20\%$).

Las ecuaciones de potencia relacionando el peso corporal de las hembras de múltiples puestas con el largo y el ancho del huevo no fueron estadísticamente significativo (Tabla 2). El patrón observado en este grupo presentó una mayor explicación de la variabilidad debido al peso corporal en el peso del huevo ($R^2 = 79\%$), en el tamaño de la nidada ($R^2 = 79\%$) y en el peso de la nidada ($R^2 = 79\%$).

Los coeficientes de alometría en las ecuaciones de potencia, relacionando el peso corporal con las demás variables reproductivas mostraron el mismo patrón en ambos grupos, pero con valores mayores en las HPP, exceptos la masa relativa del huevo y la masa relativa de la nidada (Tabla 6 y

7).

Las ecuaciones de potencia relacionando el peso del huevo y el peso de la nidada con el peso de la hembra tuvieron valores exponenciales menores que 1 en ambos grupos, indicaron que tanto la masa relativa del huevo, como la masa relativa de la nidada fueron inversamente relacionadas al peso corporal de la hembra (Tabla 5).

Tabla 6. Ecuaciones de regresiones de mínimo cuadrado relacionando el largo total de la hembra de múltiples puestas (LT, cm) con los promedios del largo del huevo (LH, cm), ancho del huevo (AH, cm), peso del huevo (PH, gr), tamaño de la nidada (TN), peso de la nidada (PN, gr), masa relativa de la nidada (MRN,%), masa relativa del huevo (MRH,%), largo del neonato (LN, cm) y el peso del neonato (PN, gr) y las ecuaciones de potencia del peso corporal (PV, Kg) con todas las demás variables.

Ecuación	F	p	S _b	r ²
PV= - 61,13 + 0,525*LT	179,47***	0,000	0,039	0,89
LH= 69,83 + 0,017*LT	0,36 NS	0,05	0,030	0,016
AH= 39,4 + 0,034*LT	4,15 □	0,05	0,017	0,16
PH= 79,89 + 0,078*LT	4,65*	0,042	0,036	0,17
TN= -8,931+ 0,182*LT	24,8***	0,000	0,037	0,53
PN= -1,547 + 0,02*LT	28,45***	0,000	0,004	0,56
MRN= 7,907 - 0,01*LT	4,19 NS	0,05 NS	-----	0,16
MRH = 0,412 - 0,001*LT	85,00	0,000	0,0001	0,79
LH=68,21PV ^{0,02}	0,15	0,05	-----	0,007
AH=33,92PV ^{0,08}	4,13	0,05	-----	0,146
PH=63,73PV ^{0,10}	5,24	0,003	0,04	0,204
TN=2,533PV ^{0,63}	31,11	0,000	0,11	0,593
PN=0,1618PV ^{0,73}	36,10	0,000	0,11	0,648
MRN=16,14PV ^{-0,26}	5,20	0,003	0,12	0,198
MRH=6,373PV ^{-0,89}	254,91	0,000	0,04	0,949

Análisis de componente principales

Se extrajeron los dos primeros componentes, utilizando el criterio de Kaiser (1960) debido a que presentaron autovalores mayores de 1.

En las HPP y HMP, los componentes I y II, explican aproximadamente el mismo porcentaje de variación de la varianza total (Tabla 8). En ambos grupos, el factor I correspondiente al autovalor mayor (3,59 y 4,1) explica aproximadamente el 51,2 % en las HPP y el 58,55 % en las HMP de la varianza total. En ambos grupos, los factores de carga de cada variable en el componente I fueron todos negativos y mayores de 0,6, excepto el largo del huevo en HMP (-0,33), pero variaron en magnitud entre grupos.

En las HMP, las variables largo total, peso corporal y las dimensiones de la nidada (tamaño y peso) presentaron una mayor asociación con el componente I, que las HPP y mostraron una menor asociación las dimensiones del huevo (Tabla 8).

Los factores de carga en el componente II, presentaron gradientes extremos de valores positivos y negativos asociados a cada componente, revelando en ambos grupos, una asociación negativa en las dimensiones del huevo (largo, ancho y peso) y una asociación positiva con las dimensiones de la nidada (tamaño y peso), tomando como criterio los valores de carga mayores o igual que 0,40.

Los valores de los factores de carga de las dimensiones del huevo en este componente II, de las HMP en relación con las HPP, se incrementó el largo y el peso del huevo mientras que en el ancho disminuyó, mientras que en las dimensiones de la nidada presentaron valores menores.

Tabla. Matriz de componentes principales, autovalores y porcentajes de la varianza total en el análisis de componentes principales para caracteres reproductivos y corporales, medidos en las hembras de primera puesta y en hembras de múltiples puestas en cautiverio.

Grupos de Hembras	HPP		HMP	
	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
Componentes				
Largo Total (cm)	-0,83	0,12	-0,88	0,24
Peso corporal (kg)	-0,78	0,16	-0,90	0,27
Largo Huevo (cm)	-0,64	-0,62	-0,33	-0,83
Ancho Huevo (cm)	-0,63	-0,63	-0,62	-0,42
Peso Huevo (gr)	-0,72	-0,41	-0,66	-0,63
Tamaño Nidada	-0,65	0,66	-0,85	0,38
Peso Nidada Kg)	-0,73	0,57	-0,93	0,19
Autovalores	3,59	1,75	4,10	1,57
% Varianza Total	51,2	24,9	58,55	22,44

Discusión

1. Madurez sexual

En un sistema de reproducción múltiple es muy difícil definir cuales machos participan en la cópula, aunque estén marcados con marcas visibles, por lo que no se precisó cuántos machos se incorporaron por años. Si bien, las hembras del *C. rhombifer* en cautiverio alcanza la madurez sexual a menor talla que los machos, es evidente de nuestros datos, que ambos sexos pueden comenzar a incorporarse a la reproducción al menos a los seis años de edad y con una talla promedio menor de dos metros, lo cual no coincide con otras estimaciones reportadas de dos metros para ambos sexos (Varona, 1986)

La diferencia de criterio en este tema pudiera explicarse, debido a que anteriormente a este estudio, no se pudo hacer un seguimiento a los cocodrilos nacidos en el criadero hasta incorporarse a la reproducción y pensamos, que solamente se podía hacer en ese contexto, una hipótesis de la

madurez sexual en el medio, que coincidió con lo reportado en la mayoría de las especies de cocodrilos en vida silvestre en ese momento, que estimaban la edad entre los 9 a 17 años de edad y las hembras alcanzaban su madurez sexual en menor tiempo (Álvarez del Toro, 1974; Whirworth, 1971; Hutton et al., 1992).

El cocodrilo cubano corresponden a una especie de tamaño medio comparativamente con otras especies como es el *C. moreletii*, no obstante parece madurar a una talla y edad mayor. En comparación con el *C. niloticus* es bastante similar, a pesar de que esta especie alcanza mayores tallas. No se debe sacar conclusiones, ya que para entender esta situación habrá que analizar los factores que influyen en el tamaño de la hembra como condiciones de cría, temperatura y del alimento disponible y calidad.

La definición de la madurez sexual en el cocodrilo cubano debe ser un tópico para futuras investigaciones principalmente desde el punto de la fisiología reproductiva y anatómica, tanto en cautiverio como en vida libre, como parte de una mayor información de su ecología reproductiva y la implantación de programas más efectivos en su conservación y mayor éxito en su cría.

Apareamiento reproductivo, frecuencia reproductiva individual y tasa de fertilidad.

El apareamiento efectivo como promedio en una granja de cocodrilos donde se mantengan un control de los parentales debe estar cercano al 70 % (Ulloa, 1996), en nuestro caso observamos que este parámetro fue más alto (83,5 %). La tasa de fertilidad encontrada fue más alta que la reportada por González (1975) de un 89 % en el criadero. Esta diferencia podía ser explicada debido a que la muestra tomada por este autor fue pequeña, además desconocía el origen de los animales (silvestres o no), la edad, densidad, proporción sexual, cantidad del alimento y la proporción de especies confinadas, factores que entre otros, afectan los parámetros reproductivos.

En particular, la frecuencia reproductiva en las condiciones del zocriadero de Zapata se comporto muy variable entre las hembras. Solamente dos hembras se reprodujeron con una frecuencia anual mientras que el 65 % del total de las hembras nidificaron como promedio más de seis veces, por lo que al menos fallaron nidificar en algún año.

La fecundidad de las hembras de los cocodrilos se manifiesta por la frecuencia reproductiva y el tamaño de la nidada (Thorbjarnarson, 1996). No obstante, la frecuencia de reproducción en cocodrilos es algo poco entendido, pero casi seguramente es un parámetro que varía de un año a otro y entre poblaciones. Nuestros resultados reflejan que la frecuencia reproductora de las hembras se encuentra en el intervalo de los resultados obtenidos para otras especies de cocodrilos silvestres (63 y 90 %) reportado por Thorbjarnarson (1996).

A pesar de que nuestros resultados fueron obtenidos en cautiverio, parece ser también influidos por casi todos los factores que afectan la frecuencia reproductiva en cocodrilos silvestres, como es la

disponibilidad de alimento y las variaciones climáticas. Sin embargo, consideramos que en nuestro caso, el factor más importante que afectó la variación anual de la frecuencia reproductiva es la variación en la cantidad y calidad del alimento, frecuencia de alimentación y el estrés producido por la competencia por obtenerlo. En futuras investigaciones, Para estimar los resultados reproductivos se necesitan incorporar tanto los parámetros de fecundidad como la variación anual de la frecuencia reproductiva (Thorbjarnarson, 1994). Se requiere un estudio detallado referente a los factores que inciden en esa variación de la frecuencia reproductiva como es la calidad y cantidad de alimento, frecuencia de alimentación, competencia por los sitios de nidificación, la edad, estado físico, el tamaño y las variaciones climáticas lo que coincide por lo planteado Hutton y col. 1992 y Ulloa 1996.

La tendencia reproductiva anual y la fecundidad individual de acuerdo a las tallas de cada hembra, son aspectos que se debe tener en cuenta en futuras investigaciones

Deben ser propósitos prioritarios de un zocriadero para el alcance de un mayor éxito reproductivo, obtener un aumento de la frecuencia reproductiva y de los valores reproductivos como las dimensiones de la nidada, dimensiones del huevo, tasa de fertilidad y la disminución de la muerte embrionaria.

3. Época de nidificación

El clima de Cuba es considerado en dos estaciones, una seca donde las temperaturas son más bajas y se extiende del mes de noviembre hasta el mes de abril y una húmeda con incremento de la temperatura y las precipitaciones, que se prolonga desde el mes de mayo hasta octubre. Se considera que la reproducción varía en los trópicos y subtrópicos siendo el nivel de agua, la alimentación y la temperatura los factores que influyen en los subtrópicos (Lance, 1987; Grigg y Seebacher, 2001).

En la temporada de ovoposición de los cocodrilos cubanos no se habían establecido exactamente sus fechas de puesta; aunque, según informes y referencias del criadero, la puesta huevos se extendía de abril a junio (González y Sotolongo, 1972). Posteriormente, González (1975) enmarcó la nidificación en el mes de mayo y en parte del mes de junio, coincidiendo sus resultados con las observaciones naturalistas anteriores. Nuestros resultados corroboran lo señalado anteriormente, pero se establece con una mayor precisión la época de nidificación, debido a que el periodo de estudio fue mayor, enmarcando la época de nidificación con la terminación de la temporada seca del año (abril), aunque se encontró que la mayor frecuencia de nidificación en el mes de abril fue en la última decena, lo que coincide con los relatos de los antiguos cazadores de cocodrilos de sus observaciones en vida silvestre. El pico de ovoposición en los meses de mayo y junio coincide con el incremento de la temperatura ambiental y las lluvias, aumentando el nivel del agua en la ciénaga.

Esto último influye en la característica de las especies que construyen nidos de montículo, lo que parece indicar que al igual que otras especies de cocodrilos, la nidificación es estimulada por la variación estacional de las lluvias y temperaturas, similar a lo reportado en *C. moreletii* (Huerta, 1986; Casa-Andreu et al. 1991, Ponce-Campos, 2005). En el cocodrilo de Nueva Guinea (*C. novaeguineae*) se sugiere que el factor que gobierna el ciclo reproductivo es la precipitación anual (Ponce-Campos, 2005)

Pudiera asumirse, que debido a que existió un cierto grado de hibridación en el zocriadero, los animales que ovopositaron a principios de abril fueran híbridos, lo que coincidía con el periodo de puesta de los híbridos en cautiverio, pero la selección de los animales en estudio se basó rigurosamente en el fenotipo del cocodrilo cubano, aunque no podemos descartar que hubiera animales genotípicamente no puros. Es un tema que actualmente pudiera ser dilucidado, utilizando marcadores moleculares en el actual plantel reproductor que tiene el zocriadero y continuar posteriormente los estudios de la ecología reproductiva en cautiverio, después de una buena selección fenotípica y genotípica de los reproductores. La nidificación ocurrida en la primera decena de julio en cinco ocasiones pudiera deberse a la ocurrencia tardía de las lluvias, pero no se tuvieron los datos para realizar el análisis. No tenemos ninguna explicación para la nidificación en agosto. Se pudiera pensar que estos nidos no se habían detectado, pero podemos asegurar que fueron recién puestos, ya que los huevos tenían glea (sustancia que acompaña a los huevos hasta 18 horas de puestos).

Los nidos de montículos son probablemente más vulnerables a desecarse y mantienen temperaturas mucho más altas que los nidos tipo hoyo (Ouboter y Nanhoe, 1987), por lo que las especies que realizan esta estrategia como es el cocodrilo cubano, la nidificación empieza en la estación lluviosa cuando el material de anidación existe en mayores cantidades. Estos factores parecen indicar que la nidificación del cocodrilo cubano es estimulada principalmente por el incremento de las lluvias lo que coincide con lo señalado por Lance (1989) que manifestó que el factor ambiental más importante en las regiones tropicales son los cambios del régimen de lluvia, niveles de agua y cambios en la disponibilidad del alimento.

Pensamos que estos datos sobre la época de nidificación pudieran ayudar a identificar a que especie pertenece los nidos eclosionados, que se encuentren en el medio.

Debido a que los cocodrilos tienen un ciclo estrechamente relacionado con los cambios ambientales en el medio en que viven, se deben desarrollar los estudios que correlacionan los cambios climáticos con la temporada de nidificación, no solamente la temperatura y las lluvias sino también la fotoperiodicidad, fases lunares y humedad. Además debe tenerse en cuenta la disponibilidad de alimento.

En general, son descritos dos tipos de nidos, desarrolladas en función de minimizar los posibles efectos negativos de las condiciones ambientales: montículo y hueco. Se ha definido como nido de hoyo cuando los cocodrilos hacen un orificio por debajo del suelo y todo nido que tenga la cámara de los huevos por encima del sustrato es de montículo (Thorbjarnarson, 1988) aunque tenga poca altura (Alonso, com. per).

El resultado más contradictorio obtenido es el relacionado con el tipo de nido que hace el cocodrilo cubano. Históricamente se ha señalado que el cocodrilo cubano construye nidos de hueco (Varona, 1966, 1986; González, 1975), lo cual no coincide con nuestras observaciones sobre el tema ya que tanto en cautiverio como en vida silvestre, los nidos detectados han sido de montículo. Varona (1966) señaló que el nido era de hoyo tanto en cautiverio como silvestres sin especificar cuándo ni en que sitio encontró los nidos silvestres. En la época en que estos autores cubanos efectuaron sus observaciones en el zoológico de Zapata, estaban confinados más de 1500 reproductores del cocodrilo cubano, cocodrilo americano y los “mixturados” con un gran número de ejemplares de grandes tallas, lo que provocaba una fuerte competencia por los sitios de nidificación, lo que pudiera explicar que posiblemente las hembras pequeñas no tuvieran oportunidad para hacer el montículo.

El tamaño del nido depende de la disponibilidad de sustrato y la competencia por el sitio de nidificación de los cocodrilos, que es común en cautiverio debido al hacinamiento de los animales. Además el hacinamiento provoca peleas entre las hembras y destrucción de los nidos, pues en muchas ocasiones nidifica una al lado de otra y el sustrato escasea, lo que limitó que no se pudiera caracterizar una mayor cantidad de nidos.

Las dimensiones de los montículos se mostraron muy variables, lo que parece indicar su dependencia de la disponibilidad del sustrato. La profundidad de la cámara varía con el tamaño de la hembra y en parte es un reflejo de la distancia que puede alcanzar cuando al descansar sobre la superficie con sus extremidades traseras, alternativamente las introduce en la cámara del nido (Webb, 1998). En nuestro caso no se encontró una relación del largo de la hembra ni del tamaño de la nidada con la profundidad del nido, lo que pudiera ser debido a que la cantidad de sustrato en cautiverio, no es uniforme ni suficiente.

Los cocodrilos que nidifican en montículos tienden a ovopositar durante la época de niveles altos del agua, donde los nidos están aislados y son difíciles de encontrar (Outbater y col. 1987). En el caso del cocodrilo cubano, donde su hábitat principal son zonas bajas pantanosas, esto explicaría su estrategia de construir nidos de montículo aislado y nidificar principalmente en época de lluvia, cuando existe mayor cantidad de material vegetal y pueda obtener una porción significativa del calor de incubación de los huevos de la descomposición de material orgánica.

Se deben realizar estudios sobre la importancia de la estrategia del tipo de nido del cocodrilo cubano no solo relacionado con el hábitat, sino también la importancia que pueda tener esta estrategia en relación al intercambio gaseoso de los embriones con el medio y el tamaño de la nidada.

Parámetros reproductivos

Nuestros resultados conducen a una evidente diferencias en los valores promedios de las variables reproductivas y sus relaciones alométricas con las dimensiones de la hembra de los dos grupos de hembras estudiadas: hembras que se incorporan a la reproducción con una talla promedio menor de dos metros y las hembras de múltiples puesta mayores de dos metros de promedio y de edad desconocida.

Las dimensiones de los huevos encontradas en las hembras de primera puesta fueron menores que los valores observados por González (1975), mientras que el grupo de hembras con múltiples puestas se mostraron con un valor similar, excepto el ancho y el índice morfológico del huevo, que fueron mayores. Esta discrepancia podría deberse a un sesgo como consecuencia del bajo tamaño de muestra en los estudios de González (1975) ($N = 6$) y posiblemente el mayor peso de los huevos encontrados por este autor fue debido a que en el tiempo de ese estudio, la alimentación era más frecuente y de mayor calidad, por lo que futuras investigaciones deberían estar dirigidas a tan importante tema.

La información publicada para otros cocodrilianos, sugieren que la relación entre las dimensiones de la hembra y las dimensiones del huevo y de la nidada varía considerablemente entre y dentro de la especie (Thorbjarnarson, 1996).

Para el cocodrilo cubano, a medida que el largo de la hembra se incrementa, el largo del huevo disminuye y por otra parte el índice morfológico aumenta, lo que parece ser que los huevos tienden a ser más esféricos (González, 1975). Nuestros resultados indican que las hembras que han puesto en varias ocasiones y tienen mayores tallas y peso corporal ponen mayor cantidad de huevos, los cuales son más pesados, menos largos y más anchos, por lo que son más esféricos que los huevos de hembras de primera incorporación. Estos resultados sugieren que la restricción impuesta por el canal pélvico pueda limitar el ancho del huevo. Thorbjarnarson (1990) señaló que el número de huevos que pueden ser cubierto por la capa calcárea al mismo tiempo, debe estar limitado por la longitud del útero, aún a una talla dada, un incremento en el tamaño de la nidada debe resultar en menos espacio disponible por el huevo, por lo que sugiere que ese paquete de huevos apretado en el oviducto durante la deposición de la capa calcárea puede ser responsable de la relación inversa entre el largo del huevo y el tamaño de la nidada. Nuestras observaciones coinciden con lo expuesto y sugieren que como la edad y vida reproductiva aumenta como el relajamiento de las paredes de los

oviductos, el largo del huevo disminuye y el ancho aumenta. La forma más simétrica del huevo puede ayudar a un mejor deslizamiento por la canal que forman las extremidades posteriores dentro de la cámara del nido y permiten un mejor acomodamiento en dicha cámara que los huevos más largos y anchos, lo que produce menos roturas entre ellos.

Los valores encontrados para las dimensiones de la nidada, masa relativa de la nidada y la masa relativa del huevo fueron mayores que los reportados para el cocodrilo cubano por Thorbjarnarson (1996). Las diferencias podría deberse a que este autor para calcular estos parámetros se basó por cálculos teóricos tanto del peso del huevo como del peso de la nidada, lo que puede haberle llevado a sesgar los resultados.

Al nivel de especie, las dimensiones de los huevos, el tamaño de la nidada y la masa de la nidada están positivamente correlacionados con la talla de la hembra (Thorbjarnarson 1996). Esto coincide con lo encontrado en las hembras que se reproducían por vez primera, que el largo total se correlaciono débilmente con las dimensiones del huevo, pero no ocurrió así en las hembras que habían puestos en varias ocasiones que solamente se asoció con el peso del huevo, que es similar al patrón encontrado por Colvéet (1999) en *C. intermedius* en cautiverio. Esto es contrario a lo reportado por González (1975), que no encontró correlación significativa entre el largo de la hembra del cocodrilo cubano en cautiverio con el ancho y el peso del huevo ni con las dimensiones de la nidada.

El análisis de componentes principales muestran como los factores de carga de las dimensiones de los huevos está más asociados en las HPP y las dimensiones de la nidada es menos asociado que en las HMP, lo que corrobora los análisis bivariados de correlación.

Los resultados indican que las hembras de múltiples puestas incrementan el tamaño y peso de la nidada en una mayor tasa que las hembras de primera puesta, lo cual discrepa con lo reportado por González (1975), que no observó ninguna relación.

Nosotros encontramos que hembras más grandes y más pesadas tienden a incrementar el tamaño de la nidada y tener un mayor peso de la misma, lo que sugiere que las hembras más grandes son más fecundas que las hembras pequeñas, lo que concuerda con los estudios de Thorbjarnarson and Hernández, (1993) en *C. intermedius* y difiere con lo encontrado con Colvéet (1999) en la misma especie en cautiverio, el cual observo que el tamaño de la nidada era muy variable e independiente del largo de la hembra. Patrones similares a los resultados obtenidos han sido reportado para *Caiman crocodilus*, *Crocodylus porosus*, *Crocodylus acutus* (Thorbjarnarson, 1996) y *Caiman latirostris* (Larriera, 2004) en vida libre. Campos et al. (2008) también encontró una correlación positiva entre el peso de la hembra y el tamaño de la nidada en *Caiman crocodilus crocodilus*.

La relación de las dimensiones de la hembra, con el peso del huevo en ambos grupos en estudio es

menor que con las dimensiones de la nidada y presento mayor correlación positiva con el peso de la nidada, aunque en las HMP, presentaron una mayor intensidad de la asociación. Los resultados discrepan con los patrones encontrados en *C. intermedius* (Thorbjarnarson and Hernández, 1993), *Alligator mississippiensis* (Wilkinson, 1983), y en *Caiman latirostris* (Larriera, 2004) que encontraron una mayor asociación del largo de la hembra con el peso del huevo que con las dimensiones de la nidada.

En ambos grupos de estudio, no existió una relación significativa entre las dimensiones del huevo y el tamaño de la nidada, cuando se removieron los efectos de las dimensiones de la hembra. El mismo patrón ha sido descrito en otros cocodrilianos (Thorbjarnarson and Hernández, 1993; Thorbjarnarson, 1996; Larriera, 2004).

.Las correlaciones negativas del peso corporal con la masa relativa de la nidada y con la masa relativa del huevo son las relaciones alométrica más significativas encontradas, aunque en las HPP, la relación es más intensa. Una HPP con un peso corporal promedio de 30,9 kg, la masa relativa de la nidada representa como promedio el 6,7 %, mientras que una HMP de 67 kg, representa el 5,2 %. La disminución de la masa relativa de la nidada con el aumento del largo como el peso de la hembra, parece reflejar un relativo menor costo fisiológico, a medida que las hembras están creciendo.

El coeficiente de alometría de las ecuaciones alométricas, relacionando el peso del huevo con el peso corporal de la hembra en cocodrilos es $b=0,29$ y para los reptiles en general es $b=0,42$ (Thorbjarnarson, 1996), lo que difiere en grado sumo de nuestros resultados ($b= 0,01$, en ambos grupos).

King (2000) señala que si el coeficiente de alometría entre las dimensiones de la nidada y el con el peso corporal de la hembra se desvía mucho del valor esperado $b = 1$, es posible que las hembras más pequeñas y grandes utilicen diferentes estrategias reproductivas. El coeficiente de alometría en la relación del peso corporal con el tamaño de la nidada y con el peso de la nidada en ambos grupos en estudio, se alejan de 1, aunque mucho más alejado en las HPP ($b= 0,34$ y $b=0,39$) que en las HMP ($b= 0,62$ y $b=0,73$), lo que sugiere que ambos grupos difieren en su estrategia reproductiva, lo cual es corroborado por los resultados que indican que las HMP tienden a producir huevos más grandes y pesados que las HPP.

Nuestros resultados sugieren que en las hembras de nueva incorporación, las de mayores dimensiones tienen crías más larga y pesadas, lo que puede ser explicado por la relación positiva entre con las dimensiones del huevo y las dimensiones de la cría, ya que a mayor dimensión de la hembra mayores dimensiones del huevo. Este patrón de grandes huevos producen mayores neonatos es similar a lo encontrado en *Alligator mississippiensis* (Deitz & Hines, 1980), *Caiman crocodilus*

yacaré (Campos & Magnusson, 1995).

La puesta de huevos es un período muy importante en la vida reproductiva de cualquier especie ovípara. No es posible garantizar un sistema de manejo eficiente en la crianza de cocodrilos si se desconocen algunas características de la hembra y de sus huevos en este período (González, 1975).

A pesar que el cocodrilo cubano puede comenzar a reproducirse a los seis de edad y una talla menor de 180 cm, los resultados sugieren que como una estrategia de incrementar los valores reproductivos del cocodrilo cubano en cautiverio, se debe tener en cuenta que hembras mayores de dos metros ponen mayor cantidad de huevos y más pesada la nidada, por lo que es aconsejable separar las hembras de los machos cuando son subadultos, hasta que alcancen esa talla. Thorbjarnarson (1996), considera que el peso de la nidada es una medida adecuada que incluye todo el rendimiento reproductivo de las hembras.

Futuros estudios deben encaminarse en determinar la tendencia de los valores reproductivos individualmente en cautiverio y relacionarlas con las características del neonato, así como determinar la relación de la fecundidad de la hembra con la frecuencia de reproducción y las dimensiones de la nidada.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Literatura Citada

- Alonso-Tabet, M. y R. Rodríguez-Soberón. 1998. Observations of nesting behavior of *Crocodylus acutus*. The Crocodile Specialist Group Newsletter, 17(1):11-13.
- Alonso-Tabet, M. 2010. Comportamiento del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en el Refugio de Fauna “Monte Cabaniguán”, Cuba. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, España – Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Álvarez del Toro, M. 1974. *Los Crocodylia de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 70 p.
- Andrews, H.V. (1986). Variation in egg and clutch size of mugger in different age groups. Hamadryad 11(3): 13- 14.
- Andrews, H.V. (1989a). An unusual record of *Crocodylus moreletii* nesting. Hamadryad 14 (1): 11-13.
- Andrews, H.V. (1989b). *Gavialis gangeticus* nest at the Madras Crocodile Bank. Hamadryad 14 (1): 13-14.
- Andrews, H.V. (2000). Breeding, growth and reproductive effort of the Morelet’s crocodile (*Crocodylus moreletii*). Pp. 182-190 in Crocodiles. Proceedings of the 15th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. Varadero, Cuba. IUCN-The World Conservation Union: Gland, Switzerland.
- Andrews H. V. 2004. Captive breeding and reproductive biology of the Indian *Ghaviol gaviaalis gangeticus*. Pp. 401 - 409 in Crocodiles. Proceedings of the 17th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. Darwin, Northern Territory of Australia. IUCN-The World Conservation Union: Gland, Switzerland.
- Allsteadt, J. 1994. Nesting ecology of *Caiman crocodile* in Caño Negro, Costa Rica. Journal of herpetology, Vol. 28, No. 1, pp.12-19.
- Barrios, G. Q. 1999. Reproducción y Crecimiento del lagarto de pantano *Crocodylus moreletii* (Duméril, Bibron y Duméril, 1851) en cautiverio, en Tabasco, México.
- Bustard, H.R. and Singh, L.A.K. (1981). Age at onset of sexual maturity in male Indian mugger (*Crocodylus palustris*, Lesson) in captivity. J. Bombay Nat. His. Soc. 78 (3): 607- 669.
- Campos, Z., W. Magnusson. 1995. Relationship between rainfall, nesting habitat and fecundity of *Caiman crocodilus yacare* in the Pantanal, Brazil. Journal of Tropical Ecology, Cambridge, v.11, p. 351-358.
- Campos, Z., W. Magnusson., T.sanaiotti., M. Coutinho. 2008. Reproductive trade-offs in *Caiman crocodilus crocodilus* and *Caiman crocodilus yacare*: implications for size-related management quotas. Herpetological Journal 18: 91–96,
- Casas- Andreu G., J. F. Iracheta y H. Saracho 1991. Anidación de *Crocodylus moreletii* en cautiverio en Tabasco. México. Memorias de la Reunión Regional del CSG, Grupo de Especialistas en Cocodrilos de la UICN. Unión Mundial para la Conservación, 118-133pp

Santa Marta Colombia.

