

# Cocodrilo Cubano

*(Crocodylus rhombifer)*

Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat



Isla de Juventud, Cuba  
21 al 25 de enero 2000



# *Cocodrilo Cubano*

*(Crocodylus rhombifer)*

Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat

Borrador del Informe

Isla de Juventud, Cuba  
21 al 25 de enero 2000

Con el Apoyo de:  
American Zoo & Aquarium Association (AZA)

En Colaboración con:  
El Grupo de Especialistas de Cocodrilos (IUCN/SSC)  
Empresa Nacional para la Protección de la Flora y Fauna  
Cuban Ministry of Agriculture  
Habana Zoological Society  
El Grupo de Especialistas en Conservación y Reproducción (IUCN/SSC)



Cover photo provided by Roberto Rodriguez Soberon.

A contribution of the IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group in collaboration with the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, Empresa Nacional para la Proteccion de la Flora y Fauna, Cuban Ministry of Agriculture and the Habana Zoological Society.

Sponsored by the American Zoo & Aquarium Association (AZA).

Soberon, R., P. Ross and U. Seal, Eds. 2000. *Cocodrilo Cubano Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat: Libro de Resumen*. CBSG, Apple Valley, MN.

Additional copies of *Cocodrilo Cubano Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat: Libro de Resumen* can be ordered through the IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, 12101 Johnny Cake Ridge Road, Apple Valley, MN 55124, USA.

# CONTENIDOS

<b>Resumen Ejecutivo Y Recomendaciones</b>	<b>5</b>
<b>Introducción</b>	<b>11</b>
<b>El Proceso de PHVA</b>	<b>19</b>
<b>Listado De Participantes</b>	<b>27</b>
<b>Resultados de los grupos de trabajo:</b>	
<b>1. Grupo de Trabajo de hábitat</b>	<b>29</b>
<b>2. Grupo de trabajo de poblaciones</b>	<b>37</b>
<b>3. Grupo de trabajo de modelos poblacionales</b>	<b>47</b>
<b>Anexo 1.</b>	
<b>Ficheros del análisis mediante el programa VORTEX</b>	<b>55</b>
<b>Anexo 2:</b>	
<b>Notas de las sesiones de trabajo: tormentas de ideas.</b>	<b>71</b>



# *Cocodrilo Cubano*

*(Crocodylus rhombifer)*

Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat

Borrador del Informe

Isla de Juventud, Cuba  
21 al 25 de enero 2000

Sección 1

Resumen Ejecutivo Y Recomendaciones



## Resumen Ejecutivo

### Taller PHVA para el Cocodrilo Cubano (*Crocodylus rhombifer*)

Entre los días 23 y 25 de enero del 2000, tuvo lugar en el Hotel Colony, Municipio Especial Isla de la Juventud, Cuba, el Taller sobre Análisis de la Viabilidad Poblacional y del Hábitat (PHVA) para el Cocodrilo Cubano (*Crocodylus rhombifer* Cuvier). El taller, que contó con la participación de 24 especialistas de 6 países tuvo la finalidad de elaborar una estrategia para la conservación del cocodrilo endémico de Cuba, considerado como la especie de distribución geográfica más restringida dentro del Orden de los Crocodylianos. Se establecieron tres grupos de trabajo: Hábitat, Poblaciones silvestres y Modelos y se enfatizaron especialmente los aspectos relacionados con la conservación *in situ*, aunque también se abordaron tópicos relativos al manejo en cautividad. El taller constituyó además un fecundo intercambio de opiniones, conocimientos y experiencias entre especialistas cubanos de diversas disciplinas que han trabajado con *C. rhombifer* y colegas representantes de instituciones comprometidas con la conservación de Crocodylia en varios países.

El cocodrilo cubano estuvo más ampliamente distribuido en el pasado. Evidencias fósiles y subfósiles señalan su presencia en las islas Caimán (Morgan et al. 1993) y en la isla de Abaco, perteneciente al grupo de las Bahamas (Franz et al. 1995), así como en localidades de la región central de Cuba donde no se encuentra en la actualidad (Barbour 1945; Barbour y Ramsden 1919; Furrázola 1969; Varona 1984). La distribución actual está restringida a dos territorios de Cuba: ciénaga de Zapata en la provincia de Matanzas y la ciénaga de Lanier, en la Isla de la Juventud (Varona 1966; Ramos et al. 1994). En este último territorio la población silvestre fue virtualmente extirpada durante la primera mitad del siglo XX y actualmente se desarrolla un programa para su restablecimiento, basado en la re-introducción de especímenes obtenidos mediante reproducción en cautiverio (Rodríguez et al. 1996).

Junto con la otra especie de *Crocodylus* nativa en Cuba (*C. acutus*), el cocodrilo cubano fue extensamente explotado con fines comerciales desde la segunda mitad del Siglo XIX hasta la década de los años '60 del Siglo XX. En 1959 se dicta la primera veda sobre la caza comercial del cocodrilo cubano, que ha sido reafirmada y reforzada por otras disposiciones jurídicas y acciones de manejo en años subsiguientes. También en 1959 fue creado el Zoológico de Laguna del Tesoro, en la ciénaga de Zapata, que hasta el presente se dedica a la reproducción en cautiverio de esta especie y que actualmente cuenta con la acreditación de CITES para la realización de operaciones comerciales. Durante sus más de 40 años de operaciones la granja de cocodrilos de Laguna del Tesoro ha proporcionado importantes aportes al conocimiento de la historia natural, la genética, la fisiología, y el manejo zootécnico y veterinario del cocodrilo cubano en condiciones de cautividad y ha aportado los ejemplares fundadores para el programa de re-introducción en la ciénaga de Lanier. Los trabajos de investigación más recientes sobre distribución y abundancia de *C. rhombifer* en la ciénaga de Zapata (Ramos et al. 1994, 2000) registraron una substancial recuperación de la población silvestre de la especie en ese territorio, la cual está presente en el orden numérico de los millares, con más de mil adultos y cuya estructura de tallas y sexos y actividad reproductiva sugieren que se trata de una población vigorosa y autosustentable.



En el presente pesan distintos grados de amenazas sobre las poblaciones silvestres de cocodrilos cubanos y su hábitat. Entre estos factores se consideran la caza furtiva, la contaminación de las aguas por agroquímicos, la transformación y fragmentación del hábitat como resultado de la alteración del régimen hídrico y de incendios naturales, la expansión agrícola y la construcción de viales, así como la hibridación con *C. acutus* en el medio natural y la posible competencia con la abundante población feral de *Caiman crocodilus fuscus* en la ciénaga de Lanier, esta última especie exótica para Cuba, introducida en dicha ciénaga en 1959 (Garrido y Jaume 1984).

Actuando como facilitador el Dr. Ulyses Seal, Presidente del Grupo de Especialistas de Reproducción para la Conservación, los participantes del PHVA se dividieron en tres grupos de trabajo: hábitat, poblaciones y modelos poblacionales.

Siguiendo el método de trabajo establecido de tormenta de ideas, definición de problemas, elaboración de propuestas de soluciones y plan de acción, cada grupo desarrolló una serie de recomendaciones específicas. Al finalizar cada jornada de trabajo los tres grupos se reunían e intercambiaban reportes sobre el progreso diario para mantener la coordinación entre ellos.

En una etapa temprana del ejercicio pudieron identificarse dos grupos principales de problemas: por una parte, los aspectos relacionados con el crecimiento poblacional, la diversidad genética, los impactos sobre el hábitat y los efectos de la caza ilegal y por otra parte, los problemas relacionados con la obtención de los recursos adecuados para conducir investigaciones de campo y la necesidad de promover una percepción más completa y acciones aún más eficaces, dentro de la estructura organizativa nacional. En las discusiones esas dos perspectivas fueron consolidadas, resultando una serie de recomendaciones que contemplan los problemas relacionados con la biología y la conservación, pero a través del mecanismo de promover la acción dentro de las agencias cubanas con jurisdicción en esta problemática.

El **Grupo de trabajo de hábitat** identificó entre los problemas y amenazas más importantes la fragmentación del hábitat resultante de la canalización y construcción de viales, que hasta el presente ha provocado la reducción de más del 35 % del hábitat histórico de *C. rhombifer* en la ciénaga de Zapata, así como la transformación del régimen hídrico provocada por embalses y obras de riego, la contaminación por agroquímicos y la alteración del régimen natural de incendios que a largo plazo pudiera provocar una sustancial reducción del espejo de agua en las dos localidades consideradas. El grupo propuso una serie de recomendaciones entre las que figuran la inclusión de temas de estudio sobre evaluación de impactos en el hábitat de *C. rhombifer* por parte de las instituciones nacionales con jurisdicción en esta temática, la obligatoriedad de realizar tales estudios como parte del proceso de obtención de licencia ambiental para la realización de nuevas inversiones en los territorios de Zapata y Lanier y la ampliación de los límites del Parque Nacional Ciénaga de Zapata para incluir el área de distribución de *C. rhombifer* y asignarle una zonificación adecuada a esa área. Otras recomendaciones de carácter más particular incluyen el monitoreo del régimen de manejo de los embalses que descargan a la ciénaga de Lanier, la generalización de controles biológicos en sustitución de plaguicidas químicos en la periferia de ambas áreas, el monitoreo de la calidad del agua, la realización de estudios sobre el régimen natural y manejo de los incendios y la no introducción de nuevas especies exóticas.

El **Grupo de Análisis de la población silvestre** consideró entre los problemas y amenazas más importantes el efecto de la hibridación con *C. acutus* en el medio natural, la posible competencia por el alimento con *Caiman crocodilus fuscus* en la ciénaga de Lanier, la caza furtiva, la presión ejercida por la expansión urbana y turística en ciénaga de Zapata y el pequeño tamaño poblacional en Lanier. Entre las recomendaciones emitidas por este grupo figuran la constitución de un grupo de trabajo a nivel nacional, la concesión del status de área protegida a la ciénaga de Lanier, evaluar los efectos de la caza furtiva, perfeccionar a ese efecto los planes de educación ambiental en curso, implementar un tema de estudios de genética poblacional basado en el análisis de ADN, aumentar la extensión de presencia de la especie mediante la creación de poblaciones satélite en nuevas localidades e identificar fuentes potenciales para el financiamiento de un plan de acción *ad hoc*.

El **grupo de modelos poblacionales** aplicaron diferentes variantes de simulación mediante al programa VORTEX a las dos poblaciones silvestres consideradas. Estos análisis indican que con densidades por debajo de la capacidad de carga del hábitat, ambas poblaciones pudieran mantener una tasa de incremento del 7 al 10 % anual, si la mortalidad se debiera exclusivamente a causas naturales. Se identificaron como causas importantes de mortalidad la caza ilegal, que desempeña un papel significativo en la población de la ciénaga de Lanier para el caso de los animales sub-adultos y adultos y el canibalismo de los animales más jóvenes por los adultos establecidos a densidades cercanas a la capacidad de carga. Otras amenazas analizadas fueron la hibridación entre *C. acutus* y *C. rhombifé*, de la que existen indicios en la población de la ciénaga de Zapata.

Las predicciones en el escenario de ciénaga de Lanier indican que esta población corre riesgo significativo de extinción debido a la caza ilegal. La remoción de 40 a 50 individuos sub-adultos y adultos que se estimó, puede provocar que la población no manifieste crecimiento en los próximos 20 años y muestre, en cambio, una tasa de crecimiento negativa que conduzca eventualmente a la extinción, aunque esto no se haría evidente dentro de los próximos 40 años.

El plan de acción recomendado plantea entre sus medidas, lograr una reducción de, al menos, un 50 % de los indicadores de caza furtiva, la realización de estudios moleculares para evaluar la introgresión genética de *C. acutus* en *C. rhombifer* más allá de los ejemplares F1. Se requiere además desarrollar decisiones de manejo sobre el tamaño poblacional que puede mantenerse en la ciénaga de Lanier y el tiempo requerido para que la población crezca hasta alcanzar ese nivel.

En cuanto a la creación de nuevas poblaciones en otras localidades, el análisis de simulación sugirió que para una retención completa de la diversidad genética se necesitaría realizar una liberación de 100 a 200 individuos con una supervivencia de al menos 100 ejemplares que alcanzaran la edad reproductiva. Una capacidad total de carga de 500 individuos proveería de viabilidad y retención de la diversidad genética a largo plazo.

En resumen, la contribución del modelaje al manejo de la población se complementaría de manera decisiva con la adquisición de nuevos datos sobre la reproducción en las hembras adultas (intervalo entre nacimientos y éxito reproductivo) en condiciones de vida silvestre. Esta información, así como la relativa a la mortalidad de las reproductoras debe ser colectada, preferentemente, mediante técnicas de radiotelemetría.

Por último, se indicó la necesidad de una mayor muestra de sitios de estudio en ambas localidades consideradas para proveer información sobre su variación natural. Se recomienda obtener índices basados en el monitoreo periódico, sobre posibles cambios en las tendencias de las poblaciones.

Durante el día final del taller se discutieron y revisaron, en sesión plenaria, los resultados y recomendaciones finales de los tres grupos de trabajo, para obtener el consenso de todos los participantes.

# *Cocodrilo Cubano*

*(Crocodylus rhombifer)*

Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat

Borrador del Informe

Isla de Juventud, Cuba  
21 al 25 de enero 2000

Sección 2

Introducción

## **Cocodrilo cubano (*C. rhombifer* Cuvier)**

### Introducción

El cocodrilo cubano constituye la especie más restringida geográficamente dentro del Orden Crocodylia y una de las más amenazadas del Nuevo Mundo. Actualmente su población silvestre está concentrada en sólo dos localidades: la ciénaga de Zapata, al sudoeste de la porción occidental de Cuba, donde ocupa un área de aproximadamente 300 Km<sup>2</sup> (Ramos et al. 1994) y la ciénaga de Lanier, en la porción central de la Isla de la Juventud (la segunda en extensión del Archipiélago Cubano), con una extensión del orden de los 100 Km<sup>2</sup>. Tras la virtual extinción de la población silvestre original de la ciénaga de Lanier, operada durante la segunda mitad del Siglo XIX y primera mitad del XX, la actual población de *C. rhombifer* en esa localidad es el resultado de un programa de re-introducción iniciado en 1994, a través del cual se han liberado alrededor de 600 individuos adultos, subadultos y juveniles de ambos sexos obtenidos en cautiverio (Rodríguez et al. 1997).

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 (Barbour 1945; Barbour y Ramsden 1919; Furrázola 1969; Varona 1984, entre otros), así como en las islas Caimán Caimán (Morgan et al. 1993) y en la isla de Abaco, perteneciente al grupo de las Bahamas (Franz et al. 1995), constituyendo actualmente la especie un neoendémico para Cuba.

En el Libro Rojo de UICN (1996), el cocodrilo cubano aparece en la categoría de Especie Amenazada, bajo los criterios A.1.c. y e. (Declinación > 80 %, en 3 generaciones en la extensión de presencia, posible efecto de hibridación), B.1 y 2c (área de ocupación menor de 500 Km<sup>2</sup>, localidad única), aunque evidentemente algunos de estos criterios deben ser actualizados a la luz de nuevos conocimientos. La especie está registrada en el Apéndice I de CITES.

### Historia natural del cocodrilo cubano

El cocodrilo cubano es una especie de talla mediana, con longitudes máximas (LT) registradas de 4.9 m, pero normalmente no excede los 3.5 m (Varona 1966). Sus hábitos son preferentemente dulceacuícolas, aunque se reporta la presencia ocasional de individuos en zonas de manglar y marismas de agua salobre o salada (Barbour y Ramsden 1919; Ramos com. pers.). En sus áreas de distribución tradicionales de las ciénagas de Zapata y Lanier, el hábitat está caracterizado herbazales de ciénaga donde predomina *Cladium jamaicense*, que crecen en los rellenos turbosos de depresiones cársicas y se alternan con áreas de bosque semicaducifolio y elementos de manglar que ocupan las áreas más elevadas de extensas llanuras cársicas con un régimen estacional de inundaciones. Es una especie de hábitos comparativamente más terrestres que otros cocodrilos, capaz de andar largas distancias por terreno seco y pedregoso, aprovechar como nicho trófico y de termorregulación las pocetas aisladas (*casimbas* y *cenotes*) características de las referidas localidades y la capacidad de procurarse el sustento a partir de especies de mamíferos terrestres y arborícolas como las jutías (*Capromys* sp.), empleando una técnica de caza basada en el salto. Rasgos adaptativos característicos de este estilo de vida los constituyen su poderosa armadura dermal, sus extremidades robustas, la notable reducción de las membranas

interdigitales de las patas traseras y la ausencia de éstas en las delanteras, la consistencia masiva del cráneo y mandíbula, con una fuerte musculatura masticatoria y la dentición considerablemente reducida y especializada (Ross 1998).

La temporada de apareamientos del cocodrilo cubano tiene lugar entre los meses de febrero y marzo y la de puestas entre abril y mayo. El período de incubación tiene una duración de 85 a 90 días, ocurriendo las eclosiones desde mediados de julio hasta los primeros días de septiembre, con el pico de puestas a principios de agosto, en coincidencia con la temporada de máximas precipitaciones. *C. rhombifer* construye su nido en forma de montículo, en sitios de suelo firme y cobertura boscosa, utilizando el suelo y la materia vegetal disponible (hierbas, ramas y hojarasca). A diferencia de otras especies de *Crocodylia* que también frecuentan los herbazales de ciénaga (como *A. mississippiensis* y *C. crocodilus*), no suele construir sus montículos formando plataformas con las hierbas que crecen en los terrenos inundados. Las nidadas de reproductoras maduras contienen por lo general de 30 a 40 huevos.

Son característicos del cocodrilo cubano el andar elevado (de manera que sólo la mitad distal de la cola entra en contacto con el suelo), la posición erguida de la cabeza durante la marcha y el descanso y una forma de nadar que pudiera caracterizarse como “confiada”, con toda la cabeza, el dorso y parte de los flancos expuestos fuera del agua. Este cocodrilo es uno de los más agresivos, tanto en su relación con otros congéneres (p. ej. combates en época de apareamientos) como en su interacción con otras especies y con el hombre. Este comportamiento alcanza su máxima expresión en las hembras adultas, cuando están al cuidado de los nidos y la progenie. En simpatría con *C. acutus*, el cocodrilo cubano suele ser la especie dominante.

Se ha reportado hibridación con el cocodrilo americano (*C. acutus*), en condiciones de cautiverio y en vida silvestre en la ciénaga de Zapata (Varona 1966; Ramos et al. 1994) y en la ciénaga de Lanier (Rodríguez com. pers.). La actividad reproductiva de *C. acutus* ocurre uno o dos meses más tarde que la del simpático *C. acutus*, restringiendo la hibridación a contactos ocasionales entre machos *C. acutus* y hembras *C. rhombifer*, aunque estudios más recientes documentan la posibilidad de cruzamientos entre machos *C. rhombifer* y hembras *C. acutus* en condiciones de cautiverio; en ambos casos la progenie es fértil (Ramos com. pers.). Otro aspecto interesante de las relaciones interespecíficas de *C. rhombifer* es la presencia de una abundante población feral de *Caiman crocodilus fuscus* en la ciénaga de Lanier; el carácter de esta relación y los riesgos que de ella pudieran derivarse para la supervivencia a largo plazo del cocodrilo cubano no están completamente elucidados.

La información más completa y reciente de que se dispone, sobre ecología y biología poblacional del cocodrilo cubano en condiciones de vida silvestre se debe a Ramos, para el caso de la ciénaga de Zapata y al equipo del Programa Nacional de Cocodrilos (Ministerio de la Agricultura) que realiza el proyecto de re-introducción en la ciénaga de Lanier, pero la mayoría de esta información permanece inédita.

De acuerdo con Ramos et al. (1994, 1996; 2000 en prensa) la población silvestre de cocodrilos cubanos de la ciénaga de Zapata ocupa un área núcleo de aproximadamente 300 Km<sup>2</sup>, situada en el sector sud – occidental de la península del mismo nombre. El tamaño de esta población fue estimado en un mínimo de 3,000 individuos, con una alta probabilidad de encontrarse entre los

5,000 – 6,000 individuos y con un componente de hembras reproductoras del orden de los 1,000 individuos, para lo que se considera una población viable, saludable y estable.

En la ciénaga de Lanier, la población nativa de *C. rhombifer* fue virtualmente extirpada por la caza comercial entre la segunda mitad del Siglo XIX y la primera mitad del XX; el último ejemplar de la especie en esa localidad fue reportado por Varona (1988). A partir de 1994 comenzó un proyecto, por parte del Programa Nacional de Cocodrilos, para la re-introducción del cocodrilo cubano en ese territorio y entre ese año y 1996 fue liberado un número cercano a los 600 individuos, con una composición variada de sexos y grupos de edad. Los monitoreos que sistemáticamente se realizan a esta población indican un establecimiento exitoso, de animales saludables y con alto índice de incremento en talla y peso. La población reintroducida ha ido colonizando el hábitat disponible, sobre todo en el sector occidental de la ciénaga, se está reproduciendo en su nuevo hábitat y parece mantener una relación dominante respecto a *Caiman crocodilus fuscus*.

Los principales riesgos para la población silvestre de *C. rhombifer* están ineludiblemente asociados a su escasa extensión de presencia, restringida a una superficie total (para ambas localidades) del orden de los 400 – 500 Km<sup>2</sup>. Esto provoca que los factores que influyen negativamente sobre el hábitat, tales como la contaminación, las transformaciones relacionadas con el uso de los recursos, las catástrofes naturales y la fragmentación tengan una importancia amplificada. El hecho de que las dos poblaciones están concentradas en territorios relativamente pequeños las hace especialmente vulnerables frente a otras amenazas como las enfermedades y la caza ilícita.