- Casas- Andreu G., y Barrios-Quirós, G. 1997. Nuevos aportes a la anidación (1990-1993) de *Crocodylus moreletii* en cautiverio en Tabasco, México. Memorias de la 4ta. Reunión del grupo de Especialistas de Cocodrilos de América latina y del Caribe. Centro Regional de Innovación Agroindustrial, S. C. Villahermosa, Tabasco. pp. 21- 24.
- Casas- Andreu 2003. Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 89: 111-128
- Chabreck, R. H. 1966. Methods of determining the size and composition of Alligator populations in Louisiana. Proc. Ann. Conf. Southeast. Assoc. Game Fish Comm. 20:105-112.
- Colvée, S. 1999. Comportamiento reproductivo del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en cautiverio. Tesis Doctoral. Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
- Couthinho, M; Campos, Z; Cardoso, F.; Martinelli, P., Castro, A. 2001. Reproductive biology and its implication for the management of caimán *Caiman yacare* in the Pantanal wetland, Brazil. In; Grigg, G; seebacher, F.; Franklin, C. (org.). Crocodilian Biology and Evolution. Chipping Norton; Surrey Beaty A& Sons, 2001. p.229-342.
- Deitz, D.C. y T.C. Hines (1980). Alligator nesting in north-central Florida. Copeia 1980 (2): 249-258.
- Ferguson, M.W.J. 1985. Reproductive biology and embryology of the Crocodilians, 329-491 pp. In: C. Gans, F. Billet & P.F.A. Maderson (eds.) Biology of the Reptilia, Vol. 14, Development A. Wiley, Nueva York.
- Fonseca, N., R. R. Benavides. 2000. Reproducción en cautiverio de *Crocodylus acutus* en manzanillo, provincia Granma, Cuba. Proceedings of the 15th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge UK.
- Garrick, L. D. and Lang, J. W. 1977. Social signals and behaviour of adult American alligators and crocodiles. Amer. Zool. 17; 225 – 239.
- Gómez, R., F. M., González, 1970. Identificación de los huevos fértiles en el cocodrilo. Reporte preliminar. Pul. Memorias de la III jornada Técnica. CAN, La Habana.
- González F. M., A. Sotolongo, A. 1972. Estudio preliminar de la explotación de cocodrilos en Cuba (Informe a las instancias superiores del gobierno). 21 p.
- González, F. M., M. Cabrera. 1973. Características morfológicas del huevo del cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*, Cuvier). Memorias del IV Seminario Científico del CENIC, La Habana. (En resúmenes de comunicaciones-suplemento p. 17)

- 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.
- GRAHAM, A. 1968. The Lake Rudolf Crocodile (*Crocodylus niloticus Laurenti*) population, pp. 150. Kenya Game Depto, Nairobi, Kenya.
- Grigg, G.C., F. Seebacher. 2001. Crocodylian thermal relations. In: G. Grigg, F. Seebacher and C. Franklin (orgs). *Crocodylian Biology and Evolution*. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, NSW, Au.
- Gundlach, J. 1880. Contribución a la Herpetología cubana. Imprenta G. Montiel y Cía. La Habana, 99 pp.
- Hall P. M. 1991. Estimation of Nesting Female Crocodylian Size from Clutch Characteristics: Correlates of Reproductive Mode, and Harvest Implications. *Journal of Herpetology*. 25(2):133-141.
- Huerta, M. 1986. Etología, reproducción y Biometría del *Crocodylus moreletii* (Duméril, Bibron y Duméril, 1851), en cautiverio, Tesis de Lic. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México. 102pp.
- Hutton, J and G. J. W. Webb (Editors). 1992. An introduction to the farming of crocodylians. Proc. from a workshop held at the 10th Working Meeting of the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, Gainesville, Florida, April 1990.
- Joanen, T. and L. McCann, L. (1975). Notes on the reproductive biology and captive propagation of the American alligator. Proc. 29th Annual Meeting Southeast Assoc. Game & Fish Comm. 29: 407- 415.
- Kofron, C. P. 1990 Reproductive cycle of the Nile crocodiles (*Crocodylus niloticus*). *Journal of Zoology*, v. 221, p. 477-488.
- Kofron, C. P. and C. Steiner. 1994. Observations on the African Dwarf crocodile, *Osteolaemus tetraspis*. *Copeia*, Vol. 1995, No. 2, pp. 533-535
- Lance, V. A. 1987. Hormonal control of reproduction in crocodylian. In. G. W. Webb, S. C. Manolis and P. J. Whitehead (eds). *Wildlife management: Crocodiles and Alligators*, pp. 409-415. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, NSW, Au.
- Lance V. A. 1989. Reproductive Cycle of the American Alligator. *American Zoologist*. 29 (3): 999-1018.
- Lance, V. A. 2003 Alligator physiology and life history importance of temperature. *Experimental Gerontology* 38 (2003) 801-805
- Larriera, A. C. I. Piña., P. Siroski and L.M. Verdade. 2004. Allometry of Reproduction in Wild

- Broad-Snouted Caimans (*Caiman latirostris*). Journal of Herpetology, Vol. 38, No. 2, pp. 301–304.
- Magnusson, W. E., K. A. Vliet., A. C. Pooley and R. Whitaker. 1989. pp 118- 135. Reproduction. In: Crocodiles and Alligator. Ed. Charles A. Ross.
- Mazzoti, F. J. 1983. Ecology of *Crocodylus acutus* in Florida. Ph.D. Thesis in Ecology, Pennsylvania State University Park, Pennsylvania.
- McCann, C. (1940). A reptile and amphibian miscellany. J. Bombay Nat. Hist. Soc. 41(4): 742- 747.
- Nichols, J.D. and Chabreck, R.H. (1980). On the variability of alligator sex ratio. Amer. Nat. 116: 125- 137.
- Outbater, P.p., and L. M. R. Nanhoe. 1987. Notes on nesting and parental care in *Caiman crocodilus crocodrilus* in northern Suriname and an analysis of crocodilian nesting habits. Amphibian-Reptilian 8:331-348.
- Pérez O.; Escobedo-Galván A.H. 2005. Notas sobre la reproducción en cautiverio de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en el Perú. Rev. peru. biol. 12(3): 479- 481 (2005).
- Peters, R. H. 1983. The Ecological Implications of Body Size. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Ponce, C. P. 2005. Influencia del ambiente en las hormonas sexuales y de estrés durante el ciclo reproductivo del “caimán” *Crocodylus acutus* Cuvier, 1807. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Guadalajara Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias División de Ciencias Biológicas y Ambientales Posgrado en Ciencias Biológica Orientación en Ecología.
- 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.
- Ramos, R. 1997. Manejo en cautiverio del cocodrilo cubano *Crocodylus rhombifer* en el zocriadero de la Ciénaga de Zapata, Cuba. Memorias de la 4ta. Reunión del Grupo de Especialista de Cocodrilos de América Latina y del Caribe. Centro Regional de Innovación Agroindustrial, S.C. Villahermosa, Tabasco.pp: 145-49.
- Ramos, R. 2000. Reproducción en cautiverio del cocodrilo cubano *Crocodylus rhombifer*, en el zocriadero en la Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba. Proceedings of the 15th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge UK.
- Ponce, C. P. 2005. Influencia del ambiente en las hormonas sexuales y de estrés durante el ciclo reproductivo del “caimán” *Crocodylus acutus* Cuvier, 1807. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara.
- Staton, M.A. y J.R. Dixon (1977a). Breeding biology of the spectacled caiman, *Caiman*

- crocodilus crocodilus*, in the Venezuelan Llanos. Fish and Wildl. Services. Wildlife research. Report 5. Washington D.C.
- StatSoft I (2003) STATISTICA (data analysis software system). www.statsoft.com.
- Thorbjarnarson, J.B. 1988. The status and ecology of the American crocodile in Haiti. Bulletin of the Florida State Museum of Biological Sciences, 33(1):1-86.
- Thorbjarnarson, 1991. Ecology and behavior of the spectacled Caiman (*Caiman crocodilus*) in the central Venezuelan Llanos. Ph.D. Dissertation. University of Florida.
- Thorbjarnarson, J.B. (1994). Reproductive ecology of the spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the Venezuelan Llanos. Copeia, 1994 (4): 907-919.
- Thorbjarnarson John B.; G. Hernández. 1993. Reproductive Ecology of the Orinoco Crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. I. Nesting ecology and clutch relationship. Journal of Herpetology, Vol. 27: 363-370.
- Thorbjarnarson, J. 1996. Reproductive characteristics of the order Crocodylia. Herpetologica, v. 52, p.8-24.
- Tucker, A., Limpus, C. 1997. Assessment of reproductive status in Australian freshwater crocodiles (*Crocodylus johnstoni*) by ultrasound imaging. Copeia, v. 4, p. 851-857.
- Ulloa, G. 1996. Aspectos Generales de la Zoocria de Crocodylia en Colombia. pp 7 – 31. In: Proceeding of the 13th Working Meeting of the cocodile Specialist Group,UICN, The World Conservation Union, Gland, Zwitterland. ISBN 2- 8317-0327-1. 516P.
- 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.
- Varona, L. S. 1986. Algunos datos sobre la etología de *Crocodylus rhombifer* (Reptilia: Crocodylidae). Poeyana Serie A. No 313: 1-8.
- Verdade, L.M., 1995. Biología reproductiva do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em São Paulo, Brasil. In: Larriera, A., Verdade, L.M. (Eds.), La Conservación y el Manejo de Caimanes y Crocodilos de América Latina, vol. 1. Fundación Banco Bica, Santo Tome', Santa Fe', Argentina, pp. 57– 79.
- Verdade, L. M. 2001. Allometry of reproduction in Broad-Snouted Caiman (*Caiman latirostris*). Brazilian Journal of Biology 61:431–435.
- Villamarin, F. J. 2006. Anidación y patrones de uso de hábitat del Caimán Negro, *Melanosuchus niger* (Crocodylia: Alligatoridae), en dos localidades de la Amazonía ecuatoriana. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Whirworth, J. (1971). Notes on the growth and mating of American alligator (*Alligator mississippiensis*). Int. Zoo Year Book 11: 144.

- Webb, G.J.W., H. Messel y W. Magnusson (1977). The nesting of *Crocodylus porosus* in Arnhem Land, Northern Australia. *Copeia*, 1977(2): 238-249.
- Webb, G.J., R. Buckworth, and S.C. Manolis. 1983. *Crocodylus johnstoni* in the McKinlay river, NT. VI. Nesting Biology. *Australian Wildlife Resources* 10:607-637.
- Webb, G.J.W. and Manolis, S.C. (1987). Methods for retrieving crocodilian embryos. Pp. 423-6 in *Wildlife Management Crocodiles and Alligators*, ed. by G.J.W. Webb, S.C. Manolis and P.J. Whitehead. Surry Beatty and Sons: Sydney.
- Webb, G.J.W and Manolis, C. (1998) *Crocodiles of Australia*. New Holland Publishers, Australia, p. 105.
- Wilkinson, P. M. 1983. Nesting Ecology of the American Alligator in coastal South Carolina. Study Completion Report. August 1978-Sep 1983. S. C. Wildlife and Marine Resources Dept. Division of Wildlife and Freshwater Fisheries. Columbia, South Carolina. 113 p.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Fourth Edition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 718 pp.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

CAPÍTULO 7. NIDIFICACIÓN DEL COCODRILO CUBANO EN VIDA SILVESTRE



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Introducción

La reproducción es uno de los factores vitales que afectan a las poblaciones silvestres de cocodrilos, por lo que conocer estos factores puede ayudar a su conservación (Allsteadt 1994). Sin embargo, el estudio de las poblaciones naturales *in situ* es difícil, debido en gran parte al difícil acceso a su hábitat y a la drástica disminución de ellas.

Existe poca información sobre ecología reproductiva de las cuatro especies de *Crocodylia* del nuevo mundo en su estado natural. Los estudios más extendidos sobre aspectos reproductivos en vida silvestres han sido en el *Crocodylus acutus* (Alvarez del Toro, 1974; Ogden, 1978; Kushlan & Mazzotti, 1989; Thorbjarnarson, 1988, 1989; Moler, 1991; Casas & Méndez, 1992; Platt y Thorbjarnarson, 2000; Shubert, 2002; Valtierra-Azotla, 2001; Casas - Andreu, 2003; Ponce-Campos, 2005), por mencionar algunos. Uno de los estudios más detallado y completo sobre la ecología reproductiva de esta especie se ha conducido desde 1987 en la Ciénaga de Birama, Cuba (Alonso et al., 1998, 2010; Soberon et al., 2002). Otros estudios sobre el tema han sido los realizados en el *Crocodylus moreletii* (Alvarez del Toro, 1974; Platt y Thorbjarnarson, 2000; Dominguez, 2006) y *Crocodylus intermedius* (Thorbjarnarson, 1993; Seijas y Chavez, 2002; Antelo, 2008, 2010).

A pesar de que el conocimiento de la historia de vida de los cocodrilos de Cuba, se ha incrementado en los últimas tres décadas, la conservación de las dos especies que ocurren en el país *C. acutus* y *C. rhombifer* es aún limitada, por la deficiente información sobre su ecología básica. Esto es particularmente cierto para el cocodrilo cubano, que tiene un rango de distribución muy restringido, no obstante, es casi totalmente desconocido sus requerimientos de hábitat y la biología de anidamiento de esta especie, amenazada en vida libre. Solo tenemos información anecdótica, citada por Gunlach (1883) sobre una breve descripción sin precisar la especie, de como las cocodrilos construyen su nido.

Algunos autores sostienen que el tipo de nido no tiene ningún significado filogenético, mientras que otros sustentan su determinación filogenética y su fuerte correlación con el tipo de hábitats (Greer, 1971, Webb et al., 1983).

Particular interés son los factores que influyen en la selección del sitio de nidificación, tasa de eclosión y el tiempo de nidificación (Thorbjarnarson, 1996). La exposición a la luz del sol es uno de los factores más importantes en la elección del sitio de anidamiento por la hembra del cocodrilo (Hutton, 1984). La importancia de la luz directa del sol, para la incubación exitosa de huevos del cocodrilo y las proporciones sexuales de los neonatos eclosionados han sido reportadas por varios otros autores (Lang y Andrews, 1994; Leslie, 1997).

La vegetación provee sombra, para que la hembra regule su temperatura del cuerpo al guardar el

nido, en contra de depredadores (Botha, 2005), además, la sombra cobra importancia, para la supervivencia de la hembra, cuando las temperaturas son intolerablemente altas (Pooley, 1969). Sin embargo, demasiada sombra sobre el sitio de anidamiento, puede alterar la temperatura de incubación, que afectará la proporción sexual en el nido, mientras las raíces de vegetación demasiado crecida, pueden impedir que la hembra en sus esfuerzos cave una cámara adecuada para poner los huevos (Leslie y Spotila, 2001).

La importancia de las condiciones ambientales de los nidos de cocodrilos ha sido tratada como tópicos importantes en la ecología de la nidificación (Ferguson y Joanen, 1982, Ferguson, 1985, Botha 2005). La temperatura y la humedad de incubación, además de determinar el sexo de los embriones, tienen un efecto sobre el desarrollo y la sobrevivencia de éstos.

La temperatura y la humedad fuera de los rangos normales, puede generar la muerte de los embriones (Hutton, 1984, Ferguson, 1985; Huchzermeyer, 2003).

Los cocodrilos son los únicos reptiles que se caracterizan por cuidar su nido y su cría. La conducta maternal incluye atención y defensa del nido, apertura del nido, manipulación de los huevos para liberar a las crías, transporte en la boca de los jóvenes y cuidados postnatales (Alonso, 2010). Los machos también pueden participar en todas esas conductas, pero responden principalmente a las llamadas de las crías y defienden a los jóvenes (Halliday y Adler, 2007).

Los nidos del cocodrilo cubano, tanto en libertad como en cautiverio, consistieron en agujeros tapados, con el mismo material extraído de unos 30 cm de profundidad y el tamaño de la nidada ha sido de 12 a 60 huevos, fluctuando ente 30 y 40 como promedio (Varona 1986).

El cocodrilo cubano es reproductivamente adulto cuando alcanza una talla de poco más de dos metros, lo que representa alrededor de 9 o 10 años de edad (Varona 1966).

En vista de la virtual ausencia de datos acerca de la anidación y el uso del hábitat para anidar por parte del cocodrilo cubano y dada la importancia que esta información tendría, para desarrollar un adecuado plan de manejo para la conservación y el manejo de esta especie en el país, el objetivo principal del presente estudio es reportar las observaciones que se han realizado, de los aspectos de la anidación del cocodrilo cubano en vida libre en cuanto:

- Características de los sitios de anidación.
- Descripción del tipo de nido (hoyo o montículo), su caracterización del nido y de la cámara de los huevos.
- Establecer los valores de la dimensiones del huevo (largo, ancho, peso y su índice de simetría).
- Establecer las dimensiones promedios de la nidada (tamaño y peso)

- Determinar los valores reproductivos de la tasa de infertilidad, muerte embrionaria, tasa de eclosión y el éxito de eclosión de los nidos.
- Establecer potenciales depredadores.
- Registrar aspectos del cuidado materno.
- Comparar los resultados con los obtenidos en cautiverio.

Materiales y métodos.

El trabajo se realizó en la zona central sur-occidental, durante la realización del estudio de demografía del cocodrilo cubano en el año 1995 y se concentro en el área de la Zanja del 10, la cual tiene aproximadamente 7 Km de largo y en las sabanas circundantes, con un área de aproximadamente 27 km², sin haberse utilizado una metodología estandarizada (Figura 1). En el Capítulo III se puede consultar una descripción más amplia del área.

Por medio de reconocimientos diurnos, se colectaron datos sobre la anidación de la especie, invirtiendo en esta actividad 15 días, desde la 8:00 am a 5:00 pm (nueve horas/ días) para un total de 135 horas.



Fig. 1. Zona de estudio de la anidación del *C. rhombifer* en la zona de la zanja del 10.

Localizado el nido, se tomaron las referencias geográficas, mediante un equipo de Sistema de Posición Global (GPS), aunque cuatro nidos no se referenciaron, debido a problemas con el equipo,

además se registraron los datos del hábitat usado para la nidificación, tipo del nido (montículo u hoyo), identificación de la vegetación alrededor del nido y del material que estaba construido (se determinó el porcentaje de cada una de la vegetación), estado del nido (eclosionados o no).

Se calculó el área de la distribución espacial de los nidos referenciados geográficamente, mediante el sistema de información geográfico por el programa MapInfo Professional v. 9.0 y se estimó la densidad de los nidos.

Se examinó si los nidos podían distinguirse desde el aire, mediante un transporte aéreo (avión o helicópteros), de acuerdo a la cobertura vegetal que lo rodeaba.

Los nidos que tenían su montículo bien definido, se tomaron los diámetros de la base y la altura del montículo respecto al terreno, con una cinta métrica de un 1mm de precisión. Además se midió la distancia del nido al agua a todos los nidos.

Se caracterizó la cámara de los nidos que contenían huevos, a la que se midió su diámetro mayor, diámetro menor y la profundidad con una cinta métrica de un 1mm de precisión. También fue tomada la distancia del primer huevo al techo del montículo, asimismo se caracterizaron los nidos sin huevos, pero que todavía tenían la cámara bien formada.

Se determinó el tamaño de la nidada (número de huevos por hembra) y los huevos en los nidos, que no se hallaban muy hidratados que permitían determinar sus dimensiones, se les midieron el largo y el ancho con un calibrador de 0,1mm de precisión. Se determinó el índice morfológico del huevo (relación porcentual entre el ancho y el largo del huevo) y únicamente fueron pesados los huevos de las nidadas, que no estaban hidratados con una balanza digital 1kg ($\pm 0,1$ gr),

El peso de la nidada (PN) fue estimada multiplicando el peso promedio de los huevos (gr) por el tamaño de la nidada. Para estimar la masa relativa de la nidada (MRN: peso de la nidada/peso corporal %) y la masa relativa del huevo (MRH: peso promedio del huevo/ peso corporal %), se asumió las dimensiones promedios (largo total y peso) de las hembras capturadas, en años anteriores en la misma área, que se consideraron reproductoras (mayores de 179 cm).

El cuidado parental se estableció por la presencia o ausencia de algún cocodrilo adulto en las cercanías de cada nidada y en el caso de avistarlo se capturó con lazo, inmovilizado, medido, sexado y marcado.

Además, se determinaron los siguientes valores reproductivos: proporción de huevos infértiles (se consideraron a los huevos que la mácula o banda no era visible), muertes embrionarias: tempranas (cuando los huevos tenían la banda y no estaba formado el embrión) y tardías (cuando el embrión estaba muerto). Se estableció el éxito reproductivo como el porcentaje de nidos que eclosionaron al menos un huevo exitosamente (Crawshaw, 1987).

Análisis Estadísticos.

Se determinaron los estadígrafos descriptivos de los parámetros del nido, de las dimensiones de la nidada, de los huevos y de los valores reproductivos (media, desviación estándar (DS), coeficiente de variación (CV), según la metodología de cálculo, descrita por Zar (1999).

Se utilizó la prueba de rangos de Kruskal-Wallis para detectar si existían diferencias de las medias de los parámetros del huevo entre nidos y la prueba de rangos múltiples a priori (procedimiento de Dunn), para determinar en qué entidad en particular son diferentes.

Los datos se procesaron con el programa STATISTIC. 6.1 (StatSoft, 2003), utilizando para todas las pruebas un nivel de significación de 0,05.

Resultados

Se encontraron tres sitios de anidación en el área, el canal de la zanja, pequeñas lometas en las sabanas y en los cayos que se describen a continuación.

Zanja del 10: esta canal tenía un ancho promedio de aproximadamente dos metros y una profundidad en tiempo de lluvia entre 30 a 100 cm y es la única vía de llegar al área de sabanas. Los bordes de la zanja está formado por la turba que se extrajo para la construcción de la misma.

“Macollas” o lometas: son plantones aislados en el área de sabanas, de no más de cuatro metros de radio, donde predominaba el herbazal de ciénaga, principalmente la cortadera (*Cladium jamaicensis*), rodeados de charcos de agua (veneros), que su profundidad variaron entre 20 cm a 120 cm y sedimentos no consolidados de turba en el fondo.

Cayos o petenes: son áreas con el suelo ligeramente más alto, comunes en esas sabanas y una mayor superficie que las lometas, con una vegetación alta y más densa, Una detallada explicación se encuentra en el Capítulo III.

Los nidos conteniendo huevos, solamente se encontraron a finales del mes de julio y principios de agosto del año 1995, debido a las altas precipitaciones producidas en los meses de junio y julio de ese año, provocó la elevación del nivel de las aguas, lo que propició el paso con los botes a esta área.

Se encontraron 15 nidos, de los cuales ocho estaban ubicados en el borde de la zanja, cuatro en pequeñas lometas (Macollas) en la sabana y cuatro en cayos (Fig. 2).

Los nidos localizados consistieron en montículos, contruidos de turba aprisionada con raíces, hojarasca y ramas de diferentes tamaños de la vegetación que rodeaba al nido (Fig.3), lo que es obvio indicar que el material del nido depende del sitio y del material orgánico disponible en su entorno, el cual la hembra recoge para hacer el montículo.



Fig. 2.

Nido de *Crocodylus rhombifer* en un cay de la Ciénaga de Zapata.

Se registraron un total de 15 especies de árboles, arbustos, helechos y diferentes hierbas, rodeando a los nidos. En el caso de los nidos ubicados al borde de la zanja y los cayos estaban rodeados principalmente de hicacos (*Chrysobalanus icac*), yana (*Conocarpus erecta*), cortadera (*Cladium jamaicensis*), arraigan (*Myrica cerifera*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle prieto (*Avicennia germicans*), rabo de alacrán (*Achrostichum aureum*), palma cana (*Sabal parviflora*), helechos (especies no identificadas), corazón de paloma, ácana (*Manikara cibescens*), contraguao (*Guettarda combsii*), júcaro de ciénaga (*Bucida palustris*), arabo (*Erythroxylon confusum*), jagüey (*Ficus sp.*), aspartillo (*Sporobolus indica*) y guajaca (*Tillandsia usneoides*).

Los nidos encontrados en las lometas o macollas, la vegetación que lo circundaba estaban la cortadera (*Cladium jamaicensis*), sangre de doncella (*Rapanea guianensis*), corazón de paloma e hicacos (*Chrysobalanus icac*).

Se encontró que la cortadera era la vegetación más frecuente en los nidos, estando presente en los 15 nidos localizados (93,75 %), seguida del hicaco, presente en once nidos. A continuación siguieron la yana, palma cana y rabo alacrán que estuvieron presentes en más del 50 % de los nidos y por debajo del 26 % estuvieron presentes las demás especies descritas (Tabla 1).

Tabla 1. Proporción de la vegetación que circundaba a los nidos en la Ciénaga de Zapata.

Vegetación (Sp)	Número de Nidos	%
Cortadera (<i>Cladium jamaicensis</i>)	15	93,75
Hicaco (<i>Chrysobalanus icac</i>)	11	68,75
Yana (<i>Conocarpus erecta</i>)	10	62,5
Palma cana (<i>Sabal parviflora</i>)	9	56,25
Rabo de alacrán (<i>Achrostichum aureum</i>)	9	56,25
Ácana (<i>Manikara cibescens</i>)	4	25,00
Sangre de Doncella (<i>Myrcine coriácea</i>)	3	18,75
Jagüey (<i>Ficus sp.</i>)	3	18,75
Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>)	2	12,5
Arraigán (<i>Myrica cerifera</i>)	2	12,5
Contraguao (<i>Guettarda combsii</i>)	2	12,5
Aspartillo	2	12,5
Helechos (sp no identificada)	1	6,25
Corazón de paloma	1	6,25
Arabo (<i>Erythroxylon confusum</i>)	1	6,25
Guajaca (<i>T. usneoides</i>)	1	6,25

La posibilidad de distinguirse los nidos desde el aire, mediante vuelos aéreos, se observó solamente en tres nidos, que se encontraban en las lometas, mientras que en los restantes nidos, la densidad de la cobertura vegetal lo impedían, principalmente en los cayos y en la zanja, lo que también incidía en el tiempo, que el nido estaba expuesto a los rayos solares, por lo que estos nidos eran menos calentados por los rayos solares, no obstante recibían directamente los rayos solares, aproximadamente entre las 1500 y las 1600 horas, dependiendo de la cobertura.

Se estimó el área de la distribución espacial de los nidos referenciados geográficamente en 27,5 km², lo que representa aproximadamente un mínimo de un nido por 1,96 km². Asumiendo, que los resultados del estimado poblacional (Capítulo 3) había dado un mínimo de 300 hembras adultas y se encontraron 14 nidos, o sea que 14 hembras se reprodujeron, sugiere que en esta área al menos se reprodujeron aproximadamente un 4,7 %.

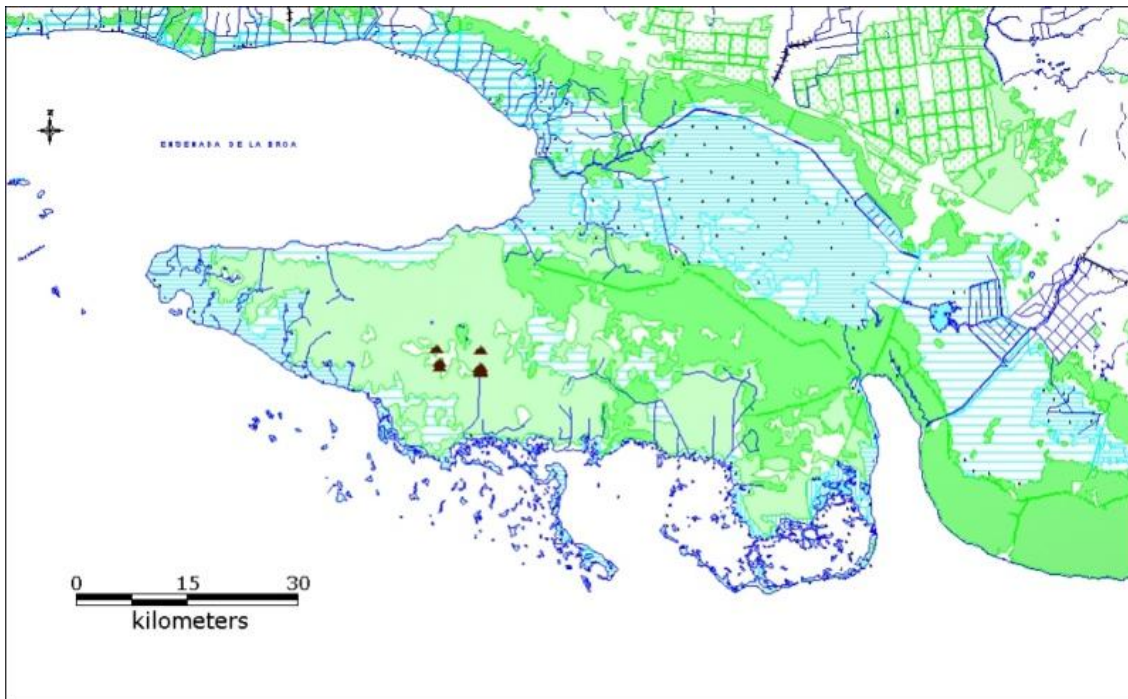


Fig. 3. Nidos localizados de *Crocodylus rhombifer* en la zona de la Zanja del 10 en la Ciénaga de Zapata.

Dimensiones de los Nidos

Se caracterizaron 14 nidos solamente, debido a que un nido había sido construido en el borde de la zanja, que pareció ser del año anterior junto a un nido recientemente eclosionado, a una distancia de un metro uno del otro. Los huevos de este nido estaban podridos y unidos, formando prácticamente una sola capa y ni los huevos ni la cámara tenían una forma definida. El montículo había casi desaparecido por el tiempo transcurrido, con el suelo muy compacto, debido probablemente a las lluvias caídas, lo que parece indicar, que el nido había sido construido el año anterior, lo que sugiere que los nidos fueron hechos por la misma hembra.

Las localidades de cada nido hallado, los valores de los parámetros del montículo y de la cámara de huevos del nido y la distancia del centro del nido al agua están descritos en la Tabla 2. Asimismo, en dicha tabla se exponen los nidos detectados, que habían eclosionados y los valores del tamaño de la nidada en los nidos con huevos y en los casos que no hubo datos se reflejan también.

Tabla 2. Valores de los parámetros de los nidos de los nidos de *Crocodylus rhombifer* encontrados en el área de la Zanja del 10.

Localidad	Tamaño de la Nidada	Distancia al agua (cm)	Característica del Nido			Característica de la cámara			
			Diámetros (cm)		Altura (cm)	Diámetros (cm)		Profundidad (cm)	
			Mayor	Menor		Mayor	Menor		Al Primer Huevo
Sabana	17	100	150	100	20	16	12	20	12
Sabana	E	500	120	120	30	ND	ND	ND	ND
Zanja	15	150	110	105	22	15	13	18	10
Zanja	10	100	120	120	20	18	12	18	10
Zanja	E	100	180	150	90	ND	ND	ND	ND
Zanja	21	135	104	94	20	20	18	25	15
Zanja	E	140	200	150	38	36	20	43	11
Zanja	10	840	136	135	18	15	11	20	12
Zanja	8	100	172	100	20	30	25	14	10
Cayo	8	500	220	200	44	12	10	7	20
Cayo	27	373	309	270	56	26	24	23	12
Cayo	E	140	130	25	21	19	17	ND	ND
Sabana	E	150	150	20	18	16	13	ND	ND
Sabana	E	140	135	15	15	12	18	ND	ND

E: Nidos eclosionados ND: no hay datos

Se observó que en los nidos con huevos, los de mayores diámetros y altura del nido fueron los localizados en los cayos, lo que sugiere que al tener mayor disponibilidad de sustrato, los nidos son mayores en sus dimensiones.

Los estadígrafos de los 14 nidos localizados se detallan en la Tabla 3. En la caracterización del montículo del nido, se halló un diámetro mayor promedio de $159,7 \pm 54,8$ cm (104 – 309), un diámetro menor de $114,6 \pm 60,4$ cm (15 – 270) y la altura del montículo de $30,9 \pm 20,7$ cm (15 – 90) y la distancia promedio de los nidos al agua estuvo en $247,7 \pm 223,2$ cm (Tabla 3).

Se midieron, los diámetros de la cámara y la profundidad, a solamente 12 nidos. Se encontró un valor promedio del diámetro mayor de $20,17 \pm 7,11$ cm (12 -36), del diámetro menor de $16 \pm 5,15$ (10 -25) y la profundidad promedio de la cámara de $19,67 \pm 8,72$ cm (7-43). Se midió la profundidad promedio de la cámara al primer huevo, en ocho nidos, teniendo un valor de $12,63 \pm 3,42$ cm (10 -20). (Tabla 3).

Los valores determinados en los parámetros de los nidos tuvieron una alta variación mayor de 34,3 %, correspondiendo a la altura del nido la mayor variación (65,57 %) (Tabla 3), lo que parece indicar que depende de la disponibilidad de sustrato. Además se halló una alta variación de la distancia del nido al agua (90,11 %) entre 1 y 8,4 m y un promedio de 2,48 m. Se encontró que la distancia al agua de once nidos (78,57 %) vario entre 1,0 y 1,5 m, dos nidos estaban a 5 m y el nido

más lejano al agua estaba cerca del borde de la zanja, pero en la zona de un cayo a una distancia de 8,4 metros, lo que sugiere que esta hembra busco la zona más alta (Tabla 3).

Tabla 3. Estadígrafos de los parámetros del nido del cocodrilo cubano, en la zona de la Zanja del 10, en la Ciénaga de Zapata.

	Parámetros	N	Media	Mínimo	Máximo	Desviación. Estándar	Coficiente Variación (%)
Montículo	Diámetro mayor (cm)	14	159.7	104.0	309.0	54.8	34.3
	Diámetro menor (cm)	14	114.6	15.0	270.0	69.2	60.4
	Altura (cm)	14	30.9	15.0	90.0	20.7	67.2
Cámara	Diámetro mayor (cm)	12	20,17	12,00	36,00	7,11	35,24
	Diámetro menor (cm)	12	16,00	10,00	25,00	5,15	32,20
	Profundidad (cm)	12	19,67	7,00	43,00	8,72	44,35
	Huevo al Techo(cm)	8	12,63	10,00	20,00	3,42	27,09
	Tamaño de la Nidada	8	14,50	8,00	27,00	6,87	47,35
	Distancia al agua (cm)	14	247,7	100	840	223,21	90,11

En el nido de mayores dimensiones del montículo, se observaron dos nidos eclosionados en cuatro años seguidos, observándose siempre, una hembra del cocodrilo americano con sus crías, que su número se mantuvo variable entre 10 y 15 crías. Además tenía su cueva en el mismo cayo, debajo de las raíces de un mangle prieto, a una distancia de siete metros del nido. Dicha hembra fue capturada, marcada y medida lo que resulto tener un largo total de 244 cm.

En el mes de agosto de 1995, se encontraron los dos nidos en el montículo, el nido eclosionado de la hembra del cocodrilo americano y además un nido con 27 huevos, que comenzó a eclosionar cuando se estaba revisando, lo que permitió identificar que los neonatos pertenecían a la especie cubana, lo que sugiere que el montículo del nido fue construido por ambas hembras en ese año. Este nido contenía la nidada de mayor tamaño y mayores dimensiones.

Valores reproductivos: tasa de eclosión, tasa infertilidad y tasa de muerte embrionaria.

Se encontraron ocho nidos con huevos en diferentes estadios de desarrollo embrionario, estableciéndose un tamaño promedio de la nidada de $14,50 \pm 6,87$ cm (8 -27) (Tabla 3).