#### Estudios en Cuba, marco institucional y conservación

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, dando inicio a esta etapa en ambas disciplinas la determinación e la especie por Cuvier en 1807 y la identificación por Leidy (1868) de los restos fósiles descubiertos en Ciego Montero por el afamado naturalista cubano Carlos de la Torre. Entre los aportes más significativos de este período cabe citar los trabajos de Barbour (1945), Barbour y Ransdem (1919), Furrázola (1969) y Varona (1966, 1984), quien también aborda aspectos de la historia natural y la situación poblacional de la especie, así como los trabajos que se refieren a la presencia de restos fósiles y sub-fósiles en la isla Abaco (grupo de las Bahamas) y Caimán (Davies 1994, Morgan y Patton 1979, Morgan et al. 1993, Franz et al. 1995, entre otros).

La creación en 1959 del zoológico de cocodrilos de la ciénaga de Zapata brindó el terreno adecuado para extender las investigaciones sobre el cocodrilo cubano a otras disciplinas como la biología de la reproducción, la embriología, la genética, la zootecnia y la medicina veterinaria, además de proveer de una excelente base de operaciones para los estudios sobre ecología y biología poblacional de la especie en ese territorio. A los efectos de este taller resultan fundamentales las investigaciones sobre la ecología y biología poblacional de *C. rhombifer* en la ciénaga de Zapata, conducidas por el Ministerio de la Industria Pesquera desde 1989 (Carrillo et al. 1993, Ramos et al. 1994), sin desestimar aportes realizados dentro y fuera de Cuba al conocimiento de la reproducción (Gómez y Gonzalez 1970, González y Cabrera 1973), la anatomía, fisiología y medicina veterinaria (Benítez et al. 1976, Coy – Otero y Hernández 1982,

Sardiñas et al. 1980) y la genética (Betancourt et al. 1973, Davis et al. 1996), por sólo citar unos cuantos ejemplos. Más recientemente se han sumado las investigaciones conducidas por el equipo de trabajo de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, en el marco del programa de re-introducción del cocodrilo cubano en la ciénaga de Lanier (Soberón et al. 1996).

Tanto el Cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*) como el Cocodrilo americano (*C. acutus*) fueron objeto de la caza con fines comerciales, al menos durante la segunda mitad del Siglo XIX y en el presente siglo, hasta los primeros años de la década de los '60, pero no existen datos precisos sobre localidades y volúmenes de extracción. Se refiere que las localidades en que ambas especies fueron más explotadas históricamente son la ciénaga de Zapata en la provincia de Matanzas y la ciénaga de Lanier, en la Isla de la Juventud (Soberón et al 1996). J. A. Coscuyuela en su libro: "Cuatro años en la Ciénaga de Zapata (1918) comenta que en el término de diez años habían sido cazados 90 mil cocodrilos en ese territorio, sin referirse a especie en particular. No se dispone hasta el presente de cifras históricas oficiales o de otro tipo sobre el monto de la caza y comercio de pieles de cocodrilos en Cuba.

Durante los primeros años de la República (fundada en 1902) la caza y el comercio de cocodrilos fue legal y no estaba sujeta a regulaciones de tipo conservacionista; como en la mayoría de los países en ese entonces, el único criterio que primaba era la demanda comercial de pieles (no existen referencias sobre utilización comercial de la carne en esa etapa) y esos productos se destinaron fundamentalmente al mercado norteamericano e interno. La caza del cocodrilo, junto con la producción artesanal de carbón vegetal era la única fuente de ingresos para la población de la ciénaga de Zapata y otras pocas regiones de humedal en el país. El criterio reinante en ese momento era que las ciénagas constituirían parajes improductivos que debían ser transformados a favor de la producción agropecuaria y que los cocodrilos constituirían una plaga indeseable.

Entre 1909 y 1928 no aparecen otros decretos y leyes con incidencia sobre la fauna silvestre que aquellos que se refieren al deporte de la caza. A partir de la década de los años '30 comienzan a manifestarse las primeras inquietudes conservacionistas e intentos de establecer una legislación ambiental con criterio amplio, como fue el Decreto Ley 1370 de 1936, el cual declara Refugio Nacional de Pesca y Caza toda la ciénaga de Zapata, prohibiendo la pesca y la caza en ese distrito. No es hasta 1959, que aparece una legislación aplicada directamente a la conservación y uso racional del recurso cocodrilos.

En 1974 se dicta la Resolución 74-08 del Instituto de Desarrollo y Aprovechamiento Forestal (INDAF) que "prohíbe la caza o captura y cruzamiento del cocodrilo de agua dulce o cubano (*C. rhombifer*) y el caimán (*C. acutus*) y crea refugios dentro de la Ciénaga de Zapata, los refugios necesarios a fin de que dichas especies vivan con entera libertad, prohíbe el acceso a los mismos, salvo los casos de fines científicos, previa autorización y dispone que se señalen los lugares de la ciénaga apropiados como refugios, así como que se estudien las dos especies señaladas para determinar los individuos puros y libertar cierta cantidad de ellos al objeto de su supervivencia" (SIC).

A partir de 1981, comenzando con la promulgación de la Ley No. 33: "De Protección del Medio Ambiente y del Uso Racional de los Recursos Naturales", se emiten de en Cuba un conjunto de



leyes, decretos - leyes y disposiciones que constituyen el fundamento jurídico de la política ambiental cubana y proveen del necesario marco legal e institucional para la realización de estrategias y acciones encaminadas a la conservación de la biodiversidad y en particular, de los cocodrilos. Hitos importantes en ese proceso de institucionalización han sido la promulgación del Programa Nacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1993) y de la Estrategia Nacional Ambiental (1996) así como la creación de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (1976), el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (1994), el Centro Nacional de Areas Protegidas (1995), El Cuerpo de Inspectores de la Pesca y el Servicio de Gestión Inspección Ambiental (1996). Entre los documentos jurídicos más recientes con incidencia directa en la problemática de la conservación y uso racional de cocodrilos cabe citar el Decreto Ley 164 de 1996: “Reglamento de Pesca” y el Decreto – Ley de Biodiversidad (1999). Desde hace mucho tiempo una porción importante de la ciénaga de Zapata ostenta la categoría de Parque Nacional y en 1999 ese territorio fue declarado Area RAMSAR. La ciénaga de Lanier, aunque todavía no figura oficialmente como componente del Sistema Nacional de Areas Protegidas, de hecho disfruta de un status real de conservación, junto con toda la región boscosa que ocupa la porción sur de la Isla de la Juventud.

En 1984 se inicia el proyecto titulado Programa Nacional de Cocodrilos, auspiciado por la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna (Ministerio de la Agricultura). Con la participación de otros organismos e instituciones académicas del país, este programa ha puesto énfasis en el enfoque de trabajo multidisciplinario como vía para alcanzar los objetivos de la conservación, desarrollando de manera paralela un conjunto de líneas de trabajo que incluyen la investigación y manejo in situ, la cría en cautiverio y la educación ambiental. Entre las acciones directamente relacionadas con esta problemática figuran la creación del zoológico de Cayo Potrero en la Isla de la Juventud, los estudios sobre la biología poblacional de *Caiman crocodilus fuscus* y su interacción con *C. rhombifer* en ese territorio, el programa de re-introducción del cocodrilo cubano en la ciénaga de Lanier y, en el terreno de la educación ambiental, la atención a círculos vocacionales de estudiantes de la enseñanza primaria y media y la realización de la campaña masiva de educación ambiental “Semana del Cocodrilo en la Isla de la Juventud” en enero del 2000.

En el plano de la colaboración internacional, la conservación del cocodrilo cubano ha contado con los aportes de prestigiosas organizaciones mediante el apoyo financiero y la participación directa de especialistas en investigaciones de campo (estudios poblacionales del cocodrilo cubano en la ciénaga de Zapata en 1993, por parte de CSG / CITES), la realización de talleres (CAMP en 1997 y PHVA en el 2000, por parte de CBSG), la conservación ex situ, las tareas de educación ambiental y el programa de re-introducción en la ciénaga de Lanier (Plan de Supervivencia de Especie para el Cocodrilo Cubano – AZA).

#### Programas de cría en cautiverio

El manejo de *C. rhombifer* en cautividad se inició con el establecimiento del zoológico de Laguna del Tesoro en la ciénaga de Zapata, en 1959. Entre el citado año y 1960 varios cientos de individuos adultos de *C. rhombifer* fueron colectados en la ciénaga de Zapata y ubicados en corrales con propósitos de conservación y de aprovechamiento comercial. En la etapa inicial individuos de *C. rhombifer* y *C. acutus* fueron ubicados juntos en los mismos corrales, lo que

trajo por consecuencia la hibridación entre las dos especies. Desde 1976 las dos poblaciones fueron separadas y finalmente se ha podido aislar un stock puro de *C. rhombifer*. Este zocriadero, administrado por el Ministerio de la Industria Pesquera (MIP) alcanzó la acreditación por CITES en 1994, con lo que se dio inicio al comercio internacional de pieles de esta especie (Ross 1996).

En 1986 se construyó una segunda facilidad destinada a la reproducción y cría en cautiverio de *C. rhombifer* por parte de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna: el zocriadero de Cayo Potrero. Este zocriadero está situado en la ciénaga de Lanier, Isla de la Juventud y comenzó sus operaciones con 50 reproductores donados por el Jardín Zoológico de La Habana, originados en el zocriadero de la ciénaga de Zapata. La reproducción en Cayo Potrero se inició exitosamente en 1987 y se ha mantenido cada año de manera ininterrumpida. Los cocodrilos producidos en esta facilidad se están destinando al programa de re-introducción del cocodrilo cubano en la ciénaga de Lanier (Rodríguez et al. 1997).

# *Cocodrilo Cubano*

*(Crocodylus rhombifer)*

Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat

Borrador del Informe

Isla de Juventud, Cuba  
21 al 25 de enero 2000

Sección 3

El Proceso de PHVA

## El Proceso de PHVA

Actuando como facilitador el Dr. Ulyses Seal, Presidente del Grupo de Especialistas de Reproducción para la Conservación, los participantes del PHVA se dividieron en tres grupos de trabajo: hábitat, poblaciones y modelos poblacionales.

Siguiendo el método de trabajo establecido de tormenta de ideas, definición de problemas, elaboración de propuestas de soluciones y plan de acción, cada grupo desarrolló una serie de recomendaciones específicas. Al finalizar cada jornada de trabajo los tres grupos se reunían e intercambiaban reportes sobre el progreso diario para mantener la coordinación entre ellos. En una etapa temprana del ejercicio pudieron identificarse dos grupos principales de problemas: por una parte, los aspectos relacionados con el crecimiento poblacional, la diversidad genética, los impactos sobre el hábitat y los efectos de la caza ilegal y por otra parte, los problemas relacionados con la obtención de los recursos adecuados para conducir investigaciones de campo y la necesidad de promover una percepción más completa y acciones aún más eficaces, dentro de la estructura organizativa nacional. En las discusiones esas dos perspectivas fueron consolidadas, resultando una serie de recomendaciones que contemplan los problemas relacionados con la biología y la conservación, pero a través del mecanismo de promover la acción dentro de las agencias cubanas con jurisdicción en esta problemática..

El proceso de modelado poblacional mediante simulación estocástica utilizando el programa VORTEX fue especialmente útil para conjugar los diferentes aspectos analizados, obteniendo pronósticos de la tendencia de la población como resultado de diferentes grados de impacto y alternativas de manejo. Los datos de entrada al programa VORTEX fueron modificados para que reflejaran la información actual hasta que el modelo produjo trayectorias de crecimiento poblacional similares a las observadas en recientes estudios de campo conducidos por especialistas cubanos encabezados por Roberto Ramos. Una vez asegurado que el modelo reflejaba la situación de la población actual, se evaluaron los efectos de diferentes tasas de hibridación y caza.

## **Encuesta entre los participantes del taller; respuestas a la pregunta:**

### **¿Cuáles son sus metas para este taller?**

- Ayudar a proveer de objetivos para la conservación de *C. rhombifer*
- Identificar los parámetros poblacionales más importantes y las acciones de manejo para hacer efectiva la recuperación del cocodrilo cubano.
- Aprender y ayudar a desarrollar estrategias para la conservación de poblaciones silvestres y hábitats.
- Determinar la información que debe ser incluida para que la conservación del cocodrilo cubano se ajusten mejor a las necesidades de los cocodrilos y del pueblo cubano.
- Me gustaría aprender sobre la situación del cocodrilo cubano y de qué maneras mi institución y yo podemos ayudar.
- Una estrategia para las acciones necesarios para mantener la población silvestre del cocodrilo cubano que incluya los aspectos de manejo en cautiverio, comercio y educación.

- Ayudar al desarrollo de un plan quinquenal conciso para la conservación del cocodrilo cubano.
- Mi meta es la cooperación continua de muchos países y agencias para ayudar a la conservación del cocodrilo cubano y su hábitat.
- Mi interés es observar la estructura y proceso del taller en la medida en que éste se relaciona con mis actividades.
- Aprender el programa VORTEX y las técnicas de movilidad poblacional.
- Trabajar como facilitador de modo que el grupo pueda crear un plan de acción unificado para proteger al cocodrilo cubano.
- Hallar una vía para ayudar o apoyar a la conservación de *C. rhombifer*
- Ayudar a proveer de una base para la acumulación y diseminación del conocimiento sobre el cocodrilo cubano.
- Poner los esfuerzos para la conservación del cocodrilo cubano en un primer plano de interés nacional.
- Aprender el proceso de análisis y pensamiento crítico involucrado en el enfoque dinámico de grupo de los problemas de manera que pueda aplicar esas estrategias en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Florida Keys y en especial en el Refugio Crocodile Lake.
- Aprender sobre la biología del cocodrilo cubano, sus amenazas y cuáles son las necesidades más urgentes para la conservación.
- Resolver entre todos algunos problemas que existen en la conservación de la especie.
- Mayor conocimiento de la conservación.
- Yo espero y estoy seguro de que de este taller saldrán muchas ideas que nos ayudarán a la protección y conservación del cocodrilo cubano.
- Unión de criterios para la conservación del cocodrilo.
- Tomar experiencia de un trabajo de conservación de mayor éxito y a la vez dar a conocer el problema que puede afectar su hábitat y reproducción en la ciénaga de Zapata.
- Conocer cómo salvar a la población silvestre.
- Conocimiento del método de PHVA para aplicar en el manejo y conservación del hábitat de mi campo de trabajo.
- Que logre el mantenimiento indefinido de poblaciones viables del cocodrilo cubano en sus hábitats naturales.
- Espero que después del análisis se pueda conocer los problemas principales que es necesario resolver para garantizar la conservación del cocodrilo cubano.
- Buscar soluciones factibles para alcanzar el éxito de la conservación del cocodrilo cubano.

### **Encuesta: opinión de los participantes sobre qué es lo más importante en relación con la conservación del cocodrilo cubano**

- Posible exacerbación de la hibridación de los animales a causa de las granjas en Zapata, elevación del nivel del mar, competencia económica de las babillas.

- Reconocimiento y aceptación por las comunidades locales de la importancia de la conservación del cocodrilo cubano.
- Que el pueblo de Cuba continúe lo que hemos visto durante la pasada semana. Educar a la población local y continuar con la reproducción en cautiverio y la conservación del hábitat.
- El problema de los híbridos en la población silvestre.
- La necesidad de más áreas de hábitat con poblaciones autosustentables y el problema de los híbridos.
- Efectiva educación de la población cubana, especialmente de los habitantes de las áreas vecinas a los hábitats donde se encuentran los cocodrilos.
- La protección del hábitat.
- Seguridad de disponibilidad de hábitat a largo plazo y apoyo integral a una prueba de reintroducción en Bahamas.
- Identificar los híbridos potenciales en las técnicas genéticas y eliminar/manejar el potencial de cruzamientos con *C. acutus*. Manejar un genotipo puro de *C. rhombifer*.
- Desarrollar un consenso en el grupo para desarrollar pasos de acción específicos y realistas y hallar recursos para continuar el trabajo de educación ambiental.
- Proteger el hábitat, encontrar vías para la coexistencia de la población humana local y los cocodrilos (manejo de conflictos), educación ambiental para la población local y los funcionarios.
- Protección de hábitats y ecosistemas por las agencias cubanas de áreas protegidas. Llevarla a la población. Educación, conocimiento, preocupación, control de la población humana.
- Preservar los hábitats, prevenir su pérdida.
- Reunir, analizar y diseminar efectivamente información exacta y actualizada sobre el cocodrilo cubano a los especialistas, divulgadores, público en general y comunidades, especialmente a los niños de las escuelas.
- Pérdida de la identidad genética por hibridación natural con *C. acutus* en vida silvestre.
- Falta de recursos para la investigación.
- Insuficiencia de recursos.
- Falta de recursos y el trabajo de educación ambiental.
- Recursos para poder trabajar con los cocodrilos, tanto en cautiverio como en la vida libre.
- Educación.
- Decisión de conservar y asignar recursos.
- La necesidad de profundizar en estudios y recursos.
- Falta de información y recursos para ejecutar los manejos de hábitats.
- Recursos materiales para la investigación y el manejo.
- Falta de recursos para manejar la especie. Fortalecer el trabajo de educación ambiental.

## What are your goals for this workshop?

- To help provide objectives for the conservatoins of rhombifer.
- To identify the most important populations parameters and management actions for effecting recovery of the Cuban crocodile.
- Learn and help develop strategies for conservation of wild populations and habitat.
- List the information that should be included in devising the needs for the conservation of the Cuban crocodile to best suite the needs of the crocs and the Cuban people.
- I would like to educate myself on the status of the Cuban crocodile and what my institution and myself can do to help.
- Una estrategia por los acciones necesario para mantener la poblacion silvestre del Crocodilo cubano y esta estrategia includyehndo los aspectos de cautiverio, comercio y educacion.
- To assist in developing a concise five year plan for the Cuban crocodile conservaton.
- My goal is continual cooperation of the many countries and agencies to assist in the conservation of the Cuban crocodile and its habitat.
- My interest is in observing the structure and process of the workshop as it relates to my activities.
- Learn Vortex software program and population mobility techniques.
- Work as a facilitator so that the group can create a unified action plan to protect theCuban crocodile.
- Finding a way to help or support conserving the rhombifer.
- To help provide a basis for the accumulation and dissemination of knowledge regarding the Cuban crocodile.
- To put the efforts for the conservation of the Cuban crocodile on a national footing.
- To learn the process of analysis and critical thinking involved in the group dynamics approach to problem solving so that I can apply such strategies on the Florida keys National Wildlife Refuge, especially Crocodile Lake Refuge.
- Learn about biology of Cuban crocodiles, its threats and what are most urgent conservation needs.
- Resolver entre todos algunos problemas que existen en la conservacion de la especie.
- Mayor conociento de la conservacion.
- Mayor conocimiento para la conservacion.
- Yo espero y estoy seguro que de este taller saldra muchas ideas que nos ayudaran a la proteccion y conservacion del cocodrilo cubano.
- Meta para este taller.
- Union de criterio para la conservacion del cocodrilo.
- Tomar experiencia de un trabajo de conservacion de mayor exito y a la vez dar a conocer el problema que puede afectar su habitat y reproduccion en la Cienagga de Zapata.
- Conocer como salvar la poblacion silvestre.
- Conocimiento del metodo de PHBA para aplicar en el manejo y conservacion del habitat de mi campo de trabajo.
- Que logre el mantenimiento indefinido de poblaciones viables del Cocodrilo cubano en sus habitats naturales.
- Espero que despues del analisis se pueda conocer los problemas principales necesario a resolver para laconservacion del cocodrilo cubano.

- Buscar soluciones factibles para alcanzar el éxito de la conservación del Cocodrilo cubano.

### **Most important.**

- Possible exacerbation of hybridization of the animal because of granjas in Zapata, rising sea levels, economic competition from babillas.
- Recognition and acceptance by the local community of the importance of conservation of the Cuban crocodile.
- That the people of Cuba continue what we have seen in the last week. Educating local people and continued captive breeding and habitat conservation.
- La problema de híbridos en la población silvestre.
- Need for more areas of habitat with self sustaining populations and the hybrid problem.
- For effective public education for Cuban people especially for inhabitants surrounding the habitats where the crocs are found.
- Protection of its habitat.
- Insurance of long-term habitat availability and integral support of trial reintroduction in Bahamas.
- Identify potential hybrids in the genetic techniques and eliminate/manage the potential of genetic sampling with *C. acutus*. Manage a pure rhombifer genotype.
- Develop a consensus amongst the group to develop specific and realistic action steps and find resources to further environmental education.
- Protecting habitat, find a way to coexist local people and crocodile (conflict management), environmental education for local people and government officials.
- Habitat and ecosystem protection by Cuba's wild lands. Bringing it to the people. Education, awareness, concern, human population control.
- To preserve the habitat/prevent loss of habitat.
- To gather, analyze and effectively disseminate accurate up-to-date information on the Cuban crocodile to specialists, generalists, general public and community people especially school children.
- Loss of genetic identity by natural hybridization with *C. acutus* in the wild.
- Noose flat de recourse par la investigation.
- Flat recourses.
- Falta de recursos y el trabajo de educación ambiental.
- Recursos para poder trabajar con los cocodrilos tanto en cautiverio como en la vida libre.
- Education.
- Decision de conservar y asignar recursos.
- La necesidad de profundizar en estudios y recursos.
- Falta de información y recursos para ejecutar los manejos de habitats.
- Recursos materiales para la investigación y manejo.
- Falta de recursos para manejar la especie. Fortalecer el trabajo de educación ambiental.