Seis nidos presentaron algunos cascarones frescos fuera de la cámara, lo que indico que había eclosionados recientemente. La tasa de eclosión (porciento de crías nacidas respecto al total de huevos) no se determinó en estos nidos, por la razón de encontrarse pocos cascarones y ningún huevo en el nido. En un nido se encontró un huevo sin cáscara y en otro nido que se encontró medio abierto tenía dos cascarones, lo que puede sugerir la acción de algún depredador, que no pudimos identificar.



Fig. 4. Nido eclosionado de *Crocodylus rhombifer* en un cayo de la ciénaga de Zapata.

De los ocho nidos con huevos, siete presentaban diferentes grados de hidratación, de los cuales, tres nidos que de acuerdo al grado del desarrollo de la banda (mácula) que presentaban en todos los huevos y la fecha en los que lo examinamos, consideramos que estaban por eclosionar, a pesar que estaban algo hidratados, por lo que se incluyeron en la tasa de eclosión.

Se examinaron un total de 116 huevos, cuyos valores reproductivos se reflejan en la Tabla 4. Se encontró solamente cuatro huevos infértiles en dos nidos, cada uno con dos huevos infértiles, lo que represento una tasa de infertilidad de un 3,45 %

Se encontraron 78 huevos con muerte embrionaria en diferentes estadios, lo que represento una tasa de muerte embrionaria total de un 67,24 %. La muerte embrionaria tardía (el embrión estaba

formado en diferentes grados) se encontró en cuatro nidos con un total de 54 huevos (69,2 %). Se observó la muerte embrionaria temprana (huevos muertos con mácula, pero sin embrión), únicamente en el nido de mayor montículo, construido en un cayo y que tenía la mayor cantidad de huevos. Tres neonatos solamente eclosionaron de los 27 huevos puestos y los restantes 24 huevos no desarrollaron el embrión, lo que represento una muerte temprana de un 20,69 %. En este caso se observó que los huevos estaban deshidratados, lo que sugiere que el nivel de las aguas afecto el desarrollo de los embriones al no mantener la humedad suficiente, encontrados en ese nido a pesar de ser un nido alto con respecto al nivel del agua.

Se encontró un porcentaje de eclosión posible de 26,72 % (31 huevos) y solamente un 2,59 % (tres huevos) en el nido que eclosiono. Si estimamos en su conjunto el porcentaje de eclosión, entonces la tasa de eclosión se comportó en un 29,3 %.

Considerando los tres nidos que estaban por eclosionar, los seis eclosionados y el que se observó eclosionar, represento un total de siete nidos, para un éxito reproductivo de un 66,67 %.

En ocho de los nidos de cocodrilos localizados (55,33 %), se encontraron en el mismo montículo, nidos de jicoteas (*Trachemys decusata*), estando presentes dos nidos de jicoteas en tres nidos y uno solo en los restantes nidos de cocodrilo, que contenían entre 4 a 7 huevos cada uno.

Tabla 4. Valores reproductivos en los nidos silvestres del *C. rhombifer* en la Ciénaga de Zapata.

Nido	Tamaño Nidada	M.E	INF	Posible Eclosión	Eclosión	% ME	% INF	% Posible Eclosión	% Eclosión
1	17	15	2	0	0	88,2	11,8	0,0	0,0
2	15	0	0	15	0	0,0	0,0	100,0	0,0
3	10	8	2	0	0	80,0	20,0	0,0	0,0
4	21	21	0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0
5	10	10	0	0	0	100,0	0,0	0,0	0,0
6	8	0	0	8	0	0,00	0,0	100,0	0,0
7	8	0	0	8	0	0,0	0,0	100,0	0,0
8	27	24	0	0	3	88,9	0,0	0,0	11,1
Total	116	78	4	31	3	67,24	3,45	26,72	2,59

ME: muerte embrionaria INF: infértiles

Biometría externa de los huevos.

Estadígrafos descriptivos de las dimensiones de los huevos y de la nidada por cada nido.

Se registraron un total de 116 huevos en los ocho nidos que contenían huevos. Se determinaron las dimensiones de 81 huevos, que no presentaron hidratación, perteneciente a cinco nidos, hallándose un tamaño de la nidada promedio de $16,2 \pm 7,9$ huevos (8 – 27) (Tabla 5). Los demás huevos de los tres restantes nidos estaban muy hidratados, por esta razón no se caracterizaron, debido a que el error de las mediciones era considerable.

El valor mayor del largo promedio del huevo se encontró en el nido 4, además tenía la mayor tamaño de la nidada y mostro diferencias estadísticamente significativo con el resto de los nidos H (4, N=81)=48,3, $p = 0,000$. El nido 2 fue el que presento el mayor valor en el peso promedio del huevo, mostrando un aumento estadísticamente significativo respecto al nido 1 (H (4, N=81)=9,55, $p = 0,05$) y no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los demás nidos.

Tampoco se encontró diferencias estadísticamente significativo en el ancho promedio del huevo ($p = 0,08$) y en el índice morfológico promedio del huevo, excepto el nido 4 que presento diferencias estadísticamente significativo con los nidos 1, 2 y 5 (H (4, N=81)=41,6, $p = 0,000$), mostrando un valor menor, lo que sugiere una menor esfericidad en la forma de los huevos.

El peso de la nidada promedio se mostró muy variable (49,7 %), con promedio de $1,7 \pm 0,8$ kg (0,8 – 2,8) (Tabla 4).

De los datos obtenidos durante los estudios poblacionales y de morfometría en la zona del estudio, las hembras consideradas adultas (mayores o igual de 180 cm), presentaron un largo total promedio de $193,8 \pm 14,3$ cm y un peso corporal de $23,9 \pm 7,6$ kg, presentado la talla mayor, una hembra de 237 cm de largo y un peso de 45,8 kg. Considerando estos valores promedios, se encontró un valor de la MRN de 7,11 % y la MRH en 0,43 %.

Tabla 5. Estadígrafos descriptivos de las dimensiones de los huevos (N= 81) en cada nido (N=5) del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata.

LT Hembra (cm)	Nido	Tamaño Nidada	Huevo				Peso Nidada (kg)
			Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso (gr)	Índice morfológico	
?	1	10	73,0 ± 2,2 (70,2-77,0) C.V = 3,0	47,8 ± 2,3 (43,5-50,2) C.V= 4,8	96,7 ± 7,01 (84,5-105,7) C.V= 7,3	0,65 ± 0,05 (0,56-0,72) C.V= 7,3	1,0
?	2	21	77,2 ± 2,3 (73,5-83,4) C.V = 3,8	48,7 ± 1,92 (44,3-51,5) C.V= 4,0	106,3 ± 9,3 (83,7-123,1) C.V = 8,8	0,63 ± 0,05 (0,55-0,69) C.V = 5,1	2,2
200	3	8	77,2 ± 5,5 (73,2-90,3) C.V = 7,2	48,76 ± 0,9 (45,7-48,7) C.V = 2,0	101,5 ± 10,1 (91,6-124,2) C.V = 9,9	0,62 ± 0,04 (0,54-0,65) C.V = 5,8	0,8
217	4	27	82,4 ± 2,7 (77,6-88,4) C.V= 3,3	47,7 ± 1,2 (43,6-49,0) C.V= 2,4	101,9 ± 11,7 (78,0-118,0) C.V = 11,4	0,58 ± 0,02 (0,53-0,62) C.V= 3,9	2,8
?	5	15	76,2 ± 1,7 (72,6-81,1) C.V= 2,3	48,3 ± 0,6 (47,1-49,3) C.V= 1,2	103,3 ± 4,4 (95,0-110,0) C.V = 4,3	0,63 ± 0,01 (0,61-0,66) C.V= 1,8	1,6
Promedio		16,2 ± 7,9 (8-27) C.V = 48,5	78,1 ± 4,4 (70,2-90,3) C.V = 5,6	48,1 ± 1,5 (43,5-51,5) C.V= 3,1	102,6 ± 9,6 (78,0-124,2) C.V= 9,3	0,62 ± 0,04 (0,53-0,72) C.V= 6,5	1,7 ± 0,8 (0,8-2,8) C.V= 49,7

CV (%): coeficiente de Variación

Estadígrafos descriptivos de las dimensiones de los huevos y de la nidada totales.

Las dimensiones promedio del huevo mostraron un largo de $78,1 \pm 4,4$ (70,2 – 90,3) cm, ancho de $48,1 \pm 1,5$ (43,5 – 51,5) cm y un peso de $102,6 \pm 9,6$ (78 – 124,2) gr (Tabla 5). El peso del huevo fue el parámetro de mayor variabilidad, mientras que el largo del huevo presentó una mayor variabilidad que el ancho (Tabla 5), lo que puede sugerir que está limitado por la capacidad oviductal de las hembras.

El índice morfológico mostró un valor de $0,62 \pm 0,04$ (0,53 – 0,72) (Tabla 5), lo que parece indicar que los huevos tendieron a ser bastante esféricos.

Tabla 6. Estadígrafos descriptivos de las dimensiones de los huevos y de la nidada, en nidos silvestres del

cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata.

	Números de Huevos	Promedio (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	DS	CV (%)	Número de Nidos
Largo Huevo (cm)	81	78,1	70,20	90,30	4,4	5,6	5
Ancho Huevo (cm)	81	48,1	43,50	51,50	1,5	3,1	5
Índice morfológico	81	0,62	0,53	0,72	0,04	6,5	5
Peso (gr)	81	102,6	78,00	124,2	9,6	9,3	5
Tamaño de la Nidada		14,50	8,00	27,00	6,87	47,35	8
Peso de la Nidada (kg)		1,7	0,8	2,8	0,8	0,4	5

DS: desviación estándar CV: coeficiente de variación

Cuidado materno.

Todos los nidos encontrados estaban rodeado o cerca de un venero, que en la totalidad de los nidos se observó el rastro de la hembra hacia el nido, desde el agua, tanto por el frente como la parte de atrás del mismo, lo que sugiere que las hembras de *C. rhombifer*, permanecen en los alrededores del nido durante la incubación de los huevos, sin embargo, no se detectó la protección del nido, ni el cuidado de las crías después del nacimiento, por lo menos no en forma activa; excepto dos hembras que se acercaron al nido a no menos de 10 metros, las cuales fueron capturadas y medidas, no se pudo detectar el cuidado del nido en ninguno de los otros.

En el caso del montículo que tenía dos nidos, es significativo que la hembra de *C. acutus* no defendiera su crías y que la hembra del cocodrilo cubano no defendiera su nido ni posteriormente sus crías.

Discusión

Se conoce muy poco sobre la ecología reproductiva del cocodrilo cubano, una de las especies de cocodrilos del mundo menos estudiada. Los dos factores principales, que afectan la localización de los nidos, es el difícil acceso al hábitat de esta especie, lo cual se acentúa, debido a que solo se puede hacer en el tiempo que se incrementan las precipitaciones y el nivel del agua se eleva, lo que el tiempo de estudio se reduce a los meses de agosto a Octubre.

El cocodrilo cubano, principalmente nidifica en los meses de mayo y junio, cuando se incrementan las lluvias, aunque si en años, que las precipitaciones se comporten así, no se puede llegar a la zona de estudio hasta finales de julio o agosto, cuando el nivel del agua permite llegar con los botes,

momento en que los nidos ya están eclosionando, lo que hace más difícil su localización, debido a que no se pueden visibilizar los rastros de la hembra que hacen al visitar el nido.

El otro factor es que para llegar a la mayoría de los cayos, que es donde mayor es la posibilidad de encontrar los nidos, es harto difícil debido a la densidad de la vegetación que lo rodea, lo que puede explicar porque se encontraron más nidos en la zanja que en los cayos y sabanas. Los sitios adecuados para la anidación de los cocodrilos en la Ciénaga de Zapata son escasos, debido a la formación vegetal de la ciénaga, como se explicó en el Capítulo III.

Este estudio solamente proporciona la información sobre algunos aspectos de la ecología reproductiva del cocodrilo cubano, sin un mayor rigor científico, debido a que no se realizó con una metodología estandarizada ni sistemática.

La totalidad de los nidos eclosionados recientemente a principios de agosto sugería que todos son de cocodrilo cubano, lo que coincide con la época de eclosión en cautiverio. Una posible fuente de error es considerar, que todos los nidos eclosionados encontrados habían sido del cocodrilo cubano y no fueran de animales híbridos, lo que no puede ser completamente refutada, debido a que en cautiverio la eclosión de los huevos de los supuestos híbridos puede extenderse hasta los primeros días de agosto (Ramos sin publicar). Hay que tener en cuenta al analizar cuidadosamente esta situación, que puede haber sincronización entre los híbridos y el cocodrilo cubano, no así con el cocodrilo americano, ya que la eclosión de esta especie en esta zona es en la segunda quincena de junio a la primeras de julio (Ramos, 1999).

La competencia por el sitio de nidificación entre las especies que ocurren en la Ciénaga de Zapata y principalmente entre el cocodrilo cubano e individuos híbridos es de suma importancia el conocimiento de este tema para los planes de conservación y manejo.

El uso de la hembra del cocodrilo cubano del mismo sitio del nido de la hembra del cocodrilo americano, se pudiera explicar a que era el sitio más alto, que de igual forma ocurre en cautiverio (Ramos, 1999) y sugiere que la especie cubana desplaza a la otra especie.

Ningún patrón de la incidencia del tipo de vegetación en la preferencia del sitio de anidación y ninguna especie específica, parecieron ser seleccionada como parte del criterio de selección del nido. Es lógico, que la cortadera haya sido la vegetación con mayor incidencia en los nidos, debido a que es la más abundante en el área

Se ha especulado mucho sobre si el nido de *C. rhombifer* consiste en un montículo, en algunos casos (Varona 1986). Gundalch (1883) señaló que las hembras de cocodrilo dejan el agua, para poner los huevos, excavando un hueco o un hoyo en la ribera cercana al agua, todos los huevos son puestos a la vez y son cubiertos por la tierra que extrajo del hoyo, pero no precisa la especie ni el tipo de nido.

Según Varona (1966, 1986), la estrategia de nidificación del cocodrilo cubano en el medio son de huecos, aunque este autor no especifica, ni la fecha ni el lugar donde lo observo, lo que es discordante con nuestros resultados tanto en cautiverio como en vida libre, ya que todos los nidos encontrados son en forma de montículo.

Hemos observado otros ocho nidos, en otras zonas de la ciénaga y también han sido de montículo, asimismo los antiguos cazadores de cocodrilos, como los actuales cazadores ilegales afirman que los pocos nidos que han vistos, han sido montículos.

El propósito de la construcción de nidos de montículo, parece ser que es la de elevar los huevos en la nidada, para minimizar los efectos de una inundación (Mazzotti, 1983), aunque en algunos nidos de *C. acutus* localizados en Key Largo, Florida del tipo montículo, como los situados en la costa sur de la Ciénaga de Zapata (Ramos en prensa) no tienen la posibilidad de inundación.

La mejor definición de un nido de montículo es aquel que obtenga una porción significativa del calor de la descomposición de material orgánica, en la incubación de los huevos (Thorbjarnarson, com. per.).

Los cocodrilianos que nidifican en montículos tienden a ovopositar durante la época de niveles altos del agua, donde los nidos están aislados y son difíciles de encontrar (Outbater et al., 1987). Las ventajas de nidificar durante la época de lluvia para las especies, que su estrategia de nidificar es de montículo ha sido discutida por varios autores (Thorbjarnarson, 1996) que entre ellas se encuentran:

- 1) el material para construir el nido es más disponible en esta estación.
- 2) los nidos son más dispersos, por lo que reduce la depredación de los nidos y la competencia entre neonatos
- 3) las hembras pueden permanecer en las áreas inundadas y desestimular a los posibles depredadores de huevos
- 4) la nidificación en el pico de los niveles de agua reduce la probabilidad de que el nido se inunde.
- 5) las condiciones ambientales en este tiempo favorece e el desarrollo del embrión.
- 6) los nidos de montículo son más susceptibles a la desecación y al sobrecalentamiento, lo cual es menos probable en la estación humedad.

En el caso del cocodrilo cubano, donde su hábitat principal son zonas bajas pantanosas, originan que la selección del sitio para construir lo nidos sean los lugares más alto que pueden encontrar, como son los bordes de la zanja, cayos, lometas en las sabanas que están rodeadas de agua y además, explicaría su estrategia de construir nidos de montículo aislado y anidar, principalmente en época de lluvia y justificaría las ventajas citadas anteriormente de las especies que hacen nidos de montículo.

En *C. acutus*, como factor común, a los sitios de nidificación es su ubicación en suelos relativamente bien drenados y adyacentes a aguas suficientemente profundas para permitir el acercamiento de un cocodrilo adulto (Ogden 1978).

Se estima que la exposición del nido a los rayos solares es uno de los factores más importantes en la selección del sitio de nidificación por la hembra (Hutton, 1984). La importancia de la vegetación recae sobre la sombra que proporciona al nido, causándole una disminución de la temperatura.

Con nuestros resultados, no podemos hacer un análisis de cómo afecta el tiempo, que están los nidos expuestos a la radiación solar en el proceso del desarrollo del embrión, debido a que no se registraron los datos de temperaturas y humedad, tanto del ambiente como del nido, pero se observó que en los nidos que estaban situados en lometas en la sabana recibieron un mayor tiempo la luz solar, ya que no estaban rodeados de árboles grandes, que le proporcionaran una excesiva sombra, por lo que pudiéramos pensar que la temperatura dentro del nido serían mayores a los nidos, que estaban en la zanja y en los cayos.

En el caso de los nidos construidos en la zanja y en los cayos tuvieron una mayor incidencia de sombra por la vegetación alta que existe en esos sitios, aunque todos los nidos estuvieron expuestos a los rayos solares al mediodía, cuando son más fuertes. La sombra excesiva sobre el nido, debe alterar la temperatura de incubación, la cual afecta la proporción sexual de los embriones (Ferguson, 1985; Huchzermeyer, 2003), tópico que tampoco podemos dilucidar en este momento.

Las especies de vegetación alrededor del nido fueron también registradas, pero no se realizó un estudio de la cobertura vegetal.

La ubicación de los nidos, mediante vuelos aéreos es casi imposible, debido a que casi todos los nidos están cubierto por alguna vegetación, por lo que es imposible hacer estimado de la población, utilizando el método de conteos de nidos desde transporte aéreos.

El porcentaje de fertilidad (95,5 %) obtenido en este estudio es superior al encontrado para poblaciones naturales de otras especies, de huevos fértiles, Botha (2005) un 83 % en *C. niloticus*, Thorbjarnarson (1988) un 91,1 % para *C. acutus* en Haití, Antelo (2010) un 75,4 % en *C. intermedius* y ligeramente inferior a lo reportado por Webb et al. (1983c) en *C. johnstoni* de un 96-98%, por citar algunos casos.

La distancia del nido al agua, ni la altura sobre el nivel del agua, no son factores importantes en la selección del nido (Botha, 2005). Pensamos que la distancia al agua y la altura del montículo (no se estimó desde el nivel del agua) juegan un papel más importante, en las condiciones de incubación de temperatura, humedad e intercambio gaseoso de los huevos, ya que al menos, la distancia al agua depende de la del nivel del agua que exista en ese momento. La altura del nido sobre el nivel del agua es otro aspecto importante, debido a que las inundaciones es uno de los factores, que afectan

mayormente a la muerte embrionaria en el tiempo de incubación, debido a lo señalado por Ferguson (1985) y Huchzermeyer (2003), que un alto grado de humedad puede generar la formación de agua sobre la cáscara de los huevos, lo que disminuye la conductividad de gases y puede inhibir totalmente la difusión de oxígeno, lo que causaría la muerte del embrión.

En períodos secos, donde los huevos pueden deshidratarse por falta de humedad y como consecuencia los embriones mueren, explicaría la alta muerte embrionaria en el nido 4, que contenía la mayor cantidad de huevo y estaba ubicado en un lugar alto, que no le permitió tener la humedad suficiente.

La distancia del nido al agua es crucial para la supervivencia de los neonatos (Swanepoel et al., 2000), debido a que son más vulnerables a los ataques de los depredadores en el transcurso de llegar a una relativa seguridad de la superficie del agua.

El periodo húmedo de Cuba se considera desde mayo a Octubre, siendo el mes de junio el de mayor ocurrencia de lluvias y la mayor incidencia de ciclones. Las elevadas precipitaciones ocurridas en el mes de junio y julio en el año 1995, trajo como consecuencia la elevación del nivel del agua en la ciénaga en ese tiempo y probablemente la inundación de los nidos, lo que explicaría la alta hidratación de los huevos y como resultante la alta mortalidad embrionaria tardía que se encontró. Si tomamos en cuenta, que la puesta del cocodrilo cubano, se extiende hasta julio, en el mes que se realizó el estudio, ya los embriones tenían un estado avanzado de desarrollo. Los resultados nos sugieren la alta incidencia negativa de la elevación del nivel del agua, debido a las precipitaciones, en el éxito reproductivo, lo que coincide con la mayor causa de muerte embrionaria o fallo reproductivo encontrada en el *Alligator mississippiensis* (Kushlan y Jacobsen, 1990), *Caiman yacare* (Cintra, 1988; Campos, 1993), *Caiman crocodilus* (Allsteadt, 1994), *Melanosuchus niger* (Villamarin, 2006) entre otras, causada por las inundaciones.

La alta mortalidad embrionaria en el caso del nido 4, al parecer fue debido a la poca humedad, ya que el nido estaba muy seco, cuando se encontró. Es comprensible, debido a que este nido se construyó en un cayó con el terreno alto, comparado con el nivel de agua y además un gran montículo, que permitió tener la cámara de los huevos a una distancia considerable del suelo.

Las formaciones vegetales principales de la Ciénaga de Zapata son los bosques de ciénaga típicos y de mangles y las comunidades herbáceas de herbazal de ciénaga sobre suelo turbosos de muy difícil acceso y con diferentes regímenes de inundación. Los árboles forman casi un continuo dosel sobre gran parte del área, con dos clases de isla de árboles son comunes, denominados cayos o petenes y las lometas o macolla, únicos sitios adecuados para la anidación, aunque gran parte de los cayos no son apropiados, debido a que no son muy altos y cuando comienzan las lluvias se inundan y en caso de las lometas, además de ocurrir lo mismo no tienen un área suficiente y no ofrecen protección

vegetal para construir el nido. Incluso esta situación hace muy difícil los lugares de acampamiento para el estudio del cocodrilo cubano. Este tipo de humedal ofrece muy pocos sitios potenciales para la anidación de los cocodrilos.

Se deben realizar estudios sobre la importancia de la estrategia del tipo de nido del cocodrilo cubano, no solo relacionado con el hábitat, sino también la importancia que pueda tener esta estrategia, en relación al intercambio gaseoso de los embriones con el medio y el tamaño de la nidada.

Para asegurar la sobrevivencia de una especie en peligro de extinción, es importante tener un conocimiento sólido de los factores que afectan el éxito reproductivo de la población (que se define como el reclutamiento a la población reproductora), por lo que entre otros factores, estudió aquellos que afectan el éxito en anidación de *C. acutus* en Florida (Mazzotti, 1989), lo que consideramos de suma importancia para la conservación del cocodrilo cubano.

Para una mayor comprensión de la biología de la reproducción del cocodrilo cubano se deben tomar diferentes datos, como la distancia en desde el mismo al árbol y al arbusto más cercano, la altura de la vegetación, cobertura del dosel (sombra proyectada por la vegetación alrededor de las 12 horas del día), orientación de la cámara del nido.

Es notable la poca cantidad de huevos encontradas en cuatro nidos, lo que puede sugerir la incorporación de nuevas hembras, la forma de simetría del huevo lo contradice, ya que son muy esféricos, característicos de hembras de múltiples puestas. En la zanja, anteriormente no se había observado ningún nido hasta el año 1993, lo que sugiere que parece haber una dispersión de la especie hacia la zanja, como se vio en estudios posteriores.

El factor ambiental más importante regulando el ciclo anual de reproducción en las regiones tropicales son los cambios del régimen de lluvia, niveles de agua y cambios en la disponibilidad del alimento (Lance, 1987), lo que parece coincidir con nuestros resultados.

La acción de depredadores sobre los nidos, parecer no ser significativa, aunque los cangrejo y los puercos ferales son los depredadores de mayor potencia.

Un aspecto interesante a analizar es el comportamiento agresivo de las hembras en el cuidado del nido. La presencia del hombre y su constante acecho a *C. acutus* en la ciénaga de Birama, han hecho variar la conducta de los mismos, ante el evento del cuidado del nido (Alonso, 2010), las cuales no presentan ninguna agresividad ante la presencia del hombre. Los cocodrilos en la ciénaga de Zapata fueron sometidos a una intensa cacería comercial desde los tiempos de la colonia hasta 1965, pero no se ha visto un cambio en la conducta ante el hombre, como el cocodrilo americano. Esta especie al sentir la presencia humana, enseguida se acerca en una posición agresiva, que en ocasiones son capaces de atacar.

Nuestras observaciones demuestran que las hembras del cocodrilo cubano tiene un cuidado del nido, comprobado por los rastros que dejan en la visita del nido, pero en ningún momento se vio una agresividad en esta conducta hacia el hombre, lo cual es muy diferente a lo que ocurre con el cuidado materno, observado en el criadero, donde las hembras vigilan en forma permanente el nido y muestran una alta gran agresividad entre ellas y contra el hombre que van a colectar los huevos.

Antelo (2010) considera que la perturbación humana y el miedo a los humanos juegan un papel determinante y señala que las hembras cautivas están más acostumbradas a la presencia humana y probablemente por falta de temor, exhiben estas pautas más agresivas y sin duda más disuasorias. Esta consideración pudiera explicar nuestros resultados de la agresividad de la hembras en el cuidado del nido, sin embargo, es contradictorio con las actitudes agresivas, asumidas por el cocodrilo cubano en vida libre ante nuestra presencia, cuando hacía más de 20 años, que no tenían contacto con el hombre.

La posibilidad de que los dos nidos encontrados juntos en la zanja, sea de la misma hembra, sugiere que los cocodrilos generalmente hacen sus nidos en el mismo sitio, si no son alterados.

Comparación con cautiverio

Creemos que los datos son insuficientes, para realizar una comparación con los datos obtenidos en cautiverio con exactitud y precisión, pero es notorio que se encontró una considerable mayor variabilidad en las dimensiones del montículo, como de la cámara del nido en vida silvestre. Estas diferencias podría deberse a un sesgo como consecuencia del bajo tamaño de muestra en este estudio en vida silvestre.

La comparación estadística de las dimensiones del nido, mediante la prueba U de Manm-Whitney se observó que la altura del nido presento un valor promedio mayor estadísticamente significativo en cautiverio ($U = 135,7$, $p < 0,05$), a diferencia de los diámetros del montículo, que no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Estas diferencias se pudieran explicar, debido a que las hembras en cautiverio tuvieron mayor disponibilidad de sustrato, para construir el nido, mientras que en el medio, la disponibilidad de sustrato está limitada, lo cual lo corrobora, que los mayores valores de dichos parámetros en vida silvestres, lo presentaron los nidos en los cayos y en la zanja, los cuales podían disponer de mayor cantidad de sustrato.

Excepto el diámetro menor de la cámara del nido, el diámetro mayor (Prueba $U = 151,5$, $p < 0,05$) y la profundidad (Prueba $U = 170,5$, $p < 0,05$) de la cámara presentaron diferencias estadísticamente significativas. Las tres dimensiones presentaron menores valores promedios en vida silvestres como mayor variabilidad, lo que puede ser causado por el menor tamaño de la muestra y otro efecto pudiera ser, que en cautiverio las dimensiones de las hembras (largo total y peso corporal) son

mayores y la longitud de las extremidades traseras al ser más largas, pueden abrir el orificio de la cámara más grandes y profundos.

El tamaño de la nidada también presentó diferencia estadísticamente significativa ($U = 275,5$, $p < 0,05$), presentando valores mayores en sus promedios, las hembras en cautiverio, lo que puede ser resultado, que además de las dimensiones de las hembras, a la calidad y cantidad de alimento y una mayor frecuencia de alimentación.

En las dimensiones de los huevos de las hembras silvestres, el peso de los huevos no presentó diferencias estadísticamente significativas, mediante la prueba U de Mann-Whitney ($p < 0,05$), tanto con las hembras de primera puesta (HPP), como las hembras de múltiples puestas (HMP) en cautiverio.

El largo del huevo no presentó diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) con las de HPP, pero el valor promedio aumentó significativamente ($U = 3390,0$, $p < 0,05$) respecto al de las HMP, asimismo el ancho ($U = 69,0$, $p < 0,05$) e índice morfológico ($U = 254,0$, $p < 0,05$) presentaron significativamente mayores valores promedios que en las HPP, mientras que con las HMP, el promedio del ancho del huevo no presentó diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) y el índice morfológico presentó significativamente un menor valor promedio ($U = 4180,0$, $p < 0,05$).

Los nidos con pocos huevos pudieran indicar, que las hembras fueran de nueva incorporación, pero si fuera así, la forma de los huevos deberían tender a ser menos esféricos y contradictoriamente fueron más esféricos que las hembras de primera puesta y más similar a los huevos de hembras de múltiples puestas, por lo que pensamos que podría ser como consecuencia de poco alimento disponible, edad y otras causas desconocidas. Los resultados indican por la forma de los huevos que las hembras que nidificaron lo habían hecho en más de una oportunidad.

También, el peso de la nidada fue significativamente menor con lo encontrado en cautiverio (2,01 kg para HPP y 3,64 kg en HMP), lo que pudiera ser causado por el sesgo de los pocos datos.

Tanto la masa relativa de la nidada y la masa relativa del huevo estimada son menores que las encontradas en cautiverio (HPP y HMP). Es significativo que las hembras consideradas adultas y capturadas en la zona de estudio, con una gran probabilidad que sean las que se reproducen, tuvieron un peso corporal de 7 kg menos que las hembras de la misma talla en cautiverio, lo que parece indicar, que el tamaño de la nidada en esta área está afectada por diferentes factores, como la disponibilidad de alimento en el tiempo que se realizó el estudio, cuando las presas están ampliamente diseminadas, lo que puede dificultarle en encontrarlas, lo cual no es consistente con lo hallado por Barr (1997), que encontró que los juveniles del *Alligator mississippiensis* tendía estar en mejores condiciones durante periodos que el nivel del agua está más alto, aunque en nuestro caso son animales adultos.

Otros factores que puede incidir son el gasto de energía por la frecuencia reproductiva, competencia por los sitios de nidificación, la edad, estado físico y el tamaño del animal. Aunque se debe observar que existió una contradicción entre el tamaño de la nidada y la forma de los huevos, debido a que la forma de los huevos no indica hembras, que se incorporaron, mientras que el tamaño de la nidada por ser baja, pudiera indicar hembras de cierta edad que han nidificado en más de una vez.

Nuestros resultados son aún muy limitados en el conocimiento de la ecología reproductiva del cocodrilo cubano, lo cual es prácticamente desconocida por lo que se requiere un estudio detallado referente a los aspectos de la ecología reproductiva del cocodrilo cubano, con una metodología estandarizada y una mayor sistematicidad para comprenderla mejor y complementar los programas de manejo y conservación de esta especie.

Literatura citada

1. Alonso-Tabet, M. y R. Rodríguez-Soberón. 1998. Observations of nesting behavior of *Crocodylus acutus*. The Crocodile Specialist Group Newsletter, 17(1):11-13.
2. Alonso-Tabet, M. 2010. Comportamiento del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en el Refugio de Fauna “Monte Cabaniguán”, Cuba. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, España – Universidad de Pinar del Río, Cuba.
3. Allsteadt, J. 1994. Nesting ecology of Caiman crocodile in Caño Negro, Costa Rica. Journal of herpetology, Vol. 28, No. 1, pp.12-19.
4. Álvarez del Toro, M. 1974. *Los Crocodylia de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 70 p.
5. Antelo, R., J. Ayarzagüena., J. Castroviejo. 2010. Reproductive ecology of Orinoco crocodiles (*Crocodylus intermedius*) in a newly established population at El Frío Biological Station, Venezuela. Herpetological Journal 20: 51–58.
6. Antelo, R. (2008). Biología del Cocodrilo o Caimán del Orinoco en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela). PhD tesis. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
7. Barr, B. 1997. Food habits of the American Alligator, *Alligator mississippiensis*, in the southern Everglades. Ph.D. Dissertation. University of Miami. Coral Gables, FL. 243 pp.
8. Botha, P. J. 2005. The ecology and population dynamic of the Nile Crocodile *Crocodylus niloticus* in Flag Boshielo Dam, Mpumulanga province, South Africa. Master in Scientiae dissertation (Wildlife Management), Centre for Wildlife Management, Faculty of Natural and Agricultural Science. University of Pretoria, Pretoria, South Africa.
9. Casas, A.G. & F.R. Méndez de la Cruz. 1992. Observaciones sobre la ecología de *Crocodylus acutus* en el Río Cuitzmala, Jalisco, México. Rev. Soc. Mexicana, Hist. Nat. 43: 71-80.