## Participantes del Taller

Eduardo Abreu Guerra Sánchez  
Delegación CITMA, Ciénaga de Zapata.  
Figuera # 126, Agramonte, Matanzas, Cuba.  
Telf: 5359 – 5339

Vicente Berovides Alvarez  
Facultad de Biología, Universidad de La Habana.  
Calle 25 # 455, Plaza, CP 10400  
Ciudad Habana, Cuba  
Telf: 537 – 328542  
E – mail: [vbero@fbio.oc.uh.cu](mailto:vbero@fbio.oc.uh.cu)

John Brueggen  
St. Augustine Alligator Farm  
PO Box 1508, St. Augustine, FL 32085, USA.  
Telf: 904 – 824 – 3337; FAX : 904 – 829 – 6677  
E-mail : [JBrueggen1@aol.com](mailto:JBrueggen1@aol.com)

Terry Cullen  
The Cullen Vivarium Wildlife Conservancy  
PO Box 878, Milwaukee, WI 53201, USA.  
Telf: 414 – 645 – 7347; FAX: 414 – 744 – 9949  
E-mail: [Tcullen@gna.net](mailto:Tcullen@gna.net)

Michael Cherkiss  
University of Florida  
P O Box 8003  
3200 Palm Beach Rd., Belle Glade, Florida 33430-8003  
Telf: 561- 993 – 1555; FAX: 561-993-1582  
E-mail: [mcherkiss@aol.com](mailto:mcherkiss@aol.com)

Marcelle Gianelloni  
Louisville Zoo  
PO Box 37250  
1100 Trevilian Way, Louisville, KY 40213, USA.  
Telf: 502-459-2181; FAX : 502 – 459 – 2196  
E – mail : [mgianelloni@louky.org](mailto:mgianelloni@louky.org)

Robert Godshalk  
Florida Museum of Natural History  
Dickinson Hall, Museum Road, Gainesville, Fl 32611,  
USA.  
Phone : 352 392-6573; FAX : 352 392 –9367  
Email [reg@gnv.ifas.ufl.edu](mailto:reg@gnv.ifas.ufl.edu)

Stan Howarter  
Florida Cooperative Fish and Wildlife Research Unit  
117 Newins – Ziegler Hall  
Box 110450, Gainesville, FL 32611, USA.  
Telf: 352 – 392 – 1861; FAX: 352 – 846 – 0841  
E – mail: [Howarter@gnv.ifas.ufl.edu](mailto:Howarter@gnv.ifas.ufl.edu)

FW (Fritz) Huchzermeyer  
PO Box 12499, 0100 Onderstepoort,  
South Africa.  
Telefax : 27 – 12 – 8083462  
E – mail : [Fritz@moon.oivi.uc.za](mailto:Fritz@moon.oivi.uc.za)

Rick Hudson  
Ft. Worth Zoo  
1989 Colonial Ft. Worth, Texas 76110 USA  
Phone 817-871-7431; Fax 817-871-7012  
Email [iguanhudson@aol.com](mailto:iguanhudson@aol.com)

David S. Lee  
The Tortoise Reserve, Inc  
P.O. Box 7082, White Lake, NC 28337  
Phone 919-715-2605; FAX : 919 –2614  
Email [TorResInc@aol.com](mailto:TorResInc@aol.com)

Jorge Luis Leyva Silva  
Empresa Nacional para la Protección de la Flora y  
la Fauna,  
ZooCriadero de Cocodrilos Cayo Potrero.  
Carretera Sur Km 9, Calle: 11 # 112, Casa Blanca  
Mella  
Isla de la Juventud, Cuba

José Leyva Silva  
Empresa Nacional para la Protección de la Flora y  
la Fauna  
ZooCriadero de Cocodrilos Cayo Potrero  
Carretera Sur Km 9, Calle: 11 # 112, Casa Blanca  
Mella  
Isla de la Juventud, Cuba

Damarys López Rodríguez  
Empresa Nacional para la Protección de la Flora y  
la Fauna, ZooCriadero Cayo Potrero  
Edif: 26, Esc 1558, Apto 5, Paniel: II,  
La Fe, Isla de la Juventud, Cuba.  
Telf: 5361–2 – 2089

Akira Matsuda  
AIBAS Research Initiatives  
Goya 5 – 18 – 6, Okinawa City  
Okinawa, Japan  
Phone : 81 – 98 – 932 – 0171  
FAX : 81 – 98 – 932 – 0214  
E – mail: [Matsuda@aibas.com](mailto:Matsuda@aibas.com)

William McMahan  
Louisville Zoo  
1100 Trevilian Way, Louisville, KY 40213, USA.  
Telf: 502-459-2181; FAX: 502 – 459 – 2196  
E-mail: [wcmcmahan@louky.org](mailto:wcmcmahan@louky.org)

Paul Moler  
Florida Fish and Wildlife Dpt.  
4005 S. Main Street, Gainesville, FL 32601, USA.  
Telf: 352- 955 – 2230; FAX: 352 – 376 – 5359  
E – mail: [pmoler@worldnet.att.net](mailto:pmoler@worldnet.att.net)

Ariel Morales Chavez  
Calle 8 entre 3ra y final, Cayo Ramona,  
Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba.  
Telf: 5359 – 5539

Harold E. Nugent  
US Fish and Wildlife Service  
Florida Keys National Refuge  
PO Box 430510, Big Pine Key, FL 33043, USA.  
Telf: 305 – 872 – 2239; FAX: 305 – 872 – 3675  
E – mail: [HENugent@aol.com](mailto:HENugent@aol.com)

Elssie M. Pérez Dulón  
Jardin Zoologico de La Habana  
Avenida 26 y Santa Teresa, Aptdo. 6057  
Ciudad Habana, Cuba  
Telf: 537 – 81 – 89 15; FAX : 537 – 33 –55 82  
E – mail : [zoohabana@ip.etecsa.cu](mailto:zoohabana@ip.etecsa.cu)

Roberto Ramos Targarona  
Delegación CITMA, Ciénaga de Zapata  
Calle 9B #6209 e/ 62 y 64, Jaguey Grande Matanzas,  
CP 10100 Cuba  
Telf: 5359 – 5539

Roberto Rodríguez Soberón  
Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la  
Fauna  
Calle 42 y 514 Esq.7 Ave., Miramar, Ciudad Habana,  
Cuba  
Phone 537 – 22 14 45; FAX 537-84 54 48  
E-mail: [despacho@ceniai.inf.cu](mailto:despacho@ceniai.inf.cu)

James Perran Ross  
Florida Museum of Natural History  
Dickinson Hall, Museum Road, Gainesville, FL 32611,  
USA.  
Phone 352 846 2566; Fax: 352 392 9367  
Email [prosscsg@flmuh.ufl.edu](mailto:prosscsg@flmuh.ufl.edu)

Ulysses Seal  
Conservation Breeding Specialist Group  
12101 Johnny Cake Ridge Road,  
Apple Valey, MN 55124-8115, USA.  
Telf: 612-431-9325; FAX: 612-432-2757  
E-mail: [office@cbsg.org](mailto:office@cbsg.org)

J. Charles Swaby  
Soth Coast Safarys Ltd.  
Hotel Street, P.O. Box 129, Mandeville, Jamaica.  
Tel. (809) 965 2513; FAX: 809 965 2086

John Thorbjarnarson  
Wildlife Conservation Society  
2300 Southern Blvd, Bronx NY 10460, USA.  
Telf: 718 – 220 – 7158; FAX: 718 – 364 – 4275  
E – mail: [jthorbjarnarson@wcs.org](mailto:jthorbjarnarson@wcs.org)

Joseph Wasilewski  
Natural Selections  
24305 SW 142 Ave, Princeton, FL 33032, USA.  
Telf: 305-258-5423 & 305-258-0698; FAX:  
305-246-7305  
E-mail: [jawnatsel@aol.com](mailto:jawnatsel@aol.com)

# *Cocodrilo Cubano*

*(Crocodylus rhombifer)*

Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat

Borrador del Informe

Isla de Juventud, Cuba  
21 al 25 de enero 2000

Sección 4

Resultados de los grupos de trabajo:  
1. Grupo de Trabajo de hábitat



## **Grupo de Trabajo de hábitat**

**En el análisis de los aspectos y problemas relacionados con el hábitat de *Crocodylus rhombifer* en Cuba se han analizado por separado las dos localidades donde se encuentra la especie en condiciones de vida silvestre: Ciénaga de Zapata, en la provincia Matanzas, donde se encuentra la única población silvestre que se ha mantenido ocupando el mismo hábitat ininterrumpidamente en tiempos históricos, y Ciénaga de Lanier, en la Isla de la Juventud, donde presumiblemente existió una población nativa que fue virtualmente extirpada por efecto de la caza excesiva durante la primera mitad del Siglo XX y actualmente se lleva a cabo un programa de re-introducción.**

### **Ciénaga De Lanier**

El territorio situado al Norte de la ciénaga de Lanier tiene un uso intensivo agrícola. Los renglones productivos mas frecuentes son el cultivo de cítricos, cultivo de vegetales varios y ganadería bovina. Entre 1996 y 1999 se realizaron transformaciones importantes en el sector de tierras inmediato al borde de la ciénaga en su sector central y occidental para el establecimiento de campos de arroz. Este desarrollo incluyo obras de canalización y utilización de las aguas superficiales y subterráneas para el riego.

En la Isla de la Juventud existe además desde la década de 1960 un programa extensivo de construcción de embalses con fines de riego y regulación del régimen hídrico que ha ocasionado importantes transformaciones en el régimen de descarga de caudales de agua a la ciénaga de Lanier.

En la realización de este taller no se contó con información detallada sobre estos tópicos, aunque de hecho en el municipio Isla de la Juventud se dispone de un gran volumen de información que puede ponerse a disposición de eventuales evaluaciones del impacto sobre los hábitat y la biodiversidad en la ciénaga.

### **Identificación de factores e impactos**

**De manera general, se consideran los siguientes impactos probables:**

- 1 Los aportes de fertilizantes provenientes de la agricultura en la periferia, provocan incremento de la producción primaria con tendencia a eutrofización: *Cladium jamaicensis* provoque un efecto a largo plazo de excesiva acumulación orgánica conducente a la desecación, interactuando con los efectos de la alteración del régimen hídrico y descarga de fertilizantes.
- 2 Transformación del régimen hídrico por construcción de embalses en la zona norte: el principal impacto es la reducción de los caudales que aportan los ríos que desembocan en la ciénaga. Este efecto puede interactuar con el incremento de la producción

primaria por el aporte de fertilizantes y con la reducción de incendios acelerando los procesos de desecación de la ciénaga.

- 3 Reducción del régimen natural de incendios: en la isla se realiza un plan extensivo de prevención de incendios que ha reducido drásticamente la incidencia de los mismos en la ciénaga de Lanier . Esto puede provocar excesiva acumulación de materia orgánica y una interrupción de los procesos cíclicos de renovación de la vegetación. Posible interacción con la reducción de caudales y aumento de la fertilidad, conducente a la desecación. Se estima que en un plazo de 50 años los espejos de agua de la ciénaga pueden haberse reducido casi hasta su desaparición.
- 4 Asentamientos humanos y construcción de viales: Se construyeron dos viales que comunican el territorio norte y sur de la isla a través de la ciénaga de Lanier:
  - La carretera a Punta del Este, fue construida sobre un afloramiento de roca caliza que actuaba como puente natural, separando al territorio de Lanier en dos secciones: occidental y oriental. Por tanto, no se considera un efecto de fragmentación como resultado de este vial.
  - La carretera a Cayo Potrero: fue construida a través de un sector de la ciénaga, interrumpiendo el régimen natural de flujo. Aquí si considera que ésta causa un impacto en cuanto al régimen hídrico, aunque este efecto es atenuado en temporada de lluvias, pues la elevación de los niveles provoca que las aguas pacen por encima de la carretera, restableciéndose el intercambio y el flujo.
  - No se considera significativo el efecto relacionado con la afluencia humana pues el acceso a la ciénaga a través de ambos caminos esta controlado por personal de Guardafronteras y de Flora y Fauna.
- 5 Introducción de especies exóticas:
  - Peces dulceacuícolas: se reportan mas de 20 especies de peces exóticos que se han introducido exitosamente en las aguas dulces de la Isla de la Juventud. Algunas son significativas por su carácter de predadores (*Mycropterus salmoides*) o por su considerable adaptabilidad, carácter omnívoro y alta eficiencia reproductiva (*Tilapias*). Se han documentado impactos significativos sobre la composición por especies, distribución y abundancia de las especies nativas, especialmente de los Ciclidos, que constituyen parte de la dieta habitual de *C. rhombifer*.
  - El caimán de anteojos (*Caiman crocodilus fuscus*) existe en estado feral en la isla desde 1959, esta bien distribuida en las aguas de la ciénaga de Lanier y el territorio del norte donde alcanza altas densidades poblacionales. No existe un conocimiento detallado del carácter de las relaciones interespecíficas. Varona (1978) reporta la presencia de juveniles de *C. rhombifer* en tractos digestivos de caimán. Análisis ulteriores de una muestra de mas de 1000 estómagos de caimán no dan evidencia de predación de *C. rhombifer* por *C. crocodilus*. Existe diferenciación en el uso de hábitat de nidificación y los estudios mas recientes indican de manera preliminar

que la presencia de *C. crocodilus* no constituye un impacto considerable sobre la población reintroducida de *C. rhombifer*.

## CIENAGA DE ZAPATA

La península de Zapata está localizada en la costa Sur de Cuba, aproximadamente a los 22° de latitud N y los 81° de longitud W. Este territorio mide aproximadamente 175 Km de Este a Oeste y varía de 14 a un máximo de 58 Km de Norte a Sur, abarcando un área de 4,520 Km<sup>2</sup>. Aproximadamente 2,600 Km<sup>2</sup> de esta área (el 57 %) está constituido por humedal permanente (Ramos et al. 1994). La península en su totalidad, con su bajo relieve y pobre drenaje forma un extenso territorio de humedales bajos, marismas, ciénagas y bosques. La precipitación anual es de 1,200 a 1,600 mm como promedio, asociada con la actividad de tormentas de verano y con los frentes fríos invernales. Los suelos y sedimentos están generalmente saturados y forman una capa cienosa de 1 – 2 m de profundidad sobre la roca caliza subyacente. Las aguas dulces del interior están fuertemente impregnadas de taninos y tienen un pH bajo. Las temperaturas anuales varían de 15° C a 35°C con una temperatura media anual de 24°C.

La península en su casi totalidad sustenta una densa vegetación de árboles pequeños y arbustos. Las regiones costeras sometidas a la influencia de las mareas están dominadas por el mangle rojo y negro (*Rhizophora mangle* y *Avicenia germinans*). En las zonas interiores de agua dulce el árbol predominante es *Conocarpus erecta* y la especie herbácea más extendida es *Cladium jamaicensis*, que, junto a *Typha domingensis* forma densos herbazales de ciénaga.

La ciénaga de Zapata ha sido considerada siempre como el hábitat histórico por excelencia de *C. rhombifer* constituyendo una de las zonas más importantes en cuanto a diversidad biológica y grado de endemismo en el contexto de las Antillas.

La influencia humana en la península se concentra a lo largo de la carretera que corre al Oeste hasta el fondo de Bahía de Cochinos, separando las porciones nor-oriental y sud-oriental. La población, constituida por varios miles de habitantes se concentra sobre todo en pequeñas comunidades situadas a lo largo de los viales principales. El uso tradicional del área ha sido la extracción de madera, la producción de carbón vegetal, la pesca, la apicultura y la agricultura a pequeña escala. Actualmente el turismo se destaca como una actividad naciente que va cobrando cada vez mayor importancia para el futuro económico de la región.

El área en su totalidad cuenta con un plan rector para su desarrollo sustentable y ordenado (Plan Victoria de Girón), en el que se coordinan los variados sectores e intereses de la región.

### Identificación de factores e impactos

**De manera general, se consideran los siguientes impactos probables:**

- 1 **Reducción del área de ocupación:** la especie desapareció virtualmente de la zona oriental de Zapata, correspondiente al 30% de su distribución local histórica. De la zona occidental apenas ocupa el 45% del hábitat potencial.
- 2 **Construcción de viales:** hacia el interior de la ciénaga se han construido viales asociados a otras medidas sociales que, al inicio, provocaron un incremento de las comunidades del interior. El ulterior aumento del nivel educacional ha provocado un éxodo hacia las ciudades con reducción del número de asentamientos humanos y su cantidad de habitantes.
- 3 **Red de canales:** la red de canales construida desde finales del S. XIX para la extracción de productos forestales está actualmente preácticamente en desuso y muchos de los canales menores se están cerrando como resultado del crecimiento natural de la vegetación. Los principales impactos asociados a los canales son:
  - Vías de interacción entre las poblaciones locales de *C. acutus* y *C. rhombifer* con incremento de la posibilidad de hibridación.
  - Intrusión salina en áreas del interior de la ciénaga. Transformación favorable a la incidencia de *C. acutus*.
- 4 **Incendios:** se provocan incendios con frecuencia de 1 a 3 años, cuando la frecuencia natural es de alrededor de 10 años. Estos incendios en su mayoría son provocados de manera artificial por cazadores furtivos. Como impactos de estos incendios tenemos la disminución de la capa impermeable de turba, con efectos de intrusión salina.
- 5 **Calidad del agua:** el impacto sobre la calidad de las aguas es provocado principalmente por el desarrollo agroindustrial en el territorio circundante. Las extensas áreas boscosas que en el pasado rodeaban a la península de Zapata por el Oeste, el Norte y el Este fueron virtualmente sustituidas por grandes plantaciones de cítricos, arroz y caña de azúcar que descargan a la ciénaga sus aguas cargadas de fertilizantes y plaguicidas. El riego de esas áreas agrícolas se realiza a partir de las aguas freáticas, provocando un proceso de descenso y salinización de las cuencas.

## RECOMENDACIONES

### Recomendaciones generales

- 1 Llevar a cabo una reunión nacional sobre impactos a la población y hábitat del cocodrilo cubano. Estará basada en los resultados del PHVA sobre *C. rhombifer*. Deberán participar las siguientes instituciones: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Ministerio de la Industria Pesquera, Ministerio de la Agricultura (Empresas forestales, ganaderas y de cultivos varios en la periferia de Zapata y Lanier: Dirección de Riego, ENPA, Flora y Fauna); Instituto de Recursos Hidráulicos, Geocuba, Ministerio del Turismo, Instituto de Planificación Física, Ministerio del Interior (Cuerpo de Guardabosques, FGF); Ministerio de Finanzas, Gobiernos locales y



provinciales. ONG Cubanas, ONG internacionales: CSG, RAMSAR, WCS, WWF. Responsable de la organización: Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, Ministerio de la Agricultura. Etapas de organización: Comité Organizador, creación de bases de datos y mapoteca.

- 2 Especificar estudios de impacto sobre el hábitat y poblaciones de *C. rhombifer* y las instituciones de consulta obligatoria, como parte de los estudios de evaluación de impacto requeridos para la obtención de la licencia ambiental por parte de nuevas inversiones en Zapata y Lanier.
- 3 Ampliar los límites del Parque Nacional Ciénaga de Zapata para incluir el área de distribución de *C. rhombifer* y asignarle una categoría apropiada de zonificación (elaborar propuesta: CITMA, EMA, FLORA Y FAUNA, GEOCUBA)
- 4 Elaborar propuesta para incluir ciénaga de Lanier en el Sistema Nacional de Areas Protegidas (CITMA – CNAP, Flora y Fauna, EMA).

### **Recomendaciones específicas:**

- 1 Determinar el régimen de manejo de alivio de embalses de acuerdo con las necesidades del hábitat en ciénaga de Lanier.
- 2 Aplicación de controles biológicos en sustitución de plaguicidas químicos.
- 3 Estudio de régimen natural y manejo de incendios en las ciénagas de Zapata y Lanier.
- 4 Monitoreo de la calidad del agua en ambas localidades
- 5 No introducir nuevas especies exóticas (especialmente de peces dulceacuícolas) en Lanier y Zapata.
- 6 Continuar los estudios sobre relaciones interespecíficas de *Caiman crocodilus* y *Crocodylus rhombifer*.
- 7 Implementar el programa de cosecha de *C. crocodilus*.
- 8 Elaborar formulas para reducir la caza furtiva a través de la utilización del caimán por parte de la población local de Isla de la Juventud.
- 9 Identificación de patrocinadores y captación de fondos para los estudios sobre relaciones interespecíficas y la implementación del programa de cosecha de caimán en Isla de la Juventud.
- 10 Adopción y adaptación de las Líneas Guías para la reintroducción a las condiciones locales y de la especie *C. rhombifer*.
- 11 Comenzar por un estudio de identificación y evaluación (respecto a cantidad y calidad de hábitat) de localidades potenciales para el establecimiento de nuevas poblaciones de *C. rhombifer*.

- 12 Necesidad de adquirir Programa de Sistema de Información Geográfica para la realización de estos trabajos por parte de Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna.
- 13 Necesidad de fondos para la adquisición de la información necesaria sobre las nuevas áreas de introducción.