10. Casas- Andreu, G. 2003. Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 89: 111-128
11. Crawshaw, P. G. 1987. Nesting ecology of the Paraguayan caiman (*Caiman yacare*) in Brazil. *Pap. Avulsos de Zoología* 33: 283 – 292.
12. Domínguez Laso, J., 2006. Determinación del estado de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México y evaluación de su estatus en la CITES. Instituto de Historia Natural y Ecología. Hoja de cálculo SNIB-CONABIO proyecto No. CS009. México, D. F.
13. Ferguson, M.W.J. 1985. Reproductive biology and embryology of the Crocodilians, 329-491 pp. In: C. Gans, F. Billet & P.F.A. Maderson (eds.) *Biology of the Reptilia*, Vol. 14, Development A. Wiley, Nueva York.
14. Ferguson, M.W.J. and T. Joanen. 1982. Temperature of egg incubation determines sex in *alligator mississippiensis*. *Nature* 296: 850-853.
15. Greer, A. E. 1971. Crocodile nesting habits and evolution. *Fauna* (Oslo) 2: 20-29.
16. Gundlach, J. 1880. Contribución a la Herpetología cubana. Imprenta G. Montiel y Cía. La Habana, 99 pp.
17. Halliday, T y Adler, K. 2007. La gran Enciclopedia de los Anfibios y Reptiles. Editorial LIBSA.
18. Huchzermeyer, F. W. 2003. Crocodiles: Biology, husbandry, and diseases. CABI Publishing, Cambridge, Massachusetts, USA.
19. Hutton, J. M. 1984. Population ecology of the Nile crocodile *Crocodylus niloticus* Laurenti, 1768, at Ngezy, Zimbabwe. D. Phill Thesis, University of Zimbabwe.
20. Kushlan, J. A. and F. J. Mazzotti, 1989b. Population Biology of the American Crocodile. *Jour. Herpet.* 23(1):7-21.
21. Lance, V. A. 1987. Hormonal control of reproduction in crocodilian. In: G. W. Webb, S. C. Manolis and P. J. Whitehead (eds). *Wildlife management: Crocodiles and Alligators*, pp. 409-415. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, NSW, Au.
22. Lang, J.W., Andrews, H.V., 1994. Temperature-dependent sex determination in crocodilians. *J. Exp. Zool.* 270, 28–44.
23. Leslie, A. J. 1997. The ecology and physiology of the Nile crocodile, *Crocodylus niloticus*, in Lake St Lucia, Kwazulu/Natal, South Africa. Ph.D. Dissertation, Drexel University, Philadelphia, USA. South Africa.
24. Leslie, A. J., J. R. Spotila. 2001. Alien plants threaten Nile crocodile, *Crocodylus niloticus*, in Lake St. Lucia. *Biological Conservation* 98: 345-355.

25. Mazzoti, F. J. 1983. Ecology of *Crocodylus acutus* in Florida. Ph.D. Thesis in Ecology, Pennsylvania State University Park, Pennsylvania.
26. Moler, P.E. 1991. American crocodile population dynamics. Bureau of Wildlife Research, Florida Game and Fresh Water Fish Commission, Final report, Study number: 7532, Tallahassee, Florida, EUA. 24 p.
27. Ogden, J. C., 1978. Status and Nesting of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*, (Reptilia: Crocodylidae) in Florida. Jour. Herpet. 12(2):183-196
28. Outbater, P. E, and L. M. R. Nanhoe. 1987. Notes on nesting and parental care in *Caiman crocodilus crocodrilus* in northern Suriname and an analysis of crocodylian nesting habits. Amphibian-Reptilian 8:331-348.
29. Platt, S. G. y J.B. Thorbjarnarson. 2000. Nesting ecology of the American crocodile in the coastal zone of Belize. Copeia, 2000(3):869-873.
30. Ponce, C. P. 2005. Influencia del ambiente en las hormonas sexuales y de estrés durante el ciclo reproductivo del “caimán” *Crocodylus acutus* Cuvier, 1807. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Guadalajara Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias División de Ciencias Biológicas y Ambientales Posgrado en Ciencias Biológica Orientación en Ecología.
31. Pooley, A. C. 1969. Preliminary studies on the breeding of the Nile crocodile, *Crocodylus niloticus*, in Zululand. Lammergeyer 3: 22-45.
32. Ramos, Roberto. 1999. Los Cocodrilos de la Ciénaga de Zapata – 1er Encuentro Iberoamericano de Biodiversidad, Pamplona, España.
33. Schubert, A. 2002. Reproducción del cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus*) en el Lago Enriquillo. Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsecretaría de Areas Protegidas y Biodiversidad. 11 pp.
34. Swanepoel, D.G.J., Ferguson, N. S., and Perrin, M. R. 2000. Nesting ecology of Nile crocodile (*Crocodylus noloticus*) in the Olifants River, Kruger National Park. Koedoe 43(7), 35-36.
35. Soberón, R., M. Alonso y V. Berovides. 2002. Nidificación del Cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus* Cuvier) en el Refugio de Fauna “Monte Cabaniguán”, Cuba. pp 135-156. In: La conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos de América Latina, V.2. Ed. Por Luciano Verdade y Alejandro Larriera. Piracicaba: C.N. Editorial.
36. Seijas, A.E. (1998). The Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes river system, Venezuela: Population status and Ecological characteristics. Tesis Doctoral. Universidad de Florida. 192 pp.

37. Seijas, A and Carlos A. Chavez. 2002. Reproductive Status and Nesting Ecology of the Orinoco Crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes River System, Venezuela *In: Crocodiles. Proceeding of the 16th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, IUCN – The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge UK. Pp: 269-314.*
38. Thorbjarnarson, J.B. 1988. The status and ecology of the American crocodile in Haiti. *Bulletin of the Florida State Museum of Biological Sciences, 33(1):1-86.*
39. Thorbjarnarson, J. 1989. Ecology of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*. *Crocodiles. Their ecology, management, and conservation. IUCN Publications New series. 229-259.*
40. Thorbjarnarson, J. 1996. Reproductive characteristics of the order Crocodylia. *Herpetologica, v. 52, p.8-24.*
41. Thorbjarnarson John B.; G. Hernández. 1993. Reproductive Ecology of the Orinoco Crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. I. Nesting ecology and clutch relationship. *Journal of Herpetology, Vol. 27: 363-370.*
42. Valtierra-Azotla, M. 2001. Estado Actual de la Población de *Crocodylus acutus* en la Reserva de La Biosfera Chamela-Cuixmala; Trece Años de Protección: Recomendaciones para su Manejo Sostenible. *Memorias de la Tercera Reunión de Trabajo del Subcomité COMACROM. 61-68.*
43. 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.*
44. Varona, L. S. 1986b. Algunos datos sobre la etología de *Crocodylus rhombifer* (Reptilia: Crocodylidae). *Poeyana Serie A. No 313: 1-8.*
45. Webb, G.J., R. Buckworth, and S.C. Manolis. 1983. *Crocodylus johnstoni* in the McKinlay river, NT. VI. Nesting Biology. *Australian Wildlife Resources 10:607-637.*
46. Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis. Fourth Edition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 718 pp.5*



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

CAPÍTULO 8. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Introducción

La importancia de los estudios conductuales como base, para junto con la genética y la ecología tomar decisiones objetivas, acerca de la conservación (protección y uso sostenible) de patrimonios genéticos, especies amenazadas y ecosistemas únicos ha sido reportado por varios autores (Curio, 1996; Clemmons y Buchholz, 1997; Caro, 1998; Sutherland, 1998; Caro, 1999; Cassini, 1999; Vargas et al., 1999; Gosling y Sutherland, 2000; Griffin et al., 2000).

Para conservar especies tanto en la naturaleza (conservación *in-situ*), como en cautiverio (conservación *ex-situ*), resulta fundamental conocer los factores que influyen en la supervivencia y reproducción individual de los miembros de una población, factores entre los que se encuentran diversos tipos de conductas, como la social, la alimentaria, la de selección de hábitats óptimos y las relacionadas con el cortejo, la cópula y el cuidado de la prole (Krebs y Davies, 1996; Caro, 1998; Blunstein y Fernández-Juricic, 2004).

Aprender cualquier aspecto de la biología de los cocodrilos en vida silvestre presenta formidables retos. Sin embargo, el comportamiento es especialmente difícil de estudiar en la naturaleza, debido a que la mayoría de los individuos son temerosos, elusivos y son perturbados fácilmente (Lang, 1987; Regan, 2000), además de que son usualmente encontrados en bajas densidades y ocupando áreas, donde las observaciones del comportamiento se dificulta (Thorbjarnarson, 1996). Consecuentemente, mucho de lo que se conoce está basado en observaciones de animales cautivos, en situaciones seminaturales. Aún bajo esas condiciones, no todos los comportamientos son obvios y es fácil subestimar justamente, cuán importante son realmente algunos comportamientos (Lang, 1987).

Entre el grupo de los reptiles, los cocodrilos y caimanes presentan una gran ventaja para el estudio de su comportamiento reproductivo, ya que son animales que se adaptan bien al cautiverio y actúan de forma natural, si se les dota de la infraestructura y condiciones necesarias para este fin (Sing, 1987, Foggin, 1987).

Los comportamientos observados en cautiverio pueden diferir de aquellos de animales silvestres, no obstante es el único medio de estudiar ciertos comportamientos en detalle y que pueden proveer un entendimiento básico, de un comportamiento social de un animal que puede ser válido o no en las poblaciones silvestres (Vliet, 2001).

Los cocodrilianos están entre los reptiles que tienen uno de los más sofisticados comportamientos, con un complejo sistema social y un diverso repertorio de conductas (Thorbjarnarson, 1996; Garrick y Lang, 1977; Garrick et al., 1978; Lang, 1987; Vliet, 1989, 2001).

Las similitudes interespecíficas en el comportamiento de los cocodrilianos, sugieren que al igual que su morfología han sido renuentes para aceptar cambio (Vliet, 1989, Senter, 2008), mientras que

las diferencias interespecíficas en las exhibiciones de comportamientos, en la organización social y en el comportamiento reproductivo son evidentes (Garrick y Lang, 1977; Lang, 1977; Vliet, 1989). Existen pocos reportes, describiendo el comportamiento social y reproductivo de la mayoría de las especies de cocodrilos y la verdadera diversidad de comportamiento de los cocodrilianos, sólo puede ser explícita, una vez, que las investigaciones hayan sido emprendidas, en una variedad mayor de especies (Thorbjarnason y Hernández, 1993).

Estudios detallados de la ecología de los cocodrilianos comenzaron a surgir en la década del 60 del siglo XX, en *Crocodylus niloticus*, proporcionando las primeras observaciones sistemáticas del comportamiento de cualquier especie de cocodrilianos (Vliet, 1989).

Estudios sobre ecología reproductiva de otras especies de cocodrilidos en vida silvestre, se han realizado en *C. acutus* (Álvarez del Toro, 1974; Medem, 1981; Thorbjarnarson, 1988, 1989; Alonso, 2007), *C. intermedius* (Antelo, 2010), *C. porosus* (Webb y Manolis, 1998) y *Caiman crocodilus* (Thorbjarnarson, 1990).

En cautiverio se destacan los estudios de la biología de la reproducción del *Crocodylus niloticus* (Blake et al., 1987), *C. intermedius* (Thorbjarnarson, 1993; Colvée, 1999), *Crocodylus moreletii* (Huerta, 1986, Casas - Andreu y Barrios-Quirós, 1997), *Gavialis gangeticus* (Andrew y Whitaker, 2004).

Hay cuatro eventos destacables en la cronología de la reproducción de los cocodrilos: Territorialidad y cortejo, anidación, incubación y eclosión (Antelo, 2009).

Los cocodrilianos se comunican, mediante estereotipadas señales acuáticas y visuales, que revelan informaciones reproductivas, territoriales y otras informaciones (Senter, 2008).

El cortejo consiste en una compleja y variable secuencia de demostraciones de señales táctiles, visuales, auditivas, y posiblemente olfatorias (Garrick y Lang, 1977, Garrick et al., 1978, Vliet 1989, 2001; Thorbjarnarson, 1990).

El comportamiento social tiene la mayor influencia sobre el comportamiento de los cocodrilos e incluye comunicación, comportamiento gregario, interacciones de dominancia y actividades territoriales (Lang, 1987).

Todos los cocodrilianos vivientes poseen dos prominentes pares de glándulas, de las cuales un par están localizadas en la superficie ventral de la mandíbula, próxima a cada rama mandibular y las glándulas paracloacales situadas en las paredes de cada lado de la cloaca (Weldon y Sampson, 1988). Muchos autores han observado en *A. mississippiensis* como presentan la eversión de las glándulas submandibulares y un fluido de almizcle es expulsado durante los bramidos, pero está poco entendido su función (Vliet, 1987). Ninguna función específica de esas glándulas ha sido demostrada (Weldon y Wheeler, 2001).

Todas las especies examinadas de cocodrilianos usan varias combinaciones de esos signos en un contexto social. Muchas son ejecutadas en una manera estereotipada particularmente el cortejo y las demostraciones territoriales y sus significados son específicos para cada especie (Lang, 1987).

El trabajo más abarcador y preciso que explica el comportamiento reproductivo de los cocodrilianos es el de Lang (1987), en el que explica y comenta la principal información de los diversos aspectos del tema, que se aborda en este capítulo. Entre los aspectos más importantes, señala que el sistema de reproducción de los crocodilianos es poliginia, con un simple macho apareándose con un número variable de hembras. Asimismo, Lang (1987) indica que antes del cortejo y la cópula, un macho dominante establece su territorio, el cual lo defiende de otros machos señalando que este comportamiento de territorialidad se intensifica en la etapa reproductiva, pero frecuentemente persiste durante el año y en cautiverio, la defensa del territorio parece ser dependiente de la densidad, así como específico para la especie.

La defensa territorial por parte de los machos está compuesta de una serie de posturas estereotipadas, frecuentemente seguidas por combate real o en forma ritual. Los machos utilizan un despliegue de advertencia consistente por un nado de modo llamativo, una postura corporal caracterizada por mantener la cabeza elevada y la cola arqueada, chapotear en el agua con la cabeza y producir altos bramidos (Lang, 1987, Colvée, 1999), además producen una serie de vibraciones de baja frecuencia, subaudibles para la comunicación (Garrick y Lang, 1977). Los machos dominantes desafían a los individuos, que irrumpen en su territorio y son excluidos al perseguir vigorosamente y tirarse con la boca abierta. Siguiendo a un encuentro agresivo, los machos dominantes comúnmente asumen una pose elevada, “inflada” (Garrick y Lang, 1977).

Según la descripción de Lang (1987), el cortejo y cópula consiste en una secuencia de comportamientos de atracciones y comunicación, seguido por la formación de la pareja.

Los machos dominantes se acercan a la hembra o la hembra se acerca al macho dominante, después de una interrelación agresiva de macho a macho o de una demostración de advertencia, aunque usualmente es iniciado por la hembra y típicamente consiste en una secuencia algo estereotipada de comportamientos, con levantamiento del hocico, nado en círculos lentos alrededor del macho, o colocando la cabeza sobre el rostrum o la espalda del macho y monta. Los machos frecuentemente responden a esta actividad emitiendo sonidos de frecuencia muy baja (vibración subaudible: SAV, Garrick y Lang, 1977). La SAV es emitida desde una típica postura “cabeza emergente cola arqueada” y provoca que el agua que cubre la espalda del macho salte hacia arriba en pequeñas gotas, en lo que ha sido denominado “danza del agua” (water dance) en el lagarto americano (Vliet, 1987). Siguiendo al SAV se sucede una serie adicional de comportamientos, que incluyen elevación y frotamiento de los hocicos, burbujeo, sumersión y emersión periódicos.

Debido a que la penetración cuando ocurre la cópula se realiza bajo el agua, es difícil confirmarla (Thorbjarnarson, 1993). El tiempo que dura la cópula es variable entre dos segundos a 15 minutos, dependiendo de la especie y dentro de las mismas (Modha, 1967; Álvarez del Toro, 1974; Garrick, 1975, Compton, 1981; Huerta, 1984; Fergunson, 1985; Pérez- Higuera et al., 1989; Kofron, 1991).

Las señales táctiles y mensajes químicos sensoriales pueden también ser utilizados, pero es mucho menos conocido, en qué grado son enviados y recibidos o lo que significan (Lang, 1987).

El sistema de señales del *Alligator mississippiensis* y probablemente de otros cocodrilos presentan una complejidad similar a los reportados para algunas aves y mamíferos (Garrick et al., 1978). Uno de los comportamientos que asemejan a los cocodrilianos a las aves es el cuidado parental (Lang, 1987). Las hembras de los cocodrilianos defiende tanto su nido como su progenie, en un mayor o menor grado, dependiendo de la especie (Lang, 1987; Blake, 1987; Thorbjarnarson, 1991).

El comportamiento de muchas especies de cocodrilianos ha sido poco estudiado (Senter, 2008) y una de las especies menos estudiada es el cocodrilo cubano (González, 1975). En relación con la reproducción del cocodrilo cubano, sólo existen en la literatura, breves reportes sobre la temporada de reproducción y de la descripción del comportamiento social y reproductivo de esta especie.

Gundlach (1880) estimó que los bramidos provenientes de machos adultos escuchados por él eran emitidos en la época de apareamiento. Varona (1966, 1986) sitúa el comienzo del celo en el mes de enero y la puesta en el mes de abril, además describió brevemente la cópula, resaltando que los machos del cocodrilo cubano muestran una gran agresividad en el tiempo de celo y emiten mugidos y resoplidos fuertes, no solo en esta época, sino también al competir por el alimento con el cocodrilo americano, desconociendo si la hembra también emitía esos sonidos, la cual presentaba un fuerte comportamiento en defensa del nido.

La anidación es similar en todas las especies de cocodrilos, independiente del tipo de nido que construyan (Thorbjarnarson, 1996).

El principal estudio relacionado con la ovoposición del cocodrilo cubano ha sido realizado por González (1975), describiendo detalladamente tres fases en que se desarrolla este evento reproductivo: fase de excavación cuando la hembra sale del agua y comienza a excavar un hoyo para depositar los huevos, fase de ovoposición que es cuando la hembra pone sus huevos y la fase de recubrimiento que se distingue por el tapado del hoyo, así como las reacciones del animal en cada una de las fases.

El objetivo general de este estudio fue el de describir, cuantificar y ampliar el conocimiento de algunos aspectos del comportamiento reproductivo del cocodrilo cubano en cautiverio, que ayuden al desarrollo del programa de conservación biológica y manejo del cocodrilo cubano, además de contribuir en los futuros programas de introducción, reintroducción y relocalización de la especie.

Como objetivos específicos nos propusimos:

- Describir las pautas más sencillas y frecuentes de los eventos reproductivos: territorialidad, cortejo, cópula, anidación y cuidado maternal del nido.
- Cuantificar las interacciones de los machos en la defensa del territorio mensualmente por tres años consecutivos.
- Determinar el número mensuales por años del número de golpes en el agua con la cabeza (headslap) realizado por los machos, en la época de acentuación de la territorialidad y el cortejo.
- Establecer la mayor frecuencia de los golpes producidos en el horario de estudio en los tres años de la investigación.
- Cuantificar el número de cópulas efectivas diarias, mensuales y anuales.
- Determinar el tiempo de duración de la cópula.
- Determinar horario de la fase de puesta y su duración.
- Verificar y adicionar datos a lo reportado anteriormente sobre este tópico.

Materiales y métodos.

Área de estudio

Las observaciones del comportamiento reproductivo del cocodrilo cubano se realizó principalmente en un encierro para animales adultos de 0,6 ha del zoológico de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata, descrito en el capítulo II. En este corral estaban confinados 150 cocodrilos adultos, con una edad de seis años, que procedían de una selección de la primera generación obtenido en 1975 del plantel fundador del medio natural, con una proporción sexual de un macho por dos hembras (50 machos y 100 hembras). Los animales fueron medidos el año previo al estudio, presentando las hembras un largo total promedio (largo de la punta del hocico a la punta de la cola), de $190,61 \pm 19,81$ cm y los machos de $197 \pm 8,14$ cm. Los animales estaban marcados por corte de los escudetes dobles caudales, con un código de identificación individual.

Se utilizó el método de observación general, *ad vivitum*, durante tres temporadas de reproducción (1981- 1983), que se extendió desde el mes de febrero a septiembre. Las observaciones para el registro de las conductas de la territorialidad, cortejo y cópula se efectuaron periódicamente en la mañana (0630 - 1130) y en la tarde (1500 - 1700), además, se realizaron intermitentes observaciones puntuales *ad vivitum* en otros encierros, durante la temporada de reproducción. En los otros encierros, la proporción sexual fue aproximadamente de un macho por dos hembras, donde los machos tenían un largo total promedio de $270,4 \pm 30,6$ cm y las hembras de $249,80 \pm 23,8$ cm.

Los datos climatológicos desde 1981 a 1983, en cuanto a la temperatura máxima, mínima y promedio (0°) y las precipitaciones (mm) fueron obtenidos en la estación experimental de cítricos

situada en el pueblo de Jagüey Grande, Matanzas, poblado situado en los límites de la Ciénaga de Zapata, ubicado a 20 km del zocriadero (Fig. 1).

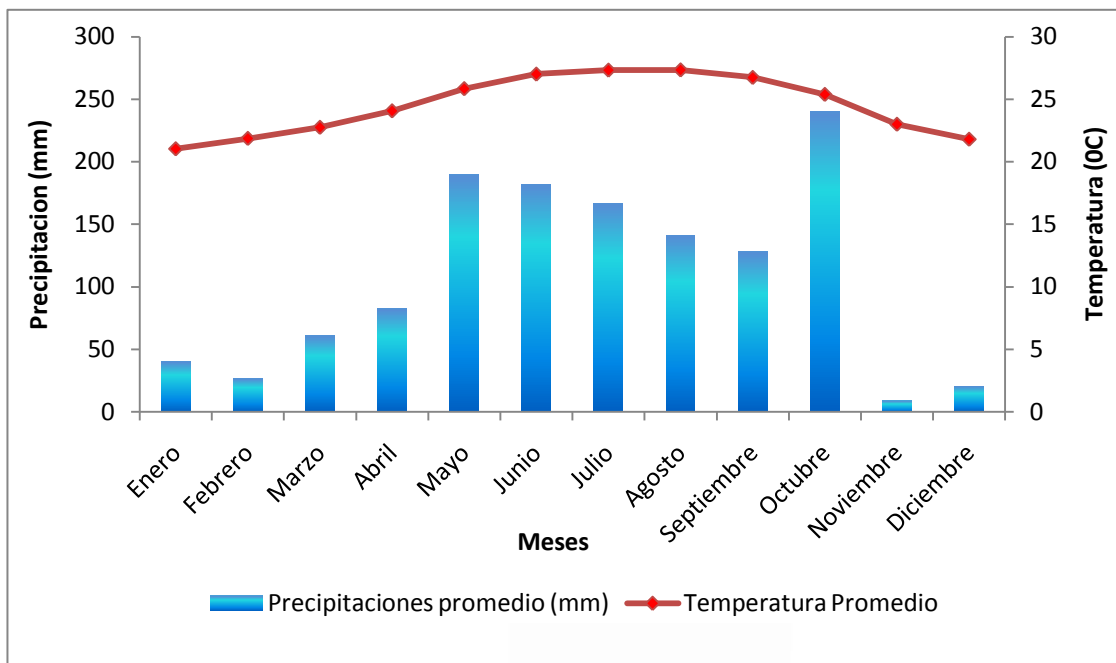


Fig. 1. Datos climatológicos promedios desde 1981 a 1983, en la estación meteorológica de Jagüey Grande, Matanzas.

El horario de observaciones se seleccionó a priori, de acuerdo al horario de mayor actividad de los eventos reproductivos y termorregulación, que en años anteriores se habían observado en esta especie, en otros encierros del mismo criadero entre los años de 1974 a 1980. Las observaciones se establecieron en horario diurno (0600 h hasta 1800 h). Este horario de estudio se estableció, debido a dificultades logísticas para la iluminación en la noche.

De las exhibiciones de territorialidad y cortejo se cuantificaron las interacciones entre machos, en la defensa del territorio en horario diurno, desde febrero hasta agosto, en los tres años de estudio, definiéndola en cualquier demostración de defensa del espacio.

Se utilizó la prueba de Chi – Cuadrado para detectar si existían diferencias entre el número de exhibiciones territoriales entre años y entre meses y la prueba de rangos múltiples a priori (procedimiento de Dunn), para determinar en qué meses en particular son diferentes.

Se registró mensualmente, el número de golpes en el agua con la cabeza (headslap) realizado por los machos, la cual es una de las más importantes exhibiciones de territorialidad y cortejo y se determinó la frecuencia diurna de los mismos (0600 a 1800 h). Además se contabilizó el número de repeticiones del golpeo, en las exhibiciones que se pudo observar, desde el principio del golpeo.

La existencia de diferencias estadísticas del número de golpes entre años y entre meses se comprobó mediante una Prueba de Chi – Cuadrado y mediante la prueba de rangos múltiples a posteriori, se determinó la existencia de diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$)

Se describieron las pautas más sencillas y frecuentes de territorialidad, cortejo, cópulas, anidación y de cuidado maternal del nido, que unido de manera secuencial darán lugar a la comprensión de comportamientos más elaborados.

Se registraron el número de cópulas aparentes efectivas en el horario de 0600 a 1200 h y de las 1500 a 1800 h y se cuantificaron mensualmente. Se consideraron cópulas aparentemente efectivas cuando la pareja entrelazaron sus cuerpos. Con un cronómetro manual se tomó el tiempo en que transcurrió la cópula, determinándose los estadísticos descriptivos (promedio, desviación estándar y los rangos de mínimo y máximo). El tiempo de la fase de la cópula se determinó desde que la hembra se colocó delante del macho y este comenzó a abrazarla, colocando sus cloacas enfrentadas hasta que se separaron después de apreciar la posible penetración y eyaculación.

Se establecieron los estadígrafos descriptivos (media, desviación estándar y coeficiente de variación) y los rangos mínimos y máximos de la duración de la cópula.

Se compararon los datos de la cópula entre años y entre los meses por una prueba de Chi – cuadrado y mediante la prueba de rangos múltiples a posteriori se determinó la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

La toma de datos de la anidación y el cuidado del nido por la hembra se efectuó desde el mes de abril a julio. Para cuantificar en que horario construían los nidos, se visitó el encierro tres veces a la semana en días alternos en tres horarios, a las 1800 h, 0000 h y a las 0600 h.

Las fases de anidación se describieron únicamente en las hembras, que se observaron anidando en horario diurno, en los años 1981 y 1982.

Se describieron las fases de anidación de hembras, que se observaron anidando en horario diurno, adoptando la descripción de las fases de puestas por González (1975), quien las definió y cuantificó como fase de excavación, fase de ovoposición y fase de recubrimiento. Se registró el tiempo de ovoposición, solamente en las hembras que se vieron poner los huevos desde el principio, tomándose el largo total (cm) con una cinta métrica ($\pm 1\text{mm}$) en esta fase, debido a que las hembras presentan una gran docilidad en esta fase, mientras que el tamaño de la nidada se determinó al coleccionar los huevos para su incubación artificial.

Se establecieron los estadígrafos descriptivos (media, desviación estándar y coeficiente de variación) y los rangos mínimos y máximos del largo total de las hembras, el tamaño de la nidada y el tiempo de ovoposición. Aplicando la correlación de rango de Spearman se determinó la relación entre el largo de la hembra con el tamaño de la nidada y el tiempo que duró la ovoposición.

El comportamiento del cuidado de la hembra del nido se observó por el día, en horas de la mañana, mientras se recorría el encierro, para coleccionar los huevos para su incubación.

Los análisis estadísticos que se realizaron siguen la metodología, dada por Zar (1999). Las pruebas

estadísticas se realizaron por medio del programa StatSoft, Inc. (2001): STATISTICA (data analysis software system), version 6.1.

Resultados

Comportamiento reproductivo

La temporada reproductiva del cocodrilo cubano se extendió desde febrero a septiembre (Fig. 2), en la cual se emplearon 1280 horas de observación. Los principales tipos de comportamientos en la etapa reproductiva fueron la acentuación de la territorialidad, el cortejo, la cópula, la anidación y la eclosión. La acentuación de la territorialidad y el cortejo se extendieron desde febrero a abril, lo cual coincide con los últimos meses de la época seca del año (noviembre - abril), aunque se observaron esporádicamente algunos cortejos y aparentes cópulas, desde el mes de octubre, que es un mes muy lluvioso y de mayor actividad ciclónica. También se observaron demostraciones tardías de cópula, sin ningún previo cortejo en el mes de mayo, en que el macho dominante se acercó a la hembra e imponiendo su mayor talla y peso, la montó, lo que parece sugerir que los estímulos hormonales en el macho permanecen por más tiempo. La temperatura promedio varió entre 24,1 °C - 29,1 °C (máximas entre 28,0 - 32,3 °C) y las precipitaciones promedios entre 40,1 - 82,2 mm, hallándose el mes de febrero, como uno de los meses más fríos y seco del año.

La temporada de anidación del cocodrilo cubano se extendió desde el mes de abril hasta la segunda decena del mes de julio (Fig. 2), coincidiendo con el periodo que termina la época seca y el comienzo e intensificación de la temporada lluviosa y las temperaturas comienzan a elevarse, teniendo su pico en los meses lluviosos (mayo y junio), lo que se explicó detalladamente en el Capítulo VI.

La eclosión se extendió desde principios de julio hasta principios de septiembre, en pleno periodo de lluvias, las cuales variaron entre 155 y 256 mm de promedio y la temperatura promedio entre 26,1 y 25,7 (máximas entre 32,2- 33,6 °C).

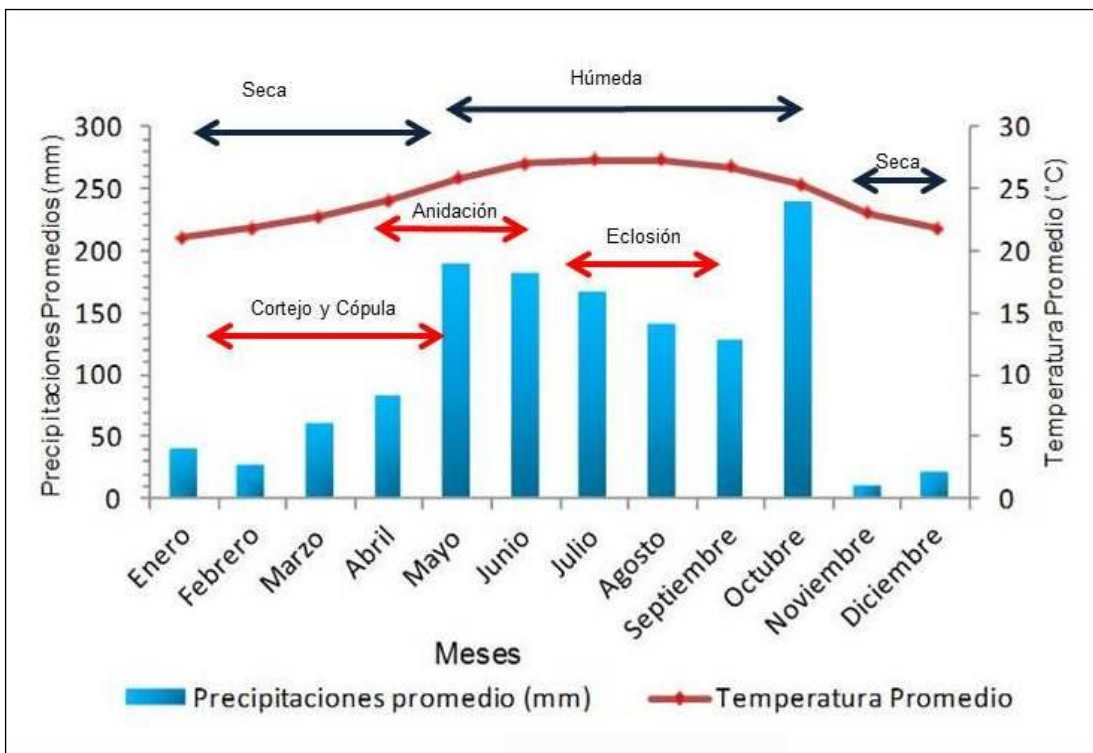


Fig. 2. Cronología de los eventos reproductivos del *C. rhombifer*.

Territorialidad y Cortejo.

El cocodrilo cubano, de igual modo que las demás especies de cocodrilianos presentó un comportamiento territorial y un sistema de apareamiento poligínico, donde un macho se apareó a varias hembras.