# *Cocodrilo Cubano*

*(Crocodylus rhombifer)*

Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat

Borrador del Informe

Isla de Juventud, Cuba  
21 al 25 de enero 2000

Sección 5

Resultados de los grupos de trabajo:  
2. Grupo de trabajo de poblaciones



## Grupo de trabajo de poblaciones

Este grupo de trabajo consideró los problemas comunes de conservación que enfrentan hoy las dos poblaciones (o metapoblaciones) del cocodrilo cubano, es decir, las de Ciénaga de Zapata y Ciénaga de Lanier, así como problemas más específicos a cada una de ellas. Es de destacar que prácticamente no existen trabajos sobre aspectos demográficos de esta especie en vida libre, excepto los de Ramos et al. (1994, 2000) en un sector de la extensa población de la ciénaga de Zapata. Sin embargo, existe un cierto volumen de información no publicada acerca de aspectos reproductivos en cautiverio que son relevantes para el manejo de las poblaciones en vida libre.

### Identificación de factores e impactos

Se identificaron tres grupos de factores que están incidiendo de manera negativa sobre la viabilidad de las poblaciones naturales del cocodrilo cubano, y que son:

- 1 Factores que inciden sobre la integridad genética de la población:
  - Existencia de pocas poblaciones muy localizadas,
  - Hibridación con el cocodrilo americano (*C. acutus*).
  
- 2 Factores naturales o provocados indirectamente por el hombre que inciden negativamente en la viabilidad de la población:
  - Posible competencia con la especie introducida *Caiman crocodilus fuscus* en la ciénaga de Lanier,
  - Depredación por animales domésticos y ferales,
  - Contaminación,
  - Catástrofes naturales y cambios climáticos globales.
  
- 3 Factores humanos:
  - Caza ilegal.
  - Ausencia de reconocimiento oficial como áreas protegidas de las zonas ocupadas por las poblaciones de *C. rhombifer*.
  - Falta de recursos materiales para la investigación y manejo.
  - Condición de la especie como un recurso pesquero,
  - Desarrollo económico y poblacional de las áreas con cocodrilos,
  - Poco conocimiento acerca de los valores de la especie.

A continuación se discuten cada uno de estos factores y se dan recomendaciones como probables soluciones a los problemas que ellos crean en relación con la conservación del cocodrilo cubano.

## **Existencia de pocas poblaciones muy localizadas**

El cocodrilo cubano ocupa una extensa área dentro de la localidad geográfica de la ciénaga de Zapata y una pequeña área dentro de la ciénaga de Lanier. La población de la ciénaga de Zapata probablemente esté formada por varias subpoblaciones, en lo que constituye una metapoblación. Es evidente que el área de ocupación actual de la especie es muy restringida y se sabe por el registro fósil que en épocas pasadas ocupó dotras áreas geográficas dentro y fuera de Cuba (Barbour 1945; Barbour y Ramsden 1919; Furrázola 1969; Varona 1984; Morgan et al. 1993; Franz et al. 1995). Este hecho sugiere la posibilidad de aumentar la distribución geográfica de la especie mediante la translocación de individuos a nuevas localidades. De establecerse dichas poblaciones se reduciría el riesgo de extinción masiva de la especie y la posibilidad de efectos genéticos negativos asociados a continuar manteniendo sólo una población (o metapoblación) en una sola localidad.

## **Hibridación de *C. rhombifer* con *C. acutus***

Desde hace tiempo se conoce la existencia, en la ciénaga de Zapata, de híbridos naturales de las dos especies de cocodrilos presentes en Cuba. Estos híbridos son denominados localmente “mixturados”, pero se sabe muy poco sobre su frecuencia en la naturaleza, causas de su ocurrencia y características biológicas (genética, reproducción, ecología). Sólo se conoce que los F<sub>1</sub> son fértiles (Roberto Ramos, com. pers.). La amenaza a la permanencia del cocodrilo cubano como especie está en el hecho de la probable existencia de introgresión genética, es decir, del cruce preferencial del F<sub>1</sub> y los retrocruces con *C. rhombifer*, lo que traería como consecuencia la pérdida de la integridad genética de la especie y su posible desaparición como tal..

## **Posible competencia entre *C. rhombifer* y *Caiman crocodilus fuscus* en la ciénaga de Lanier**

En relación con la posible competencia del cocodrilo cubano con la babilla en la ciénaga de Lanier, evidencias circunstanciales señalan que posiblemente ésta no exista para el alimento y los sitios de nidificación para los animales adultos, pero si para el alimento entre juveniles.

## **Depredación por animales domésticos y ferales**

Se conoce muy poco acerca de los depredadores naturales del cocodrilo cubano. Observaciones incidentales señalan que huevos y recién eclosionados son fuertemente depredados tanto por especies naturales (aves, hormigas) como por especies domésticas convertidas o no en ferales (cerdos, gatos). Al igual que para el caso anterior, se recomienda un estudio de esta problemática por los especialistas de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna.

## **Contaminación:**

Este tipo de impacto se consideró también por parte del grupo de análisis del hábitat. No parece ser de mucha importancia en la ciénaga de Lanier, pero si en la ciénaga de Zapata, donde el desarrollo agro-industrial (industria azucarera y citrícola) al norte de la ciénaga y el desarrollo

turístico dentro de ésta provocan la contaminación de las aguas con efectos negativos ya conocidos en las poblaciones de manjuarí (*Atractosteus tristoechus*) y aun desconocidos en las poblaciones de cocodrilos.

## **Catástrofes naturales y cambios climáticos globales**

Las catástrofes naturales (ciclones, grandes incendios, intensas sequías) o provocadas por el hombre (cambios climáticos globales) deben de incidir de forma negativa en la viabilidad de las poblaciones de cocodrilos, especialmente con respecto a los sitios de nidificación (ciclones, cambios en el nivel del mar) y viabilidad de los huevos (cambios de temperatura). La problemática con estos efectos es que su estudio es a largo plazo y compite con otros estudios de factores que inciden más directamente y a corto plazo sobre las poblaciones de cocodrilos.

## **Caza ilegal**

Las poblaciones del cocodrilo cubano, como muchas otras especies silvestres, están afectadas debido a la caza ilegal por parte de la población. Esto posiblemente cause algún daño, siendo supuestamente mayor en la ciénaga de Lanier que en la de Zapata. El objetivo de esta caza es la obtención de carne y en algunos casos la taxidermia de ejemplares pequeños. Durante 1999 el Cuerpo de Guardabosques del territorio de la ciénaga de Zapata decomisó 77 cocodrilos, de los cuales 10 eran *C. rhombifer*, 36 eran *C. acutus* y 31 no identificados. La protección del territorio de Zapata se hace difícil por su gran extensión y se asume que sólo se detecta el 45 % de la caza ilegal. Generalmente los cazadores ilegales no cazan solamente cocodrilos sino otros animales silvestres, siendo penalizados con multas y decomiso de las armas y otros medios cuando son sorprendidos en el hecho.

El caso de la ciénaga de Lanier es algo distinto. Su acceso es más fácil y se ha estimado que entre 30 y 40 cocodrilos cubanos son cazados ilegalmente por año. Como la babilla se encuentra en gran abundancia en las áreas pobladas del territorio Norte de la isla, de cierta manera sirve de escudo al cocodrilo cubano contra los cazadores furtivos pues resulta más fácil obtener proteína de esta fuente más asequible.

Sobre la base de la situación arriba descrita se recomienda evaluar los efectos de la caza furtiva sobre las poblaciones de *C. rhombifer* y establecer medidas para disminuir su incidencia.

## **Definición de áreas protegidas para *C. rhombifer***

A pesar de que la ciénaga de Zapata es un Sitio RAMSAR y una Reserva de la Biosfera, no hay ninguna definición concreta hasta la fecha de alguna categoría de manejo que proteja la población núcleo del cocodrilo cubano. Similar situación existe en la ciénaga de Lanier.

## **Falta de recursos materiales para investigación y manejo**

Durante muchos años se ha trabajado en la conservación del cocodrilo cubano con muy limitados recursos materiales, lo que ha impedido abordar determinados tópicos de investigación y

acciones de manejo que requieren de instrumentos o equipos de trabajo costosos o de medios de transportación terrestre y acuática de los que no se dispone. Por tanto se recomienda:

### **Condición del cocodrilo cubano como recurso pesquero**

En virtud del Decreto-Ley 164 se considera a los cocodrilos como recurso pesquero, sin especificar el taxon. Esto puede provocar que bajo determinadas condiciones la especie fuera explotada de manera impropia. Nuestro objetivo en este aspecto es que se haga una diferenciación entre las dos especies de *Crocodylus* presentes en Cuba, a los efectos de lograr un manejo adecuado de cada una. Este planteamiento lo hacemos sobre la base de que muchas veces el recurso se maneja bajo una designación general, por ejemplo, cocodrilo. Para cumplir este objetivo nos proponemos elaborar un documento que contemple los aspectos señalados, dirigido a la Dirección de Regulaciones Pesqueras del MIP, así como otro documento adicional con el informe de la 15ª Reunión del CSG. El responsable de la redacción de la propuesta será Roberto Ramos, y el término de esta tarea, junio del 2000.

### **Poco conocimiento acerca de los valores de la especie**

Quizás si la población rural conociera más acerca del cocodrilo cubano a través de una adecuada campaña de educación ambiental, se podrían resolver muchos de los problemas de conservación de la especie. La campaña, de hecho ya se ha iniciado en los poblados vecinos de la ciénaga de Lanier, en las recomendaciones se especifican aspectos en que debe ponerse énfasis especial.

### **Desarrollo económico y poblacional humano en las áreas con cocodrilos**

El desarrollo económico y poblacional humanos de las áreas aledañas a las poblaciones silvestres del cocodrilo cubano sin lugar a dudas ejerce y, sobre todo, ejercerá en el futuro inmediato efectos negativos sobre la persistencia de la especie. Por el momento el crecimiento poblacional en la ciénaga de Zapata no parece ser un gran problema, pero si lo es el desarrollo económico, en términos de nuevas formas de explotación de los recursos naturales de la ciénaga, en este caso, áreas naturales para el turismo, petróleo y turba. Ya se plantea que la extracción de esta última afecta la hidrología de la ciénaga y por esta vía toda la biota del área, incluyendo los cocodrilos. El caso de la ciénaga de Lanier es aparentemente todo lo contrario, no existen por el momento grandes planes de desarrollo económico para el área, pero si existe una población humana en constante crecimiento que cada día incide más en las poblaciones naturales de plantas y animales. Para esta situación específica se recomienda una intensa campaña de educación ambiental.



## Recomendaciones

### Recomendaciones generales

#### Grupo nacional de especialistas de cocodrilos.

- 1 Se acordó constituir un grupo de trabajo de especialistas de cocodrilos a fin de unificar los criterios científicos, facilitar el intercambio de experiencias y otros. Este grupo podría integrarse a la Asociación Cubana de zoológicos, Acuarios y Afines. Se encargará de la constitución del grupo la Presidente de la mencionada asociación, lo que se deberá realizar antes de concluir el mes de mayo del 2000.

#### Información a las autoridades nacionales:

- 1 Al finalizar la 15ª Reunión de Trabajo del Grupo de Especialistas de Cocodrilos y el Taller PHVA consideramos necesario hacer llegar a los organismos nacionales que intervienen en la conservación y explotación del cocodrilo: los Ministerios de la Agricultura, Pesca, Turismo, Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente así como al Cuerpo Nacional de Guardabosques, el informe de las recomendaciones elaborados por los especialistas a fin de que sean debidamente instrumentadas las políticas y estrategias para la solución de la problemática planteada.
- 2 Al recibirse los documentos del PHVA éstos se enviarán a los organismos señalados y se convocará a una reunión que deberá realizarse en noviembre del 2000, para analizar el documento, elaborar e implementar el correspondiente Plan de Acción, de acuerdo con las recomendaciones.

### Recomendaciones específicas

#### En relación con las problemáticas arriba analizadas, se hicieron las siguientes recomendaciones:

- 1 Identificar y evaluar nuevas áreas con hábitat potencial para la supervivencia y reproducción del cocodrilo cubano, teniendo en cuenta los siguientes criterios:
  - Definir mejor los requerimientos de hábitat de *C. rhombifer*;
  - Extensión del hábitat propuesto;
  - Condiciones del hábitat:: refugio, agua, alimento, hábitat de nidificación;
  - Presencia de *C. acutus* y vías de contacto entre ambas especies;
  - Presencia humana y uso futuro del área
- 2 Estudiar Lineamientos de IUCN/SSC para la Re-introducción, emitidos por el Grupo de Especialistas para la Re-introducción, adaptándolas a las características particulares de la especie en cuestión.
- 3 Iniciar estudios para determinar el carácter de la interacción genética entre *C. acutus* y *C. rhombifer*, su magnitud y el impacto sobre las poblaciones de *C. rhombifer* a corto y largo plazo en las localidades de Zapata y Lanier;

- 4 Implementar un tema de estudios de genética poblacional basado en el análisis de ADN, de muestras de ejemplares fenotípicamente identificables como *C. rhombifer* y *C. acutus* puros y como posibles híbridos;
- 5 Brindar la posibilidad de que especialistas de otros países viajen a Cuba para participar en estudios de genética poblacional y habilitar oportunidades de entrenamiento sobre métodos de investigación genética a través de la colaboración con la Universidad de La Habana, Departamento de Bioquímica de la Facultad de Biología. Organismos responsables: CITMA, MINAGRIC, MIP, Facultad de Biología, UH.
- 6 Localizar fuentes de financiamiento internacional para conducir los estudios sobre genética poblacional;
- 7 Iniciar un estudio sobre el carácter de las relaciones interespecíficas entre *C. rhombifer* y *Caiman crocodilus fuscus* en la ciénaga de Lanier, por parte de especialistas de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna.
- 8 Empezar un estudio sobre relaciones interespecíficas con otros grupos de la fauna silvestre, especialmente relaciones de predación de huevos y juveniles de *C. rhombifer* por parte de especies silvestres autóctonas (peces, aves), domésticas y ferales (cerdo, gato, etc.).
- 9 Coordinar un estudio sobre la naturaleza, magnitud e impacto de la contaminación en las poblaciones de la flora y la fauna de las ciénagas de Zapara y Lanier, por parte de los organismos competentes de CITMA.
- 10 Coordinar un estudio sobre los impactos actuales y potenciales de las acciones actuales y planes prospectivos de desarrollo socio-económico para la ciénaga de Zapata, tales como extracción de turba, explotación petrolera y turismo. Organismos responsables: CITMA, Planificación Física, Geocuba, Organismos que realizan la actividad económica.
- 11 Establecer un registro de caza ilícita e informar a los organismos relacionados con el manejo de poblaciones silvestres de cocodrilos (MINAGRIC, MIP, CITMA) todo tipo de caza ilegal de estas especies. El registro deberá consignar: localidad, hábitat, fecha y siempre que sea posible, especie, sexo y talla. El organismo responsable será el Cuerpo de Guardabosques de las respectivas localidades.
- 12 Incluir en los programas de investigación la evaluación de la magnitud de la caza furtiva y su impacto sobre las poblaciones de cocodrilos.
- 13 Perfeccionar los planes actuales de educación ambiental dirigidos a las comunidades relacionadas con el hábitat del cocodrilo cubano, haciendo que las mismas participen activamente en actividades de conservación y extenderlos a las comunidades de la ciénaga de Zapata. Serán responsables de esta actividad en la ciénaga de Zapata los órganos locales de CITMA y MINED y en la ciénaga de Lanier, la Empresa Nacional para la

Protección de la Flora y la Fauna y el órgano local del MINED. Debe ponerse un énfasis especial en los siguientes aspectos:

- La especie como símbolo de la nacionalidad cubana
- La amenaza que gravita sobre la especie por su restringida área geográfica y la caza ilegal
- Efecto sombrilla de la protección de la especie, ya que al protegerla a ella se protegen otros especies y los humedales integralmente.
- El papel de especie clave que poseen los cocodrilos en el mantenimiento del funcionamiento de los humedales
- Los valores instrumentales de la especie (carne, grasa, piel, ecoturismo) que pueden aprovecharse de manera sostenible y que si perderían de extinguirse la especie.

- 14 Solicitar al Centro Nacional de Areas Protegidas (CNAP/CITMA) la creación de un área protegida con una categoría de manejo definida, que incluya la población núcleo del cocodrilo cubano de la ciénaga de Zapata. Esta población está localizada en la porción central - sudoccidental de la península de Zapata. Los especialistas Roberto Ramos y Eduardo Abreu, de CITMA trabajarán en la elaboración de la propuesta (fecha de cumplimiento: julio del 2000).
- 15 En la ciénaga de Lanier se debe trabajar más para justificar su protección. Por su pequeña área pudiera ser declarada como Refugio de Fauna o Reserva Ecológica. Para elevar esta propuesta al CNAP debe hacerse una evaluación de los valores florísticos y faunísticos del área por parte de los especialistas de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna. Se propone como responsable de esta tarea al especialista Roberto Rodríguez Soberón y su fecha de cumplimiento propuesta es enero del 2001. Paralelamente, se configurarán las investigaciones científicas y la educación ambiental en las comunidades cercanas a la ciénaga de Lanier.
- 16 Para ambas propuestas de inclusión en el Sistema Nacional de Areas Protegidas (Lanier y hábitat núcleo del Cocodrilo cubano en la ciénaga de Zapata) el Grupo de Especialistas de Cocodrilos (CSG) elaborará una recomendación dirigida a las autoridades cubanas. Resp: J. P. Ross. Fecha: Julio del 2000.
- 17 Identificar fuentes de financiamiento internacional para apoyar las tareas de investigación – conservación del Cocodrilo cubano.
- 18 Identificar con claridad cuáles son los recursos necesarios para cada tarea, así como las necesidades de superación profesional y especialización (mediante becas, cursos, participación en talleres y otros eventos científicos, etc.).
- 19 Destinar a la conservación al menos una parte de los ingresos la comercialización de las pieles y carne de caimán, de los beneficios de la cría en cautiverio y el uso turístico de las facilidades de cría. Se debe considerar también la posibilidad del uso de parte de estas ganancias en beneficio de las comunidades cercanas a las áreas donde habita el cocodrilo cubano.

# *Cocodrilo Cubano*

*(Crocodylus rhombifer)*

Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat

Borrador del Informe

Isla de Juventud, Cuba  
21 al 25 de enero 2000

## **Sección 6**

**Resultados de los grupos de trabajo:**  
**3. Grupo de trabajo de modelos poblacionales**



## Grupo de trabajo de modelos poblacionales

### Aplicación del programa VORTEX

Este grupo de trabajo estuvo a cargo de desarrollar diferentes variantes de modelaje poblacional mediante el empleo del programa VORTEX.

A continuación se relacionan los parámetros introducidos al programa VORTEX durante este ejercicio y los criterios utilizados para ello.

### Parámetros utilizados en las simulaciones:

- **Número de corridas del programa o iteraciones: 100.** Constituye el número mínimo de iteraciones para obtener estadísticas confiables. Para propósitos de publicación las simulaciones deben ser corridas 500 veces.
- **Número de años a considerar en cada simulación: 100.** Este período se extiende a 4 ó 5 generaciones de cocodrilos, lo que da una idea de los cambios demográficos en la población, pero necesita ser extendido para estimados de la retención de la variabilidad genética a largo plazo.
- **Intervalo de reporte de extinción: 10 años .** Es un período conveniente para plotear patrones de cambio. Cada reporte provee de un sumario del tamaño poblacional, probabilidad de extinción y retención de la diversidad genética.
- **La extinción es definida como (dos alternativas: un solo sexo o menos de 50 individuos en la población): un solo sexo.**
- **Número de poblaciones a modelar:** una sola población . La evidencia actual indica que Zapata y Lanier son panmícticas y no están fragmentadas.
- **Depresión por consanguinidad:** No. Se consideró que estas poblaciones grandes no tendrán pérdidas significativas de variación por deriva aleatoria. La depresión por consanguinidad necesita ser considerada cuando las poblaciones son de menos de 300 individuos.
- **¿Considerar los efectos de la variación ambiental en la reproducción equivalentes a la supervivencia asociada a la variación ambiental?:** No. Porque puede haber años en que la reproducción se pierda sin que se afecte la supervivencia de adultos y juveniles.
- **Catástrofes naturales:** Se decidió que los huracanes y fuegos no constituyen un problema a los efectos estadísticos. No obstante, la inundación es una catástrofe que necesita ser monitoreada.
- **Estrategia reproductiva:** polígama
- **Edad de reclutamiento de las hembras como reproductoras:** 10 años. Valor obtenido a partir de la experiencia de reproducción en cautiverio en Cuba.
- **Edad máxima de reproducción:** 40 años. Este valor pudiera diferir entre poblaciones silvestres y manejadas en cautiverio. Se asumió 40 años como un estimado propuesto por el biólogo cubano Roberto Ramos, basado en la probable longevidad en vida libre y senescencia reproductiva.

- **Proporción de sexos en la eclosión:** 50 %. Este es un estimado basado en varios años de observaciones en Cuba.
- **Número máximo de crías por hembra al año:** el tamaño máximo probable de la camada es 30, con un valor promedio de 25, en condiciones de vida silvestre.
- **Reproducción dependiente o no de la densidad poblacional:** Si. Los datos provenientes de observaciones y experimentos de cosecha en vida silvestre de varias especies de Crocodilianos sugieren densidades dependientes.
- **Porcentaje máximo de reproducción:** 64.0. Esta es la proporción estimada de hembras adultas que se reproducen a bajas densidades poblacionales y bien por debajo de la capacidad de carga del hábitat.
- **Proporción de hembras adultas que se reproduce cada año a máxima capacidad de carga:** 33.0 % . Se estimó que alrededor de un tercio de las hembras adultas se reproducen cada año a capacidad de carga. Esto equivale a un intervalo de 3 años entre puestas.
- **Inclinación de la pendiente exponencial V:** 2.0. Es un estimado parcialmente basado en observaciones de otras especies de Crocodilianos. La inclinación determina cuán rápidamente la reproducción responde a declinaciones de la población por debajo de la capacidad de carga.
- **Efecto de aleles:** 0 (los tamaños de estas poblaciones se consideran suficientemente altos para que este factor no constituya un problema significativo).
- **Desviación standard del porcentaje que se reproduce anualmente:** 12.5 %. Es un estimado para el que no se disponía de datos.
- **Composición percentual de tamaños de nidada de la hembras que se reproducen:**  
Se consideraron los siguientes tamaños de nidadas y porcentajes:

23	12.5
24	18.75
25	37.5
26	18.75
27	12.5

Esta distribución es arbitraria pero da un tamaño promedio de nidada de 25, que es el promedio basado en las observaciones de Roberto Ramos.

- **Mortalidad hasta 1 año de edad (incluye mortalidad en nidos, huevos y crías):**  
(% debido a inundación parcial del nido).  $6 \times 9 \times 2 = 89.2\%$  (datos numéricos aportados por los especialistas cubanos). Este valor es el mismo para las crías hembras y machos.
- **Mortalidad de 1 año a 2 años:** 33% (basado en observaciones de otras especies de Crocodilianos. No existen datos directos de *C. rhombifer*).

- **Mortalidad en las restantes clases de edad:** los restantes estimados de la mortalidad se basaron en la estructura de tallas obtenidas en estudios de la población de *C. rhombifer* de la ciénaga de Zapata. Ver los artículos de Ramos et al. en el libro de Proceedings de la 15ª Reunión de Trabajo del CSG (Varadero, enero 2000) y el Briefing Book del taller PHVA.. Los ajustes en las cifras de mortalidad fueron calibrados para reproducir posibles efectos de la caza y otras fuentes de mortalidad.
- **Probabilidad de catástrofes:** 20.0 % . Inundaciones que provocan destrucción de nidos ocurren con una frecuencia promedio de 5 años).
- **Severidad respecto a la reproducción:** 0.7. Se estimó que alrededor del 30 % de los nidos se pierden en un año de inundación.
- **Severidad respecto a la supervivencia:** 1.0. Las inundaciones no tienen un efecto significativo sobre la supervivencia de los juveniles o de los adultos.
- **¿Se encuentran todos los machos adultos en la población reproductiva?:** No. **¿Qué porcentaje no se encuentra?:** 50 %. Las variaciones en las proporciones de machos en el fondo de reproductores en un año dado no parece afectar los resultados demográficos porque la especie es polígama. Los efectos genéticos parecen ser mínimos a causa de la alta longevidad y el resultante alto grado de oportunidad para los machos adultos de reproducirse al menos una vez durante su vida. Además, las poblaciones son relativamente grandes.
- **Comenzar la simulación a una distribución de edades estable?:** Si para la población de Ciénaga de Zapata, que es una población establecida. Esta es una aproximación razonable pues no se cuenta con datos directos. La población inicial utilizada para la ciénaga de Zapata fue de 300.  
En el caso de la ciénaga de Lanier, para inicializar el modelo de simulación se utilizó la distribución de edades existente en el grupo de animales reintroducidos. El tamaño poblacional inicial fue de 618 y la distribución de edades está basada en las siguientes proporciones de individuos liberados:
  - Clase de edad 1 a 3 años: 180
  - Clase de edad 4 – 8 años: 300
  - Clase de edad 9 – 12 años: 138
- **Capacidad de carga:** 700 para la ciénaga de Lanier, basándose en el estimado de área y de la distribución actual de la población reintroducida, se considera que ésta se encuentra cerca de la capacidad de carga.  
La capacidad de carga para la ciénaga de Zapata se estimó en 3000, igualmente sobre la base del estimado de que esta población debe encontrarse cerca de la capacidad de carga. Nosotros reconocemos que la población de la ciénaga de Zapata debe estar en el rango de los 5 000 individuos, pero en este caso se aplica la misma lógica de que la población se encuentra al nivel de la capacidad de carga.



- **Variación en la capacidad de carga debida a la variación ambiental:** Aunque la capacidad de carga puede variar de un año a otro no está claro cómo esto pudiera afectar la supervivencia de los animales existentes en la población en ese año.
- **¿Existe alguna tendencia proyectada en la capacidad de carga?** No. Debe haber tendencias en pérdida de hábitat pero estas no fueron consideradas en el modelo.
- **¿Se cosechará la población?** Si. Esta sección se utilizó para incluir estimados de la mortalidad provocada por la caza ilícita. Se estima que las pérdidas por caza ilícita son incidentales a otras actividades de caza. Se estima que de 30 a 40 animales son removidos anualmente de ambas poblaciones.
- Esto completa los parámetros preparados para este análisis.

## Resultados:

La Tabla 1 muestra un sumario de los resultados del análisis de simulación para las poblaciones de *C. rhombifer* de la ciénaga de Lanier y la ciénaga de Zapata.

**TABLA 1. Sumario de resultados demográficos**

Pob.	r det	r sto	SD	Pe	N	SD	Hetero	SD	Alele	SD	Te
<b>Población de la ciénaga de Lanier</b>											
L001	0.082	-0.72	0.218	0.910	308	177	0.9676	0.0210	68	22.8	53.4
L002	0.082	-0.007	0.151	0.000	570	108	0.9963	0.0008	420	72.9	0.0
L003	0.082	0.012	0.144	0.000	631	71	0.9972	0.0000	544	45.20	0.0
<b>Población de la ciénaga de Zapata</b>											
Z001	0.082	0.048	0.136	0.000	2856	197	0.9967	0.0000	551	17.8	0.0
Z003	0.082	0.037	0.134	0.000	2827	218	0.9994	0.0000	2485	104.5	0.0
Z004	0.062	0.015	0.136	0.000	2602	404	0.9959	0.0000	441	24.9	0.0
Z005	0.063	0.016	0.131	0.000	2651	316	0.9959	0.0003	443	27.1	0.0
Z006	0.063	0.009	0.122	0.000	2697	446	0.9990	0.0000	1610	81.6	0.0

## Discusión

Los resultados generales de las simulaciones indican que la población de *C. rhombifer* a densidades por debajo de la capacidad de carga pueden crecer en una proporción de alrededor del 7 – 10 % anual, si la mortalidad se debe exclusivamente a causas naturales. Se identificaron dos causas mayores adicionales de mortalidad natural: a) La caza ilegal, que está teniendo un efecto significativo en la población de la ciénaga de Lanier para los animales adultos y subadultos, y b) el canibalismo ejercido por los adultos establecidos sobre los animales más jóvenes, en poblaciones con densidades cercanas a la capacidad de carga.

La depresión por consanguinidad no se consideró en estos modelos y no constituye un problema significativo para poblaciones del tamaño de las de la ciénaga de Zapata y la ciénaga de Lanier. La población de la ciénaga de Lanier se estableció a partir de 600 animales obtenidos en la ciénaga de Zapata y en el Jardín Zoológico de La Habana. Los cocodrilos traídos del Jardín Zoológico de La Habana, a su vez se originaron directamente o de progenitores provenientes de la ciénaga de Zapata. La mayor población de parentales representaría aproximadamente el 100 % de la variación genética presente en la población de la ciénaga de Zapata. El tiempo de separación de esas poblaciones, de sólo 5 años, es demasiado corto para que ocurra divergencia genética. Con poblaciones de esta talla, no es probable que pueda ocurrir ninguna divergencia significativa dentro de un período de 100 a 1000 años.

Otro aspecto preocupante que no fue considerado en las simulaciones fue la posibilidad de introgresión genética de *C. acutus* en *C. rhombifer*. Existe evidencia de que esto está ocurriendo en parte de la población de la ciénaga de Zapata, pero no parece ser actualmente un problema para la población de la ciénaga de Lanier. Será de interés evaluar si la actual población de la ciénaga de Lanier muestra alguna evidencia de introgresión, mediante la realización de estudios moleculares. También se necesitan estudios moleculares similares aplicados a la población de la ciénaga de Zapata para permitir la evaluación de la introgresión más allá de la generación F<sub>1</sub> de híbridos.

La población de la ciénaga de Lanier corre un significativo riesgo de extinción debido al efecto de las actividades de caza ilícita. Al considerar en el modelo de simulación una extracción de 30 a 40 sub-adultos por año, el resultado fue una población que no mostrará incremento durante los próximos 20 años y mostrará, en cambio, una tasa de crecimiento ligeramente negativa que de continuar, pudiera conducir eventualmente a la extinción. Para reducir el riesgo de extinción y permitir un modesto crecimiento poblacional la extracción de individuos ocasionada por la caza ilegal debe ser reducida al menos a la mitad: no más de 15 – 20 individuos al año. Deben desarrollarse decisiones de manejo sobre el tamaño de la población que puede ser mantenida en la ciénaga de Lanier y el tiempo requerido para crecer hasta esta capacidad. Esto permitirá obtener estimados más precisos sobre las pérdidas admisibles por concepto de mortalidad debida a la caza.

A las propuestas para establecer una tercera población se les puede proveer de un lineamiento para el número de animales que se necesita liberar para asegurar la adecuada representación de reproductores para una total retención de la diversidad genética del cocodrilo cubano. La liberación de un total de 100 – 200 animales para una supervivencia de al menos 100 reproductores suministra el 100 % de la diversidad genética presente. La liberación de un número mayor de animales permitiría una expansión demográfica más rápida hasta completar la capacidad de carga del hábitat. La simulación preliminar sugiere que una capacidad de carga de alrededor de 500 animales como total proveería de una viabilidad a largo plazo con retención de la diversidad genética. Poblaciones más pequeñas pudieran beneficiarse con liberaciones adicionales de animales provenientes de la población originaria. El tamaño y la frecuencia de estas liberaciones adicionales estaría determinado por el tamaño de la población y por el modelo obtenido de la tasa de pérdida de diversidad genética. Por ejemplo, en una población de 200 animales no se necesitarían más de 1 a 5 animales por generación para sobrevivir y reproducirse.

A manera de sumario, la contribución del modelado poblacional al manejo de la población pudiera ser sustancialmente mejorado con la inclusión de datos sobre la reproducción de hembras adultas (intervalo entre reproducciones y éxito reproductivo) en vida silvestre. Estos datos deberían ser obtenidos preferentemente mediante el empleo de la técnica de radiotelemetría de hembras por un tiempo mínimo de cinco años. Esto además brindaría valiosa información sobre la mortalidad en las hembras reproductoras. También los datos disponibles actualmente indican una substancial variación en la estructura de tallas entre las áreas de estudio. Esto sugiere la necesidad de una mayor muestra de localidades de estudio para obtener información sobre la variación natural. Sería útil obtener índices a partir del monitoreo periódico para detectar tendencias de cambio en la población.

# *Cocodrilo Cubano*

*(Crocodylus rhombifer)*

Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat

Borrador del Informe

Isla de Juventud, Cuba  
21 al 25 de enero 2000

## **Sección 7**

### **Anexo 1.**

**Ficheros del análisis mediante el programa VORTEX**



## Anexo 1. Ficheros del análisis mediante el programa VORTEX

### VALORES DE LOS PARAMETROS PARA EL MODELADO DE LA POBLACION DE LANIER

#### PARAMETER VALUES FOR THE LANIER POPULATION MODELING

```
RHOML001.OUT      ***Output Filename***
Y      ***Graphing Files?***
N      ***Details each Iteration?***
100    ***Simulations***
100    ***Years***
10     ***Reporting Interval***
0      ***Definition of Extinction***
1      ***Populations***
N      ***Inbreeding Depression?***
N      ***EV concordance between repro and surv?***
2      ***Types Of Catastrophes***
P      ***Monogamous, Polygynous, or Hermaphroditic***
10     ***Female Breeding Age***
10     ***Male Breeding Age***
40     ***Maximum Breeding Age***
50.000000 ***Sex Ratio (percent males)***
30     ***Maximum Litter Size (0 = normal distribution) *****
Y      ***Density Dependent Breeding?***
Pop1
64.000000 ***Density dependence term P(0)***
33.000000 ***Density dependence term P(K)***
2.000000 ***Density dependence term B***
0.000000 ***Density dependence term A***
12.50  **EV-breeding
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 1***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 2***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 3***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 4***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 5***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 6***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 7***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 8***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 9***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 10***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 11***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 12***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 13***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 14***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 15***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 16***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 17***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 18***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 19***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 20***
0.000000 ***Pop1: Percent Litter Size 21***
```

```

0.000000    ***Pop1: Percent Litter Size 22***
12.500000   ***Pop1: Percent Litter Size 23***
18.750000   ***Pop1: Percent Litter Size 24***
37.500000   ***Pop1: Percent Litter Size 25***
18.750000   ***Pop1: Percent Litter Size 26***
12.500000   ***Pop1: Percent Litter Size 27***
0.000000    ***Pop1: Percent Litter Size 28***
0.000000    ***Pop1: Percent Litter Size 29***
89.200000   *FMort age 0
5.000000   ***EV
33.000000   *FMort age 1
10.000000   ***EV
24.000000   *FMort age 2
8.000000   ***EV
5.000000   *FMort age 3
3.000000   ***EV
5.000000   *FMort age 4
3.000000   ***EV
5.000000   *FMort age 5
3.000000   ***EV
5.000000   *FMort age 6
3.000000   ***EV
5.000000   *FMort age 7
3.000000   ***EV
5.000000   *FMort age 8
3.000000   ***EV
5.000000   *FMort age 9
3.000000   ***EV
5.000000   *Adult FMort
3.000000   ***EV
89.200000   *MMort age 0
5.000000   ***EV
33.000000   *MMort age 1
10.000000   ***EV
24.000000   *MMort age 2
8.000000   ***EV
5.000000   *MMort age 3
3.000000   ***EV
5.000000   *MMort age 4
3.000000   ***EV
5.000000   *MMort age 5
3.000000   ***EV
5.000000   *MMort age 6
3.000000   ***EV
5.000000   *MMort age 7
3.000000   ***EV
5.000000   *MMort age 8
3.000000   ***EV
5.000000   *MMort age 9
3.000000   ***EV
5.000000   *Adult MMort
3.000000   ***EV
20.000000   ***Probability Of Catastrophe 1***
0.700000   ***Severity--Reproduction***
1.000000   ***Severity--Survival***
1.000000   ***Probability Of Catastrophe 2***
1.000000   ***Severity--Reproduction***

```

```

1.000000      ***Severity--Survival***
N      ***All Males Breeders?***
Y      ***Answer--A--Known?***
50.000000      ***Percent Males In Breeding Pool***
N      ***Start At Stable Age Distribution?***
30      ***Initial Females Age 1***
30      ***Initial Females Age 2***
30      ***Initial Females Age 3***
30      ***Initial Females Age 4***
30      ***Initial Females Age 5***
30      ***Initial Females Age 6***
30      ***Initial Females Age 7***
30      ***Initial Females Age 8***
17      ***Initial Females Age 9***
18      ***Initial Females Age 10***
17      ***Initial Females Age 11***
17      ***Initial Females Age 12***
0      ***Initial Females Age 13***
0      ***Initial Females Age 14***
0      ***Initial Females Age 15***
0      ***Initial Females Age 16***
0      ***Initial Females Age 17***
0      ***Initial Females Age 18***
0      ***Initial Females Age 19***
0      ***Initial Females Age 20***
0      ***Initial Females Age 21***
0      ***Initial Females Age 22***
0      ***Initial Females Age 23***
0      ***Initial Females Age 24***
0      ***Initial Females Age 25***
0      ***Initial Females Age 26***
0      ***Initial Females Age 27***
0      ***Initial Females Age 28***
0      ***Initial Females Age 29***
0      ***Initial Females Age 30***
0      ***Initial Females Age 31***
0      ***Initial Females Age 32***
0      ***Initial Females Age 33***
0      ***Initial Females Age 34***
0      ***Initial Females Age 35***
0      ***Initial Females Age 36***
0      ***Initial Females Age 37***
0      ***Initial Females Age 38***
0      ***Initial Females Age 39***
0      ***Initial Females Age 40***
30      ***Initial Males Age 1***
30      ***Initial Males Age 2***
30      ***Initial Males Age 3***
30      ***Initial Males Age 4***
30      ***Initial Males Age 5***
30      ***Initial Males Age 6***
30      ***Initial Males Age 7***
30      ***Initial Males Age 8***
17      ***Initial Males Age 9***
18      ***Initial Males Age 10***
17      ***Initial Males Age 11***
17      ***Initial Males Age 12***

```



```

0    ***Initial Males Age 13***
0    ***Initial Males Age 14***
0    ***Initial Males Age 15***
0    ***Initial Males Age 16***
0    ***Initial Males Age 17***
0    ***Initial Males Age 18***
0    ***Initial Males Age 19***
0    ***Initial Males Age 20***
0    ***Initial Males Age 21***
0    ***Initial Males Age 22***
0    ***Initial Males Age 23***
0    ***Initial Males Age 24***
0    ***Initial Males Age 25***
0    ***Initial Males Age 26***
0    ***Initial Males Age 27***
0    ***Initial Males Age 28***
0    ***Initial Males Age 29***
0    ***Initial Males Age 30***
0    ***Initial Males Age 31***
0    ***Initial Males Age 32***
0    ***Initial Males Age 33***
0    ***Initial Males Age 34***
0    ***Initial Males Age 35***
0    ***Initial Males Age 36***
0    ***Initial Males Age 37***
0    ***Initial Males Age 38***
0    ***Initial Males Age 39***
0    ***Initial Males Age 40***
700    ***K***
0.000000    ***EV--K***
N    ***Trend In K?***
Y    ***Harvest?***
1    ***First Year Harvest***
100    ***Last Year Harvest***
1    ***Harvest Interval***
0    ***Females Age 1 Harvested***
0    ***Females Age 2 Harvested***
0    ***Females Age 3 Harvested***
0    ***Females Age 4 Harvested***
0    ***Females Age 5 Harvested***
0    ***Females Age 6 Harvested***
3    ***Females Age 7 Harvested***
3    ***Females Age 8 Harvested***
3    ***Females Age 9 Harvested***
6    ***Adult Females Harvested***
0    ***Males Age 1 Harvested***
0    ***Males Age 2 Harvested***
0    ***Males Age 3 Harvested***
0    ***Males Age 4 Harvested***
0    ***Males Age 5 Harvested***
0    ***Males Age 6 Harvested***
3    ***Males Age 7 Harvested***
3    ***Males Age 8 Harvested***
3    ***Males Age 9 Harvested***
6    ***Adult Males Harvested***
N    ***Supplement?***
Y    ***AnotherSimulation?***

```

# VALORES DE LOS PARAMETROS PARA EL MODELADO DE LA POBLACION DE ZAPATA

## PARAMETER VALUES FOR THE ZAPATA POPULATION MODELING

```
RHOMZ004.OUT      ***Output Filename***
Y      ***Graphing Files?***
N      ***Details each Iteration?***
100    ***Simulations***
100    ***Years***
10     ***Reporting Interval***
0      ***Definition of Extinction***
1      ***Populations***
N      ***Inbreeding Depression?***
N      ***EV concordance between repro and surv?***
2      ***Types Of Catastrophes***
P      ***Monogamous, Polygynous, or Hermaphroditic***
10     ***Female Breeding Age***
10     ***Male Breeding Age***
40     ***Maximum Breeding Age***
50.000000 ***Sex Ratio (percent males)***
30     ***Maximum Litter Size (0 = normal distribution) *****
Y      ***Density Dependent Breeding?***
Pop1
64.000000 ***Density dependence term P(0)***
33.000000 ***Density dependence term P(K)***
2.000000  ***Density dependence term B***
0.000000  ***Density dependence term A***
12.50  **EV-breeding
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 1***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 2***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 3***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 4***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 5***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 6***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 7***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 8***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 9***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 10***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 11***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 12***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 13***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 14***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 15***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 16***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 17***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 18***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 19***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 20***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 21***
0.000000  ***Pop1: Percent Litter Size 22***
12.500000 ***Pop1: Percent Litter Size 23***
18.750000 ***Pop1: Percent Litter Size 24***
37.500000 ***Pop1: Percent Litter Size 25***
18.750000 ***Pop1: Percent Litter Size 26***
12.500000 ***Pop1: Percent Litter Size 27***
```

```

0.000000      ***Pop1: Percent Litter Size 28***
0.000000      ***Pop1: Percent Litter Size 29***
89.200000    *FMort age 0
5.000000    ***EV
33.000000    *FMort age 1
10.000000    ***EV
24.000000    *FMort age 2
8.000000     ***EV
5.000000    *FMort age 3
3.000000    ***EV
5.000000    *FMort age 4
3.000000    ***EV
5.000000    *FMort age 5
3.000000    ***EV
5.000000    *FMort age 6
3.000000    ***EV
5.000000    *FMort age 7
3.000000    ***EV
5.000000    *FMort age 8
3.000000    ***EV
5.000000    *FMort age 9
3.000000    ***EV
10.000000   *Adult FMort
3.000000    ***EV
89.200000   *MMort age 0
5.000000    ***EV
33.000000   *MMort age 1
10.000000   ***EV
24.000000   *MMort age 2
8.000000    ***EV
5.000000    *MMort age 3
3.000000    ***EV
5.000000    *MMort age 4
3.000000    ***EV
5.000000    *MMort age 5
3.000000    ***EV
5.000000    *MMort age 6
3.000000    ***EV
5.000000    *MMort age 7
3.000000    ***EV
5.000000    *MMort age 8
3.000000    ***EV
5.000000    *MMort age 9
3.000000    ***EV
10.000000   *Adult MMort
3.000000    ***EV
20.000000   ***Probability Of Catastrophe 1***
0.700000    ***Severity--Reproduction***
1.000000    ***Severity--Survival***
1.000000    ***Probability Of Catastrophe 2***
1.000000    ***Severity--Reproduction***
1.000000    ***Severity--Survival***
N      ***All Males Breeders?***
Y      ***Answer--A--Known?***
50.000000   ***Percent Males In Breeding Pool***
Y      ***Start At Stable Age Distribution?***
3000      ***Initial Population Size***

```

```

3000      ***K***
0.000000      ***EV--K***
N      ***Trend In K?***
Y      ***Harvest?***
1      ***First Year Harvest***
100      ***Last Year Harvest***
1      ***Harvest Interval***
0      ***Females Age 1 Harvested***
0      ***Females Age 2 Harvested***
0      ***Females Age 3 Harvested***
0      ***Females Age 4 Harvested***
0      ***Females Age 5 Harvested***
0      ***Females Age 6 Harvested***
3      ***Females Age 7 Harvested***
3      ***Females Age 8 Harvested***
3      ***Females Age 9 Harvested***
6      ***Adult Females Harvested***
0      ***Males Age 1 Harvested***
0      ***Males Age 2 Harvested***
0      ***Males Age 3 Harvested***
0      ***Males Age 4 Harvested***
0      ***Males Age 5 Harvested***
0      ***Males Age 6 Harvested***
3      ***Males Age 7 Harvested***
3      ***Males Age 8 Harvested***
3      ***Males Age 9 Harvested***
6      ***Adult Males Harvested***
N      ***Supplement?***
Y      ***AnotherSimulation?***

```

## **Fichero De Salida De Vortex Para La Poblacion De Lanier En El Escenario De Poblacion Sometida A Cosecha (Evaluacion De Efectos De La Caza Ilicita)**

### **Vortex Output File For Lanier Population With Harvesting Scenario**

VORTEX 8.21 -- simulation of genetic and demographic stochasticity

RHOML001.OUT

Tue Jan 25 05:01:06 2000

1 population(s) simulated for 100 years, 100 iterations

Extinction is defined as no animals of one or both sexes.