Los eventos de territorialidad y cortejo incluyeron en forma análoga, una serie de señales acústicas, olfatorias y visuales, que involucraron una compleja sucesión de posturas del cuerpo, principalmente en los machos. Las interrelaciones entre machos, presentando las exhibiciones de territorialidad del cocodrilo cubano se manifestaron en todo el año, observándose 147, 132 y 129, en los años 1981, 1982 y 1983 respectivamente, con un total en las tres temporadas de 558 exhibiciones de defensa del territorio. El mes de marzo presentó el mayor número de exhibiciones de los machos con 161 (28,9 %) demostraciones, seguido de abril con 111 (20 %) y disminuyeron en los sucesivos meses (Fig. 3).

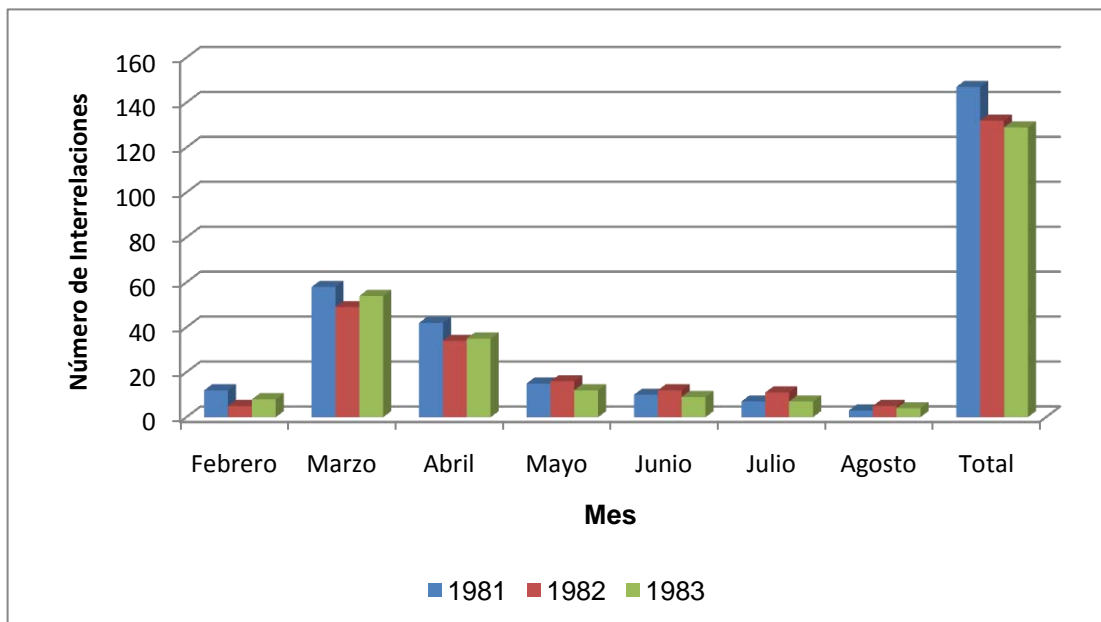


Fig. 3. Número mensual de interrelaciones entre machos con exhibiciones territoriales del *C. rhombifer* desde 1981-1983.

No se detectaron diferencias estadísticamente significativa entre años, mediante la prueba de Chi – Cuadrado ($\chi^2 = 3,0$, $df = 2$, $p = 0,05$), pero mostraron la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre meses ($\chi^2 = 18,17$, $df = 6$, $p = 0,006$) y mediante la prueba de rangos múltiples a posteriori mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre marzo y abril, asimismo se detectaron diferencias estadísticamente significativas de estos dos meses respecto a los restantes meses de mayo a agosto y con febrero ($p < 0,05$).

Descripción de las pautas de la territorialidad y cortejo.

Los machos en su acción de defender su territorio y en la época del cortejo, presentaron una serie de posturas estandarizadas y armonizadas con ronquidos, vibraciones dorsales, golpeo de agua con la cabeza y burbujeos, frecuentemente seguidas por peleas reales o rituales en el caso de la defensa del territorio. En el período de territorialidad, por lo general los machos más grandes marcan un territorio con un área determinada, que dependió de la forma y extensión del encierro. Estos machos dominantes defendieron su territorio, expulsando a otros machos, pero este comportamiento no se notó con las hembras.

Entre las exhibiciones típicas de territorialidad y cortejo más generalizadas se observó que la secuencia de demostraciones del macho comienza con la vigilancia de su territorio mediante patrullajes, realizando un nado suave y lento dejando visible la región dorsal de la cabeza, el dorso y parte de la cola (Fig. 4). Cuando se aproxima a otro macho o hembra, que no estaba receptiva en el territorio, estos generalmente se sumergen o huyen nadando rápidamente por la superficie del agua y si el encuentro fue con otro macho grande, frecuentemente conduce a una pelea.



Fig. 4. Posición de patrullaje del territorio de un macho *C. rhombifer*.



Fig. 5. Exhibición de cola arqueada y burbujas de agua producidas por las vibraciones dorsales del cuerpo de un macho *C. rhombifer*.

El macho recorrió el territorio marcado y en ocasiones emitió una especie de ronquido. Cuando se detuvo, sacó la cabeza oblicuamente del agua, encorvando el cuello, inflando la garganta, realizando movimientos guturales de la misma e inflando el cuerpo en franca actitud agresiva, con la región occipital más elevada que el resto del cuerpo, semejante a las que realizan las serpientes, con la mandíbula ligeramente abierta, como si fueran a morder y simultáneamente, elevan las dos terceras partes de la región distal de la cola en forma arqueada, hasta que está enteramente fuera del agua (Fig. 5), permaneciendo en esta posición por varios minutos. Generalmente en esta posición, agita vigorosamente la cola (Fig. 6) a ambos lados de 9 a 13 veces y generalmente a continuación deja caer la cabeza sobre el agua, con un movimiento rápido y al mismo tiempo cierra la boca, incrementado la fuerza del impacto, lo que origina un gran sonido (Fig. 7). No siempre ocurren en

la misma secuencia estas exhibiciones.

Esta exhibición de golpeo de la mandíbula contra el agua es realizada en rápida sucesión, desde una hasta cuatro veces, siendo la mayor frecuencia de tres veces (56,2 %), seguida de dos golpes consecutivos (35,9 %) (Tabla 1). Solamente se observaron 28 veces (5,2 %) con un golpe y 18 veces (2,7 %) con cuatro golpes.



Fig. 6. Movimiento lateral de la cola y movimiento del agua producido por un macho *C. rhombifer*.



Fig. 7. Macho adulto de *C. rhombifer* realizando una exhibición de golpeo de agua con la cabeza.

El sonido producido puede ser oído a una gran distancia, estimulando inmediatamente a otros machos en el encierro o cerca, desencadenando un coro de sonidos. Este sonido es muy frecuente en la noche y en el amanecer durante la etapa del celo y cópula. Posteriormente, con la cabeza todavía elevada y la boca semiabierta, emiten ronquidos o bramidos cortos. Se observó muy frecuentemente

antes de golpear la cabeza en el agua, el temblor del cuerpo agitando el agua encima del dorso y por los laterales del cuerpo pareciendo que el agua está bullendo (llamada danza del agua en Vliet 1987) (Fig. 5), además se percibió un fuerte olor a almizcle, cuando se estaba cerca del animal.

Tabla 1. Número de golpeo del agua con la cabeza, por el *C. rhombifer* en cautiverio.

Años	1	2	3	4	Total
1981	9	56	73	4	142
1982	6	48	71	3	128
1983	12	83	149	7	251
Total	27	187	293	14	521
% Total	5,2	35,9	56,2	2,7	

Consecutivamente a la emisión de los rugidos o ronquidos, el macho con la punta del hocico todavía elevada hace un movimiento con la garganta, como si estuviera tragando. En este momento se observó la eversión de las glándulas almízcles submandibulares y seguidamente sumergió la cabeza y cola, exhalando aire por los orificios nasales y la boca, lo que produjo un abundante burbujeo, levemente ruidoso (Fig. 8).



Fig. 8. Burbujeo en el agua producido por la exhalación del aire por los orificios nasales y la boca de un macho de *C. rhombifer*.

Altos bramidos se escucharon comúnmente, antes y después de asumir la posición anterior y también cuando finalizó la persecución de otro macho o antes de comenzar la cópula. También se oyeron cortos sonidos emitidos por el macho en forma de silbido (siseo) como advertencia de amenaza. Este sonido se ha oído en todas las categorías de edad y en ambos sexos.

Se registraron 738 eventos de este tipo de exhibición, sin embargo, no en todos se pudo registrar el

número de golpes, debido a que en ocasiones, varios machos la producían al mismo tiempo. Esta exhibición se registró durante todo el año, pero se acentuó desde febrero hasta principios de agosto y el mayor número de exhibiciones se observó en el mes de marzo con 293 golpes, lo que representó el 39,7 % del total escuchados, seguido del mes de abril con 205 (27,8 %) golpes (Fig. 9), coincidiendo con la mayor frecuencia de cópulas.

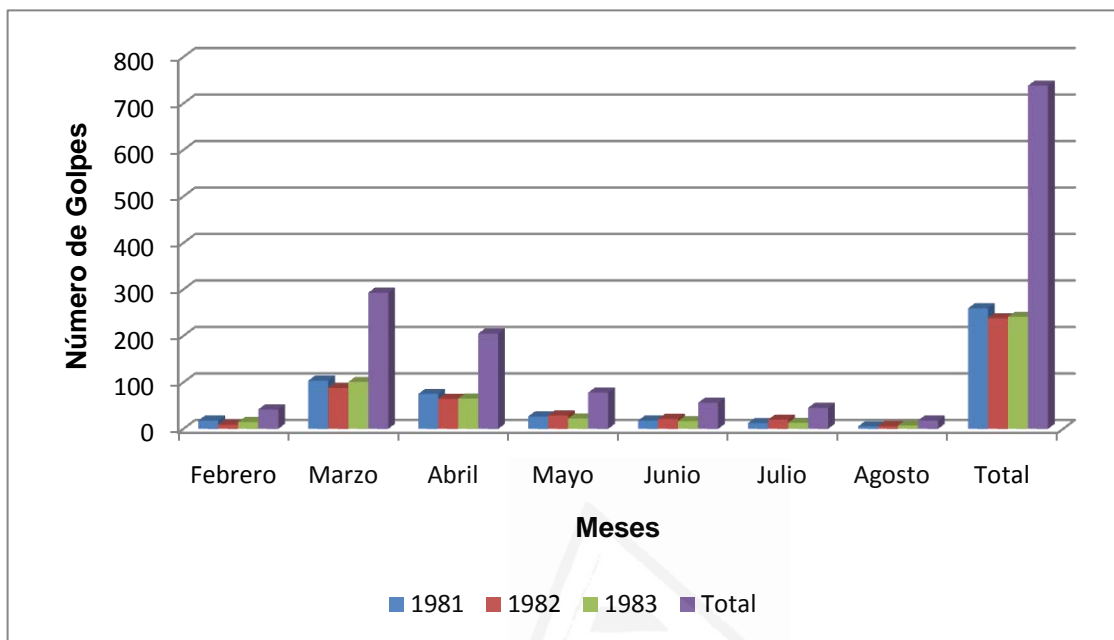


Fig. 9. Registro mensuales por año del número de golpes en el agua del *C. rhombifer*.

Esta exhibición de golpeo de la cabeza contra el agua es escuchada, durante todo el día y la noche, aunque no se cuantificaron de noche.

El número de golpes de la cabeza en el agua entre años, no presentó diferencia estadísticamente significativa ($\chi^2 = 3,0$, $df = 2$, $p = 0,22$), mientras que entre los meses si hubo diferencias estadísticamente significativas ($\chi^2 = 18,33$, $df = 6$, $p = 0,006$). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) mediante la prueba de rangos múltiples a posteriori de los meses de marzo y abril respecto a los demás meses y entre ellos ($p < 0,05$). Considerando los resultados en los tres años de estudio se encontró que esta exhibición primordialmente era una actividad matutina, con un 90,8 % registrada antes del mediodía, siendo el pico de los sonidos entre las 0600 - 0800 con un 59 %, disminuyendo a partir de la 0900 h y se observó otro pico, con menor cantidad de exhibiciones entre 1100- 1200 con un 18,0 % (Fig. 10).

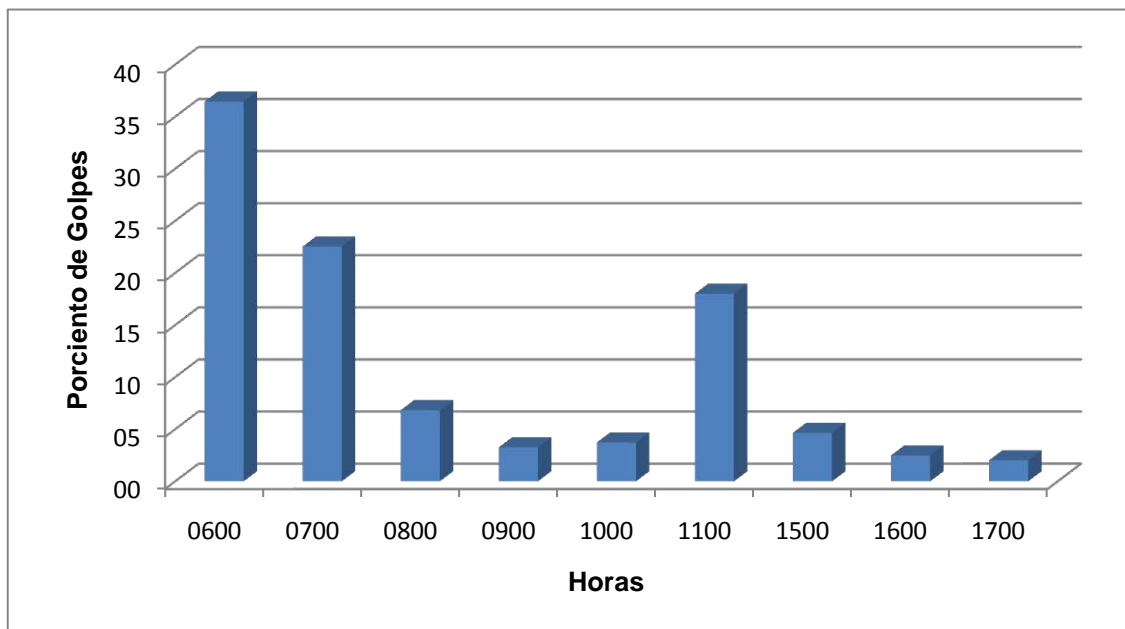


Fig. 10. Registro de la frecuencia del número de golpes en el agua por intervalo de tiempo del *C. rhombifer* en los tres años de estudio.

Peleas

Se observó que los machos dominantes desplegaron una serie de demostraciones, para advertir su intolerancia de otros machos, descritas anteriormente. Comúnmente, las peleas se desarrollaron en su mayoría en el agua y rápidamente. Se observó en los casos en que ninguno de los machos huyó, que ambos contendientes pusieron paralelos sus cuerpos y cabeza inversamente, con las mandíbulas abiertas (Fig. 11) y comenzaron a empujarse con el cuerpo, girando lateralmente hasta que uno ataca, tirando la mordida lateralmente. Los daños corporales no fueron grandes generalmente, cuando uno de los machos huye (Fig. 12), lo cual fue la observación más común, cuando los machos presentaron diferentes tallas.

Se ha observado, como adultos grandes de similares tamaños se apresan sus mandíbulas, lo que ha provocado la mutilación de la mandíbula, en algunas contiendas, o también sucedió, que con las mandíbulas apresadas se dirigieron hacia el agua, sumergiéndose por largo tiempo, por lo que se tuvo que participar para separarlos y evitar que se ahogaran alguno de los contendientes. En algunos de los combates, los animales se produjeron graves heridas e incluso la muerte. El rito de los combates en tierra es idéntico que los que realizan en el agua, tomando las mismas posturas. Cuando las peleas se efectuaron en tierra, el macho dominante, por lo general, salió del agua, con una gran rapidez a perseguir al otro macho, el cual al verse atacado, frecuentemente huyó, galopando hacia el agua y sumergiéndose. En este momento, el dominante se paró en sus extremidades, elevando e inflando su cuerpo, posteriormente comenzó a mover la cola a ambos lados y emitió un corto y alto sonido característico, realizado al exhalar el aire por la boca cerrada. Esta pose y sonido descrito, se ha podido apreciar hasta en animales, que llevan pocos días de

nacidos. En muchas oportunidades, la persecución continuó hasta el agua, fuera del territorio marcado.

Se ha visto en ocasiones, machos que al ver que van a ser atacados por otro macho, elevan su hocico como las hembras que también elevan su hocico en señal de sumisión, muy semejante a lo que hace la hembra en una de las demostraciones durante el cortejo.



Fig.11. Posiciones de combate entre dos machos *C. rhombifer*.



Fig. 12. Huida de un macho por ataque de otro dominante defendiendo su territorio.

Cronología de eventos de cópula

Se observaron 514 aparentes cópulas efectivas del cocodrilo cubano en cautiverio, durante los tres años de estudio, observándose la mayor cantidad de cópulas en el año 1983 con 190, y en los años 1981 y 1982 se observaron 149 y 175 respectivamente (Tabla 2).

El número de cópulas efectivas por años no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($\chi^2 = 3,0$, $df = 2$, $p = 0,22$), mientras que la comparación por meses presentó diferencias estadísticamente significativas ($\chi^2 = 12,0$ $df = 6$, $p = 0,007$) y mediante la prueba de rangos múltiples a priori no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre marzo y abril, asimismo se detectaron diferencias estadísticamente significativas de estos dos meses respecto a los restantes meses ($p < 0,05$).

Tabla 2. Número de cópulas observadas del *C. rhombifer* en cautiverio en los años de 1981-1983.

Año/Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Total
1981	6	71	63	9	149
1982	7	84	72	12	175
1983	4	89	83	14	190
Total	17	244	218	35	514

El evento se extendió desde febrero hasta la primera semana de mayo, con la mayor actividad en el mes de marzo (principalmente en la segunda mitad), con 244 cópulas observadas (48 %), seguida en el mes de abril (principalmente la primera mitad) con 218 cópulas vistas (42,4 %) (Tabla 2; Fig. 13).

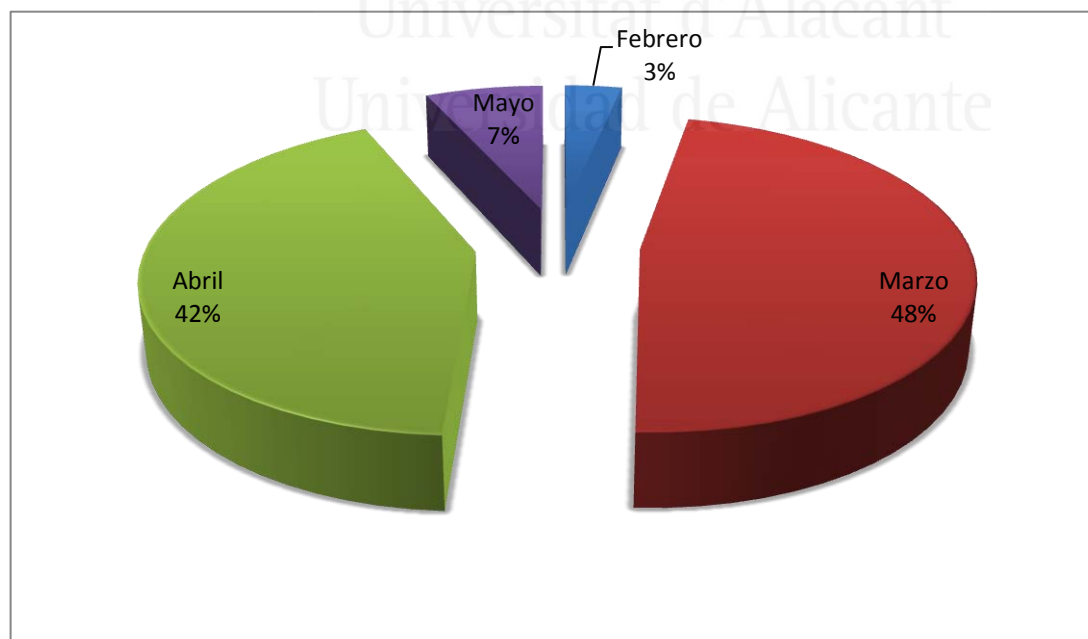


Figura 13. Porcentaje de copulas efectivas observadas de *C. rhombifer* de 1981 a 1983.

El celo y la cópula fueron más frecuentes en horas de la mañana (0800 a 12 am), donde se

observaron 397 cópulas, lo que representó el 77,3 % del total. El resto de las cópulas se vieron en la tarde en el horario de 1500 a 1800 (Fig. 15). El pico de mayor actividad de cópulas resultó en horas de la mañana, entre la 1000 – 1100, con un total de 115 aparentemente apareamientos efectivos (22,3 %), seguido entre las 0900 – 1000 con 98 (19 %) cópulas (Fig. 15). En horario de la tarde se observaron la mayor cantidad de cópulas entre el horario de las 1600 y 1700 horas (Fig. 14).

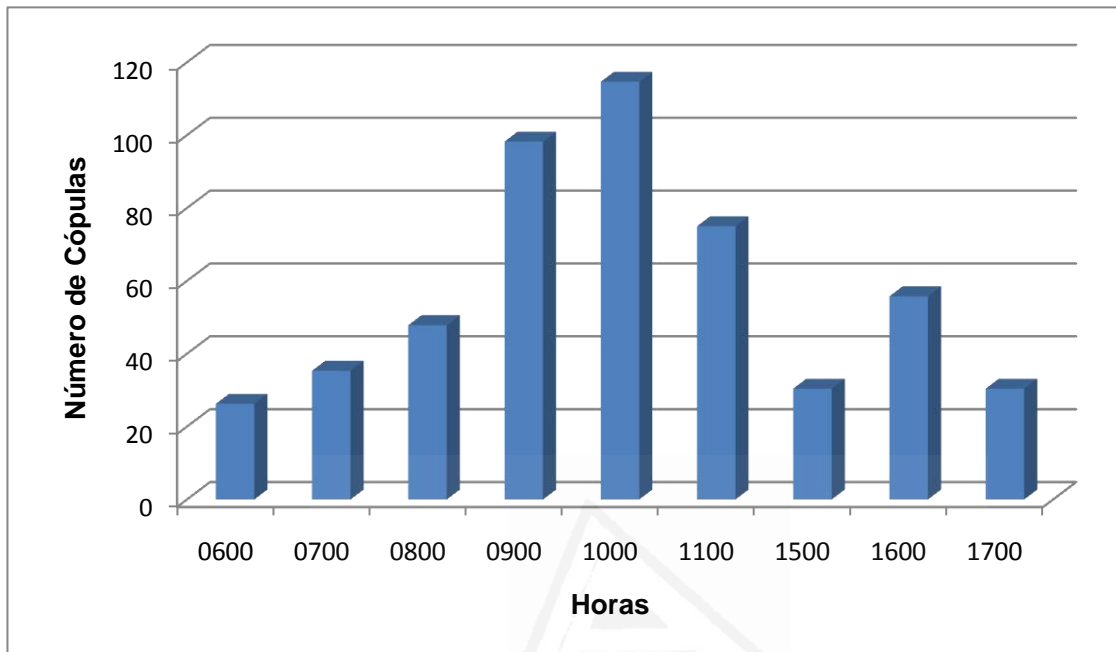


Fig. 14. Número de cópulas observadas por intervalo de tiempo del *C. rhombifer* desde 1981 a 1983

Descripción del cortejo y cópula

El cortejo consistió en una serie de patrones de exhibiciones, que en su conjunto fueron muy similares a las descritas en otras especies de cocodrilos, que como se dijo anteriormente algunas de las exhibiciones se encontraron muy relacionadas con las de territorialidad. En el pico de la cópula es frecuente oler un característico olor que parece ser de la producción de almizcle de las glándulas de almizcle submandibulares, cuando se recorre el encierro.

El celo y la cópula se efectuaron en el agua (Fig. 15), aunque se han avistado intentos de cópula en tierra, pero no podemos afirmar si hubo penetración.

El nivel del agua varió de acuerdo a las precipitaciones, no obstante se registraron cópulas con una profundidad del agua de menos de 30 cm e incluso realizarlas en el fango (Fig. 16).



Fig. 15. Exhibición de la cópula del *C. rhombifer* en cautiverio.



Fig. 16. Cópula observada en el fango del *C. rhombifer*.

El evento precopulatorio, usualmente fue iniciado por la hembra, en respuesta a las demostraciones del macho, aunque también se observó que machos dominantes se acercaron nadando a la hembra, con la cabeza y el cuerpo a nivel del agua e inmediatamente han tratado de montarla. Generalmente, si la hembra estaba receptiva, se acercaba al macho lentamente y comenzaba a nadar alrededor de él, suavemente, posteriormente, en ocasiones orientó su cuerpo paralelo al del macho, pero en una posición opuesta, elevando el hocico por encima del agua (Fig.15). A continuación comenzó a frotar su hocico, por la parte dorsal del tronco, la nuca, cabeza y el hocico del macho, y emitió un ligero sonido, parecido a un gruñido. Esta exhibición de cortejo prosiguió con continuas sumersiones y

emersiones de ambos animales con continuas espiraciones de aire por la boca y la nariz, con subsiguientes burbujeos en el agua.

La cópula del cocodrilo cubano no siempre involucró pautas de exhibiciones, frecuentemente se observó que un macho copuló, sin realizar ningún tipo de exhibiciones.

En la época de cortejo y cópula de los cocodrilos en cautiverio se han observado frecuentemente en animales con la talla y edad para reproducirse, pero que aún no lo han hecho, ni han desplegado sus demostraciones de cortejo, las hembras muerden la cola y la parte ventral de la mandíbula de estos machos, sin provocarle daño alguno, continuando las exhibiciones descritas de las hembras pero sin efectuarse la cópula.

A menudo se observó la competición del macho por varias hembras (Fig. 17), lo que provocó peleas entre ellas y en algunos casos la interrupción de la cópula, si ya estaba ocurriendo o que todas se fueran sin realizar la cópula. Similar conducta presentaron algunos machos de interrumpir la cópula atacando al macho que la estaba efectuando (Fig. 18).

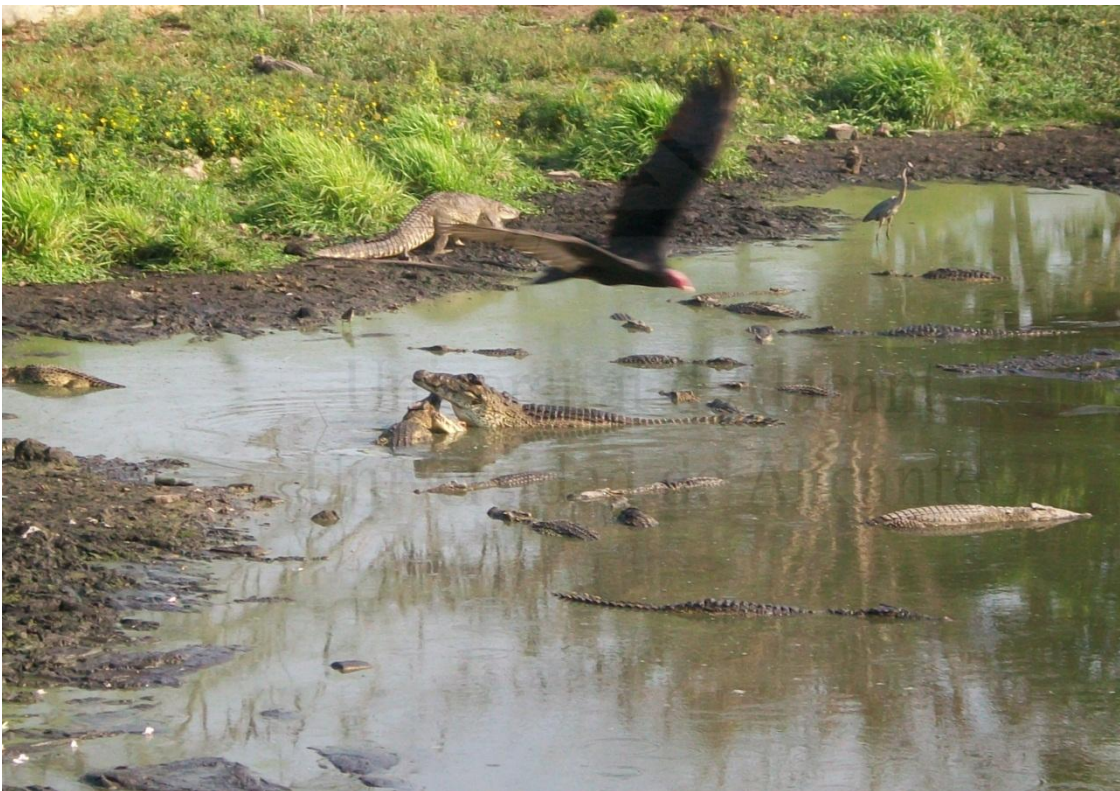


Fig. 17. Competición de varias hembras por el macho efectuando la cópula.



Fig. 18. Interrupción de la cópula por otro macho.

La cópula se originó, cuando la hembra receptiva se colocó delante del macho y éste se le subió encima, entrelazándola con las extremidades delanteras (Fig. 15) y generalmente se sumergen y en unos instantes asoma el dorso y la cabeza. El macho, en oportunidades expulsa aire formando un gran burbujeo. Por lo general, siempre sumerge a la hembra que al emerger, a veces deja el hocico fuera del agua, expulsando aire por lo que se observan burbujeos en el agua o solamente la narina para poder respirar. A continuación comienzan a entrelazar sus colas y ladeándose ligeramente hasta que quedan sus cloacas acopladas penetrando el pene. La penetración ha sido difícil de observar, debido a que ocurre debajo del agua, pero cuando la observamos de cerca y con atención, se vio como la hembra realizó un perceptible brinco y al terminar la eyaculación se separaron despacio, observándose en este momento a la pareja fatigada y flácida.

El tiempo de duración de la cópula presentó una alta variabilidad (35,8 %), variando entre 4 a 15 minutos, siendo el promedio de $7,5 \pm 2,7$ (N = 257), lo cual dependió de las tallas de los cocodrilos, o sea, machos grandes copulando con hembras pequeñas tomaron más tiempo en realizarla. Se han visto machos de 300 cm, copular con hembras de aproximadamente 181 cm de largo total.

También han sido observado apareamientos aparentes entre animales del mismo sexo, en el caso de los machos nunca se observó penetración, lo que sugiere cierto homosexualismo.

Nidificación

La mayor frecuencia de ovoposición transcurrió desde el mes de abril hasta principios de julio y su

pico se presentó en mayo y junio, cuando se incrementa la temperatura ambiental y las precipitaciones, como se explicó detalladamente en el Capítulo VI.

La ovoposición ocurrió principalmente en horas nocturnas y de madrugada, registrándose antes de la 6.00 am, un total de 75 nidos, en las dos temporadas de estudio, de los cuales 29 nidos habían sido puestos entre las 1800 y las 0000 y 46 nidos a partir de esta hora hasta las 0600 h, lo que representó un 61 % y un 39 % de nidos examinados respectivamente.

La puesta de huevos ha sido muy poco frecuente en horas de la mañana y muy rara en la tarde. En el encierro que se realizó el estudio, solamente se observaron dos anidaciones en horas de la mañana, no obstante, se observaron 12 más en un encierro de 7 ha en el mismo periodo de estudio.

Construcción del nido.

Generalmente, las hembras comenzaron la construcción del montículo en horas nocturnas, varios días previos a la ovoposición, recogiendo todo el material de que disponían a su alrededor con las extremidades traseras y en ocasiones con las delanteras, añadiéndoles material diariamente, obtenido cada vez más lejos, que llegó hasta cinco metros de distancia, aumentando el tamaño del montículo. El material de los nidos varió grandemente, dependiendo de lo que había en cada sitio de nidificación.

En ocasiones se observó, aunque no se cuantificó, que algunas hembras dejaron el nido de preparación y se trasladaron a otro sitio, a construir un nido nuevo, aunque no podemos aseverar si fue por la competencia con otra hembra o por buscar un sitio de mejores condiciones. Además, se avistó en muchos casos, hembras que ovopositaron sin preparación previa, aprovechando el montículo hecho por otra hembra (teniendo o no huevos), lo que sucedió en cualquier momento del periodo de ovoposición y por las heridas observadas en el cuerpo, sugiere que ocurrieron peleas entre ellas, desplazando generalmente a la nueva invasora, la que había nidificado anteriormente, sin que el tamaño determinara, aunque en todo periodo de incubación siguieron combatiendo, lo que indica la competencia que existe de las hembras en cautiverio por el sitio de nidificación, de acuerdo no solo a la cantidad de sitios y sustrato disponible, sino que al mejor sitio que es un montículo ya construido. Ambas hembras cuidaron el sitio de nidificación si llegaron a poner en el mismo montículo.