No inbreeding depression

First age of reproduction for females: 10 for males: 10

Maximum breeding age (senescence): 40

Sex ratio at birth (percent males): 50.000000

Population: Pop1

Polygynous mating;

50.00 percent of adult males in the breeding pool.

Reproduction is assumed to be density dependent, according to:

% breeding =  $((64.00 * [1 - ((N/K)^{2.00}]]) + (33.00 * [(N/K)^{2.00}]]) * (N / (0.00 + N))$

EV in % adult females breeding = 12.50 SD

Of those females producing litters, ...

0.00 percent of females produce litters of size 1  
0.00 percent of females produce litters of size 2  
0.00 percent of females produce litters of size 3  
0.00 percent of females produce litters of size 4  
0.00 percent of females produce litters of size 5  
0.00 percent of females produce litters of size 6  
0.00 percent of females produce litters of size 7  
0.00 percent of females produce litters of size 8  
0.00 percent of females produce litters of size 9  
0.00 percent of females produce litters of size 10  
0.00 percent of females produce litters of size 11  
0.00 percent of females produce litters of size 12  
0.00 percent of females produce litters of size 13  
0.00 percent of females produce litters of size 14  
0.00 percent of females produce litters of size 15  
0.00 percent of females produce litters of size 16  
0.00 percent of females produce litters of size 17  
0.00 percent of females produce litters of size 18  
0.00 percent of females produce litters of size 19  
0.00 percent of females produce litters of size 20  
0.00 percent of females produce litters of size 21  
0.00 percent of females produce litters of size 22  
12.50 percent of females produce litters of size 23  
18.75 percent of females produce litters of size 24  
37.50 percent of females produce litters of size 25  
18.75 percent of females produce litters of size 26  
12.50 percent of females produce litters of size 27  
0.00 percent of females produce litters of size 28  
0.00 percent of females produce litters of size 29  
0.00 percent of females produce litters of size 30

89.20 percent mortality of females between ages 0 and 1

EV in % mortality = 5.000000 SD

33.00 percent mortality of females between ages 1 and 2

EV in % mortality = 10.000000 SD

24.00 percent mortality of females between ages 2 and 3

EV in % mortality = 8.000000 SD

5.00 percent mortality of females between ages 3 and 4

EV in % mortality = 3.000000 SD

5.00 percent mortality of females between ages 4 and 5

EV in % mortality = 3.000000 SD

5.00 percent mortality of females between ages 5 and 6

EV in % mortality = 3.000000 SD

5.00 percent mortality of females between ages 6 and 7

EV in % mortality = 3.000000 SD

5.00 percent mortality of females between ages 7 and 8

EV in % mortality = 3.000000 SD

5.00 percent mortality of females between ages 8 and 9

EV in % mortality = 3.000000 SD

5.00 percent mortality of females between ages 9 and 10  
 EV in % mortality = 3.000000 SD  
 5.00 percent mortality of adult females (10<=age<=40)  
 EV in % mortality = 3.000000 SD  
 89.20 percent mortality of males between ages 0 and 1  
 EV in % mortality = 5.000000 SD  
 33.00 percent mortality of males between ages 1 and 2  
 EV in % mortality = 10.000000 SD  
 24.00 percent mortality of males between ages 2 and 3  
 EV in % mortality = 8.000000 SD  
 5.00 percent mortality of males between ages 3 and 4  
 EV in % mortality = 3.000000 SD  
 5.00 percent mortality of males between ages 4 and 5  
 EV in % mortality = 3.000000 SD  
 5.00 percent mortality of males between ages 5 and 6  
 EV in % mortality = 3.000000 SD  
 5.00 percent mortality of males between ages 6 and 7  
 EV in % mortality = 3.000000 SD  
 5.00 percent mortality of males between ages 7 and 8  
 EV in % mortality = 3.000000 SD  
 5.00 percent mortality of males between ages 8 and 9  
 EV in % mortality = 3.000000 SD  
 5.00 percent mortality of males between ages 9 and 10  
 EV in % mortality = 3.000000 SD  
 5.00 percent mortality of adult males (10<=age<=40)  
 EV in % mortality = 3.000000 SD

EVs may be adjusted to closest values possible for binomial distribution.  
 EV in mortality will be concordant among age-sex classes  
 but independent from EV in reproduction.

Frequency of type 1 catastrophes: 20.000 percent  
 with 0.700 multiplicative effect on reproduction  
 and 1.000 multiplicative effect on survival

Frequency of type 2 catastrophes: 1.000 percent  
 with 1.000 multiplicative effect on reproduction  
 and 1.000 multiplicative effect on survival

Initial size of Pop1:		618												
Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39		
40	Total													
	30	30	30	30	30	30	30	30	17	18	17	17	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	309 Males													
	30	30	30	30	30	30	30	30	17	18	17	17	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	309 Females													

Carrying capacity = 700  
 EV in Carrying capacity = 0.00 SD

Animals harvested from Pop1, year 1 to year 100 at 1 year intervals:

3 females 7 years old  
 3 females 8 years old  
 3 females 9 years old  
 6 female adults (10 <= age <= 40)  
 3 males 7 years old  
 3 males 8 years old  
 3 males 9 years old  
 6 male adults (10 <= age <= 40)

Deterministic population growth rate (based on females, with assumptions of no limitation of mates, no density dependence, and no inbreeding depression):

r = 0.082      lambda = 1.086      R0 = 4.598  
 Generation time for: females = 18.57      males = 18.57

Stable age distribution:	Age class	females	males
	0	0.333	0.333
	1	0.033	0.033
	2	0.020	0.020
	3	0.014	0.014
	4	0.013	0.013
	5	0.011	0.011
	6	0.010	0.010
	7	0.008	0.008
	8	0.007	0.007
	9	0.006	0.006
	10	0.006	0.006
	11	0.005	0.005
	12	0.004	0.004
	13	0.004	0.004
	14	0.003	0.003
	15	0.003	0.003
	16	0.003	0.003
	17	0.002	0.002
	18	0.002	0.002
	19	0.002	0.002
	20	0.001	0.001
	21	0.001	0.001
	22	0.001	0.001
	23	0.001	0.001
	24	0.001	0.001
	25	0.001	0.001
	26	0.001	0.001
	27	0.001	0.001
	28	0.001	0.001
	29	0.000	0.000
	30	0.000	0.000
	31	0.000	0.000
	32	0.000	0.000
	33	0.000	0.000
	34	0.000	0.000
	35	0.000	0.000
	36	0.000	0.000
	37	0.000	0.000
	38	0.000	0.000
	39	0.000	0.000

40 0.000 0.000

Ratio of adult ( $\geq 10$ ) males to adult ( $\geq 10$ ) females: 1.000

Population 1: Pop1

Year 10

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000  
N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000  
Mean size (all populations) = 555.45 ( 10.13 SE, 101.26 SD)  
Means across extant populations only:  
Population size = 555.45 ( 10.13 SE, 101.26 SD)  
Expected heterozygosity = 0.997 ( 0.000 SE, 0.000 SD)  
Observed heterozygosity = 1.000 ( 0.000 SE, 0.000 SD)  
Number of extant alleles = 435.83 ( 4.52 SE, 45.18 SD)

Year 20

N[Extinct] = 0, P[E] = 0.000  
N[Surviving] = 100, P[S] = 1.000  
Mean size (all populations) = 470.97 ( 13.14 SE, 131.37 SD)  
Means across extant populations only:  
Population size = 470.97 ( 13.14 SE, 131.37 SD)  
Expected heterozygosity = 0.993 ( 0.000 SE, 0.002 SD)  
Observed heterozygosity = 0.999 ( 0.000 SE, 0.002 SD)  
Number of extant alleles = 257.53 ( 5.06 SE, 50.59 SD)

Year 30

N[Extinct] = 4, P[E] = 0.040  
N[Surviving] = 96, P[S] = 0.960  
Mean size (all populations) = 365.50 ( 19.58 SE, 195.76 SD)  
Means across extant populations only:  
Population size = 380.73 ( 18.84 SE, 184.60 SD)  
Expected heterozygosity = 0.987 ( 0.001 SE, 0.010 SD)  
Observed heterozygosity = 0.996 ( 0.001 SE, 0.006 SD)  
Number of extant alleles = 167.17 ( 5.79 SE, 56.69 SD)

Year 40

N[Extinct] = 24, P[E] = 0.240  
N[Surviving] = 76, P[S] = 0.760  
Mean size (all populations) = 249.77 ( 23.34 SE, 233.39 SD)  
Means across extant populations only:  
Population size = 328.55 ( 24.52 SE, 213.77 SD)  
Expected heterozygosity = 0.977 ( 0.003 SE, 0.028 SD)  
Observed heterozygosity = 0.994 ( 0.001 SE, 0.008 SD)  
Number of extant alleles = 120.41 ( 6.20 SE, 54.02 SD)

Year 50

N[Extinct] = 50, P[E] = 0.500  
N[Surviving] = 50, P[S] = 0.500  
Mean size (all populations) = 167.69 ( 21.69 SE, 216.89 SD)  
Means across extant populations only:  
Population size = 335.36 ( 27.45 SE, 194.09 SD)  
Expected heterozygosity = 0.972 ( 0.006 SE, 0.040 SD)  
Observed heterozygosity = 0.991 ( 0.002 SE, 0.013 SD)  
Number of extant alleles = 107.30 ( 6.22 SE, 44.00 SD)

Year 60



N[Extinct] = 63, P[E] = 0.630  
 N[Surviving] = 37, P[S] = 0.370  
 Mean size (all populations) = 126.06 ( 21.21 SE, 212.12 SD)  
 Means across extant populations only:  
 Population size = 340.62 ( 36.26 SE, 220.54 SD)  
 Expected heterozygosity = 0.973 ( 0.004 SE, 0.025 SD)  
 Observed heterozygosity = 0.988 ( 0.002 SE, 0.012 SD)  
 Number of extant alleles = 89.86 ( 6.20 SE, 37.74 SD)

Year 70

N[Extinct] = 76, P[E] = 0.760  
 N[Surviving] = 24, P[S] = 0.240  
 Mean size (all populations) = 88.34 ( 18.62 SE, 186.16 SD)  
 Means across extant populations only:  
 Population size = 368.08 ( 41.70 SE, 204.26 SD)  
 Expected heterozygosity = 0.978 ( 0.002 SE, 0.011 SD)  
 Observed heterozygosity = 0.985 ( 0.002 SE, 0.011 SD)  
 Number of extant alleles = 88.33 ( 5.24 SE, 25.68 SD)

Year 80

N[Extinct] = 82, P[E] = 0.820  
 N[Surviving] = 18, P[S] = 0.180  
 Mean size (all populations) = 62.67 ( 16.42 SE, 164.20 SD)  
 Means across extant populations only:  
 Population size = 348.17 ( 53.63 SE, 227.51 SD)  
 Expected heterozygosity = 0.965 ( 0.009 SE, 0.038 SD)  
 Observed heterozygosity = 0.988 ( 0.002 SE, 0.008 SD)  
 Number of extant alleles = 74.39 ( 7.39 SE, 31.35 SD)

Year 90

N[Extinct] = 89, P[E] = 0.890  
 N[Surviving] = 11, P[S] = 0.110  
 Mean size (all populations) = 44.32 ( 14.42 SE, 144.17 SD)  
 Means across extant populations only:  
 Population size = 402.91 ( 65.26 SE, 216.44 SD)  
 Expected heterozygosity = 0.975 ( 0.003 SE, 0.008 SD)  
 Observed heterozygosity = 0.982 ( 0.004 SE, 0.012 SD)  
 Number of extant alleles = 78.36 ( 5.46 SE, 18.11 SD)

Year 100

N[Extinct] = 91, P[E] = 0.910  
 N[Surviving] = 9, P[S] = 0.090  
 Mean size (all populations) = 27.74 ( 10.19 SE, 101.88 SD)  
 Means across extant populations only:  
 Population size = 308.22 ( 58.88 SE, 176.63 SD)  
 Expected heterozygosity = 0.968 ( 0.007 SE, 0.021 SD)  
 Observed heterozygosity = 0.985 ( 0.004 SE, 0.012 SD)  
 Number of extant alleles = 67.89 ( 7.60 SE, 22.80 SD)

In 100 simulations of Pop1 for 100 years:

91 went extinct and 9 survived.

This gives a probability of extinction of 0.9100 (0.0286 SE),  
 or a probability of success of 0.0900 (0.0286 SE).

91 simulations went extinct at least once.

Median time to first extinction was 50 years.

Of those going extinct,  
 mean time to first extinction was 53.44 years (1.81 SE, 17.29 SD).

Means across all populations (extant and extinct) ...  
 Mean final population was 27.74 (10.19 SE, 101.88 SD)

Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Adults	1.30	0.73	0.95	1.47	1.70	1.12	1.29	0.68	0.18
4.32	13.74	Males							
1.50	0.85	1.01	1.22	1.53	1.17	1.20	0.72	0.10	
4.70	14.00	Females							

Means across extant populations only ...  
 Mean final population for successful cases was 308.22 (58.88 SE, 176.63 SD)

Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Adults	14.00	8.00	10.00	16.00	18.00	12.00	14.00	7.00	2.00
48.00	152.67	Males							
16.00	9.00	11.00	13.00	17.00	13.00	13.00	8.00	1.00	
52.22	155.56	Females							

During years of harvest and/or supplementation  
 mean growth rate (r) was -0.0718 (0.0029 SE, 0.2181 SD)

Across all years, prior to carrying capacity truncation,  
 mean growth rate (r) was -0.0718 (0.0029 SE, 0.2181 SD)

74771 of 150000 harvests of females could not be completed because of insufficient animals.

74451 of 150000 harvests of males could not be completed because of insufficient animals.

Final expected heterozygosity was	0.9676	( 0.0070 SE,	0.0210 SD)
Final observed heterozygosity was	0.9851	( 0.0039 SE,	0.0117 SD)
Final number of alleles was	67.89	( 7.60 SE,	22.80 SD)



# *Cocodrilo Cubano*

*(Crocodylus rhombifer)*

Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat

Borrador del Informe

Isla de Juventud, Cuba  
21 al 25 de enero 2000

Sección 8

Anexo 2:

Notas de las sesiones de trabajo: tormentas de ideas.



## **Anexo 2: Notas de las sesiones de trabajo: tormentas de ideas.**

### **Grupo de trabajo de hábitat**

#### **Día 1. Lunes 23 de enero del 2000.**

John Thorbjarnarson – Propone dividir el problema en dos grupos de hábitat, uno el hábitat real actual y el otro, el hábitat potencial. En ese sentido una de las cosas a definir son las amenazas al hábitat existente, cuál es su estado actual y definir hábitat nuevo para futuras poblaciones (). Hablar además de hábitat histórico y actual, tanto en la región y en Cuba como dentro de la misma Ciénaga de Zapata y fuera de Cuba. También es importante conocer sobre nuevos reportes fuera de Cuba. En este caso estamos en presencia de una especie relictiva.

¿Vamos o no a hablar sobre hábitats fuera de Cuba?

El análisis del hábitat histórico puede arrojar luz sobre el hábitat potencial para nuevas introducciones.

J. Thorbjarnarson - El problema del hábitat histórico conduce a la cuestión de hasta qué punto se conservan condiciones en ese hábitat histórico para la existencia actual de la especie .

El ha trabajado mucho con el Gobierno de Bahamas y conoce de la situación en las Bahamas.

Compartimos los mismos peces, aves, muchas similitudes geográficas. El hábitat, no se sabe cuánto hábitat necesita [la especie] pero hay blue holes y pequeñas ciénagas de alrededor de 50 acres. Hay no muchas especies endémicas de agua dulce, pero en los blue holes hay agua dulce arriba y debajo salada, con pargos, etc. Hay ciénagas de cortadera y si esto trabaja, como no hay *C. acutus* no habría la posibilidad de hibridación y eso sería una ventaja para una eventual población satélite. Pero se requiere de un buen programa de educación ambiental para acostumbrar a los pobladores a la posibilidad de tener estos cocodrilos y se requiere información sobre interacción entre humanos y cocodrilos. Habría que pensar en un programa experimental de manera cuidadosa y no simplemente liberando animales.

Para las Islas Caimán se requiere también información.

Ha trabajado mucho con fósiles de cuevas en las Bahamas y ha encontrado restos de grandes tortugas terrestres y grandes monos que probablemente se extinguieron por causas humanas y es probable la misma causa de extinción de *C. rhombifer* en las Bahamas.

Roberto [Soberón] - propone basar la discusión del hábitat en los rápidos cambios del hábitat que ocurren por causa natural y antrópica. Por ejemplo: los efectos de la canalización y las transformaciones en el régimen de incendios naturales.

E. Abreu - Los canales [en la ciénaga de Zapata] son principalmente de drenaje y hay un drenaje cársico donde las fuentes de entrada están a 40 Km de las fuentes de emisión.

También hay un efecto de la agricultura circundante. Por ejemplo, los planes arroceros de la región occidental [de la ciénaga de Zapata].

En la región oriental [de Zapata], de la Laguna del Tesoro hacia arriba [hacia el norte] hay una parte de la ciénaga afectada por áreas de cultivo de arroz. En la zona se pueden observar cocodrilos, pues los hay en Laguna del Tesoro, pero no hay reportes de cocodrilos en la zona oriental afectada por el arroz. La calidad del hábitat ha disminuido.

E. Abreu -En la ciénaga oriental de Zapata hay cambios significativos, mucho más que en la ciénaga occidental. Por ejemplo, toda el área al Sur de la Laguna del Tesoro tiene un sistema de canales que vierte a un sistema de cavernas lacustres que funciona como embalse regulador y éste a su vez vierte al mar.

*C. acutus* abunda más alrededor del río Hatiguanico y en los hábitats periféricos de la ciénaga costera y manglares.

E. Abreu - considera que más del 35% del hábitat original de Zapata se ha perdido para *C. rhombifer* considerando la parte oriental de la ciénaga, principalmente a partir del plan arrocero que está al NW de la laguna del Tesoro, por [causa de] los viales y la canalización asociada a la arrocera..

E. Abreu- Un aspecto curioso de la distribución histórica del cocodrilo [cubano]: por ejemplo, a 40 Km de la ciénaga actual, 40 Km al Norte en la provincia de Matanzas, hemos encontrado depósitos fosilíferos de cocodrilos. Claro que esto corresponde al período Pleistoceno, principalmente por las transgresiones marinas que ocurrieron durante la glaciación Wisconsin. Durante esos períodos sobre todo en el óptimo climático post-glacial, concluido hace 18 mil años, (la turba de la ciénaga de Zapata se ha fechado en 5 000 años de antigüedad) el nivel del mar sobrepasaba la tierra actual en 17 m el nivel actual, la [actual] ciénaga no existía en ese período. Lo que hizo la especie fue ocupar los espacios que en aquella época eran humedales costeros y según se retiraron las aguas, se fueron desplazando los cocodrilos junto con ellas. En la actualidad las mayores poblaciones están concentradas en la ciénaga occidental [de Zapata]. En ella incluso existe [según criterio de E. Abreu] una diferenciación local de hábitat dentro del herbazal de ciénaga. Por ejemplo, la zona más vinculada a la zona marina tiene características de turba y salinidad diferentes (turbo-arenosa). En la zona central de la ciénaga de Zapata hay un eje cársico. Al sur de eje cársico se forman macrodepresiones (entre el eje cársico y el mar) con un carso muy específico. Estas macrodepresiones tienen deposiciones de turba donde aparece *Cladium jamaicense*, que es el elemento ecológico esencial y en el interior de estas zonas hay puntos mucho más profundos de cavernas inundadas que proveen de refugio y agua a *C. rhombifer* cuando bajan los niveles [generales] de agua [de la ciénaga]. En una de esas zonas el *Cladium* tiene distribución uniforme y en otras está distribuido en islotes.