El máximo tiempo de preparación de un nido observado fue de 15 días, construido por una hembra de 274 cm, que en 20 años siempre lo construyó en el mismo sitio, lo que parece sugerir fidelidad al sitio del nido (se demoraba entre 10 a 15 días en prepararlo).

Se observaron solamente 14 eventos de anidación, en diferentes fases, en horario diurno, de los cuales, dos en el encierro de estudio se observaron entre las 0700 y 0730 h y los restantes entre los 1000 y 1200 h.

Se vieron seis hembras que ya estaban realizando la fase de excavación, por lo que no se cuantificó la duración de esta fase y los ocho restantes estaban en el comienzo de la fase de ovoposición o en su desarrollo. No se observó en ningún caso, el principio de la fase de excavación, cuando la hembra sale del agua y comienza a excavar. En el punto que observamos la fase de excavación, la hembra estaba ubicada, aproximadamente en la mitad del montículo, con la cabeza hacia abajo y la cola casi encima del centro del montículo, abriendo un orificio con las extremidades traseras, alternándolas en forma de pala. Una vez terminada la cavidad de los huevos, el animal se quedó quieto, durante unos segundos, colocando su cloaca directamente con el hoyo e inmediatamente situó sus extremidades posteriores dentro de la cavidad, formando una especie de canal, por donde se deslizaron los huevos posteriormente. En este momento se observó el comienzo de contracciones abdominales. En esta fase, las hembras no reaccionaron ante nuestra presencia.

La fase de ovoposición comenzó con la salida por la cloaca de una sustancia gelatinosa llamada glea y a continuación la hembra expulsó los huevos a intervalos, precedido siempre de contracciones abdominales. Cada cierto tiempo saco alternativamente sus extremidades de la cámara y con movimientos alternos dentro de la cavidad, aprisionaban los huevos, como si los acomodara. Se cuantificó el tiempo que se extendió esta fase a 10 hembras, las cuales se observaron desde el comienzo de la puesta de huevos. En esta fase las hembras se mostraron dóciles y es el único momento en que puede tocarlas e incluso tomar los huevos sin que agredan las hembras y por esta razón fue el momento de medirlas.

Los promedios del largo total de las hembras fue de $214,2 \pm 25,74$ cm (191-274), del tamaño de la nidada de $28 \pm 8,94$ huevos (19 - 48) y del tiempo fue $35,2 \pm 15,38$ minutos (24 – 75) (Tabla 3).

Mediante la correlación de rango de Spearman, solamente se encontró una correlación estadísticamente significativa entre el largo total de la hembra con el tamaño de la nidada ($r = 0,80$, $p < 0,05$) y el tiempo de ovoposición ($r = 0,65$, $p < 0,05$).

Tabla 3. Estadígrafos descriptivos del largo total de las hembras, el tamaño de la nidada y el tiempo de ovoposición. Entre paréntesis CV = coeficiente de variación en %.

Fecha	Largo Total (cm)	Tamaño de la Nidada	Tiempo de la Ovoposición (minutos)
3-may-81	197	22	26
6-may-81	196	19	24
10-may-81	213	28	32
13-may-81	244	38	46
22-may-81	209	28	34
29-may-81	274	48	75
3-may-82	202	26	33
7-may-82	207	29	24
20-may-82	209	21	27
30-may-82	191	21	32

Promedio	214,2 ± 25,74 (CV= 12,0)	28 ± 8,94 (CV= 31,9)	35,3 ± 15,38 (CV= 43,6)
----------	--------------------------	----------------------	-------------------------

Al terminar de poner los huevos, la hembra se mantuvo quieta por unos segundos y comenzó la fase de recubrimiento. En esta fase se observó como la hembra sacaba las extremidades de la cavidad, apoyando una y con la otra comenzaba a recoger lateralmente el sustrato que había extraído anteriormente, cubriendo los huevos y el orificio. Posteriormente bajó del montículo y añadió material al mismo, recogido tanto por las extremidades posteriores como las anteriores, por todo el alrededor.

La duración de esta fase fue muy variable, que en ocasiones se prolongó hasta más de una hora. A partir de esta fase las hembras mostraron una alta agresividad en el cuidado del nido.

No se observó ningún comportamiento territorial de las hembras antes de la nidificación, pero durante la época de nidificación tuvieron un marcado comportamiento en la defensa del territorio.

Las hembras una vez construido el nido hasta el comienzo de la puesta, se mantuvieron cerca del mismo, permaneciendo en el agua o echada sobre el montículo (Fig. 19), aunque en este momento no demostraron agresividad cuando uno se acercaba al nido, pero en cambio con otras hembras y machos, si exhibieron una agresividad marcada.

Las hembras realizaron demostraciones similares a los machos cuando pelean entre sí, entre las cuales se vió la elevación del cuerpo sobre sus extremidades, abriendo las mandíbulas, poniendo los cuerpos paralelos o las cabezas cruzadas y emitir resoplidos o rugidos.

Antes de la ovoposición, la hembra dueña del montículo al enfrentarse a otra hembra que entraba a su territorio, elevaba el cuerpo, apoyándose en sus extremidades con la mandíbula abierta y emitiendo una especie de rugido o bramido. En esta posición se aproximaba a la intrusa empujándola y tratando de morderla, generalmente, si la hembra que llegó había sido de menor talla, levanto el hocico con la mandíbula semiabierta y produjo un ligero rugido. El ataque es continuo hasta que la hace huir, pero cuando la hembra invasora fue más grande, entonces las peleas fueron más violentas y frecuentemente la hembra que defendía tuvo que buscar otro sitio para nidificar.

Las hembras al detectar la aproximación de personas al nido, atacaron inmediatamente, muchas se detienen al llegar al nido, pero otras continúan hasta el intruso. Además para demostrar su agresividad, tanto estando en el agua de la orilla como en el nido, elevaron parte del cuerpo y la cabeza en un ángulo aproximadamente de 45 grados, mostrando la parte ventral y las mandíbulas ligeramente abiertas, inflaron la garganta y moviéndola como un tic tac muy semejante a las posiciones que toman los ofidios, además simultáneamente comenzaron un movimiento lateral de la cola.



Fig. 19. Comportamiento de la hembra de *C. rhombifer* en el cuidado el nido.

Las hembras en la fase de ovoposición presentaron una conducta dócil, sin reaccionar al acercársele, lo que permitió tocarla en este momento. En esta fase se vio como algunos machos metían su hocico en la cavidad, capturando los huevos con la boca, comiéndoselos, por lo que se han denominado “comehuevos”, mientras que en la fase de recubrimiento presentaron una gran agresividad, rechazando violentamente a cualquier intruso. Esta reacción permitió determinar si la hembra ya había puesto.

En esta época es muy frecuente ver heridas de mayor o menor grado en el cuerpo de las hembras. A menudo se encontraron huevos fuera de la cámara, debido a que otra hembra ovopositó en el mismo montículo y con las extremidades, al abrir el hueco sacó los huevos que estaban en el nido. En un mismo montículo se han visto hasta tres nidos a no más de 30 cm de una cámara a otra. A pesar de estos sucesos, las hembras que nidificaron en el mismo sitio, siguieron defendiendo su territorio simultáneamente.

Las visitas de las hembras al nido fueron frecuentes tanto de noche como de día, añadiéndole material, principalmente después de ocurrir lluvias, que arrastran parte del material.

Discusión

La reproducción del cocodrilo cubano en cautiverio está asociada a las estaciones climáticas, presentando que la territorialidad y cortejo se desarrollan a finales de la época seca y comienzo de

las lluvias, mientras que la anidación coincide con la llegada de las lluvias y la incubación y eclosión ocurre en plena estación de lluvia.

El comportamiento reproductivo del cocodrilo cubano en cautiverio mostró una serie de complejas posturas del cuerpo y de señales acústicas vocales y no vocales manifestándose principalmente en los machos, muy semejantes a lo reportado para los cocodrilianos (Garrick y Lang; 1977, Lang, 1987; Vliet 1987, 2001; Huerta 1986, Thorbjarnarson 1990, 1993; Colvée, 1999; Alonso, 2010).

Territorialidad

El cocodrilo cubano presenta un sistema de apareamiento poliginico, similar a todos los cocodrilianos estudiados hasta la fecha, lo que sugiere que las proporciones sexuales y la estructura de tallas en los encierros son importantes en la época de cortejo y cópula. Si bien, un estudio más reciente sobre los sistemas reproductivos del *Alligator mississippiensis* realizado por Davis et al. (2001) ha mostrado que las hembras se aparean con uno o más machos, por lo que es necesario conducir los estudios necesarios para ver si esto ocurre en el cocodrilo cubano.

Los machos de mayor talla se mostraron dominantes, defendiendo su territorio en todo el año, acentuándola en la época reproductiva, coincidiendo su pico en el mes de marzo y abril, cuando es la mayor frecuencia de la cópula, lo que coincide con lo observado en *C. intermedius* (Thorbjarnarson 1993; Colvée, 1999) y *C. acutus* (Huerta, 1986).

Las funciones de las exhibiciones de territorialidad y cortejo sugieren tener dos papeles principales, como el establecimiento del territorio reproductivo frente a otros machos y la atracción de la hembra para el apareamiento, lo que es consistente con lo señalado para otros cocodrilianos (Garrick y Lang, 1977; Vliet, 1989; Colvée, 1999; Antelo, 2010). Thorbjarnarson (1993) expone que estas exhibiciones actúan como un sistema para la comunicación de información con otros machos relacionado a la territorialidad y al mismo tiempo llama la atención de las hembras indicándoles su posición, tamaño y jerarquía social.

Las demostraciones de comportamiento social en los cocodrilianos son una gran variedad de sonidos que son más acústicos que estrictamente vocales (Lang, 1987), sobresaliendo el golpeteo de la cabeza en el agua y los mugidos (bramidos, rugidos) (Garrick y Lang, 1977, Vliet 1987; Lang, 1987), lo cual concuerda con nuestros resultados.

El aumento de la frecuencia estacional de golpes de la cabeza contra el agua y los mugidos coincidiendo con el mayor número de cópulas en los meses de marzo y abril, sugiere un doble papel en el establecimiento del territorio y la atracción para la cópula disminuyendo en los meses posteriores. Un patrón similar ha sido encontrado en *C. intermedius* (Thorbjarnarson, 1993; Colvée, 1999)

Los rugidos o bramidos y el golpeteo de la cabeza con el agua del cocodrilo cubano son

coordinadas en una sola demostración, similar a lo observado en *C. intermedius* (Thorbjarnarson 1993) y diferente al *A. mississippiensis*, que lo realizan separadamente (Garrick et al., 1978; Vliet 1989).

Varona (1966, 1986) observó la agresividad de los machos del cocodrilo cubano en el tiempo de celo y la emisión de sonidos, mugidos y resoplidos fuertes, no solo en esta época sino también cuando competía por el alimento con el cocodrilo americano, aunque no conoció si la hembra también emitía esos sonidos. Tampoco precisó las diferentes exhibiciones de este evento, mientras que Gundlach (1880) exclusivamente estimó que estos sonidos eran emitidos solamente en la época de apareamiento. Nuestros resultados son consistentes con esas observaciones, pero exponen otra serie de comportamientos como es el golpeteo de la cabeza en el agua, movimiento vigoroso de la cola, vibración del agua en lo que ha sido denominado “danza del agua” en el *Alligator mississippiensis* (Vliet, 1987) y la emisión de mugidos o rugidos para marcar un territorio y no solamente se vio en la época reproductiva en la que se acentúan estas demostraciones, sino también en cualquier época del año lo que parecer ser consistente con Lang (1987), el cual señaló que las posturas del cuerpo en y fuera del agua, y los movimientos específicos tales como mover agitadamente la cola o elevar el hocico son también usadas para transmitir información de su situación individual social y su determinación, asimismo chapotear en el agua con la cabeza, burbujear, así como otros sonidos no acústicos vocales son también signos importantes en el repertorio de una especie.

Las demostraciones del golpeo de la cabeza en el agua y las vibraciones del agua del cocodrilo cubano están incorporadas tanto en las secuencias de la territorialidad y del cortejo, lo cual es análogo con lo observado en el cortejo del *C. acutus* y los mixturados en el mismo zocriadero (pers. obs.) y con otras especies como *C. niloticus* (Thorbjarnarson, com. per., 2005) sin embargo no forma parte del cortejo del *C. porosus* (Lang, 1987).

La mayoría de las especies solamente producen un solo golpe de la cabeza contra el agua, otras como el cocodrilo americano, lo realiza dos o tres veces consecutivas (Lang, 1987) y el *C. intermedius* lo produce de dos a cuatro veces ($X = 2,17$) (Thorbjarnarson, 1993). El cocodrilo cubano lo efectúa de una a cuatro veces, pero con una mayor frecuencia de tres veces (56,2 %), mientras que en las observaciones realizadas en el comportamiento de los “mixturados” en el mismo zocriadero (per. obs.), ejecutaban el golpeo de la cabeza contra el agua hasta cinco veces, pero con mayor frecuencia de tres veces.

En *A. mississippiensis*, el golpe de la cabeza contra el agua fue determinado para ambos sexos, pero predominante en la actividad del macho (Vliet, 1989). En nuestro estudio no observamos a ninguna hembra efectuar esta exhibición.

La mayor frecuencia de golpes en el agua con la cabeza se produjo en el horario diurno antes de las 1200 h, lo que coincide con lo hallado en *C. intermedius* (Thorbjarnarson, 1993; Colvéet, 1999), no obstante se deben realizar estudios sistemáticos en horario de la noche, debido a que es muy frecuente oír las peleas. Pudiera explicarse, que en la noche y parte del día debido a la necesidad de termorregulación, los animales van hacia el agua proporcionando una mayor oportunidad de encuentros.

Esta demostración al igual que los mugidos está asociada con el establecimiento y mantenimiento a largo plazo de la relación social y es más obvio en la época reproductiva (Lang, 1987). El cocodrilo cubano en la etapa de reproducción también acentúa estas demostraciones. Es notable que al sonido fuerte de un arma de fuego o el sonido producido por un avión, al romper la barrera del sonido, todas las categorías de cocodrilos en cautiverio respondan con diferentes sonidos. Los machos adultos también responden a esos sonidos, con golpes en el agua con la cabeza, desplegando un verdadero coro de voces e incluso cuando estaba confinada esta especie, con el cocodrilo americano y los mixturados se respondían unos a otros a este sonido, produciendo golpes de la cabeza contra el agua también. Este comportamiento de respuesta nos permite en muchas ocasiones localizar a los cocodrilos, en la densa vegetación de la ciénaga, debido a que al golpear el agua o el bote, con el machete o con la palanca que impulsa los botes, los animales responden al sonido producido e incluso, dependiendo de ese sonido se puede conocer la categoría de edad y localizar en tiempo de eclosión a las camadas resguardadas en lugares inaccesibles.

Los mugidos en el cocodrilo cubano parecen ser exclusivos de los machos similar a lo reportado en el *C. niloticus* (Garrick y Lang, 1977), *C. acutus* (Thorbjarnarson, 1991), *C. intermedius* (Thorbjarnarson, 1993), *Caiman crocodilus* (Thorbjarnarson, 1990) mientras que en *A. mississippiensis* y *Alligator sinensis*, es reportado para ambos sexos (Garrick, 1975, Garrick et al., 1978).

Las señales vocales son mejores que las señales visuales para atraer la pareja sobre largas distancias, con reducida visibilidad, así como las señales visuales pueden ser más importantes, para la comunicación a cortas y moderadas distancias en especies como *C. niloticus*, que viven en hábitat abiertos (Garrick y Lang, 1977; Garrick et al., 1978), lo que sugiere, que en el hábitat del cocodrilo cubano, donde la visibilidad es escasa, debido a la densa vegetación, parece ser que las señales vocales deben ser la más importante en el tiempo de reproducción.

Las vibraciones en el agua producidas por el dorso y parte lateral del cuerpo de los cocodrilianos se consideran de baja frecuencia, subaudibles (SAV), que son utilizadas también por los machos para la comunicación (Garrick y Lang, 1977). Además, parece ser bien adecuada para la comunicación en ambientes acuáticos con una vegetación densa (Thorbjarnarson 1990). Las vibraciones de baja

frecuencia que son producida por un número de especies conjuntamente con los bramidos y rugidos parecen ser transmitidas a través del agua tanto a los animales que están en la superficie como debajo del agua (Lang, 1987). El cocodrilo cubano produce fuertes vibraciones en el agua en las exhibiciones de territorialidad, cortejo y atracción de la hembra para la cópula, por lo que es importante conducir estudios sobre este tema en el cocodrilo cubano silvestre, para asegurar si estas vibraciones son de baja frecuencia y cuál es su función.

Las agresiones intraespecíficas entre caimanes parecen jugar un importante rol regulando muchos aspectos de su comportamiento y ecología (Thorbjarnarson, 1990). Este mismo autor señala que las consecuencias de los combates entre machos, parecen ser decididos por la talla del animal, siendo el dominante el de mayor talla. Nuestros resultados se muestran de igual forma, donde se presentan a los machos de mayor talla como dominantes y los desenlaces de los combates dependen de la talla de los contendientes.

Celo y cópula

Nuestras observaciones en cuanto al periodo de tiempo que ocurre el cortejo y la cópula del cocodrilo cubano en condiciones de cautiverio no coinciden exactamente, con lo señalado por Varona (1986). El comienzo del cortejo, generalmente se observó en enero, pero también se efectuaron cortejos en el mes de octubre en varios años e incluso se vieron en el mes de mayo en plena anidación. Lance (1987) señala que cuando los meses antes del celo son más cálidos se adelanta este evento, por lo que pudiera explicar, que en varios años se haya visto un adelanto del celo, lo que implica un mayor esfuerzo en estudiar este tema.

La mayor cantidad de cópulas observadas en los meses de marzo y abril, antes del comienzo de las lluvias, en el horario de la mañana (0800-1200h) coincide cuando la mayor cantidad de animales van al agua a termoregular, lo que sugiere que este comportamiento de regulación propician mayor probabilidad de contacto de los animales. Los resultados coinciden con lo encontrado en *C. intermedius* (Thorbjarnarson, 1993; Colvée, 1999) y *C. moreletii* (Huerta, 1986), especies que presentaron un mayor número de apareamientos en las horas de la mañana.

La secuencia de las exhibiciones del cortejo y la cópula del cocodrilo cubano en cautiverio fue análoga a las reportadas a otras especies de cocodrilos como *C. acutus* (Thorbjarnarson, 1989) y *C. intermedius* (Thorbjarnarson y Hernandez, 1993, Colvéet, 1999).

Thorbjarnarson (1989) señala que el cortejo y la cópula son exclusivamente acuáticos. Nosotros hemos visto intentos de cópula en tierra en cautiverio, pero sin la penetración de la hembra y en animales silvestres amarrados han tratado de copular e incluso, algunos criadores aseguran, que han observados la cópula efectiva en tierra en los años 2007 y 2008, lo cual dudamos, debido a que el

tamaño y peso de los machos no le permitirían sostenerse, al acoplar las cloacas lateralmente. Determinar si una cópula ha sido efectiva, o sea, que exista penetración y eyaculación es difícil de distinguir, debido a que ocurre en el agua, y menos cuando el nivel del agua es muy bajo, no obstante, nuestros resultados sobre la duración de la cópula de $7,5 \pm 2,7$ (4 - 15) minutos son consistentes, con lo citado por Lang (1987), que la cópula usualmente dura varios minutos, que pueden tardarse de 10 a 15 minutos. La alta variabilidad del tiempo de duración de la cópula parece que depende de las tallas de los animales, lo cual es necesario cuantificar.

El nivel del agua para efectuar la cópula en diferentes especies de cocodrilianos en cautiverio se ha reportado de más de un metro (Hutton y Webb, 1992). Nuestros resultados presentan que la cópula en cautiverio del cocodrilo cubano se efectúa en muy bajo nivel de agua e incluso es capaz de realizar cópulas efectivas en el fango, lo que pudiera sugerir que es similar en vida silvestre, ya que el tiempo del celo y la cópula principalmente es en la estación de seca y la ciénaga estaría prácticamente sin agua, quedando solamente algunos veneros con agua someras y son muy pocas las lagunas que tienen agua suficiente para que realicen este acto. Además, confirma la información de algunos “caimaneros” dadas a Varona (1966), de que la copulación se efectuaba estando los individuos en muy poco nivel de agua.

Aunque coincidimos con lo señalado por Vliet (2001), de que los comportamientos observados en cautiverio pueden diferir de aquellos de animales silvestres, en este caso, pensamos que lo observado en cautiverio, responde en donde y como pueden efectuar la cópula el cocodrilo cubano en la ciénaga de Zapata.

La percepción de un fuerte olor penetrante, que le llamamos “olor a almizcle”, en el tiempo de mayor actividad del celo y la cópula y al realizar las demostraciones de territorialidad, parecen ser debido a la producción de almizcle de las glándulas mandibulares y paracloacales presentes en los cocodrilianos, aunque no se han demostrado sus funciones, se piensa que segregan ferromonas para establecer y mantener un territorio (Vliet 1989), atraer la pareja para el cortejo (Joanen y MacNease 1971, Garrick y Lang 1977; Garrick y cols. 1978; Vliet 1989), o marcar el sitio de nidificación (Weldon y Wheeler, 2001).

Las interrelaciones homosexuales entre machos y en hembras no están clara, pero donde es más frecuente, cuando machos o hembras están juntos en tiempo de celo. En el *Alligator mississippiensis* se ha encontrado interacciones entre machos (Vliet, 2000), lo que coincide con nuestros resultados. Una posible explicación dada por este autor es que los factores sociales, que mantienen ampliamente separados a los alligator en vida libre, no pueden funcionar en densidades altas y un espacio limitado como es en cautiverio.

Los resultados indican que la puesta del cocodrilo cubano ocurre principalmente en horas nocturnas,

lo cual coincide con lo observado por González (1975). Por esta razón, la observación de la fase de nidificación es difícil observarla, fundamentalmente la fase excavación. Al tratar de realizar observaciones nocturnas, las hembras al sentir nuestra presencia, daban vueltas por el agua y no subían a tierra para comenzar a construir el nido, incluso cuando nos escondíamos, lo que parece sugerir que nos olían. Este comportamiento es similar a lo que ha ocurrido con el *C. acutus* silvestre, en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguan, que en las noches que se trataron de filmar la anidación, aunque el personal se escondían, las hembras no subían al área de puesta (Alonso com. per.).

González (1975) no observó la preparación previa del montículo, lo cual no coincide con nuestros resultados. En la época en que este autor realizó el estudio se contaba con una alta densidad de reproductores confinados con el cocodrilo cubano, el *C. acutus* y los "Mixturados, por lo que pensamos, que por la fuerte competencia por el sitio de nidificación y como la mayor frecuencia de ovoposición ocurre en horas de la madrugada, incidieron en que muchas hembras que anidaban principalmente de día, no tuvieran más opción que hacerlo sin preparación previa del nido.

Los criadores de cocodrilos de Cuba relatan que los cocodrilos realizan excavaciones previas al hoyo definitivo (González, 1974). Nuestras observaciones muestran que muchas hembras comienzan a construir un montículo previamente a la ovoposición y no un hueco, que puede durar hasta quince días antes de la ovoposición. Es notable que cuando colectamos los huevos, la hembra vuelve a reconstruir el nido y continúa añadiendo sustrato hasta meses después, durante el tiempo de la eclosión, similar a las observaciones realizadas por Thorbjarnarson (1990) en *Caiman crocodilus*.

La competencia que existe en cautiverio entre las hembras por el sitio de nidificación, de acuerdo al sustrato disponible, incrementa la posibilidad de peleas entre ellas, así como la rotura de huevos al sacar una hembra los huevos de la que había puesto. La competencia por el sitio de nidificación de los cocodrilos es común en cautiverio debido al hacinamiento de los animales y a la disponibilidad de sustrato, lo que afecta el tamaño del nido. Además provoca peleas entre las hembras y pueden llegar a la destrucción de los nidos al nidificar una al lado de otra o aprovechando el mismo montículo.

La duración de la ovoposición parece estar relacionado con el tamaño de la hembra, o sea mientras más grande la hembra mayor es el tiempo en poner todos los huevos. Los resultados del largo total de la hembra, tamaño de la nidada y el tiempo de ovoposición no difieren estadísticamente, con los resultados encontrados por González (1975).

La defensa vigorosa del nido es un buen indicador que los huevos han sido puestos, pero no todas las hembras lo defienden (Lang, 1987). Nuestros resultados muestran que la hembra del cocodrilo

cubano presenta una marcada defensa territorial, después que construye el nido y presentan una fuerte agresividad en la defensa del nido, inmediatamente de la terminación de la fase de ovoposición, por lo que es muy fácil determinar, si ya la hembra puso los huevos.

Es contradictorio el comportamiento en la defensa del nido de las hembras en cautividad con las pocas observadas en vida libre, las cuales no mostraron esa marcada agresividad que presentan en cautiverio. Antelo (2008) señala que las hembras cautivas están más acostumbradas a la presencia humana ya que han pasado toda su vida en cautividad y probablemente por falta de temor exhiben estas pautas más agresivas y sin duda más disuasorias, lo que podría explicar nuestros resultados, sin embargo, individuos capturados en vida libre y confinados en el zoológico de Zapata, fueron protagonistas de ataques contra el personal, defendiendo sus nidos y prole, produciendo heridas graves a estas personas. De igual forma animales adultos de *C. acutus*, capturados y encerrados, presentan esta conducta de agresividad, que no la muestran en vida libre (Alonso, 2010), por lo que en cautiverio, hay que tener en cuenta esta conducta agresiva de las hembras, por los posibles ataques al personal que maneja los nidos en cualquiera de las especies que ocurren en Cuba. Este es un tópico que se necesita de la conducción de estudios sistemáticos del comportamiento reproductivo de la especie.

Las exhibiciones realizadas por las hembras en cautiverio al atacar son iguales a las que realizan los cocodrilos subadultos y adultos en vida silvestres, cuando señalan su territorio o se ven amenazados, cuando lo vamos a capturar. Al tomar la posición de la cabeza inclinada por encima del agua e inflado sus cuerpo, parecen tener un mayor tamaño y volumen.

Aunque no hemos tratado el cuidado maternal de las crías, pensamos que es bueno dar algunas observaciones al respecto. Hemos visto en cautiverio, como algunas hembras con crías, al tratar de capturar su prole, los neonatos al huir y pasar cerca de la madre son atacados e ingeridos, por la misma madre, lo cual es difícil de explicar por nosotros. No obstante, en los canales alrededor del zoológico, al tratar de capturar crías, la hembra ha atacado al personal encima del bote e incluso ha llegado infligir una grave herida al trabajador.

Machos especialmente dominantes en cautiverio y hembras responden demostrativamente a las vocalizaciones de los neonatos, aproximándose, amenazando y atacando a los intrusos (Lang, 1989), similar a lo que hemos observado, pero lo que no podemos definir es si los machos vienen a cuidarlo o a depredarlos. En *C. moreletii* en cautiverio estando un macho con una hembra, hemos observado que ambos adultos atacan para defender sus crías.

El comportamiento social y reproductivo del cocodrilo cubano es muy parecido a las demás especies de cocodrilianos, sin embargo es mayor el desconocimiento de estos aspectos en esta especie, por lo que es necesario estudios más detallados, para propósitos de conservación biológica

y de manejo.

Como se ha visto en distintas oportunidades a lo largo de este estudio, los cocodrilos presentan ciertas particularidades en el comportamiento, que los apartan del resto de los reptiles y aproximan a sus otros parientes las aves. Sin embargo, es quizás en el proceso reproductivo donde estas conductas se hacen más evidentes.

Establecer las diferencias de los diferentes comportamientos reproductivos, sería de suma importancia en la conservación biológica y en la confección del manejo de la especie en vida silvestre. Además, el tópico discutido tiene una gran significación, para el manejo de adultos en una cría dirigida, que nos permitan perfeccionar el manejo, en cuanto a los diseños de los encierros, la proporción sexual en un encierro y los tamaños de los animales. Aspectos como la selección del sitio de nidificación, competencia por estos sitios y la defensa del nido podrían tener implicaciones en el éxito reproductivo de un zocriadero. Además, el hacinamiento y altas densidades en cautiverio pueden incidir en la jerarquía en un encierro, como el comportamiento reproductivo.

Al diseñar y llevar a cabo este estudio, existía muy poca información y conocimiento del comportamiento reproductivo de los cocodrilos en el mundo, por lo que algunos conceptos no fueron manejados en su momento.

Este estudio pudiera considerarse falta de una mayor precisión y exactitud, pero la descripción de los eventos en este trabajo está avalada por cientos de observaciones efectuadas en el transcurso de más de 25 años en el zocriadero de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata.

Para la conservación biológica y un manejo adecuado del cocodrilo cubano es necesario conducir estudios sistemáticos e integrales con los ecológicos, genéticos y etológicos. La información acerca del comportamiento social, organización y reproductivo son importantes para los programas de conservación y manejo y son un prerequisite para programas de introducciones, reintroducciones, relocalización y cosecha.

Literatura citada.

Alonso-Tabet, M. 2010. Comportamiento del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en el Refugio de Fauna “Monte Cabaniguán”, Cuba. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, España – Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Álvarez del Toro, M. 1974. *Los Crocodylia de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 70 p.

Antelo, R. (2008). Biología del Cocodrilo o Caimán del Orinoco en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela). PhD thesis. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

Andrews, H., N. Whitaker. Captive breeding and reproductive biology of the Indian gharial *Gavialis gangeticus* (Gmelin) in captivity. In Crocodiles. Proceedings of the 17th Working Meeting of the

- Crocodile Specialist Group. Darwin, Northern Territory of Australia. IUCN-The World Conservation Union: Gland, Switzerland.
- Blake, K. D., and Loveridge, P. J. 1987. Observations on the behavior of Nile crocodiles *Crocodylus niloticus*, in captivity. In G. J. Webb, S. C. Manolis and P. J. Whitehead (eds), *Wildlife Management: Crocodiles and Alligators*, pp. 273 – 294. Surrey Beatty Pty. Ltd., Chipping Norton, Australia.
- Blumstein, D.T., E. Fernández-Juricic. 2004. The Emergence of Conservation Biology. *Conservation Biology* 18:1175-1177.
- Caro, T. 1998. How do we refocus behavioral ecology to address conservation issues more directly? In: *Behavioral Ecology and Conservation Biology* (Caro, T., ed.). Oxford University Press. Pp.557-565.
- Caro, T. 1999. The behavior–conservation interface. *Trends in Ecology and Evolution* 14:366-369.
- Casas- Andreu G., y Barrios-Quirós, G. 1997. Nuevos aportes a la anidación (1990-1993) de *Crocodylus moreletii* en cautiverio en Tabasco, México. Memorias de la 4ta. Reunión del grupo de Especialistas de Cocodrilos de América latina y del Caribe. Centro Regional de Innovación Agroindustrial, S. C. Villahermosa, Tabasco. pp. 21- 24.
- Cassini, M. H. 1999. Etología y conservación: un encuentro con futuro. *Revista Etología* 7:1-4.
- Clemmons, J. R., R. Buchholz. 1997. *Behavioral Approaches to Conservation in the Wild*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 382 pp.
- Colvée, S. 1999. Comportamiento reproductivo del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en cautiverio. Tesis Doctoral. Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
- Compton. A. W. 1981. Courtship and nesting behavior of the freshwater crocodile, *Crocodylus johnstoni*, under controlled conditions. *Aust. Wildl. Res.*, 8, 443 – 50.
- Curio E. 1996. Conservation needs ethology. *Trends in Ecology and Evolution* 11:260-263.
- Davis, Lisa M., Travis Glenn, Ruth Elsey, Herbert Dessauer and Roger Sawyer. 2001. Multiple paternity and mating patterns in the American alligator, *Alligator mississippiensis*. *Molecular Ecology* 10(4):1011-1024.
- Fogging, m. CH. 1987. Diseases and disease control on farms in Zimbabwe. In G. J. Webb, S. C. Manolis and P. J. Whitehead (eds), *Wildlife Management: Crocodiles and Alligators*, pp. 351 – 362. Surrey Beatty Pty. Ltd., Chipping Norton, Australia.
- Garrick, L. D. 1975. Love among the alligator. *Anim. Kingdom* 79 (2): 2-8.
- Garrick, L. D. and Lang, J. W. 1975. Alligator courtship. *Amer. Zool.* 15 (3): 813.
- Garrick, L. D. and Lang, J. W. 1977. Social signals and behaviour of adult American alligators and crocodiles. *Amer. Zool.* 17; 225 – 239.