Todo es parque natural. ¿Cuáles son las amenazas?

Los incendios, las canalizaciones hechas desde finales del Siglo XIX, y en la actualidad, que se han hecho determinados viales que han fragmentado estos hábitats y han propiciado la entrada de cazadores furtivos hacia áreas que antes eran de difícil acceso.

Ya no hay construcción de canales, los que se hicieron a principios del Siglo XX se han ido cerrando y son cada vez de más difícil acceso. Pero a su criterio [E. Abreu] es la zona menos impactada y hacia la zona de La Salina, que es de marismas marinas, aunque la mayor presencia es de *C. acutus*, se ha fragmentado por la presencia de viales que se construyeron hacia el inicio de la década del '60. Esos viales cortan toda el área de norte a sur.

J.Thorbjarnarson - Pregunta si los canales se están cerrando solos.

E. Abreu - La respuesta es si. Estos canales se realizaron a principios del Siglo XX para la extracción maderera. Los petenes o Hammocks están allí. Después que la madera fue explotada, esas operaciones se abandonaron y [las vías de acceso] se han ido bloqueando.

Los incendios son un importante elemento a tener en cuenta. Por ejemplo, hay zonas de bosque donde hace 10 años que no ocurre un incendio forestal, pues están rodeadas por canales. Los incendios que se generan fuera no llegan a pasar a través del canal. En esta área el herbazal de ciénaga no se quema, pero la secuencia natural de incendios se ha alterado.

Eduardo Abreu - piensa que los incendios en Zapata pueden perjudicar al cocodrilo y Damaris López expresa que la falta de incendios perjudica la permanencia de la ciénaga, pues los incendios retardan los procesos de sedimentación de material vegetal y de no ocurrir de acuerdo con su régimen natural, dentro de pocos años no habrán espejos de agua..

R. Soberón - El efecto de los fuegos requiere de cierto equilibrio. Si pasan de la medida pueden destruir la capa impermeable de turba y no debe perderse de vista que el material subyacente es roca caliza cavernosa. También puede haber un efecto a través de la disolución de la roca caliza por transformaciones del pH asociadas a incendios. Es un punto a aclarar.

Desarrollo del turismo como una amenaza. Específicamente en la ciénaga de Zapata.

E. Abreu - Hay que diferenciar condiciones en la ciénaga de Zapata. Hay regiones donde la turba tiene profundidades de 4 m o mayores, donde la cortadera alcanza una mayor altura (“Cortaderal macho”) y donde desde el punto de vista edafológico la turba tiene aspectos diferenciados.

Lo más importante para *C. rhombifer* en Zapata es el área al sur del Canal de los Patos, norte de Santo Tomás, llegando hasta los contornos de la laguna del Tesoro y la zona de la ciénaga occidental en su porción central y meridional (área de estudios de Toby Ramos).

Puede definirse el hábitat de *C. rhombifer* como ciénagas de turba y cortadera sobre suelos rocosos y zonas donde se distribuye en áreas boscosas centrales donde aparecen lagunas (cenotes). Existen tales zonas tales como laguna de Facundo, Manzanares, La Bombilla, donde se reporta presencia de cocodrilos a principios del Siglo XX.. Estos hundimientos de bloques dentro del bosque semidesérido han creado macrodepresiones inundadas que proveen de condiciones de hábitat para *C. rhombifer*.

David Lee - pensar no sólo en el manejo de *C. rhombifer* pues hay otras especies que comparten el hábitat en otras localidades.

Destacar que aunque casi el 100% del área está protegida [en ciénaga de Zapata] todavía hay amenazas en términos de accesibilidad y futuros desarrollos, sobre todo en Zapata, asociados al turismo.

Todavía no hay una categoría de manejo dentro de las aplicadas en Ciénaga de Zapata, que en realidad proteja al hábitat de *C. rhombifer*. [Las áreas núcleo de distribución de *C. rhombifer*] están fuera de las áreas con categorías de manejo asignadas, aunque son zonas de difícil acceso y se protegen por sí solas. Las áreas de hábitat central no están categorizadas y todavía hay en discusión una nueva propuesta que incluye el hábitat central del cocodrilo cubano.

Ahora a toda la península [de Zapata] se le dio la categoría de Sitio RAMSAR.

Los cocodrilos están declarados como recurso pesquero por decreto. Esto establece cierta protección contra infractores, pero al mismo tiempo permite utilizarlo como recurso pesquero por ley.

R. Ramos - El hábitat potencial de *C. rhombifer* en ciénaga de Zapata son 100 mil hectáreas. El hábitat actual son alrededor de 60 mil hectáreas, sin contar el pedacito de las provincias Cienfuegos y La Habana, La diferencia es de un 40% de hábitat potencial no utilizado completamente por la especie.

En la mayor parte del hábitat actual de cocodrilos los incendios no prosperan pues no avanza la candela. En otras áreas sí. Esta otra área es menor, alrededor del 10% es donde ocurren incendios y son zonas donde hay pocos cocodrilos.

Pensamos que se adiciona al hábitat el uso de zonas boscosas y que la dispersión de cuerpos de agua no es un problema fundamental por su capacidad [del cocodrilo cubano] de andar largas distancias en terreno rocoso.

Utiliza lugares altos disponibles para nidificar y a menudo a la sombra del bosque, donde utiliza también la hojarasca como material para construir los montículos. Puede aprovechar embalses; de hecho la laguna del Tesoro es un embalse.

En el centro de la ciénaga hay lagunas pequeñas de agua dulce donde siempre existen pequeñas poblaciones de *C. rhombifer*.



Jorge L. Leyva - Hay represas en la Isla de la Juventud donde sería posible liberar *C. rhombifer*, [pero] los embalses en la Isla de la Juventud están en terreno poblado por humanos y habría mucho mayores interacciones.

El caimán (*Caiman crocodilus fuscus*) y el cocodrilo cubano siempre anidan en hábitats muy diferentes. Las babillas nidifican en cortadera y monte firme y *C. rhombifer* solamente en monte firme. Las babillas y *C. rhombifer* que nidifican en monte firme no lo hacen en las mismas localidades sino separados entre sí.

No parece haber diferencia significativas en los hábitats de monte firme que utilizan las babillas y los cocodrilos cubanos. La diferenciación es geográfica y no ecológica en el caso del monte firme.

En Zapata la dieta de *C. rhombifer* es Pomacea, insectos, peces, cangrejos y jicoteas.

R. Ramos- Dato adicional: pequeñas lagunas conocidas en Zapata, en zonas más altas: esas pequeñas lagunas son donde *C. rhombifer* va a realizar el cortejo y la cópula, en una zona muy parecida a la ciénaga de Lanier. Pequeñas lagunas de 200 – 400 m de diámetro donde la población se concentra en tiempo de apareamientos.

Áreas propuestas para la creación de poblaciones satélites de *C. rhombifer* en Cuba:

La ciénaga de Morón, en la provincia de Ciego de Avila. También al norte de la provincia de Pinar del Río hay un área propuesta: la ciénaga de Guadiana. En la provincia Sancti Spiritus está propuesta la ciénaga de Las Guayaberas, con características similares a Lanier, pero como la ciénaga de Morón, está en contacto con áreas de distribución de *C. acutus* junto a las costas.

#### Aspectos a considerar:

En la reunión de coordinación con los tres grupos de trabajo al finalizar la jornada, se recomendaron los siguientes aspectos a considerar en subsiguientes discusiones:

- Fragmentación: necesidad de aclarar si existen poblaciones separadas en cada área.
- Sitios de introducción: ¿cuáles son los criterios para la selección de nuevas áreas para establecer poblaciones? Estos son: área, capacidad de carga, presencia de *C. acutus*, alimento, naturaleza del hábitat. Necesidad de evaluar y comparar sitios. Necesidad de hacer explícitas las asunciones consideradas en las discusiones.

## **Día 2: Martes 24 de enero del 2000. Continuación de las discusiones del grupo de trabajo de hábitat.**

### **Identificación de problemas prioritarios**

E. Abreu – Aspectos para Ciénaga de Zapata:

1. Fragmentación. Al crearse el vial de Sto. Tomas – Maniadero se fragmentó el área de estudio de las poblaciones que aparecían al norte del Refugio de Fauna Santo Tomás, lo cual limita el flujo genético entre ambas secciones de la población. El efecto de las carreteras consiste en que están sobre terraplenes que actúan como represas, transformando el régimen hídrico y el flujo de las aguas. También aumenta la interacción humana/
2. Desarrollos turísticos: creación de viales y de infraestructuras en el hábitat o en los bordes del hábitat de cocodrilos. Provoca intrusión humana.
3. El uso turístico de lagunas puede provocar accidentes con las embarcaciones, con las propelas, que como resultado pueden herir o matar a cocodrilos. Además el impacto de

sonido que se genera con el uso de esas embarcaciones. En 11 años trabajando como biólogo en la ciénaga de Zapata hay evidencias de accidentes con cocodrilos. Los canales por donde pasan las embarcaciones son estrechos y someros, es muy difícil para el cocodrilo evadir el choque con la embarcación. No hay regulaciones sobre el uso de esas embarcaciones en el área.

R. Ramos considera como problemas prioritarios:

1. Perspectiva de extracción de turba. El principal impacto asociado es la construcción de viales hasta 2 Km hacia el interior de la ciénaga.
4. Introducción de Melaleuca.
5. Desarrollos agrícolas en la periferia.
6. Régimen de incendios.
7. Extracción forestal.

E. Abreu considera como prioritarios:

1. Extracción forestal,
2. Incendios,
3. Extracción de turba,
4. Turismo
5. Viales,
6. Introducción de especies exóticas.
7. Melaleuca,

En ambas áreas (ciénaga de Zapata y ciénaga de Lanier)

- 1 Actividad agrícola en la periferia, a través de tres factores:
  - Descarga de agroquímicos
  - Asentamientos humanos y viales
  - Transformación del régimen hídrico por uso de fuentes para riego y por canalización
- 2 Transformación directa del hábitat
- 3 En el caso de Lanier los factores prioritarios a analizar son la agricultura en la periferia y el manejo de incendios. También en Lanier es la transformación del régimen hídrico por embalses en el territorio Norte, que interrumpen los ríos tributarios de la ciénaga..
- 4 En Zapata, el uso de la red de canales por *C. acutus* como hábitat de nidificación y como vías para moverse tierra adentro, hacia el hábitat de *C. rhombifer* [incrementando la probabilidad de hibridación].

## **Sumario de prioridades:**

Ciénaga de Lanier:

- 1 Agricultura
- 2 Embalses
- 3 Fuegos
- 4 Introducción de especies exóticas (caimanes y peces de agua dulce).

**Ciénaga de Zapata:**

- 1 Fragmentación del hábitat
- 2 Incendios
- 3 Actividad agrícola en la periferia
- 4 Introducción de especies exóticas de la flora y la fauna
- 5 Extracción forestal
- 6 Extracción de turba.

## **Factores a considerar para identificar nuevas áreas de re-introducción de *C. rhombifer* :**

R. Soberón – presencia humana y presencia de *C. acutus*.

V. Berovides – Se llaman translocaciones porque no sabemos si hubo [poblaciones de la especie en el área propuesta] en períodos históricos o anteriores.

Hábitat adecuado con condiciones mínimas de refugio, alimento, hábitat de nidificación.

En segundo lugar: condiciones (factores abióticos): agua, temperatura.

Extensión geográfica de acuerdo con el territorio de los animales para evitar que se vayan y habría después que luchar por mantener una pequeña población, lo que cuesta mucho trabajo.

Grado de antropización que tenga el área, especialmente para el cocodrilo cubano que interactúa activamente con la población humana.

J. Thorbjarnarson – La calidad del ambiente es algo que requiere estudios para profundizar pero en el caso de la superficie disponible podríamos emitir una recomendación sobre el tamaño mínimo del área a repoblar. Para ello se requiere tener en cuenta el grado de movilidad de la especie, el gregarismo. En el caso del cocodrilo, que son grandes animales territoriales, si se translocan animales serían pequeñas poblaciones que habría que hacer esfuerzos para mantenerlas (subsidios), lo que es muy laborioso.

De acuerdo con la opinión de Berovides, las áreas mencionadas: ciénaga de las Guayaberas y ciénaga de Morón, son áreas relativamente pequeñas y hay bastante actividad humana.

Si hay registros históricos de la presencia de la especie en el hábitat propuesto, entonces se debe analizar qué cambios provocaron su desaparición del área.

Estas zonas tienen una presión humana muy fuerte.

Incluir como candidato la zona de Vertientes, al sur de la provincia Camagüey. Es extensa, inaccesible, con enorme biodiversidad. La densidad poblacional humana es baja.

### **Resumen de criterios:**

- 1. Necesidad de definir mejor los requerimientos de hábitat de *C. rhombifer* .**
- 2. Extensión del hábitat propuesto.**
- 3. Condiciones de hábitat: refugio, agua, alimento, hábitat de nidificación.**
- 4. Presencia de *C. acutus* y vías de contacto entre ambas especies.**
- 5. Presencia humana y uso futuro del área.**

## Día 2. Sesión de la tarde

### Detalles de las prioridades:

Se confeccionó la siguiente **tabla resumen** con los criterios manejados en las discusiones del Grupo de Trabajo de Hábitat:

AREA	PROBLEMA	EFECTO	MANEJO RECOMENDADO
Lanier	Agricultura periférica: agroquímicos	Posible eutrofización y contaminación tóxica	Profundizar investigación
Lanier	Asentamientos humanos y construcción de viales. Cinco asentamientos principales: Libertad, Mella, La Isabel, La Reforma y Cayo Pidras.	Aumento de la interacción con humanos, fundamentalmente a través de la caza furtiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de la magnitud y características del problema;</li> <li>Reforzamiento de la protección y legalidad</li> <li>Educación ambiental.</li> <li>Uso sustentable como suplemento alimentario para la población local (investigar formas de implementación) a partir de cosecha de caimán sobre la base de compromiso con la conservación de <i>C. rhombifer</i>. Posibles alternativas: a) sistema de caza autorizada y pago por entrega de pieles, con consumo local de la carne. B) Oportunidades de empleo en caza turística.</li> </ul>
Lanier	Pérdida de hábitat	No es un problema significativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover la declaración del área como protegida.</li> </ul>
LANIER	Régimen de incendios. El actual programa de prevención de incendios ha alterado la frecuencia normal de los mismos.	Dependiendo de la frecuencia, los incendios pueden tener un efecto positivo o negativo. Actualmente parecen ser muy poco frecuentes, lo que acelera los procesos de reducción de espejo de agua por excesiva vegetación y sedimentación. Faltan efectos de reciclaje de materiales en el ecosistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de la magnitud del impacto.</li> <li>Consultoría para establecer un programa de manejo.</li> </ul>
LANIER	Cambios en el régimen hídrico por construcción de embalses. Todos los cauces superficiales que desembocan a la ciénaga han sido interrumpidos por embalses.	Se ha reducido drásticamente el caudal de agua que alimenta la ciénaga.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación de la magnitud de este problema para elaborar un plan de acción.</li> </ul>
LANIER	Introducción de especies exóticas: <i>Caiman crocodilus fuscus</i> y peces	Posibles interacciones negativas entre <i>Caiman crocodilus fuscus</i> y <i>C. rhombifer</i> ; impactos negativos sobre la ictiofauna local que ha sido la base alimentaria tradicional de <i>C. rhombifer</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conducir nuevas investigaciones para evaluar el carácter de las relaciones interespecíficas.</li> <li>No introducir nuevos exóticos en Lanier.</li> </ul>
ZAPATA	Fragmentación del hábitat	La zona oriental constituye un 30% de pérdida de hábitat para <i>C. rhombifer</i> . Existen poblaciones actualmente sólo en el 45% del	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de impacto asociado a la concesión de licencias ambientales para nuevas inversiones y manejos.</li> </ul>

AREA	PROBLEMA	EFECTO	MANEJO RECOMENDADO
		hábitat potencial.	
ZAPATA	Viales	Creación de nuevas comunidades, aumento de la población de las existentes o el efecto contrario: éxodo hacia el exterior. En Santo Tomás habitan actualmente 200 personas y la comunidad de Maniadero desapareció. La única actividad es forestal. El éxodo ha estado asociado al incremento del nivel educacional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de impacto asociado a la concesión de licencias ambientales para nuevas inversiones y manejos que requieran de la construcción de viales.</li> </ul>
ZAPATA	Canalización: existencia de una extensa red de canales y zanjas de cientos de kilómetros de extensión, que atraviesa la ciénaga a lo largo y ancho. Los canales no son utilizados y las comunidades de leñadores y carboneros asociadas a ellos han desaparecido. Los canales se están cerrando por vía natural.	<p>Los canales propician el acceso de <i>C. acutus</i> al hábitat de <i>C. rhombifer</i>, incrementando la probabilidad de hibridación.</p> <p>También sirven como vía de acceso de cazadores furtivos al hábitat de <i>C. rhombifer</i>.</p> <p>Propician la salinización (efecto tampón) de la ciénaga, lo que favorece el acceso y permanencia de <i>C. acutus</i>.</p>	
ZAPATA	Incendios: Los incendios están influenciados por la disponibilidad de material combustible en la ciénaga. Actualmente la periodicidad de incendios es de 1 a 3 años cuando el régimen normal es de un incendio natural cada 10 años.	Destrucción de biodiversidad. Afectaciones al hábitat de nidificación y fuentes de alimentación de <i>C. rhombifer</i> .	
ZAPATA	Régimen hídrico: el desarrollo de la zona Norte de la provincia Matanzas pone en riesgo la calidad de las aguas en a península de Zapata. La ciénaga es una zona de descarga de aguas subterráneas y superficiales de toda la provincia. Las principales fuentes de impacto son destilerías de ron, centrales azucareros y papeleras.  Excesivo uso de las aguas subterráneas con fines de riego o industriales.	<p>Las descargas ácidas pueden acelerar los procesos de disolución de la roca caliza debajo de la turba de la ciénaga, provocando infiltraciones y desplomes de la superficie con disminución de los niveles lenticulares.</p> <p>Posible efecto tóxico sobre la flora y la fauna.</p> <p>Efectos de intrusión salina como resultado de la explotación de los niveles superiores de agua dulce en cuencas abiertas. Esto ya sucedió en áreas de cultivo de cítricos situadas al norte de Zapata.</p>	
ZAPATA	Extracción de turba	Hasta el presente, aparentemente ha tenido poco efecto, pero debe tenerse en cuenta pues al romper la capa impermeable de turba aumentan los procesos de salinización.	

Grupo de trabajo de poblaciones. Resumen de discusiones en tormentas de ideas.

**Día 1. Lunes 23 de enero del 2000.**

## **Análisis de las amenazas y fortalezas sobre las poblaciones de *C. rhombifer***

### **1. Amenazas**

Genéticas:

- Cuello de botella genética (genetic bottle neck)
- Hibridación
- Falta análisis DNA y análisis genético

Bióticas::

- Competencia con el caimán
- Fuentes de contaminación
- Potencial de enfermedades
- Alimentación (calidad de hábitat)
- Alimentación del rhombifer – el caimán puede competir por la alimentación (Lanier)
- Efectos (predación) de animales domésticos/predación de los huevos por animales ferales.
- En la hora de nacimiento tienen problemas con predadores (hormigas, cerdos, aves y peces)
- predación natural .
- ¿No existen [suficientes] poblaciones para garantizar la supervivencia?
- Tamaño de población: ¿el tamaño poblacional actual de los cocodrilos es suficiente?

Factores geográficos -físicos

- Disturbios – catástrofes naturales, ciclones, fuego, cambios climáticos,
- Pérdida de [la capa de] ozono
- cambios en el nivel del mar
- problemas del nivel de agua
- nidos amenazados por cambio de temperatura

Factores humanos (local)

- Caza ilegal – poaching
- Población cerca de las ciénagas – considerar los beneficios ya que muchas personas están emigrando a otros lugares

Factores humanos nacionales:

- Falta de recursos
- Vista larga: cambios políticos (personas en las agencias)
- Concientizar a las autoridades

Problemas administrativos

- Los cocodrilo son un recurso pesquero, no es una especie protegida
- Las áreas protegidas de la Ciénaga Zapata no incluyen las áreas de cocodrilos
- Se declaró la totalidad de Ciénaga de Zapata como Sitio RAMSAR.

Desarrollo económico

- Extracción petróleo
- Población humana en el futuro
- Crecimiento de la población urbana y de la población en la región de las ciénagas
- Impacto de la población turística – presiones para obtener recursos

## **2. Fortalezas**

De los cocodrilos:

- Tres poblaciones (Zapata, Lanier y cautiverio)
- Podemos manipular el sexo
- La fecundidad es alta
- Especie bandera – genera mucho orgullo en la población
- Poblaciones enormes y sustentables de caimanes que se pueden usar para obtener fondos (en Lanier)
- Uso del rhombifer para adquirir fondos para la conservación (la granja de cocodrilos de Ciénaga de Zapata está acreditada ante CITES).
- Especie sombrilla – también protegen el medio ambiente y la biodiversidad
- Especie clave - participa en el mantenimiento del hábitat

De recursos humanos

- Población humana bien calificada; cero analfabetismo
- Muchas personas tienen calificación técnica
- Una unidad cultural
- Gran cantidad de información sobre el rhombifer
- Instituto de Planificación Física y Servicio de Inspección y Control Ambiental: las inversiones con potencial de impacto sobre los ecosistemas son sujetas a un previo análisis y requieren de una licencia ambiental.

## **Recapitulación de ideas clave**

Clasificado como un recurso pesquero

Dos poblaciones locales: en el caso de Lanier es una población reintroducida; en el caso de Zapata se trata de una población nativa. Son situaciones diferentes que deben ser manejadas de maneras diferentes.

### **Día 3. Martes 24 de enero del 2000**

#### **Continuación del análisis por el grupo de Poblaciones**

#### **Discussion de ‘prioridades’ ¿urgente? ¿Importante? y ¿facil para hacer?**

#### **Diferencias entre Zapata y Lanier.**

#### **Prioridades:**

#### **1. Definir áreas protegidas para los *C. rhombifer***

En la ciénaga de Zapata no hay ningún marco legal que proteja a la población núcleo del *C. rhombifer*. El territorio de Lanier no está declarado como área protegida.

Eduardo Abreu – encargado por CITMA en la Ciénaga de Zapata - Hay un proyecto inmediato para incluir esta área. El mismo contempla un plan de manejo. Establecimiento de una área núcleo e incluir esa parte en la zona protegida. Especificar el área. Tenemos que proponer que se tiene que incluir la zona núcleo donde se encuentra el *C. rhombifer*.

Reserva de la Biosfera. Se tiene que incluir en la recomendación al Centro Nacional de Áreas Protegidas (CENAP). Lo que es clave es proteger donde se encuentra el cocodrilo.

Contemplar también un plan para turismo y uso sustentable. Toby Ramos va a trabajar con Eduardo para preparar la propuesta de protección del área.

P. Ross - Presentar el análisis en julio 2000. Plan de manejo. Importancia faunística. Incluir recomendaciones del grupo de especialistas en el Taller PHVA.

Lanier: Protección como reserva protegida. Manejar un área más pequeña es más difícil.

Se tiene que trabajar más para justificar su protección. Quizás sea más realista adquirir esa área como refugio de fauna o reserva ecológica. Mecanismo: Caracterizar el área más importante. Hacer una evaluación y un estudio por parte de los compañeros de Lanier (Flora y Fauna) de valores florísticos y faunísticos para fundamentar la importancia de establecer dicha reserva. Se propone como responsable de la tarea a Roberto R. Soberón, con fecha de cumplimiento enero del 2001.

Se recomienda además la continuación de las investigaciones científicas en Lanier y la educación ambiental con el pueblo.

#### **2. La caza ilegal**

##### **Ciénaga de Zapata:**

Hace tremendo daño, más en Lanier que en la Zapata. Parar esta situación se recomienda: evaluar los efectos de la caza, porque es posible que no haga daño a la población. No sabemos si provoca un impacto en la población. Quizás educar a los cazadores la diferencia entre las especies para que pueden matar los caimanes sin dañar a los cocodrilos. La caza se realiza por la carne. También para taxidermia. No podemos olvidar que el *C. rhombifer* tiene menos área de distribución que cualquier otro cocodrilo.



Javier Chávez, Especialista en Protección en la Zona de la Ciénaga de Zapata- Zapata es una area muy grande y los miembros del Cuerpo de Guardabosques han logrado observar cuántos han sido matados ( total 77: 10 rhombifer y 36 acutus durante el año 1999) 20% rhombifer. ¿Que porcentaje detectan? La presión de caza es mucho mayor que la detectada. Se estima que se detecta un 50% de las infracciones por este concepto.

La caza furtiva ha aumentado en los últimos años. Al principio del Periodo Especial hubo mucha caza, pero hay menos ahora. Con el turismo también se reporta un poco de caza para obtener pieles. También el *C. rhombifer* es más difícil encontrar. Existe un Cuerpo de Guardabosques pero el área es demasiado grande para poder controlarla completamente.

### **Ciénaga de Lanier:**

El acceso a las áreas de *C. rhombifer* es más fácil que en la ciénaga de Zapatal Se estima que 30 – 40 animales se cazan ilegalmente cada año. Muchos cazadores están cazando cualquiera cosa no solamente el cocodrilo. Respetan más al *rhombifer* y cazan preferentemente la babilla. ¿Como se resuelve? Educacion ambiental. Los cazadores operan en lugares de muy difícil control. Actualmente se aplican multas a los cazadores ilegales que son descubiertos en el hecho. Es necesario evaluar la magnitud y el efecto de la caza ilícita. No se puede eliminar pero si se puede reducir. ¿Cuál es el nivel de caza que no tiene efecto [admisible] en la población de cocodrilos?.

### **3. Insuficiencia de recursos**

Es importante identificar con claridad qué recursos son más necesarios. Becas de organizaciones internacionales. Pudieran obtenerse fondos para la conservación del cocodrilo cubano a partir del aprovechamiento de las pieles de los caimanes y la producción de pieles de los cocodrilos en cautiverio. Uso sostenible. Evaluación de las posibilidades para el uso sostenible en la venta de pieles. CITES . No hay problemas con el contrabando porque hay mucho control. Debemos ser precisos respecto a los recursos que necesitamos y hasta dónde se puede sufragar la conservación con la venta de pieles. Esto es muy fundamental en Cuba. Tenemos que mirar la posibilidad futura la comercialización de pieles de *C. acutus*, pero ya Cuba cuenta con una operación de cría de *C. rhombifer* acreditada ante CITES.. Es posible aumentar el uso de pieles de caimanes. No hay recursos para ello y se forma un círculo vicioso. Necesitamos de una acción para romper ese círculo.

### **4. Condición del cocodrilo cubano como recurso pesquero**

Cambiar la condición de recurso pesquero al cocodrilo. Si se quita como recurso para la pesca, entonces no van a aplicar las leyes que lo controlan ahora. La leyes para la protección pesquera son mas fuertes. Es preferible que se mantenga en la pesca pero se debe diferenciar al *C. rhombifer* del *C. acutus*. Trabajar con el Ministerio de la Industria Pesquera, Direccion de Regulaciones Pesqueras, con un documento – el informe del Taller PHVA.

## 5. Interacción entre las tres especies

Hibridación entre *C. rhombifer* y *C. acutus* en Zapata

La necesidad de estudios genéticos (DNA) para entender el problema. Entrenamiento sobre métodos en las investigaciones genéticas.

Intercambio de expertos y una colaboración con la Universidad de la Habana-Departamento Bioquímica (Dra. Georgina Espinosa).

Competencia con el caiman – no hay competencia por el alimento y espacio. No es el problema que se pensaba al principio. Es recomendable conducir investigaciones para estudiar esto, para comprobar lo que se ha observado sobre la falta de competencia por el alimento y el espacio entre las dos especies. Quizás el carácter de las relaciones interespecíficas no es el mismo entre todas las clases de edades. ¿Con los más jóvenes *C. rhombifer*, las relaciones de *Caiman crocodilus fuscus* serán de competencia o de prelación?

Las relaciones interespecíficas en Zapata son entre el *rhombifer* y el *acutus*

En Lanier son entre el caiman y el *rhombifer* y posiblemente en el futuro, con el *acutus*.

## 6. Necesidad de aumentar las poblaciones

En el grupo de Hábitat están discutiendo esto pero tenemos que discutir cómo y cuál. Tener en cuenta la Guía de “IUCN/SSC Guidelines for Re-Introductions”. Se sugiere que en Lanier han tenido buenos resultados y se ha adquirido experiencia haciendo reintroducciones de animales de todas las edades. Se tiene que continuar monitoreando las poblaciones, más esfuerzo en seguir evaluando y haciendo investigaciones.

## 7. Concientizar a las autoridades nacionales

Las conclusiones de este trabajo deben ser enviadas a los ministerios correspondientes y tener una reunión nacional para compartir esta información. Con apoyo del CSG --P. Ross puede enviar información. Necesitan un grupo de especialistas de cocodrilos en Cuba y crear ese grupo. La Sociedad de Zoólogos de Cuba puede ser un amparo legal para organizar este grupo de especialistas.

### Sugerencias de Ulyses Seal:

Finanzas - ¿hacer un preámbulo? Hacerlas específicas por proyectos.

Caza ilegal: realizar un estimado de la magnitud. Posiblemente sea un pequeño problema y tenga diferentes grados de impacto en áreas diferentes.

Necesidad de datos cuantitativos para modelar y evaluar los problemas y necesidades y fundamentar la asignación de recursos.

Nuevas poblaciones: ¿Cuáles son las metas para una nueva población? Analizar tamaño de la población.

Esto conduce a diseños específicos en los programas de re-introducción.

Interacciones entre las especies – interacciones con el hábitat – predación. Hibridación, identificación genética e introgresión.

Respuesta a los cambios en el manejo.

## **Preguntas para el proceso de modelado poblacional:**

1. ¿Es la población de Zapata suficientemente grande para ser autosustentable?
2. ¿Cuál será el destino de la población de Lanier sin liberaciones adicionales de cocodrilos? ¿Y con diferentes proporciones de liberaciones adicionales?
3. ¿Cuál es el tamaño poblacional y la estructura de clases de talla mínimo/ideal para asegurar el éxito de la re-introducción?
4. Si la tasa de hibridación es X% ¿Cuál será el comportamiento de los híbridos y el destino de la población en el futuro?
5. ¿Cuál será el efecto de la extracción de animales por la caza ilegal a una proporción de N/año y en las clases de talla de YY-ZZ en Zapata y en Lanier?
6. También debemos modelar la población de *Caiman crocodilus fuscus* y el efecto de la cosecha.

## **Questions for modelling**

1. Is the Zapata population large enough to be self sustaining?
2. What is the fate of Lanier population without additional release?  
With different rates of additional release?
3. What is the minimum/ideal number and size class structure to ensure success of reintroductions?
  4. If rate of hybridization is X%, what is the estimated fate of hybrids.
  5. What is the effect of removal of animals by illegal hunting at a rate of N/yr and size class of YY-ZZ In Zapata? In Lanier?
6. We should also model the caiman population and the effect of harvesting.

## **Día 3. 25 de enero del 2000.**

### **Análisis y discusiones del Grupo de Trabajo de Poblaciones.**

Se recapitularon los aspectos analizados y se confeccionó el informe final del grupo de trabajo (Ver informe en la Sección correspondiente).

-First screen is “global data” which is information in a broad range about the particular species.  
Name file Rhomb001

Global Parameters: Used for all of the simulations for both populations  
Save data for graphing Yes

Detailed data on population structure each year and iteration? N (for 100 year projections) Y (for 10 year projections)

For good statistics you should run a minimum of 200 (up to 500) iterations. 100 (this provides minimal number of iterations for reliable statistics. For publication purposes the simulations should be run 500 times)

Project out at least 100 years (maybe more) to see what your current management efforts will be worth in the future. The number of years depends a lot on your species and their life spans. 100 (This extends to 4 or 5 rhombifer generations. This will give a picture of the demographic changes in the population but needs to be extended for estimates long term retention of genetic variability.)

Try to collect at least 10 time intervals for the time span that you want to evaluate. 10 This is convenient for graphing pattern of change. Each report provides a summary of population size, probability of extinction, and retention of genetic diversity.

Extinction can be defined two different ways: Down to one sex or a population of less than 50. One sex. Enter zero.

Metapopulations are different than distinct separate populations. You need to decide how many populations you want to, or are able to, manage. One because current evidence indicates that both Zapata and Lanier are panmictic and are not fragmented.

Inbreeding depression: Increase or change of first year mortality. If you are dealing with thousands of animals then inbreeding depression has a limited result on the population. (In crocodilians even 200 adults may not be an issue). No, because these large populations will not be losing significant variation by random drift. Inbreeding depression needs to be considered if populations are less than 300.

Do you want (Environmental variation) reproduction to be concordant with EV survival? No because there can be years when reproduction is lost, but survival of adults and juveniles is not effected.

You may also have the unexpected event (hurricane, fire, war, etc.) This could be an unusual positive effect on an irregular basis as well. Decided that hurricanes and fires are not a statistical problem. However flooding is a catastrophe that needs to be monitored.

Is the species polygamous, monogamous, or hermaphroditic? Polygamous because males of this species will breed multiple females in a given year.

At what age do the females normally start reproducing? 10 This value was provided by the Cuban biologist from experience in captivity.

At what age do the males normally start reproducing? 10. This value was provided by the Cuban biologist from experience in captivity.

Maximum breeding age? May differ in wild and captive populations. 40 years was chosen as an estimate on the advise of the Cuban biologist based upon probable longevity in the wild and reproductive senescence.

Sex ratio at hatching? 50% This is an estimate averaged over years for the sex ratio of hatchlings.

Maximum Number of young per female per year? 30 probable maximum clutch size in the wild with and average clutch size of 25

Is reproduction density dependent? Yes because of observaional data and harvest experiments from the wild of several crocodilian species suggests density dependent.

-Population specific parameters:

What is the maximum percent breeding ,  $P(0)$ ? 64.0 This is the proportion of females estimated to breed at low population densities at well below carrying capacity.

What proportion of adult females reproduce each year at maximum reproductive rate in low density ? 64%

What is percent breeding at K,  $P(K)$ ? 33.0 It is estimated that about one third adult females breed each year at carrying capacity. This is equivelant to an interbirth interval of three years.

What proportion of adult females reproduce each year at carrying capacity. 33%

What is exponential steepness,  $V$ ? 2.0 This is an estimate partly based on observations in other crocodilian species. The steepness of this slope will determine how rapidly reproduction respognes to declines in the population below carrying capacity.

Allee effect: Assumes that the less animals are in a population, the less likely they are to find each other to reproduce. 0 These numbers in this population are so high, this is not a likely problem.

What is the SD in percent breeding annually? 12.5% This is an estimate for which no data are currently available.

Of females that breed what percent reproduce? Clutch sizes were set at:

23 12.5

24 18.75

25 37.5

26 18.75

27 12.5

This distribution is arbitrary but yields an average clutch size of 25, which is the average based on the observations of the Cuban Biologist.

Enter mortalities of females as percents:

Mortality from hatchling to one year? We have mortality in nests, eggs, and hatchlings. (%due to partial flooding)  $.6 \times .9 \times .2 = 89.2\%$  numbers from Cuban biologist. This value is the same for male and female hatchlings.

Mortality from one year to two years? 33% based upon observations of other crocodilian species. Direct data for rhombifer do not currently exist.

The remaining mortality estimates are based upon the distribution of size structure observed based upon surveys done in the Zapata swamp pop. See articles in the 15th CSG working meeting at Veradero in Jan. 2000 and the briefing book for the PHVA workshop. Adjustments in mortality figures were tested to reproduce possible effects of hunting and other sources of mortality. Refer to attached input files.

Enter probability (as %) of catastrophe one: 20.0 Floods destroying nests occur on average of once every five years.

Severity with respect to reproduction: 0.7 It is estimated that about 30% of nests are lost in a flood year.

Severity with respect to survival: 1.0 Floods have no effect on survival of juv. or adult crocodiles.

Are all of the adult males in the breeding population? No... What percentage is not? 50% in any given year are not in the breeding pool. Variations in the proportions of males in the breeding pool in a given year are not likely to effect demographic outcomes because the species is polygamous. The genetic effects are also likely to be minimal because of the long life expectancy and the opportunity for adult males to breed sometime during their life span. Also, the populations are relatively large.

Start at the stable age distribution? Yes for Zapata pop. Which is an established pop. This is a reasonable approximation. Direct data are not available.

The initial population size used for Zapata models was 3,000.

The Lanier swamp models the actual age distribution for released animals was used to initialize the model. The initial pop. size was 618. The age structure of the released animals is attached.

This distribution was based upon the tabulation of the Cuban biologist indicating that 180 in one to three year age class were released. 300 animals in the 4-8 year age class, 138 in 9-12 year age class.

Carrying capacity? For Lanier swamp 700, based upon estimate of area and distribution indicating the released pop. Is near carrying capacity. The Zapata swamp carrying capacity was set at 3,000 again based upon the estimate that this pop. May be near carrying capacity. We recognize that the Zapata pop. May be 5,000 but the same logic applies that the pop. Is at carrying capacity.

SD in K due to EV? 0 Although carrying capacity may vary from year to year it not clear how it would effect survival of animals in the population that year.

Is there a trend projected in K? No. There may be trends in loss of habitat but these were not modeled.

Will you harvest the pop. ? Yes, This section was used to include estimates from mortality from illegal hunting. It is thought that losses by illegal hunting are incidental to other hunting activities. It is estimated that 30-40 animals are removed annually form both populations.

This completes the parameterization prepared for this analysis.

Table 1. Summary of population demographic outputs.

Pop	r det	r sto	SD	Pe	N	SD	Hetero	SD	Allele	SD	Te
<b>Lanier Swamp Population</b>											
L001	0.082	-.072	0.218	0.910	308	177	0.9676	0.0210	68	22.8	53.4
L002	0.082	-.007	0.151	0.000	570	108	0.9963	0.0008	420	72.9	0.0
L003	0.082	0.012	0.144	0.000	631	71	0.9972	0.0000	544	45.2	0.0
<b>Zapata Swamp Population</b>											
Z001	0.082	0.048	0.136	0.000	2856	197	0.9967	0.0000	551	17.8	0.0
Z003	0.082	0.037	0.134	0.000	2827	218	0.9994	0.0000	2485	104.5	0.0
Z004	0.062	0.015	0.136	0.000	2602	404	0.9959	0.0000	441	24.9	0.0
Z005	0.063	0.016	0.131	0.000	2651	316	0.9959	0.0003	443	27.1	0.0
Z006	0.063	0.009	0.122	0.000	2697	446	0.9990	0.0000	1610	81.6	0.0

## Discussion:

The overall results of these simulation models indicate that *C. rhombifer* pop. At density below carrying capacity can grow at the rate of about 7 – 10 % per year if mortality is due only to natural causes. Two major additional sources of mortality are illegal hunting, which is playing a significant role in Lanier swamp for sub-adult and adult animals. Another source of mortality at densities near carrying capacity is likely to be cannibalism of younger animals by established adults.

Inbreeding depression was not considered in these models and is not of concern in populations of the size of either the Zapata, or the Lanier Swamp. The Lanier Swamp population was started with 600 individuals captured from the Zapata Swamp and from the Havana city zoo. The Havana zoo animals were also derived form the Zapata Swamp. The larger founder population

would represent approximately 100% of the genetic variation present in the Zapata Swamp population. The time of separation of these two populations is far too short for any genetic divergence to have occurred. The time of separation is only five years and the generation time is 15 – 25 years. With populations this size, it is unlikely that any significant divergence would occur within 100 – 1000 years.

Another concern that we have not addressed in these simulations is the possibility of genetic introgression from *C. acutus* into *C. rhombifer*. There is evidence for this occurring in part of the Zapata Swamp population, but this is not currently a problem in the Lanier Swamp population. It will be of interest to evaluate whether the current Lanier Swamp population has any evidence of introgression with molecular studies. Similar molecular studies are also needed in the Zapata Swamp population to allow evaluation of introgression beyond the F1 generation of reported hybridization.

The Lanier Swamp population is at significant risk of extinction due to the estimated illegal hunting activities. Removal of 30 to 40 sub-adult and adult animals per year results in a population over the next 20 years which will fail to grow and indeed have a slightly negative growth rate, which if continued would eventually lead to extinction. Predictions from this scenario are that surveys of the Lanier Swamp population will indicate no growth or a slightly declining population from the population released five years ago. Indeed, if the population predicted for the next 15 years shows no growth but only a small decline, well within the limits of the accuracy of the survey methods. To reduce this risk of extinction and to allow for modest growth, the illegal take from hunting needs to be reduced by half, no more than 15 – 20 animals per year. Management decisions need to be developed about the size of the population that can be maintained within the Lanier Swamp and the time required to grow to this capacity. This will allow more precise estimate of allowable hunting mortality losses.

Proposals to establish a third population can be provided guidelines for the number of animals needed to assure adequate founder representation for the full retention of the genetic diversity of the Cuban crocodile. Total releases of 100 – 200 animals with at least 100 surviving to breed would provide 100% of the genetic diversity present. Release of more animals would provide for a more rapid demographic expansion of the population to carrying capacity of the release size. Preliminary simulation suggest that carrying capacity of about 500 animals total would provide for long term viability and retention of genetic diversity. Smaller population sizes might benefit from occasional infusion of additional animals from source populations. The size and frequency of these infusions would be determined by the size of the population and model of the rate of loss of genetic diversity in the population with populations of 200 animals for example, there would be no need for more than 1 – 5 animals to survive and breed per generation.

In summary, the contribution of modeling to management of the population would be greatly assisted by data on adult female reproduction (inter-birth interval and reproductive success) in the wild. This would preferably be collected with radio telemetry of females for a minimum of five years, this would also provide valuable information on female mortality. Also, currently available data indicate substantial variation in size structure between study sites. This suggests the need for a larger sample of study sites to provide information in natural variation. It would be useful to have periodic monitoring index to detect trends in changes of the population.