- Garrick, L. D., Lang, J. W, and Herzog, H. A.Jr., 1978. Social signals adults American alligators. Bull. Mus. Nat. Hist. 160: 153-92.
- 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.
- Gosling, S. D. 2001. From mice to men: what can we learn about personality from animal research? Psychol. Bull. 127: 45-86.
- Griffin, A. S., D. T. Blumstein y C. S. Evans. 2000. Training captive-bred or translocated animals to avoid predators. Conservation Biology 14: 1317-1326.
- Huerta, M. 1986. Etología, reproducción y Biometría del *Crocodylus moreletii* (Duméril, Bibron y Duméril, 1851), en cautiverio, Tesis de Lic. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México. 102pp.
- Hutton, J and G. J. W. Webb (Editors). 1992. An introduction to the farming of crocodylians. Proc. from a workshop held hat at the 10th Working Meeting of the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, Gainesville, Florida.
- Kofron, C. P. 1991. Courtship and mating of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*). Amphibian-reptilia 12(1991): 39 – 48, J. Brill, Leiden.
- Krebs, J. R. y N. B. Davies. 1996. An introduction to Behavioural Ecology. Blackwell Science, Oxford, UK. 420 pp.
- Lang, J.W 1987. Crocodylian behaviour: implications for management. In G. J. Webb, S. C. Manolis and P. J. Whitehead (eds), Wildlife Management: Crocodiles and Alligators, pp. 273 – 294. Surrey Beaty Pty. Ltd., Chipping Norton, Australia.
- Lang, J.W. (1977). Thermal ecology and social behavior of *Caiman crocodilus* in the Llanos of Venezuela. Progress report to the National Zoological Park, Smithsonian Institution.
- Medem, F. 1981. Los Crocodylia de Sur América. Vol. 1. *Los Crocodylia de Colombia*. Bogota: Ed. Carrera 7a Ltd.
- Modha, M.L. (1967). The ecology of the Nile Crocodile (*Crocodylus niloticus* Laurenti) on Central Island, Lake Rudolf. E. Afr. Wildlife J, 5, 74-95.
- Perez-Higuera, G., A. Rogel and H. M. Smith. 1989b. The courtship and mating Behavior of morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in southern Veracruz, México. Bull Chi. Herp. Soc. (7): 131-132
- Reagan, R. S. 2000. American alligator nesting ecology in impounded marsh hábitat, Louisiana. Ph.D. Diss., Univ. of Louisiana State University, Louisiana.
- Singh, L.A.K. & H.R. Bustard (1977): Studies on the Indian Gharial *Gavialis gangeticus* (Gmelin)

- (Reptilia, Crocodylia) V: Preliminary observations on maternal behaviour. *Indian Forester* 103(2): 140-149.
- Sutherland W. J. 1998. The importance of behavioural studies in conservation biology. *Animal Behaviour* 56:801-809.
- Thorbjarnarson John B.; G. Hernández. 1993. Reproductive Ecology of the Orinoco Crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. II. Reproductive and social Behavior. *Journal of Herpetology*, Vol. 27, No 4, pp. 363-370.
- Thorbjarnarson, 1990. Ecology and behavior of the spectacled Caiman (*Caiman Crocodilus*) in the central Venezuelan Llanos. Ph.D. Dissertation. University of Florida.
- Thorbjarnarson, J. 1989. Ecology of the American crocodile (*Crocodylus acutus*). In: *Crocodiles: their ecology, management, and conservation*, p. 228-258. Hall, P., Ed., Gland, Switzerland, IUCN Pu.
- Thorbjarnarson, J. 1996. Reproductive characteristics of the order Crocodylia. *Herpetologica*, v. 52, p.8-24.
- Thorbjarnarson, J.B. 1988. The status and ecology of the American crocodile in Haiti. *Bulletin of the Florida State Museum of Biological Sciences*, 33(1):1-86.
- Vargas, A., D. Biggins, B. Miller. 1999. Etología aplicada al manejo de especies amenazadas: el caso del turón de patas negras (*Mustela nigripes*). *Etología* 7:1-
- 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.
- Varona, L. S. 1986. Algunos datos sobre la etología de *Crocodylus rhombifer* (Reptilia: Crocodylidae). *Poeyana Serie A. No 313*: 1-8.
- Verdade, L. M., 1999. Caiman latirostris (broad-snouted caiman) behavior. *Herpetological Review* 30 (10), 38–39
- Vliet, K. A. 1989. Social displays of the American alligator (*Alligator mississippiensis*). *American Zoologist* 29, 1019– 1031.
- Vliet, K. A. 2001. Courtship behaviour of American Alligators *Alligator mississippiensis*. In G. C.Grigg, F. Seabacher and C. E. Franklin (eds), *Crocodylian Biology and Evolution*, pp. 383-408. Surrey Beaty & Sons Pty. Ltd., Chipping Norton, Australia.
- Webb, G.J.W. and Manolis, C. (1998) *Crocodiles of Australia*. New Holland Publishers, Australia, p. 105.
- Weldon, P.J. y Sampson, H.W. 1988. The Gular Glands of *Alligator mississippiensis*: Histology and Preliminary Analysis of Lipoidal Secretions. *Copeia*, 1988(1):80-86
- Weldon, P.J., J. W.Wheler. 2001. The chemistry of crocodylian skin glands. In G. C.Grigg, F. Seabacher and C. E. Franklin (eds), *Crocodylian Biology and Evolution*, pp. 383-408. Surrey Beaty

& Sons Pty. Ltd., Chiping Norton, Australia.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

**CAPÍTULO 9. ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL COCODRILO
CUBANO EN LA CIÉNAGA DE ZAPATA. IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS
PARA LA PROTECCIÓN Y EL MANEJO DEL COCODRILO CUBANO EN LA CIÉNAGA
DE ZAPATA**

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Introducción

Grado de amenaza actual según la UICN.

El cocodrilo cubano *Crocodylus rhombifer* es la especie más restringida geográficamente dentro del Orden Crocodylia y la más amenazada del Nuevo Mundo, por lo que está incluido en el Apéndice I de la Convención Internacional sobre Comercio de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Silvestre (CITES). Además dicha especie, de acuerdo a los nuevos criterios para listas de especies del Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (SGS – UICN, 2008), se transfirió del estatus EN Peligro (EN) a EN Peligro Crítica (CR). La justificación para este cambio de estatus ha sido inferido, un decline de la población mayor del 80 % ha ocurrido en las tres últimas generaciones, debido al decline en la calidad del hábitat, explotación y efectos de la hibridación. Además, se señala que la caza ilegal de cocodrilos para consumo de su carne se ha incrementado rápidamente incidiendo en el decline de la población y que es altamente probable que el porcentaje de híbridos se haya incrementado. Por tanto, el riesgo de extinción se ha incrementado desde la evaluación previa de la Lista Roja de la UICN.

Causas del decline de la población del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata.

- **Pasadas**

Las causas fundamentales que incidieron en la disminución de la distribución y abundancia, tanto del cocodrilo cubano como de la especie americana en la Ciénaga de Zapata en el pasado fue la caza con fines comerciales, al menos durante la primera mitad del siglo XX, hasta la década de los años 60. En el término de diez años del siglo XX fueron cazados 90 mil cocodrilos en la ciénaga de Zapata, sin referirse a localidad ni a especie en particular (Coscolluela, 1918). En la zona oriental de este territorio, de la Laguna del Tesoro y acuatorios adyacentes fueron cazados más de 26000 cocodrilos desde 1902 a 1945 (Álvarez Conde, 1945). Solamente del 15 de septiembre de 1906 a Marzo de 1907, más de 12000 pieles de cocodrilos fueron obtenidas en y alrededor de la Laguna del Tesoro (Anónimos, 1909). En ninguno de estos registros se refieren a la identidad de la especie en particular. Estos datos parecen indicar, que en esta zona, el decline de la población de los cocodrilos fue principalmente, debido a la caza comercial para la obtención de pieles.

No existen datos sobre el número de cocodrilos cazados, en la zona occidental de la ciénaga de Zapata antes de 1959, de igual modo se desconoce la identidad de la especie. A partir de este año hasta el año 1965, se comenzó la remoción de un gran número de cocodrilos vivos, para el stock del zocriadero en la misma localidad (Ramos, 1989). En esos siete años se cazaron y trasladaron al criadero, más de 5 000 animales (Alzugaray, com. pers.), obtenidos principalmente de la región

suroccidental de la ciénaga de Zapata y algunos pocos de la Laguna del Tesoro y sus acuatorios, aunque no existen registros precisos, sobre volúmenes de extracción de cocodrilos por localidades, ni la especie en cuestión. Esta razón, sugiere que las poblaciones de cocodrilos en ese período fueron reducidas drásticamente en su distribución y tamaño en la Ciénaga de Zapata e incluso podría haberse eliminado las poblaciones naturales en algunas localidades.

Ahora parece claro que un remanente de las especies de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata sobrevivió y en los siguientes 30 años fueron beneficiados por una completa protección de la persecución humana extendida por el Estado Cubano, permitiendo una recuperación sustancial de estas poblaciones, al menos en la región suroccidental de la ciénaga.

Un factor importante que facilitó la extirpación de los cocodrilos en la región oriental de la ciénaga, fue una mayor y mejor accesibilidad a esta área, debido a que su hábitat, formado por el río Hanabana, lagunas y veneros, permitió que se llegara con menos dificultad. Además, como estaba rodeado por el norte, este y sur de poblados humanos importantes, la caza de cocodrilos se realizó con una mayor intensidad, en cualquier época del año, lo cual explicaría que ya en 1948, los cazadores de esta zona tuvieron que ir a la región occidental, para poder encontrar los cocodrilos.

En la zona suroccidental de la ciénaga, prácticamente el hábitat de los cocodrilos no ha sido alterado, excepto los canales construidos a principios del siglo XX, con la finalidad de sacar carbón y madera, los cuales no se utilizaron más a partir del año 60. A la difícil accesibilidad al área central de la zona, la de mayor abundancia de cocodrilos, a la cual se debe llegarse en tiempo de lluvias y embarcados en pequeños botes, se ha notado una menor intensidad de caza.

Hoy en día, se desconoce la magnitud del impacto de los anteriores factores sobre la distribución y el tamaño de las poblaciones de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata, ni en qué medidas se han recuperado, debido a la carencia rigurosa de estudios poblacionales y de hábitat.

• Actuales

Los principales riesgos actuales para la población silvestre del *C. rhombifer* son ineludiblemente los asociados con su escasa extensión de presencia. Los problemas de manejo del hábitat de la especie se centran en la contaminación de las aguas por agroquímicos, la transformación del hábitat como resultado de la variación del régimen hídrico, incendios no controlados, la construcción de viales, introducción de especies exóticas invasoras de peces (*Claria sp* y *Tilapia sp*) y plantas como *Miriofilum* (*Myriophyllum pinnatum*) y el Cayeput (*Melaleuca leucadendron*) y el efecto potencial del cambio climático (temperatura, lluvia y nivel del mar), sobre la supervivencia de la especie a largo plazo (Ramos, 2006).

Los problemas de manejo de las poblaciones son los más relevantes para la conservación de la

especie y afectan: 1) la integridad genética de la especie por hibridación con el *Crocodylus acutus*, 2) la supervivencia de las poblaciones por el incremento de la caza ilegal y cambios climáticos globales y 3) el reconocimiento del estatus amenazado de la especie y sus valores por el poco conocimiento que se tiene de la especie (recreativo, especie clave, sombrilla, endémico, bandera, valor intrínseco), protección deficiente, falta de alternativas para vincular la comunidad con el cocodrilo cubano, deficiente conocimiento de la biología poblacional de la especie y carencia de recursos materiales y humanos para la investigación, manejo y protección (Ramos, 2006).

La alteración del hábitat y la sobreexplotación de una especie amenazada afectan la natalidad y la reproducción por varias vías (Berovides y Gergartz, 2007).

La alteración del hábitat en la Ciénaga de Zapata debido a las transformaciones físicas de origen antrópico en las cuencas superficiales y subterráneas que las surten (construcción de embalses, explotación de pozos, regadío, contaminación, etc.) ha modificado el régimen hídrico del humedal (Rodríguez et. al, 2000; Ramos, 2006). Entre las principales afectaciones relacionadas con el manejo hídrico se pueden citar: las inundaciones pluviales, reducción de espejos de agua, la intrusión salina y el aumento de los sedimentos en suspensión en las aguas del escurrimiento superficial, alteración del régimen de incendios naturales, entre otras (Petrova et al., 2008).

La magnitud de estas transformaciones, sus posibles efectos a corto y mediano plazo, no ha sido suficientemente estudiada hasta el presente.

Actualmente el cambio climático se ha convertido en un tema a considerar en los planes de manejo y conservación, debido a que estos cambios provocan el reacomodo geográfico de las condiciones ambientales prevalecientes, modificando las áreas de distribución de la biodiversidad (Ramos et al., 2008).

Por ser el cocodrilo cubano quien, presenta la distribución más restringida de los cocodrilos a nivel mundial, lo cual la convierte en la especie con menor viabilidad a futuro, ante estos cambios. A partir de los resultados obtenidos, en el análisis de la afectación que tendrá el área de distribución del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata, debido al calentamiento global, mediante modelos de nichos ecológicos, en las condiciones climáticas actuales y proyectándose a las condiciones climáticas futuras (2020, 2050 y 2080), los cuales generan mapas de distribución potencial, se puede concluir, que los cambios en los patrones de temperatura y precipitación, que se presentarán en las próximas décadas, representan un riesgo muy alto para esta especie (Ramos et al., 2008). Además, el impacto del calentamiento global provocará la disminución de áreas potenciales con condiciones ambientales favorables, que va de un 30 % en el 2020 hasta un 80 % en el 2080, aumentando los factores de su extinción. Estos estudios predictivos, aunque especulativos, permiten tener una idea de los posibles efectos a futuro, brindando la ventaja de tomar acciones proactivas,

encaminadas a la conservación a largo plazo de las especies (Ramos et al., 2008).

La alteración de las condiciones climáticas es un componente del cambio global que podría afectar dramáticamente a las poblaciones de reptiles, cuya reproducción depende de factores ambientales como la temperatura y la humedad (Charruau, 2010).

Se reconoce el efecto de la temperatura en la determinación sexual (TDS) en cocodrilianos (Lang y Andrews 1994, Deeming 2004). La modificación del hábitat, aunado al calentamiento global, pueden influir de manera significativa en la supervivencia de los individuos, por provocar un sesgo importante en la determinación sexual, en la que usualmente favorece hacia los machos (Miller et al., 2004). Si realmente esto pasara en el cocodrilo cubano, en que la proporción sexual estuviera sesgada hacia machos, sería otro factor que aceleraría la extinción de la especie, debido a que la producción de un solo sexo impediría la reproducción de los individuos.

La ciénaga de Zapata es un hábitat con insuficientes sitios adecuados, para la nidificación de los cocodrilos, por lo que con la elevación del nivel del mar, probablemente se perderían bastantes sitios de anidación. En la Península de Zapata ocurren inundaciones periódicas en gran parte del territorio y se presentan cuando las lluvias alcanzan entre 500 – 700 mm, en los meses de mayo – junio o septiembre – noviembre. Asimismo, el mayor depredador de los nidos en esta localidad es el incremento del nivel del agua, en la época del desarrollo embrionario (finales de abril a agosto), debido a que al encharcarse la cámara de los huevos del nido, el agua hidrata los poros de la cascara del huevo, e impide el intercambio gaseoso con el medio, lo que conllevaría a tener importantes efectos en el desarrollo y la supervivencia de los mismos, ya que si hay condiciones fuera de rangos normales de temperatura u humedad, tanto por debajo, o por encima, puede ocasionar la muerte del embrión (Ferguson 1985, Ferguson y Joanen 1982, Lang y Andrews 1994) o malformaciones (Ferguson 1989, Mazzotti 1989).

Existe insuficiente comprensión y compromiso de las comunidades locales con respecto a los problemas y tareas relacionados con la conservación del ambiente y la biodiversidad produciendo manifestaciones negativas como la caza ilícita (Ramos, 2006).

La caza ilegal de cocodrilos se ha convertido en una práctica masiva y sistemática, desde la década de los años '90, incidiendo en la distribución y el tamaño poblacional (Ramos, 2006). En cada evento para la caza de una especie amenazada se altera su estructura familiar y esto disminuye su reproducción o se eliminan muchos individuos jóvenes, los cuales reemplazarán a los adultos que mueren (Berovides y Gerhartz, 2007).

La motivación principal para esta actividad ilícita está estrechamente vinculada al mercado de la carne, que tiene un alto precio y la taxidermia de animales pequeños.

En la Ciénaga de Zapata no hay poblaciones núcleo de cazadores, están dispersos en varios

asentamientos del municipio y existen un número considerable de cazadores, en el municipio cercano de Jagüey Grande y en la Provincia Habana. Al disminuir la fauna en las áreas, donde actualmente cazan, han ido aumentando su radio de acción de caza, incrementando el impacto negativo a este ecosistema y disminuyendo cada día el área de distribución y la abundancia de la especie, que tiene por sí un rango de distribución muy restringido, lo que acrecentaría el peligro de extinguirse. En el presente no existen estudios socioeconómicos de estos cazadores.

La protección del territorio de Zapata se hace difícil por su gran extensión y pocos recursos con que cuentan el cuerpo de Guardabosque, asumiendo que sólo se detecta el 45 % de la caza ilegal (Rodríguez, 2000). Generalmente, los cazadores ilegales no cazan solamente cocodrilos, sino otros animales silvestres, siendo penalizados con altas multas y decomiso de las armas y otros medios cuando son sorprendidos en el hecho (Ramos, 2006). Objetivamente la falta de recursos y personal es una gran limitante para proteger los recursos naturales.

Una de las acciones realizadas para ayudar a disminuir la actividad ilícita de caza fue la comunicación a través de la Junta Coordinadora de la Reserva de la Biosfera y del Consejo de la Administración Municipal, la información de esta situación a inspectores, autoridades del Ministerio del Interior y organizaciones sociales del territorio. Además, se comunicó y explicó a los arrendadores de viviendas, las restricciones relacionadas con la oferta de la carne de cocodrilos. Además, se han realizado sistemáticamente acciones de divulgación a toda la población, de los valores de la especie, mediante la preparación de plegables, póster, festivales y la divulgación en las radioemisoras y en la prensa local.

Se desconoce la magnitud de la caza ilícita y su impacto sobre las poblaciones de cocodrilos y en que etapa de vida es afectada la especie, así como no se ha implementado acciones de educación y activismo ambiental sistemáticamente, que estimulen el compromiso y la participación de las comunidades locales, en las tareas de conservación de la especie y su hábitat y un potencial uso sostenible a través del uso recreativo y de turismo en la Ciénaga de Zapata.

Es conocido que la hibridación interespecífica entre cocodrilos ocurre tanto en cautividad como en la vida silvestre, pero no está claro que los eventos de hibridación, en la vida natural sean comunes o raros (Hekkala, 2004).

Las sugerencias que los dos especies de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata, se han hibridados en la naturaleza, datan de informaciones de la mitad del siglo XX, por cazadores comerciales de cocodrilos, que distinguieron con el nombre de “mixturados” o “cruzados” a determinados ejemplares que consideraban el producto del apareamiento entre el cocodrilo cubano y el cocodrilo americano (Varona, 1966).

Actualmente siete especies del Género *Crocodylus* (*C. niloticus*, *C. palustris*, *C. porosus*, *C.*

siamensis, *C. moreletii*, *C. acutus* y *C. rhombifer*) se han reproducidos con sus congéneres exitosamente. Se ha reportado la hibridación en vida silvestre del *C. acutus* con *C. moreletii*, en Belice y en México (Hekkala, 2004; Ray et al. 2004, Cedeño et al, 2008).

C. rhombifer forma híbridos con el cocodrilo americano *C. acutus*, tanto en vida libre como en cautiverio (Varona, 1966; Ramos, 1994). La primera descendencia (F1) obtenida del cruce entre macho de *C. acutus* con hembra de *C. rhombifer* se logró en 1989, en el zoológico de cocodrilos de la Ciénaga de Zapata y después de 10 años de cría de esta F1, se obtuvo una nueva descendencia (F2) del cruce entre ellas, lo que indica la fertilidad de los híbridos, de este cruce (Ramos, 1994). También se ha conseguido descendencia de macho *C. rhombifer* con hembras de *C. acutus*, pero no se ha podido realizar estudios sobre la fertilidad de los híbridos obtenidos de este cruce.

En el pasado, el reconocimiento de híbridos siempre ha sido basado en morfología y en su fenotipo. Desafortunadamente, identificando a los individuos híbridos de cruces entre taxa relacionado, basado sólo en características morfológicas y en su etología son frecuentemente problemáticos (Hekkala, 2004).

Estudios recientes demuestran que también hay que basar la diagnosis en el genotipo, lo que desde el año 1994 se ha reconocido la necesidad, de un análisis genético de los animales en vida silvestre y en cautiverio de los cocodrilos de ambas especies de Cuba (Ramos et al, 1994).

El cocodrilo cubano ha sido también hibridado intencionalmente en cautiverio con el *Crocodylus siamensis*, *C. porosus*, *C. niloticus*, *C. palustri* y además, se han obtenido descendencia con los híbridos obtenidos del cruce entre *C. siamensis* y *C. porosus*, estos híbridos pueden ser difícil de distinguir morfológicamente (Fitzsimmons et al., 2002).

La reciente utilización de técnicas de análisis molecular para la caracterización genética de los cocodrilos de Cuba sostiene que existen dos diferentes linajes genéticos considerados diferentes solamente basados en su morfología (Milián et al., 2011).

El desconocimiento de la frecuencia y aspectos biológicos (genéticos, reproductivos y ecológicos) de esos posibles híbridos silvestres hacen difícil conocer sobre las causas de su ocurrencia: ¿proceso evolutivo o impacto humano? (Ramos, 2006). Comprender si la hibridación es un fenómeno natural o se debe a factores antropogénicos es importante para desarrollar acciones de conservación sólidas (DeSalle y Amato, 2004).

En relación con las consecuencias para la conservación del cubano y su hibridación con el *C. acutus*, no hay dudas que *C. rhombifer* es una especie endémica muy distinta, en términos de morfología, comportamiento, ecología y genética y es la especie dentro de los cocodrilianos de tener la menor distribución geográfica.

Los resultados de los estudios genéticos indican que ambas especies cubanas son muy similares en

términos de su material genético y los resultados apoyan la hipótesis de que las dos especies han tenido una larga historia de hibridación y que este proceso de hibridación está continuando en la Ciénaga de Zapata (Milián et al., 2011).

La hibridación en vida silvestre amenaza la presencia del cocodrilo cubano como especie, debido a la probable existencia de introgresión genética, que traería como consecuencia la pérdida de la integridad de su genoma y su posible extinción funcional, debido a su desaparición como especie clave, en el funcionamiento de los humedales.

Comprender si la hibridación es un fenómeno natural o se debe a factores antropogénicos es importante para desarrollar acciones de conservación sólidas (DeSalle y Amato 2004).

Un requisito indispensable para la conservación de poblaciones silvestres de cocodrilianos es la identificación de poblaciones puras (Stafford et al. 2003), acompañada de los esfuerzos subsiguientes para su protección y manejo (Ray et al. 2004). Los estudios moleculares pueden ser usados para identificar individuos puros obtenidos en cautiverio, lo cual debe ser considerado entre otros requerimientos, en la liberación de animales puros a áreas, donde la especie ha sido extirpada, como por ejemplo la ciénaga de Lanier, en la Isla de la Juventud o a nuevas áreas satélites.

- **Acciones de manejo**

- **Acciones in situ.**

A pesar de los esfuerzos realizados para investigar la situación del cocodrilo cubano en vida libre en la Ciénaga de Zapata y producir un plan de manejo comprensible para su conservación, esos esfuerzos no han sido efectivos.

Los estudios poblacionales realizados desde 1979, indican la distribución geográfica del cocodrilo cubano, en aproximadamente 776 km², en la zona sur-occidental de la Ciénaga de Zapata y posiblemente en su parte norte, donde se pudieron observar rastros de los mismos. Además se corrobora lo dicho por Varona (1966) y Ramos (1987) que las dos especies *C. acutus* y *C. rhombifer* son completamente simpátricas en la Ciénaga de Zapata.

La reducción del área de ocupación del cocodrilo cubano es significativa, debido a que la especie desapareció virtualmente de la zona oriental de Zapata, correspondiente al 30% de su distribución local histórica.

Nuestra opinión es que en la región oriental no se ha podido recuperar el cocodrilo cubano, primeramente a que la caza a que fue sometido condujo a la denominada población mínima viable población y por consecuencia al vórtice de la extinción y posteriormente a la profunda alteración del hábitat, que sufrió esta zona en los años 59 y 60 del siglo pasado (Ramos, 2006). A partir de 1959, la porción oriental de la ciénaga fue transformada, casi totalmente para la producción

agropecuaria, especialmente para el cultivo de arroz, considerándose una pérdida de hábitat de alrededor de un 30%, para ambas especies (Rodríguez, 2000). La Laguna del Tesoro ubicada en la porción central de la ciénaga, ha sido antropizada fuertemente con fines turísticos y pesqueros.

Los estimados del tamaño de la población presentando en esta tesis, sugieren que la población del cocodrilo cubano, a pesar de estar restringida a un área pequeña, es una población viable, saludable, estable y sostenida ($N > 3000$ individuos, 10 – 15 % hembras reproductoras). De igual modo, los resultados del estudio poblacional de los cocodrilos en la Ciénaga de Zapata, indican un ligero incremento de la presencia de posibles híbridos.

Posteriores estudios poblacionales del cocodrilo cubano, conducidos en los años 2002, 2004 y 2007 en un área de aproximadamente de 60 km², situada en la periferia septentrional del área núcleo, mostraron muy baja densidad de cocodrilos, una alta incidencia de caza furtiva y una significativa ocurrencia de híbridos (Ramos, 2007). De un total de solamente 76 cocodrilos capturados, se clasificaron 29 (38,2 %) como cocodrilo cubano, 2 (2,6 %) como cocodrilo americano y 45 (59,2 %) como mixturados.

La distribución restringida de las poblaciones de las especies de cocodrilos en la Ciénaga de Zapata permanece como un serio problema. Es evidente, que un bajo número de estas especies existen fuera del área núcleo, por ejemplo la Laguna del Tesoro y en el norte de la porción occidental de la ciénaga. Todas esas áreas estaban por fuera de los límites del área propuesta como parque nacional. El área actúa como buffer de los impactos humanos, por la extrema dificultad de acceso y por no ser adecuada para la agricultura, las industrias y otros tipos de uso. Sin embargo, esto es un nivel tenue de protección para una única población de cocodrilo. Es fácil imaginar un futuro, donde algunos nuevos usos no predecibles por ejemplo el descubrimiento de una fuente de algún mineral valioso como el petróleo o el requerimiento de esas áreas para entrenamiento militar podrían cambiar rápidamente la presente situación. El sistema actual de manejo y desarrollo de la tierra requiere un proceso formal de consulta previa entre todas las entidades gubernamentales en cuanto a cambios del uso de la tierra. Por consiguiente, no es probable que el área llegue a tener cualquier amenaza, que podría afectar la persistencia de las poblaciones de los cocodrilos, sin la oportunidad de ser consideradas. No obstante, la protección formal de esas áreas, donde los cocodrilos actualmente habitan, son altamente recomendadas. De este estudio se derivó la recomendación de considerar y darle a la península de Zapata una categoría de área protegida, lo cual ayudo a que el área tuviera el Estado legal de Parque Nacional, aprobada por el Acuerdo No. 6291, del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, de fecha 26 de marzo del 2008 que incluyó la zona núcleo de distribución del cocodrilo cubano. También favoreció a que fuera declarada Reserva de la Biosfera en el año 2000 y como el primer Sitio Ramsar en Cuba, aprobada el 12 d abril del 2001 (sitio número 1062).

Para poder dar solución a los problemas principales de manejo de las poblaciones de cocodrilo cubano y su hábitat en la Ciénaga de Zapata, que permitan la conservación biológica de la especie, es esencial conducir estudios destinados a resolver la problemática expresada anteriormente. Asimismo, es de primordial importancia, la evaluación de la magnitud de la caza ilícita y su impacto sobre las poblaciones de cocodrilos y la implementación de acciones de educación y activismo ambiental que estimulen el compromiso y la participación de las comunidades en las tareas de conservación y uso sostenible.

Consideramos que las prioridades principales para la conservación de *C. rhombifer* en vida silvestre son:

2. Actualizar el estatus actual del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata y en la Ciénaga de Lanier en la Isla de la Juventud: Nuevos censos son requeridos para reexaminar el estatus actual de la especie en ambas localidades como un requisito que permitan desarrollar programas de conservación y manejo y sostener un programa de monitoreo periódicos, tanto para el seguimiento de las poblaciones de la Ciénaga de Zapata, como para la introducida en la Ciénaga de Lanier. Por su limitada distribución es necesario asegurar el establecimiento de esta especie en Lanier.
3. Estudios ecológicos a largo plazo: Realizar estudios ecológicos y de la genética poblacional de ambas especies *C. rhombifer* y *C. acutus* en la ciénaga de Zapata y Lanier y de *C. acutus* en zonas, donde no existe contacto con *C. rhombifer* son esenciales para confirmar o descartar la hipótesis que la hibridación entre ambas especies ocurren en vida libre como un evento natural, entonces es necesario evaluarlo, para analizar sus potenciales impactos tanto pasados, como presentes y futuros, tomando en cuenta la reducida área de distribución de *C. rhombifer* y generar soluciones a la amenaza planteada por la hibridación y poder establecer un programa adecuado de manejo.
4. Las interacciones ecológicas naturales entre *C. rhombifer* y *C. acutus* son temas que se deben investigar.
5. Protección de la población silvestre: debido al incremento de la caza ilícita de cocodrilos para el consumo local y la comercialización de la carne, es necesario identificar e implementar mecanismos efectivos de control y elaborar un programa de educación de la comunidad local y activismo y además, que la incluya en la participación de un programa de uso sostenible, considerando aspectos como el potencial de la especie en la actividad ecoturística, capacitación de guías, promoción de los beneficios de la conservación; importancia de los crocodílidos como especies clave para el mantenimiento de la estructura y dinámica de los ecosistemas que residen.

Conservación ex situ

Programas de cría en cautiverio.

El manejo del cocodrilo cubano mediante la cría en cautiverio se inició en el zoológico de la Ciénaga de Zapata en 1959, donde fueron confinados cientos de individuos adultos silvestres, de las dos especies que existen en el territorio capturados durante los años 60, lo que trajo un grado de hibridación entre estas especies, el cual se desconoce.

Los objetivos fundamentales para la creación del zoológico, que se plantearon en esa fecha fueron: a) la conservación y el incremento de la población de cocodrilos de la región, y b) la creación de nuevas fuentes de trabajo en la zona, así como su utilización con fines turísticos (González, 1975). Desde 1976 se decidió que estas instalaciones se dedicaran a la cría del cocodrilo cubano, por lo que se separaron las especies, tomando en consideración los caracteres morfológicos externos de cada una (Ramos, 1994).

A pesar de los errores históricos cometidos, como fue el de confinar las dos especies de cocodrilos que existen en la Ciénaga de Zapata juntas, el logro principal de este criadero ha sido demostrar que el cocodrilo cubano se reproduce en cautiverio, aumentando su número cada año y cerrar el ciclo biológico de la especie, lo que ha permitido obtener tres generaciones, aparentemente puras fenotípicamente de cocodrilo cubano.

Dicho criadero permitió realizar investigaciones en otras disciplinas, que aportaron al conocimiento aspectos importantes del manejo de la cría en cautiverio de cocodrilos, con logros significativos en la biología de la reproducción, etología, hematología, genética, medicina veterinaria y desarrollo de técnicas de manejo en cautiverio (Rodríguez, 2000; Ramos, 2006).

Además, ha servido como base de operaciones, y a través de la participación de su personal profesional y técnico se han podido conducir las investigaciones de campo y realizar programas de educación ambiental, principalmente con los niños de las escuelas cercanas. También ha sido un centro de adiestramiento y preparación de trabajadores y especialistas nacionales y de otros países (Vietnam, Cambodia, Burundi y Nicaragua) en la conservación y manejo de cocodrilos.

Entre otros resultados, aportó en gran parte los individuos del plantel fundador al criadero de cocodrilos de la Isla de la Juventud, en el marco del programa de reintroducción del cocodrilo cubano en esa localidad, donándoles 755 ejemplares (650 juveniles, 100 subadultos y cinco adultos), así como, en el año 2010 fueron donados otros 12 reproductores. Este programa ha tenido aciertos, como que la reintroducción comenzó con una población numerosa y estratificada por edades, buena adaptación de los animales criados en el zoológico Cayo Potrero en esta localidad,

rápida dispersión por la Ciénaga Oriental de Lanier, rápido establecimiento de territorios, reproducción exitosa y sin interacción negativa aparente, con la babilla. En los últimos, años debido a una intensa cacería ilegal para la obtención de la carne, se ha visto afectado grandemente este programa, al cual no se le ha podido medir los efectos de dicho factor ni de otras amenazas (alteración del régimen hídrico, desarrollo agrícola a lo largo del borde norte de la ciénaga y alteración del régimen natural de incendios), por no realizarse un monitoreo sistemático de la población (Ramos, 2006).

El zocriadero, de cocodrilo de la Ciénaga de Zapata alcanzó la acreditación por CITES en 1994, para poder efectuar operaciones comerciales. El aprovechamiento del cocodrilo cubano es irrelevante, debido a la carencia de un programa de uso comercial; principalmente se utiliza una cantidad mínima de carne para consumo de turistas y animales juveniles en la taxidermia, mientras que la piel no es aprovechada. Actualmente el criadero tiene un ingreso significativo por actividades del turismo, pero no se revierten en la mejora técnica del mismo, ni aporta a los estudios poblacionales.

Uno de los objetivos que se plantearon para la iniciación de este zocriadero fue la conservación y el incremento de las poblaciones de cocodrilos de la región, lo cual es un tema polémico en la actualidad.

El objetivo primario de mantener poblaciones ex situ es el de asistir en apoyo a la conservación de un taxón amenazado, su diversidad genética y su hábitat (UICN, 2002). En la actualidad, los problemas y beneficios de la conservación ex situ de los cocodrilos se comprende mejor. Los problemas están relacionados con el requerimiento de alto capital de inversión, infraestructuras, equipos y tecnología adecuada para poder desarrollar un buen manejo, un alto costo por el mantenimiento de los reproductores y animales en levante, problemas genéticos (endogamia nociva, disminución de la variabilidad genética y deriva genética) y veterinarios (transmisión de enfermedades), modificación de la morfología, fisiología y conductas. Además, es difícil demostrar los beneficios de conservación de las especies silvestres debido a que, por su independencia del medio natural, no garantiza la conservación de las poblaciones silvestres, al no asignarles valor alguno en su ambiente (Micucci y col.1995). A pesar de esos problemas, la cría en cautividad ha contribuido a la conservación de algunas especie de cocodrílidos que han perdido o transformado su hábitat y/o han sido intensamente explotadas comercialmente, como son los casos de *Crocodylus sinensis* en China y *C. siamensis* en Tailandia (Ramos 2002).

Indudablemente la conservación ex situ puede beneficiar en mejorar el conocimiento de la especie, beneficios a las comunidades, asociándolas a la industria del turismo que permite incrementar la

ocupación laboral de la localidad, y puede contribuir a la educación para aprender y comprender la importancia de los cocodrilidos en la naturaleza. Además, parte de su producción puede ser utilizada en programas de reintroducción, como se han llevado a cabo con *C. siamensis* (Tailandia) y *C. intermedius* (Venezuela). Son reservorios de reserva genética de la especie y son más fáciles de regular y controlar su comercio, que otros programas.

Debido a que la mayoría de las poblaciones silvestres de crocodilianos se encuentran en países en vía de desarrollo, el Grupo de Especialistas en Cocodrilos (CSG/IUCN/SSC) impulsa el uso sustentable para la producción comercial de piel y carne (Hutton y Webb, 1992). Esta se acepta como una herramienta de conservación legítima, siempre y cuando su aprovechamiento sea sostenible y cree incentivos económicos para la preservación de las poblaciones silvestres y sus hábitats, de modo que se puedan establecer a largo plazo.

En el año 1959 se desconocían todos estos argumentos, y a pesar de que en este momento se considere un error haber removido miles de cocodrilos de su medio para su cría en cautiverio, al menos una parte de la producción del cocodrilo cubano de este zoocriadero valió para comenzar el programa de reintroducción de la especie en la Isla de la Juventud, un área en la que se considera que ocurrió esta especie. Además, todos los museos y zoológicos del país e incluso algunos zoológicos en otros países (Suecia, Vietnam, Cambodia, Tailandia, España), que tienen en sus colecciones cocodrilo cubano han sido obtenidos en este zoocriadero.

Hasta el presente no se ha liberado el cocodrilo cubano, en ningún área de la ciénaga de Zapata, debido en primer lugar al desconocimiento de la situación del cocodrilo cubano en la región, que existía antes de 1993, año que se comenzó a tener los resultados, sobre el tamaño de la población y una mayor precisión de su distribución geográfica, manteniéndose estable en el área núcleo de su distribución, hasta el año 1996, por lo que no era necesario reintroducir animales, al menos en esta localidad. En la porción norte de la ciénaga occidental, no se ha evaluado la situación de la población de cocodrilos, conociendo que por el censo aéreo se vieron rastros de cocodrilos y por informaciones de cazadores ilegales, se conoce que en los últimos cinco años se han matado alrededor de 100 animales, que dicen ser en su mayoría, cocodrilo cubano.

La zona de ensayo para la liberación de cocodrilos sería algunas lagunas y sus acuatorios, en la región occidental, pero lamentablemente a partir del año 1990, cuando el país comienza a travesar una grave crisis económica y se toma como política el desarrollo del turismo internacional, la presión sobre los recursos naturales se incrementó como alternativa para satisfacer las necesidades, que no podían ser cubiertas por el salario y se incrementó las trasgresiones de las leyes que tiene el estado cubano, en cuanto a la conservación de la biodiversidad y como resultado se desarrolló un alta actividad ilegal de caza de la fauna y tala del bosque. Con el aumento de la demanda de estos

productos y la aparición de un mercado se recrudeció la actividad furtiva. Ante la necesidad de proteger los recursos naturales, se fortalecieron las restricciones en cuanto al acceso y uso de estos bienes y se limitó la relación de los pobladores con su entorno, impidiendo que recibieran los beneficios de los recursos que por derecho les pertenecen.

A pesar de comenzar y comprender algunos de los factores que condujeron a la reducción de su población, diferenciando sitios adecuados para la liberación de animales, que hubo la presencia del cocodrilo cubano y en la actualidad no existe, es obvio que liberar animales sería un fracaso, debido a que rápidamente lo cazarían y mientras no se elimine o mitigue este factor, sería un fracaso un programa de reintroducción. Además, debemos conocer con mayor profundidad la relación hábitat-especie, ya sea por disponibilidad o por uso.

Actualmente, el zocriadero tiene el potencial en la producción de ejemplares de cocodrilo cubano para liberar, cuando las condiciones sean propicias, considerando que la liberación tiene una serie de requisitos, como son los problemas genéticos, veterinarios y conductuales.

Los resultados de estudios recientes con microsatélites nucleares en la población de adultos y subadultos de cocodrilos (N=139), mostraron dos grupos diferenciales representando a las dos especies de cocodrilos de Cuba y fue de utilidad en la determinación de híbridos en el zocriadero de la ciénaga de Zapata. Se encontraron siete cocodrilos identificados como híbridos (5 %), los cuales no habían sido previamente reconocidos por su morfología (Milián et al., 2010). Además, se encontró un cierto grado de endogamia, por lo que estos resultados ayudaran directamente en la mejora del programa de cría en cautiverio del cocodrilo cubano, evitando la exogamia entre líneas divergentes y el incremento de la eficiencia de los programas de reintroducción e introducción del cocodrilo cubano, que se lleven a cabo. Estos resultados confirman que la separación del cocodrilo cubano con el cocodrilo americano conducida en este zocriadero en los años 70, basada solamente en las características cualitativas morfológicas externas tuvo un alto acierto, en la identificación de las especies.

Por ello consideramos, que el zocriadero ha jugado un importante rol, en el conocimiento de las especies de cocodrilos presentes en Cuba y ha contribuido a los estudios científicos del cocodrilo cubano realizados en el mismo, así como incentivar estudios sobre los cocodrilianos en otras regiones (Ramos, 2006). A pesar de estas consideraciones, el zocriadero no ha contribuido directamente al incremento y la conservación del cocodrilo cubano en vida libre en la ciénaga de Zapata.

La interrelación de la cría en cautividad del cocodrilo cubano y los estudios conducidos a la conservación de la especie en su medio natural y su hábitat, ayudarán a la adopción de un mejor programa de manejo, que dependerá de las condiciones socioeconómicas y la capacidad

administrativa del país, para regular y controlar dicho programa.

Prioridades del cocodrilo cubano en cautiverio: La población en cautiverio de *C. rhombifer* es extremadamente importante para garantizar el futuro de la especie. Es necesario desarrollar nuevas tecnologías de cría que incrementen y optimicen la producción y se permita que los ingresos económicos obtenidos a través de esta actividad constituyan un fuerte incentivo para el cuidado de las poblaciones silvestres, su hábitat y ayuden a sufragar los costos de la conservación.

Criterios para decidir el estado de amenaza

Aunque pueden ocurrir extinciones masivas, el paso previo a esto de toda especie es que esta se hace rara (Berovides y Gergartz, 2007). La condición de rareza puede derivarse de causas humanas, biogeográficas u otras (Primack et al, 2001). El término raro es complejo e involucra tres formas de rareza: la geográfica, la ecológica y la numérica, además la combinación de ellas. (Berovides y Gergartz, 2007).

El cocodrilo cubano históricamente fue abundante, pero en la actualidad está restringida a una pequeña localidad geográfica, debido principalmente a causas antrópicas y con una población (relativamente abundante), por lo que se puede considerar una especie rara, del tipo de rareza geográfica y ecológica.

La población del cocodrilo cubano afectada por los problemas de la alteración del hábitat, la caza comercial ilegal y la hibridación pueden traer grandes fluctuaciones en los valores de mortalidad y natalidad, cambios genéticos que tienden a la homogeneidad de los genes (condición homocigota), deriva genética, endogamia con efectos nocivos, factores que pueden conducir a la denominada población mínima viable y entrar en el vórtice de la extinción.

Otras causas de predisposición a la extinción lo constituye el que sea una especie insular, que sea de gran tamaño, que tenga alta demanda económica, que se encuentre en el extremo de la cadena alimenticia, que tienda a vivir agrupada y que sea poco móvil (Berovides y Gergartz, 2007), las cuales inciden en el cocodrilo cubano, por lo que es otro motivo, para que esta especie se extinga.

La información aportada por esta tesis sobre abundancia, distribución, reproducción e hibridación del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata contribuye al conocimiento del estado de conservación en esta localidad, para desarrollar y fortalecer las medidas de gestión y conservación de la especie y su hábitat, tanto en la ciénaga de Zapata como en Lanier, objetivo general de este trabajo

Basados en los resultados de esta tesis, algunas de las implicaciones para la conservación y manejo del cocodrilo cubano son reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Implicaciones para la conservación de los resultados propuestos en la tesis.

Estudio	Resultados	Implicaciones para la conservación
Distribución	Pérdida de un 30 % de su distribución geográfica. Extirpación en la región oriental	Área de distribución más restringida. Amplificación de los factores negativos que inciden en el hábitat (contaminación, alteración del régimen hídrico, catástrofes naturales, cambios climáticos). Mayor vulnerabilidad frente a enfermedades, hibridación y la cacería ilegal. Posible disminución de la variabilidad genética, deriva genética y cuello de botella.
Abundancia	N >3000, 10 % hembras adultas (1993-1996) De 1996 a 2011 no existen resultados.	Población sana y vigorosa. Tendencia poblacional estable. Estimados poblacionales podrían ser usados con propósitos de manejo, usando los límites de confianza más bajos. Incorporación de los resultados al análisis de hábitat y poblaciones y a la aplicación de programas de simulación para el pronóstico de la viabilidad futura de la población de la especie en el humedal de zapata Desconocimiento en los últimos 15 años.
Proporción sexual (adultos)	1 macho: 1,9 hembras (1993) 1 macho: 1,5 hembras (1996)	Permite la viabilidad poblacional y la variabilidad genética a corto y largo plazo.
Hibridación	Aumento de un 4 %	Perdida de la integración genética de la especie, debido a la hibridación y probable existencia de introgresión genética. Desarrollar acciones de conservación consistentes, conjuntamente con las medidas de protección y manejo.
Reproducción in situ	Caracterización de los sitios de anidación. Datos escasos de la fecundidad de la	Facilitar identificar nuevos sitios de anidación. Insuficiente información para valorar el éxito reproductivo de la especie.

	especie	
Reproducción ex situ	Exitosa con altos valores reproductivos (apareamientos efectivos, fertilidad, números de huevos por hembras aptas y tasa de eclosión	Disponibilidad de cocodrilos cubanos para su liberación

La evaluación del estatus y la tendencia del cocodrilo cubano ha sido revisado en el Taller de Análisis de la Viabilidad de la Población y Hábitat (PHVA), realizado en la Isla de la Juventud, en el año 2000 (Rodríguez et al., 2000), y más recientemente en dos talleres nacionales sobre la Situación del cocodrilo cubano, efectuados en la Ciénaga de Zapata en los años 2006 y 2008 (Ramos, 2006; Ramos, 2008, no publicado). La UICN- Grupo de Especialista de cocodrilos condujo la revisión del estatus y el manejo en Cuba del cocodrilo cubano, con recomendaciones para su conservación y manejo (Larriera et al., 2008).

Con los resultados expuestos, es posible que el *Crocodylus rhombifer* pueda categorizarse En Peligro Crítico (CR), bajo los criterios A1c, d, e (reducción de la población en el área de ocupación y la extensión de presencia, por niveles de explotación reales y por hibridación, competidores; UICN, 2008), pero imposible a definir actualmente por la falta de información sobre las poblaciones silvestres, en cuanto a la abundancia, número de animales adultos y el nivel de hibridación. Por esta razón no coincidimos plenamente, con los criterios de evaluación de las categorías de amenazas de la UICN (2008) dada al *C. rhombifer* de En Peligro Crítico (CR), sin haber tenido los datos suficientes, aunque está claramente definido, que el cocodrilo cubano está críticamente amenazada geográficamente.

Integrando los resultados de esta tesis, en cuanto a la distribución geográfica, abundancia, reproducción e hibridación del cocodrilo cubano, hemos podido establecer el estado de conservación de la especie, en la Ciénaga de Zapata y reconociendo que existen vacíos de información, que serán un reto complementarlos.

Literatura citada

- Anónimos 1906. Military notes on Cuba. War department: Office of the Chief of staff. Second Section, General Staff, No. 15.
- Álvarez, Conde, J. 1945. Excursión científica a la Ciénaga de Zapata. Jesús Montero, editor, La Habana.
- Berovides, V., J. L. Gerhartz. 2007. Diversidad de la vida y su conservación. Editorial Científico Técnica, La Habana.
- Cedeño-Vázquez JR, Rodríguez D, Calmés S, Ross JP, Densmore D, Thorbjarnarson J. 2008. Hybridization between *Crocodylus acutus* and *Crocodylus moreletii* in the Yucatan Peninsula: I. evidence from mitochondrial DNA and morphology. *J Exp Zool* 309A:10 p 661-673.
- Charruau, P. 2010. Ecología y etología de la anidación del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*): Un estudio para su conservación. Tesis de Doctorado, El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, México, 312 p.
- Coscolluela, J. A. 1918. Cuatro años en la Ciénaga de Zapata. Imp. y Papelería La Universal, de Ruiz y Ca., Habana. 497 pp.
- Deeming, D.C. (2004). Prevalence of TSD in Crocodylians. Pp. 33-41. *In*: Valenzuela, N. y V. Lance (eds.). *Temperature-dependent sex determination in vertebrates*. Smithsonian Books, Washington.
- DeSalle, R. y G. Amato. 2004. The expansion of conservation genetics. *Nature* 5:702–712. Avise, J.C. 2004. *Molecular Markers, Natural history, and Evolution*. Segunda edición.
- Directrices Técnicas de la UICN Sobre la Gestión de Poblaciones Ex Situ para su Conservación (Aprobadas durante la 14ta Sesión del Comité del Programa del Consejo, 10 de Diciembre de 2002).
- Ferguson, M.W.J. 1985. Reproductive biology and embryology of the crocodylians. *In*: Gans, C., F., Billet and P.F.A. Maderson (eds.), *Biology of the Reptilia*, Vol.14, Development A. John Wiley and Sons, New York. p. 329-500
- Ferguson, M.W.J. 1989. Birth defects in American alligators. *In*: C.A. Ross y S. Garnett (eds.), *Crocodiles and Alligators*. New York: Facts on File. p. 98.
- Ferguson, M.W.J. and T. Joanen. 1982. Temperature of egg incubation determines sex in Alligator mississippiensis. *Nature*, 298: 850-853.

- Fitzsimmons NN, Buchan JC, Lam PV, Polet G, Hung TT, Thang NQ, Gratten J. 2002. Identification of purebred *Crocodylus siamensis* for reintroduction in Vietnam. *J Exp Zool* 294:373-381.
- 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.
- Hekkala, E. R. 2004. Conservation Genetics at the Species Boundary: Case studies from African and Caribbean Crocodiles .genus: *Crocodylus*, Unpublished PhD. Dissertation. Columbia University, New York. p 102-128.
- Hutton, J. & G. Webb. 1992. An introduction to the farming of crocodilians. Pp 3-40. In: Luxmoore R.A[Ed.]. Directory of Crocodilian Farming Operation. 2nd ed. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 350 pp.
- Lang, J.W. y H.V. Andrews. 1994. Temperature-dependent sex determination in Crocodilians. *The Journal o Experimental Zoology* 270: 28-44.
- Larriera, A., C. Piña and T. Dacey (2008). Conservación, manejo y uso sustentable de los cocodrilos en Cuba. Reporte y recomendaciones del UICN-SCE Grupo de Especialista de Cocodrilos.
- Mazzotti, F.J. 1989. Factors affecting the nesting success of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Florida Bay. *Bulletin of Marine Science*, 44(1):220-228.
- Micucci, P. A. y T. Waller. 1995. Los Yacares en Argentina: hacia un aprovechamiento sustentable. Pp. 81-112. In Larriera, A. y L. M. Verdade (eds). La Conservación y el Manejo de Caimanes y Cocodrilos de América Latina. Vol. I. Fundación Banco Bica, Santo Tomé, Santa Fe, Argentina.
- Milián-García Y., M. Venegas-Anaya, R. Frias-Soler, R. Rodríguez, R. Ramos, M. Alonso, O. Sanjur, Espinosa G. E. Birmingham. 2011 Evolutionary history of Cuban crocodiles *Crocodylus rhombifer* and *C. acutus* inferred from multilocus markers. *J. Exp Zool.* 313a Published online in Wiley Online Library DOI: 10.1002/jez.683.
- Milián-García Y., G. E. Espinosa., R. Ramos., G. Sosa., E. Perez., L. Guerra., R. Frias-Soler., L. Benitez., R. Rodríguez., M. Alonso., M. Russello. 2010. Genetic characterization of captive Cuban crocodiles (*Crocodylus rhombifer*) and suspected hybrids to inform in situ/ex situ conservation. Poster in University of British Columbia Okanagan.
- Miller, D.; Summers, J.;& Silber, S. 2004. Environmental Versus Genetic Sex Determination: A Possible Factor In Dinosaur Extinction? *Fertility & Sterility.* 81(4):954-964

- Petrova, V., Ivis, M. Villasuso y A. Alfonso. 2008. Manejo de los recursos hídricos en los humedales. IV Parte. Caso de estudio: Ciénaga de Zapata. Editora Centenario, S. A. Santo Domingo, República Dominicana.
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. y F. Massardo. 2001. Fundamentos de conservación biológica. Perspectiva latinoamericana. Fondo de Cultura Económica. México. D.F.
- Ramos, R. 1989. Crocodile management in Cuba. Crocodile Group Specialist Newsletter Vol. 8 (4): 22.
- Ramos-Targarona R, de Buffrenil V, Ross JP. 1994. Current status of the Cuban crocodile, *Crocodylus rhombifer*, in the wild. In: Crocodiles. Proceedings of the 12th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland. p 113-140.
- Ramos, R. 2002. CITES y su marco jurídico en la conservación de cocodrilidos. pp. 161-168. En: Velazco, A; G. Colomine, G. Villarroel, & M. Quero. (Eds.) Memorias del Taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y en Venezuela. ISBN 980-07-8409-8.
- Ramos, R. 2006. First National workshop on the status of the Cuban Crocodile. Group Specialist Crocodile Newsletter, Vol. 25, No. 4: pp. 5-6.
- Ramos, R. 2007. Monitoreo de las poblaciones de cocodrilo cubano *Crocodylus rhombifer* y americano *Crocodylus acutus* en el Parque Nacional Ciénaga de Zapata. Cuba. Revista CUBAZOO, Volumen 2, No 17:17-19.
- Ramos, R., A. H. Escobedo- Galván., C. González., R. Rodríguez., M. Alonso y J. Thorbjarnarson. 2008. Contribución a la conservación del cocodrilo cubano *Crocodylus rhombifer*: Una perspectiva ambiental. Memoria VIII Congreso Latinoamericano de Herpetología, p, 76. 24-29 de noviembre, Varadero, Matanzas, Cuba.
- Ray DA, Dever JA, Platt SG, Rainwater TR, Finger AG, McMurry ST, Batzer MA, Barr B, Stafford PJ, McKnight J, Densmore LD. 2004. Low levels of nucleotide diversity in *Crocodylus moreletii* and evidence of hybridization with *C. acutus*. Conserv Genet 5: 449-462.
- Rodríguez, R., P. Ross and U. Seal, Eds. 2000. Cocodrilo Cubano Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat: Borrador del Informe. CBSG, Apple Valley, MN.
- Stafford, P.J., S.T. McMurry, T.R. Rainwater, D.A. Ray, L.D. Densmore y B. Barr. 2003. Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in the Macal River watershed, Maya Mountains, Belize. *Herpetol. Bull.* 85:15-23. UICN. 2002.
- Varona, Luis S. 1966. Notas sobre los crocódilidos de Cuba y descripción de una nueva especie del Pleistoceno. Poeyana, Ser. A, 16:1-34.

IUCN. 2008. IUCN Red List of Threatened Species. Prepared by IUCN Species Survival Commission. IUCN: The World Conservation Union, Gland, Switzerland.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

CONCLUSIONES



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Conclusiones

Las principales conclusiones que se pueden extraer de esta tesis son:

1. *C. rhombifer* es una especie endémica muy distinta de otras especies afines de cocodrilos, en términos de morfología, comportamiento, ecología y genética y es la especie dentro de los cocodrilianos que tiene la menor distribución geográfica.
1. La Ciénaga de Zapata es el último reducto natural del cocodrilo cubano, lo que muestra que es su área geográfica más importante, con un hábitat óptimo para esta especie.
2. La caza indiscriminada con fines comerciales fue la principal causa que provocó la disminución drástica de los cocodrilos, en la zona oriental de la Ciénaga de Zapata desde los años 40 y de la rara presencia del cocodrilo cubano actualmente. Debido a la alteración antrópica del hábitat en los años 60 de la porción oriental, no se ha recuperado la población de cocodrilos. Los hábitat que componen la porción occidental de la ciénaga de Zapata permanecen como un buen estado de refugio de los cocodrilos.
3. El macrohábitat del cocodrilo cubano no es solamente el hábitat de agua dulce y marino sino que ocupa una amplia variedad de hábitats asociados con la salinidad del agua.
4. Existe una población natural significativa de cocodrilos cubanos y americanos en la región suroccidental de la Ciénaga de Zapata, que habitan simpátricamente, desconociéndose el grado de hibridación entre ellos.
5. Bajo la interpretación más conservadora y pesimista de los datos, parece cierto que el número de la población del cocodrilo cubano está en el orden de los miles e incluso los adultos reproductores están por encima de mil, lo que sugiere que esta población es vigorosa y sustentable.
6. Los principales riesgos actuales para la población silvestre del *C. rhombifer* en la Ciénaga de Zapata son ineludiblemente los asociados con su escasa extensión de presencia, lo que provoca que los factores que influyen negativamente en el hábitat, tales como la contaminación, las transformaciones relacionadas con el uso de los recursos, catástrofes naturales y la fragmentación tengan una importancia amplificadas y lo hacen especialmente vulnerables frente a enfermedades, hibridación y a la cacería furtiva.
7. La hibridación en vida silvestre amenaza la presencia del cocodrilo cubano como especie, debido a la probable existencia de introgresión genética, que traería como consecuencia la pérdida de la integridad de su genoma y su posible extinción funcional, debido a su desaparición como especie clave, en el funcionamiento de los humedales.
8. Los caracteres morfológicos seleccionados, conjuntamente con los caracteres cualitativos distintivos, de las entidades morfológicas que ocurren en la Ciénaga de Zapata pueden ser

usadas como indicadores de las más profundas diferencias entre las mismas y entre las clases de talla. El uso de técnicas multivariadas parece moderadamente útil en proporcionar información, para el reconocimiento del *C. rhombifer* y *C. acutus* como especies distintas y diferentes a los mixturados.

9. Las principales diferencias morfológicas entre las entidades estudiadas se presentan en los caracteres asociados a la variación de la forma de la cabeza.
10. La temporada reproductiva del cocodrilo cubano se extendió desde febrero a septiembre: el cortejo y la cópula se extendieron principalmente desde febrero a abril, lo cual coincide con la época seca del año; la temporada de nidificación se extendió desde el mes de abril hasta la segunda decena del mes de julio, coincidiendo con el periodo que termina la época seca y el comienzo e intensificación de la temporada lluviosa y las temperaturas se elevan y la eclosión se extendió desde principios de julio hasta principios de septiembre, en pleno periodo de lluvias.
11. La madurez sexual de la hembra del cocodrilo cubano en cautiverio la alcanza a una edad mínima de seis años de edad y una talla mínima promedio de $190,75 \pm 9,40$ y los machos maduraran a la misma edad de seis años y una talla promedio de $197 \pm 8,14$ cm. La estrategia de anidación del cocodrilo cubano es la construcción de nidos en forma de montículo.
12. Existen evidentes diferencias en los valores promedios de las variables reproductivas (dimensiones del huevo y de la nidada) y sus relaciones alométricas con las dimensiones de la hembra entre las que se incorporan a la reproducción con una talla promedio menor de dos metros y las de múltiples puesta mayores de dos metros de promedio y de edad desconocida. Las hembras de múltiples puestas incrementan el tamaño y peso de la nidada, por lo que son más productivas.
13. Los nidos de *C. rhombifer* son construidos en zonas inundables de muy difícil acceso para los seres humanos, debido a esta razón el conocimiento de la ecología reproductiva del cocodrilo cubano es prácticamente desconocida.
14. Como consecuencia directa de las precipitaciones, el nivel del agua es quizás el factor abiótico más importante en la anidación del cocodrilo cubano, influyendo directamente en la época de anidación y en el porcentaje del éxito de eclosión de los huevos puestos en cada nido.
15. Existen diferencias significativas entre las dimensiones del montículo del nido y de su cámara, dimensiones del huevo y las dimensiones de la nidada entre hembras en vida libre y en cautiverio.
16. Las pautas y comportamientos reproductivos descritos en este trabajo para *C. rhombifer*, en general mostro una serie de complejas posturas del cuerpo y de señales acústicas vocales y no

vocales manifestándose principalmente en los machos, similares a los patrones ya descritos para otras especies del género.

17. La cría ex situ del cocodrilo cubano ha contribuido al conocimiento de las especies de cocodrilos presentes en Cuba y ha ayudado a motivar a realizar estudios sobre los cocodrilos en otras regiones, sin embargo no ha contribuido directamente a la protección y la conservación del cocodrilo cubano en vida libre en la ciénaga de Zapata.
18. El cocodrilo es una especie endémica que podría desaparecer del planeta aunque el 100% de su hábitat está protegido.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

RECOMENDACIONES



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Recomendaciones

- 1) Actualizar el estatus actual del cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata y en la Ciénaga de Lanier en la Isla de la Juventud, mediante el desarrollo de un programa de monitoreo periódicos con métodos que sean estándar y repetibles, que provean los datos sobre el tamaño de la población y su tendencia poblacional, composición de sexos y edad y su organización espacial y social.
- 2) Complementar la información obtenida en esta tesis, conduciendo estudio de la ecología reproductiva de la especie con una metodología estandarizada y una mayor sistematicidad, aspectos como la supervivencia por sexo y edad, su dinámica poblacional y relaciones con otras especies, especialmente con depredadores potenciales de huevos y juveniles.
- 3) Ampliar la información obtenida en este trabajo con estudios ecológicos y de genética poblacional de ambas especies *C. rhombifer* y *C. acutus* en la ciénaga de Zapata y Lanier y de *C. acutus* en zonas, donde no existe contacto con *C. rhombifer* para evaluar si la hibridación entre ambas especies ocurren en vida libre como un evento natural y analizar sus potenciales impactos tanto pasados, como presentes y futuros, tomando en cuenta la reducida área de distribución de *C. rhombifer* y generar soluciones a la amenaza planteada por la hibridación y poder establecer un programa adecuado de manejo.
- 4) Protección de la población silvestre y su hábitat: evaluar la magnitud de la caza furtiva y su impacto sobre las poblaciones de cocodrilos y un estudio sobre la naturaleza, magnitud e impacto de la contaminación, incendios y fragmentación en la flora y la fauna del ecosistema. Además, implementar mecanismos efectivos de control y elaborar un programa de educación ambiental dirigidos a las comunidades relacionadas con el hábitat del cocodrilo cubano, haciendo que los mismos participen activamente en la planificación y ejecución de los estudios para conservar la especie y el ecosistema, considerando aspectos como el potencial de la especie en la actividad ecoturística, promoción de los beneficios de la conservación y la importancia de los cocodrilos como especies clave, para el mantenimiento de la estructura y dinámica de los ecosistemas que residen. Reforzar la legalidad y de los cuerpos de protección. Promover la declaración de las áreas de distribución de la especie como protegidas.
- 5) Investigar forma de implementación de un uso sostenible de la especie a través de un manejo adaptativo.

- 6) Realizar estudios sistemáticos de la variedad de hábitat que ocupa el cocodrilo cubano en la Ciénaga de Zapata en cuanto a sus atributos y calidad (factores bióticos y abióticos que lo componen), contribuyendo al conocimiento de la relación especie – hábitat.
- 7) Identificar y evaluar nuevas áreas con hábitat potencial para la supervivencia y reproducción de esta especie y así establecer poblaciones silvestres alternativas, definiendo los requerimientos y condiciones de hábitat (refugios, nivel de agua, disponibilidad de alimento y sitios de reproducción), presencia de *C. acutus* y vías de contacto entre ambas especie y presencia humana y uso futuro del área
- 8) Estudios de las otras especies de cocodrilos de Cuba y conocer el carácter de las relaciones interespecificas del *C. rhombifer* con las otras especies en cuanto a la competencia por el nicho ecológico.
- 9) Incorporar los resultados de estos estudios al análisis de hábitat y poblaciones y a la aplicación de programas de simulación para el pronóstico de la viabilidad futura de la población de cocodrilos cubanos en el humedal de Zapata.
- 10) Aplicar la información obtenida en esta tesis en el diseño de las condiciones de encierros para animales reproductores, tanto en la infraestructura como aspectos del tamaño de los reproductores, densidades y proporción sexual para la realización óptima de los eventos reproductivos: territorialidad y cortejo, cópula, anidación y colecta de huevos para su incubación e incrementar la producción y calidad de cocodrilos.
- 11) Complementar la información dada en esta tesis en la reproducción en cautiverio, con la realización de estudios para determinar la tendencia de los valores reproductivos individualmente en cautiverio (dimensiones del huevo y de la nidada, fertilidad) y relacionarlas con las características del neonato, así como determinar la relación de la fecundidad de la hembra con la frecuencia de reproducción y las dimensiones de la nidada.
- 12) Integración del manejo de las poblaciones en cautiverio de *C. rhombifer* en coordinación con otros países que actualmente mantienen la especie en cautiverio (USA, Vietnam, Tailandia, Cambodia, Suecia, España). Evaluar el grado de la introgresión genética debido a la hibridación en esas poblaciones cautivas y coordinar ente los países para asegurar la óptima diversidad genética.
- 13) Publicación de los resultados. Como el *C. rhombifer*, es una especie de gran interés, concierne al resto del mundo conocer sobre ella.

- 14) Desarrollar un programa para la conservación y manejo de *Crocodylus rhombifer* a través de planes de manejo por periodos específicos, que contengan objetivos claramente definidos y alcanzables y mecanismos de retroalimentación para la supervisión y evaluación de las acciones de manejo



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante